www.iledefrance.fr

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

ETUDE DES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

–

RAPPORT D'ETUDE

OCTOBRE 2012

ARTELIA

Sommaire

SECTION 1 CONTEXTE, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

1. CONTEXTE DE L'ETUDE
    1.1. LE CONTEXTE NATIONAL : LA NECESSITE D'UNE APPROCHE TERRITORIALISEE DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE
    1.2. LE CONTEXTE REGIONAL

2. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE A L'ECHELLE DE L'ILE-DE-FRANCE

3. UNE NECESSAIRE ADAPTATION
    3.1. LES CONCEPTS EN JEU
    3.2. RECHERCHER LES SYNERGIES ENTRE ADAPTATION ET ATTENUATION

4. L'OBJECTIF DE L'ETUDE

5. APPROCHE METHODOLOGIQUE
    5.1. LES GRANDES ETAPES DE L'ETUDE
    5.2. METHODOLOGIE EMPLOYEE

SECTION 2 SYNTHESE DU DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE DU TERRITOIRE FRANCILIEN AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

1. LA VULNERABILITE FACE AUX RISQUES NATURELS
    1.1. LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE
    1.2. LA VULNERABILITE AU RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES
    1.3. LA VULNERABILITE AU RISQUE DE FEUX DE FORET

2. LA VULNERABILITE DES RESSOURCES EN EAUX
    2.1. UNE SITUATION HYDROLOGIQUE PROBLEMATIQUE
    2.2. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNERABILITE DES RESSOURCES EN EAU

3. LA VULNERABILITE DES MILIEUX ET DES ECOSYSTEMES
    3.1. LA VULNERABILITE DES MILIEUX NATURELS
    3.2. LA VULNERABILITE DES ESPECES ET DES ECOSYSTEMES

4. LA VULNERABILITE SANITAIRE
    4.1. UNE POPULATION VULNERABLE AUX EPISODES DE CANICULES
    4.2. LES IMPACTS INDIRECTS SUR LA SANTE

5. LA VULNERABILITE DES RESEAUX
    5.1. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE ET L'OFFRE ENERGETIQUE
    5.2. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE, LA DEMANDE ET LA PRODUCTION D'EAU POTABLE
    5.3. LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX INONDATIONS
    5.4. LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX TEMPERATURES EXTREMES
    5.5. LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX TEMPETES

6. LA VULNERABILITE DU CADRE BATI ET DU TISSU URBAIN
    6.1. LA VULNERABILITE DU BATI ET DU TISSU URBAIN AUX CANICULES
    6.2. LA VULNERABILITE DU BATI AU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES
    6.3. LA VULNERABILITE DU BATI AUX INONDATIONS

6.4. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET COUVERTURE ASSURANTIELLE

7. LA VULNERABILITE DU TOURISME
7.1. ELEMENTS DE CONTEXTE
7.2. LA VULNERABILITE DES ACTIVITES TOURISTIQUES

8. LA VULNERABILITE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET
8.1. LA VULNERABILITE DE L'AGRICULTURE
8.2. LA VULNERABILITE DE LA FORET

SECTION 3 DES IMPACTS AUX MESURES D'ADAPTATION

1. INTRODUCTION
1.1. DE LA VULNERABILITE A L'ADAPTATION : UNE DEMARCHE PARTICIPATIVE
1.2. QUELQUES DEFINITIONS…

2. DES IMPACTS PRIORITAIRES AUX ENJEUX DE L'ADAPTATION DU TERRITOIRE FRANCILIEN
2.1. LES IMPACTS PRIORITAIRES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE
2.2. LES ENJEUX DE L'ADAPTATION PAR AXE STRATEGIQUE

3. VERS UNE STRATEGIE D'ADAPTATION REGIONALE COHERENTE
3.1. DES ENJEUX AUX MESURES D'ADAPTATION : METHODOLOGIE
3.2. LES ORIENTATIONS STRATEGIQUES POUR L'ADAPTATION DU TERRITOIRE FRANCILIEN
3.3. LES MESURES D'ADAPTATION PAR ORIENTATION

4. SYNTHESE : CONDITIONS ET MOYENS DE LA MISE EN OEUVRE D'UNE POLITIQUE D'ADAPTATION
4.1. L'EMERGENCE DE NOUVELLES QUESTIONS
4.2. LES ENJEUX DE LA MISE EN OEUVRE D'UNE POLITIQUE D'ADAPTATION
4.3. CONCLUSION : LA MISE EN COHERENCE GLOBALE VIA L'ELABORATION DE LA STRATEGIE D'ADAPTATION

SECTION 4 ANNEXES

1. DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE COMPLET

2. CHIFFRAGE DU COUT DES IMPACTS

3. TERRITORIALISATION DU DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE

4. DETAIL DES MESURES D'ADAPTATION CARACTERISEES EN ATELIER

5. LISTES DES PARTICIPANTS AUX COMITES DE PILOTAGE ET AUX ATELIERS

6. BIBLIOGRAPHIE

Pilotage de l'étude :

ADEME Ile de France

Mme Emmanuelle Fournier

Conseil Régional d'Ile de France
M. Karim Lapp

Réalisation :

Artelia Climat Energie

Mme Rachel Jouan
Mme Lisa Russo
Mme Ingrid Levavasseur
Mme Pricillia Privat
M. Emmanuel Bentejac
M. Jean Lecroart

RCT

M. Pierre Joseph
M. Elie Ballester

SECTION 1 CONTEXTE, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

Table des matières

1. CONTEXTE DE L'ETUDE 8
   1.1. LE CONTEXTE NATIONAL : LA NECESSITE D'UNE APPROCHE TERRITORIALISEE DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE 8
   1.2. LE CONTEXTE REGIONAL 8
2. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE A L'ECHELLE DE L'ILE-DE-FRANCE 9
3. UNE NECESSAIRE ADAPTATION 10
   3.1. LES CONCEPTS EN JEU 10
   3.2. RECHERCHER LES SYNERGIES ENTRE ADAPTATION ET ATTENUATION 11
4. L'OBJECTIF DE L'ETUDE 12
5. APPROCHE METHODOLOGIQUE 12
   5.1. LES GRANDES ETAPES DE L'ETUDE 12
   5.2. METHODOLOGIE EMPLOYEE 13
      5.2.1. RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES ET HUMAINES 13
      5.2.2. LE DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE : UNE APPROCHE THEMATIQUE 13
      5.2.3. TERRITORIALISATION DU DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ILE-DE-FRANCE PAR DEPARTEMENT FRANCILIEN 13

1. CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1. LE CONTEXTE NATIONAL : LA NECESSITE D'UNE APPROCHE TERRITORIALISEE DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

En 2006, la France a adopté une **Stratégie nationale d'adaptation**, qui fixait des grandes orientations en matière d'adaptation au changement climatique.

En 2009, le Groupe interministériel, chargé de produire une évaluation des coûts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France, a remis son rapport final. Les résultats sont sans appel : **si aucune mesure d'adaptation n'est mise en place, le changement climatique pourrait coûter plusieurs milliards d'euros par an dans différents secteurs d'activité.**

En 2010, la **concertation nationale sur l'adaptation** a abouti à plus de 200 recommandations à l'échelle nationale, détaillées dans le **Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC)** publié en juillet 2011.

Ce plan est envisagé comme un processus dynamique et évolutif qui s'alimentera au fur et à mesure de l'avancée des connaissances. Il identifie des mesures qui relèvent du niveau national et dont la territorialisation doit s'inscrire, conformément au Grenelle 2, dans les Schémas Régionaux du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE) et les Plans Climats Energie Territoriaux (PCET), et plus généralement dans les démarches territoriales relatives à l'adaptation. En effet, si les stratégies et objectifs d'atténuation et d'adaptation sont fixés aux niveaux national et européen, ce sont bien les échelons locaux qui doivent réellement définir et mettre en œuvre la lutte contre le changement climatique et l'adaptation à ce dernier sur le terrain. Le dernier rapport du GIEC conforte d'ailleurs cette évidence en rappelant que 50 à 70% des mesures d'atténuation et d'adaptation ont vocation à être « mises en œuvre à l'échelon infranational ».

1.2. LE CONTEXTE REGIONAL

La région Ile-de-France a engagé depuis plusieurs années une politique active destinée à faire face aux différents enjeux posés par le changement climatique : l'enjeu de l'adaptation est d'ores et déjà traité dans plusieurs documents de planification à l'échelle régionale.

En juin 2011, la Région a adopté le plan d'action de son **Plan Régional pour le Climat (PRC)** avec des orientations stratégiques pour l'adaptation au changement climatique. Par ailleurs, les travaux de révision du **Schéma Directeur de la région (SDRIF)** intègrent des orientations en matière climatique ainsi que différents documents stratégiques : Plan de Déplacement Urbain, Schéma Régional de Développement Economique, et le **Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE)** coélaboré par la Région et les services de l'Etat.

Par ailleurs, la Région participe au **projet C-Change** (programme européen Interreg IV B) qui a mis en place un réseau d'échanges permettant aux sept partenaires de faire connaître leurs initiatives et retours d'expérience respectifs, en particulier sur le thème de l'aménagement urbain pour l'adaptation au changement climatique. Ce projet a pour ambition de répondre à deux objectifs :

- Impliquer l'ensemble des acteurs des territoires à la mise en œuvre de réponses concrètes aux enjeux du changement climatique ;
- Elaborer des stratégies d'aménagement du territoire permettant d'atténuer les effets du changement climatique et d'adapter les agglomérations à ses impacts, tout en améliorant la qualité de vie des habitants.

Enfin, une centaine de collectivités ont engagé des PCET incluant un volet adaptation.

Dans ce cadre, l'ADEME accompagne de nombreuses collectivités franciliennes dans l'élaboration de leur PCET et souhaite leur apporter les éléments de connaissance sur l'adaptation parallèlement à la diffusion d'ici la fin de l'année d'un outil de diagnostic sur la vulnérabilité intitulé Impact'Climat. De plus, les études lancées par son service Climat au niveau national viendront compléter les connaissances sur les questions de vulnérabilité et d'adaptation.

L'étude dont il est question ici s'inscrit dans la continuité de cette politique. Copilotée par la Région et l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), elle résulte de l'une des actions prévues par le volet adaptation du Plan Climat Régional, à savoir la réalisation d'une **étude des impacts socio-économiques de l'adaptation au changement climatique sur le territoire francilien**.

2. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE A L'ECHELLE DE L'ILE-DE-FRANCE

L´évolution du climat en Ile-de-France aux horizons 2030, 2050 et 2080, selon trois scénarios d'évolution des émissions de gaz à effet de serre (scénario optimiste, médian et pessimiste), a été étudiée par Météo-France et analysée dans le Livre Vert[1] du Plan Régional pour le Climat (2010).

Les **principales évolutions attendues des paramètres climatiques à l'échelle régionale et à horizon 2080 sont les suivantes** :

- **Augmentation importante des températures** moyennes annuelles, particulièrement marquée en période estivale (entre +2,9 et +5,7°C selon le scénario) et se traduisant par des hivers plus doux (+2 à +3,8°C) ;
- **Déficit significatif des précipitations** moyennes annuelles (pouvant aller jusqu' à 15%), particulièrement marqué l'été (près de 30% en août pour le scénario pessimiste) et pouvant se prolonger jusqu'à l'automne ;
- **Augmentation du nombre de jours chauds** qui pourrait doubler et dépasser les 100 jours annuels sur certaines zones franciliennes ;
- **Augmentation très importante de la fréquence et de l'intensité des épisodes de canicule à partir de 2050**, avec une tendance moyenne aux alentours de 30 jours de mise en alerte canicule par an dans le scénario pessimiste ;
- **Nette tendance à l'augmentation de la récurrence et de l'intensité des périodes de sécheresse** quel que soit le scénario (en moyenne 28 à 35 jours de sécheresse par an à l'horizon 2080) ;
- **Baisse des débits des cours d'eau – doublée d'un allongement de la période d'étiage – et de la recharge des nappes** (jusqu'à -30% par rapport à la recharge actuelle).

[1] ***Livre Vert du Plan Régional pour le Climat***, partie 3.1 Adaptation au changement climatique, Scénarios et aléas climatiques pages 104 à 110.

3. UNE NECESSAIRE ADAPTATION

Cette évolution des paramètres climatiques aura **des conséquences économiques, sociales et environnementales très importantes** : tous les secteurs (industrie, tertiaire, agriculture, énergie, tourisme, etc.) et tous les milieux (urbain, périurbain, rural) seront touchés directement ou indirectement.
Pour faire face à ces conséquences, et malgré les incertitudes pesant sur la survenance et l'ampleur de ces changements à venir, il apparaît utile et responsable d'agir dès maintenant, aussi bien sur le plan de l'atténuation que sur celui de l'adaptation des territoires aux impacts du changement climatique. L'Union Européenne et les nations s'y sont engagées à travers des politiques ambitieuses, déclinées peu à peu aux différentes échelles territoriales.

3.1. LES CONCEPTS EN JEU

L'adaptation au changement climatique est définie par le Troisième Rapport d'évaluation du GIEC comme : ***« l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques présents ou futurs ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques »***.
L'adaptation au changement climatique est une démarche proactive de réduction de la vulnérabilité aux impacts directs et indirects du changement climatique : un large éventail de mesures d'adaptation peut être mis en œuvre pour faire face aux impacts attendus du changement climatique. Notons que si les impacts sont essentiellement négatifs, le changement climatique pourrait aussi, dans certains cas, se traduire par des opportunités : l'adaptation visera alors à **tirer bénéfice de ces opportunités**.

La **vulnérabilité** est le degré par lequel un système risque d'être affecté négativement par un aléa climatique (canicule, tempête, sécheresse, inondation, etc.). La vulnérabilité d'un système est fonction de trois éléments :

- son **exposition** à l'aléa climatique : le système en question est-il susceptible d'être touché par l'aléa ? Par exemple, l'ensemble des enjeux situés en zone inondable est exposé à l'aléa inondation. Le degré d'exposition (fort/moyen/faible) dépend exclusivement du zonage de l'aléa.

- sa **sensibilité à cet aléa :** les caractéristiques du système en question le rendent-ils plus ou moins sensible à l'aléa considéré (sur le plan économique, social et/ou environnemental) ? Par exemple, les personnes à mobilité réduite habitant des maisons de plein pied en zone inondable sont très sensibles à l'aléa inondation ;

- sa **capacité d'adaptation :** quelles sont les initiatives / mesures d'adaptation en cours ou susceptibles d'être mises en œuvre à l'avenir pour réduire la sensibilité du système considéré ? Par exemple, la mise en place d'un système d'alerte et de gestion de crise prévoyant l'évacuation de ces personnes à mobilité réduite en cas d'inondation permet de réduire leur sensibilité à l'aléa.

Le schéma de synthèse ci-après permet de visualiser les notions d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation dans la perspective du changement climatique à venir. Les politiques d'atténuation et d'adaptation y apparaissent complémentaires :

- l'évolution de l'exposition dépendra en grande partie de l'évolution du climat, conditionné notamment par les politiques d'atténuation à l'échelle globale ;

- l'évolution de la sensibilité dépendra en grande partie des choix de développement et des politiques d'adaptation dans les territoires.

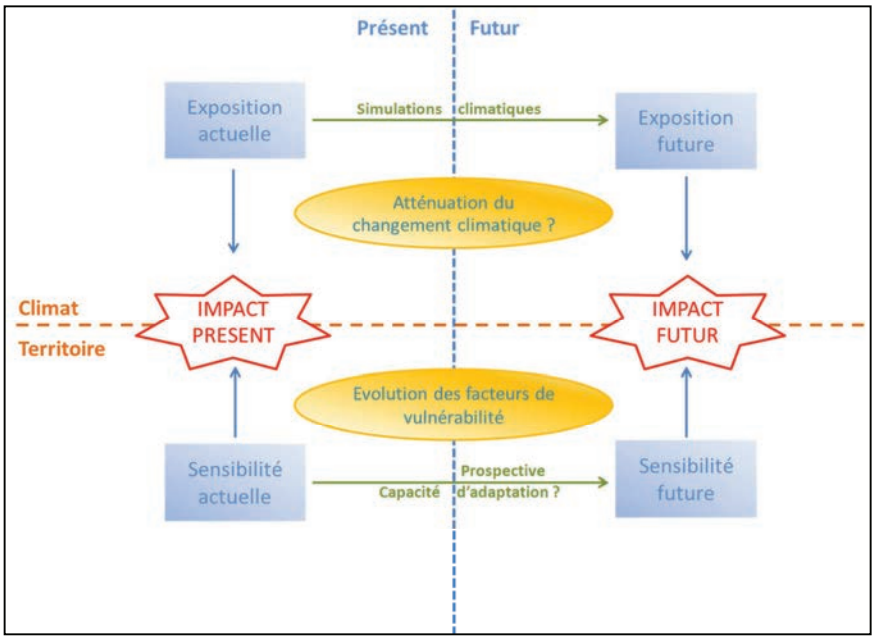


Figure 1 – Illustration des principaux concepts

Le **diagnostic de vulnérabilité**, préalable à toute démarche d'adaptation au changement climatique, a pour objectif de **caractériser l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation** afin de qualifier la vulnérabilité actuelle et future (forte, moyenne ou faible) d'un territoire aux impacts attendus du changement climatique.

3.2. RECHERCHER LES SYNERGIES ENTRE ADAPTATION ET ATTENUATION

Adaptation et atténuation constituent deux réponses complémentaires dans la lutte contre le changement climatique. En effet :

- Privilégier l'adaptation aux dépens de l'atténuation pourrait amener à dépasser les seuils d'évolution climatiques pour lesquels la société est en capacité de s'adapter ;
- Privilégier l'atténuation aux dépens de l'adaptation n'est pas plus acceptable. Quelle que soit l'efficacité des politiques d'atténuation, le changement climatique aura des impacts – pour certains déjà mesurables – en raison de l'inertie du système climatique.

Une certaine vigilance est cependant nécessaire : atténuation et adaptation au changement climatique peuvent s'avérer dans certains cas contradictoires. Ainsi, une politique de densification urbaine destinée à réduire les émissions liées aux transports, qui ne tiendrait pas compte du risque d'accroissement de l'effet îlot de chaleur urbain, serait contre-productive du point de vue de l'adaptation de l'espace urbain à l'augmentation de la récurrence et de l'intensité des épisodes de canicule.
Dès lors, il est indispensable de mettre en œuvre ces deux stratégies de manière intégrée, afin de limiter les contradictions et d'exploiter les synergies possibles. L'exemple de la végétalisation urbaine est révélateur de ces synergies :

- Sur le plan de l'adaptation, la végétalisation permet de limiter l'effet îlot de chaleur urbain, d'améliorer la gestion des eaux pluviales et de favoriser la biodiversité en milieu urbain ;
- Sur celui de l'atténuation, elle permet de réduire les besoins énergétiques liés à la climatisation et de stocker du carbone.
- Au-delà de la lutte contre le changement climatique, on notera de nombreux autres effets bénéfiques : amélioration du cadre de vie, réduction de la consommation énergétique, réduction de l'exposition aux inondations par ruissellement liées à l'artificialisation des sols en milieu urbain, etc.

4. L'OBJECTIF DE L'ETUDE

Dans le Plan Régional pour le Climat (PRC), la région Ile-de-France a d'ores et déjà identifié certains « champs prioritaires d'actions » pour faire face au changement climatique, traduits en grandes orientations dans le Schéma Régional Climat Air Energie :

- Améliorer les connaissances, sensibiliser et diffuser l'information auprès de tous les acteurs franciliens ;
- Réduire les consommations d'eau pour assurer la disponibilité et la qualité de la réserve en eau du territoire ;
- Prévenir et gérer les impacts du changement climatique sur la santé des citoyens ;
- Assurer la résilience des écosystèmes face aux effets du changement climatique ;
- Prendre en compte les effets du changement climatique dans les aménagements urbains ;

Toutefois, il est apparu nécessaire, dans une perspective d'adaptation des territoires franciliens, d'aller plus loin dans le diagnostic, la hiérarchisation des impacts et la caractérisation des mesures d'adaptation.

C'est pourquoi cette étude se devait de répondre à **trois objectifs** :

- **Evaluer et hiérarchiser les impacts du changement climatique et la vulnérabilité** du territoire francilien à ces derniers, en particulier sur le plan social et économique, par secteurs d'activités et par milieu ;
- **Identifier et caractériser les mesures d'adaptation** pertinentes pour réduire la vulnérabilité et saisir les opportunités ;
- **Apporter des éléments de connaissance aux territoires infrarégionaux** : en effet, de nombreuses collectivités franciliennes, obligées ou volontaires, ont besoin de connaissances pour élaborer le volet adaptation de leurs PCET.

5. APPROCHE METHODOLOGIQUE

5.1. LES GRANDES ETAPES DE L'ETUDE

L'étude s'est articulée autour de deux phases :

- **Phase 1 : diagnostic de vulnérabilité du territoire francilien** au changement climatique, incluant une mise en contexte prospectif, une hiérarchisation des impacts et quelques exercices de chiffrage du coût des impacts. La synthèse du diagnostic de vulnérabilité figure dans la section 2 de ce rapport de synthèse. Le diagnostic complet figure en annexes I, II et III du rapport d'étude.
- **Phase 2 : formulation d'orientations et de mesures d'adaptation** pour le territoire francilien : il s'est agi, à partir des enseignements tirés du diagnostic, d'identifier collectivement les principaux enjeux de l'adaptation du territoire régional et de formuler de grandes orientations et mesures d'adaptation pour l'Ile-de-France. La synthèse de cette phase figure dans la section 3 de ce rapport de synthèse. La caractérisation des mesures d'adaptation figure en annexe IV du rapport d'étude.

5.2. METHODOLOGIE EMPLOYEE

5.2.1. Ressources bibliographiques et humaines

Le travail réalisé s'appuie sur :

- Les projections climatiques de Météo-France analysées dans le cadre du Livre Vert (2010) du Plan Régional pour le Climat (PRC) ;
- Un recensement et une analyse de la littérature pertinente aux échelles internationale, nationale, régionale et locale[2] ;
- Les travaux d'échange et de réflexion menés avec le Comité de pilotage et le Comité de suivi élargi en charge du suivi de l'étude[3] ;
- Les entretiens menés avec des experts scientifiques et des acteurs territoriaux[4] ;
- Les travaux réalisés dans le cadre des deux ateliers de concertation réunissant experts et acteurs du territoire, qui ont permis de préciser et de hiérarchiser les impacts prioritaires (atelier 1) et les mesures d'adaptation permettant d'y répondre (atelier 2)[5].

5.2.2. Le diagnostic de vulnérabilité : une approche thématique

En cohérence avec les travaux menés aux échelles nationale et infrarégionale, le diagnostic de vulnérabilité a été organisé selon les thématiques sectorielles ou transversales définies par l'ONERC, tel que présenté dans le tableau ci-après.

Tableau 1 – Découpage thématique adopté pour le diagnostic de vulnérabilité

Approche transversale	Approche sectorielle
Ressources en eau	Agriculture et forêts
Milieux et écosystèmes	Réseaux et Energie
Santé	Tourisme
Risques naturels	Urbanisme et cadre bâti

Le diagnostic thématique complet figure en annexe I.

5.2.3. Territorialisation du diagnostic de vulnérabilité au changement climatique en Ile-de-France par département francilien

Le diagnostic de vulnérabilité par département francilien (excepté Paris) figure en annexe III.

5.2.3.1. POURQUOI UNE TERRITORIALISATION PAR DEPARTEMENT ?

Le **territoire francilien est hétérogène**. Les différents départements, les différentes populations et les différents territoires ne sont pas égaux devant les perspectives du changement climatique.

Un outil synthétique récapitulant les informations par département parait alors pertinent et opérationnel, afin que chaque acteur local puisse saisir plus rapidement la caractérisation des enjeux qui le concernent.

[2] La bibliographie est disponible en annexe 6.
[3] La liste des membres de ces Comités figure en annexe 5.
[4] La liste des personnes contactées figurent en annexe 5.
[5] La liste des participants aux ateliers figure en annexe 5.

L'échelon départemental ne se suffit pas pour autant à lui-même, en raison de l'interdépendance des territoires franciliens et le caractère systémique de l'Ile-de-France. L'agglomération parisienne dépasse par exemple les frontières de Paris, tandis que la Seine constitue un fil conducteur à travers la région, toute modification en amont pouvant avoir des répercussions en aval. Les départements franciliens peuvent donc avoir à faire face aux mêmes enjeux, avec toutefois une distinction importante entre départements de la Petite et de la Grande Couronne. Enfin, bien que de nombreux enjeux soient similaires, la distinction entre départements peut se jouer au niveau de leur sensibilité.

5.2.3.2. REALISATION DES FICHES PAR DEPARTEMENT

L'objectif de cette territorialisation n'est pas de fournir des éléments nouveaux à cette étude, mais bien de réorganiser les différents constats et enjeux présents dans le diagnostic de vulnérabilité régional. L'intérêt est de pouvoir synthétiser les éléments du diagnostic pour chaque département, afin de permettre aux acteurs locaux de mieux s'y retrouver et de commencer à entrevoir les spécificités propres à leur territoire.

Il convient de préciser que la territorialisation de Paris n'a pas été réalisée : la Ville de Paris réalisant déjà une étude de vulnérabilité face au changement climatique, une fiche synthétique focalisée sur Paris dans le cadre de ce rapport n'aurait pas apporté une grande plus-value.

Ces fiches réunissent donc l'ensemble des éléments du diagnostic réalisé à l'échelle régionale. Toutefois, **quelques spécificités territoriales peuvent être présentes dans ces fiches sans être mentionnées dans le diagnostic complet**. En effet, tous les éléments de territorialisation n'ont pas été intégrés au diagnostic global pour permettre une meilleure lisibilité, mais peuvent se retrouver dans les fiches départementales lorsque cela était pertinent et permettait de mieux dessiner les spécificités des territoires.

L'ensemble des informations présentes dans ces fiches sont issues des mêmes sources précisées dans le rapport complet, auxquelles s'ajoutent des précisions (notamment concernant la description des spécificités de chaque territoire) **issues des sites Internet des Conseils Généraux franciliens**.

Ces fiches synthétiques constituent **une première ébauche de territorialisation de la vulnérabilité face au changement climatique par département**. Elles peuvent permettre aux différents acteurs locaux franciliens de se familiariser avec les spécificités de leur territoire. Une étude plus précise et détaillée, comme celle réalisée par le Conseil Général de Seine-et-Marne dans le cadre du volet territorial du Plan Climat seine-et-marnais, pourrait être pertinente à réaliser pour chaque département francilien.

5.2.3.3. STRUCTURATION DES FICHES

Afin de favoriser une plus grande compréhension et appropriation, **le choix a été fait de garder la même structure que le diagnostic de vulnérabilité du territoire francilien**, par thématiques transversales et thématiques sectorielles.

Par ailleurs, **la définition de la vulnérabilité par territoire reprend la méthodologie employée, en fonction des trois concepts permettant d'évaluer le degré de vulnérabilité d'un territoire** : son exposition à l'aléa climatique, sa sensibilité à cet aléa, et enfin sa capacité d'adaptation.

La structuration de chaque fiche départementale a donc été réalisée sous forme de **tableaux synthétiques** et non exhaustifs, récapitulant l'ensemble **des approches transversales et sectorielles** en fonction des éléments de vulnérabilité : **exposition**, **sensibilité**, **capacité d'adaptation**.

SECTION 2 SYNTHESE DU DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE DU TERRITOIRE FRANCILIEN AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Table des matières

1. LA VULNERABILITE FACE AUX RISQUES NATURELS 16
1.1. LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 16
1.1.1. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CRUES DE LA SEINE 16
1.1.2. LA VULNERABILITE AUX CRUES DE LA SEINE ET DE SES AFFLUENTS 17
1.1.3. ZOOM SUR LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS PAR RUISSELLEMENT 18
1.2. LA VULNERABILITE AU RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES 18
1.2.1. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES 18
1.2.2. LA VULNERABILITE DES TERRITOIRES AU RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES 19
1.3. LA VULNERABILITE AU RISQUE DE FEUX DE FORET 20
1.3.1. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE RISQUE DE FEUX DE FORET 20
1.3.2. L'APPARITION D'UNE NOUVELLE VULNERABILITE 20
2. LA VULNERABILITE DES RESSOURCES EN EAUX 21
2.1. UNE SITUATION HYDROLOGIQUE PROBLEMATIQUE 21
2.1.1. UNE EXPOSITION MOYENNE AU MANQUE D'EAU 21
2.1.2. UNE AUGMENTATION DES PRELEVEMENTS ET UNE DEGRADATION DE LA QUALITE 22
2.2. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNERABILITE DES RESSOURCES EN EAU 22
2.2.1. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA QUANTITE ET LA QUALITE DES RESSOURCES EN EAU 22
2.2.2. LA VULNERABILITE DES RESSOURCE EN EAU 22
3. LA VULNERABILITE DES MILIEUX ET DES ECOSYSTEMES 23
3.1. LA VULNERABILITE DES MILIEUX NATURELS 23
3.2. LA VULNERABILITE DES ESPECES ET DES ECOSYSTEMES 23
4. LA VULNERABILITE SANITAIRE 24
4.1. UNE POPULATION VULNERABLE AUX EPISODES DE CANICULES 24
4.1.1. LES IMPACTS DIRECTS DES CANICULES SUR LA SANTE 24
4.1.2. LA VULNERABILITE AUX EPISODES DE FORTES CHALEURS 25
4.1.3. ZOOM SUR LA VULNERABILITE AUX PICS DE POLLUTION 26
4.2. LES IMPACTS INDIRECTS SUR LA SANTE 27
4.2.1. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES ALLERGIQUES 27
4.2.2. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES INFECTIEUSES ET VECTORIELLES 27
5. LA VULNERABILITE DES RESEAUX 28
5.1. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE ET L'OFFRE ENERGETIQUE 28
5.1.1. CONTEXTE 28
5.1.2. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE EN ENERGIE 28
5.1.3. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION D'ENERGIE 29
5.2. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE, LA DEMANDE ET LA PRODUCTION D'EAU POTABLE 29
5.2.1. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU 29

5.2.2. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION D'EAU POTABLE : UNE PRODUCTION D'EAU POTABLE ROBUSTE 30
5.3. LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX INONDATIONS 30
5.3.1. UNE FORTE VULNERABILITE AUX INONDATIONS MAJEURES 30
5.3.2. LES IMPACTS DES CRUES SUR LES RESEAUX EN QUELQUES CHIFFRES 31
5.4. LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX TEMPERATURES EXTREMES 31
5.5. LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX TEMPETES 32
6. LA VULNERABILITE DU CADRE BATI ET DU TISSU URBAIN 33
6.1. LA VULNERABILITE DU BATI ET DU TISSU URBAIN AUX CANICULES 33
6.1.1. ELEMENTS DE CADRAGE 33
6.1.2. LA VULNERABILITE DU BATI AUX CANICULES 33
6.1.3. LA VULNERABILITE DU TISSU URBAIN A L'EICU 33
6.2. LA VULNERABILITE DU BATI AU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES 34
6.3. LA VULNERABILITE DU BATI AUX INONDATIONS 34
6.4. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET COUVERTURE ASSURANTIELLE 34
7. LA VULNERABILITE DU TOURISME 35
7.1. ELEMENTS DE CONTEXTE 35
7.2. LA VULNERABILITE DES ACTIVITES TOURISTIQUES 35
8. LA VULNERABILITE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET 36
8.1. LA VULNERABILITE DE L'AGRICULTURE 36
8.2. LA VULNERABILITE DE LA FORET 37

Cette partie du rapport de synthèse présente la synthèse du diagnostic de vulnérabilité du territoire francilien aux impacts attendus du changement climatique. Le diagnostic complet est disponible en Annexe 1.

1. LA VULNERABILITE FACE AUX RISQUES NATURELS

1.1. LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

1.1.1. Les impacts du changement climatique sur les crues de la Seine

De nombreuses données et études ont été menées sur le risque inondation en Ile-de-France, notamment à l'occasion du centenaire de l'inondation de 1910. L'exposition et la vulnérabilité actuelle au risque inondation sont donc bien connues. Nous n'en reprendrons ici que les grandes lignes.

1.1.1.1. SITUATION ACTUELLE : UN TERRITOIRE DEJA TRES EXPOSE

La Seine et ses affluents connaissent **régulièrement des crues dites à cinétique lente, relativement prévisibles** car marquées par l'évolution souvent progressive de l'onde de crue. Les crues les plus sévères – la dernière crue centennale étant celle de 1910 – sont liées à la conjonction de plusieurs ondes de crues, issues des principaux affluents de la Seine situés, à l'exception de l'Oise, en amont de Paris.

Les **secteurs les plus exposés** en Ile-de-France sont : la zone de **confluence au nord de l'Essonne et dans le Val-de-Marne** ; la rive concave du méandre de la Seine **au nord des Hauts-de-Seine** ; et la **capitale elle-même**. Le département de **Seine-et-Marne** présente quant à lui d'importantes surfaces en zone inondable, servant pour la plupart de **zone d'expansion** des crues en amont de la capitale.

1.1.1.2. EXPOSITION FUTURE : QUELS IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Deux grands facteurs sont susceptibles d'influencer l'évolution de l'exposition aux crues de la Seine :

- **Facteur climatique** : l'impact du changement climatique sur l'évolution de la fréquence et de l'intensité des crues – en relation avec la modification attendue de la répartition interannuelle des précipitations – est très incertain ;
- **Facteur socio-économique** lié à l'aménagement du territoire :
  - **Les choix d'aménagements** dans les zones inondables (qui relèvent notamment des documents d'urbanisme : PPRI, PLU, SCoT, SDRIF etc.) influent sur l'exposition au risque. Ainsi, la limitation de l'urbanisation et/ou l'adaptation du bâti en zone inondable permettent de limiter cette exposition ;
  - L'évolution du **système de régulation des crues existant** : le projet d'aménagement de La Bassée vise notamment à compléter le système des lacs réservoirs en vue de limiter l'exposition de l'agglomération parisienne aux crues de la Seine.

Ainsi, même si l'incertitude demeure quant à l'évolution de la fréquence et de l'intensité des crues de la Seine dans le contexte du changement climatique, l'importance des enjeux exposés en Ile-de-France et de l'influence des choix d'aménagement sur l'évolution de cette exposition impose sa prise en compte.

1.1.2. La vulnérabilité aux crues de la Seine et de ses affluents

1.1.2.1. UNE VULNERABILITE ACTUELLE FORTE

Première région sur le plan démographique, poumon économique et capitale politique d'envergure nationale et internationale, la région Ile-de-France présente une **très forte sensibilité aux crues de la Seine**.

Au sein de l'agglomération parisienne, **l'essentiel des zones exposées est aujourd'hui urbanisé**. Au-delà, les **conséquences sur la vie économique régionale et nationale** seraient **considérables** en cas de crue majeure, comparable à la ligne d'eau atteinte à Paris en 1910.

Sur le plan des **impacts économiques**, le coût des **dommages directs** est ainsi estimé, selon les sources, entre **15 et 20 milliards d'Euros**[1] ; sans tenir compte de la dégradation des réseaux, du coût pour les entreprises (170 000 entreprises touchées dont 86 000 inondées) et des 14 000 ha de terres agricoles inondées. Le **préjudice total** d'une inondation comparable à celle de 1910 représenterait, selon les estimations actuelles, **30 à 40 milliards d'Euros**, en considérant que les pertes liées aux activités dépassent globalement la moitié du coût des dommages[2].
Sur le plan des **impacts humains**, entre 850 000 et 1 million de personnes pourraient être touchées directement selon les estimations. Bien plus, un tel évènement aurait un impact socioéconomique considérable, atteignant à des degrés divers les territoires non exposés directement. Ainsi, plus de **2,5 millions de personnes seraient affectées, directement ou indirectement**[3].

Néanmoins, il convient de nuancer cette approche. En effet, le système des lacs réservoirs en amont de l'agglomération, bientôt renforcé par le projet en cours à la Bassée, pourrait limiter l'impact d'une telle inondation, en abaissant la ligne d'eau par rapport à celle de 1910 (pour une onde de crue équivalente). À ce titre, la ligne d'eau de 1910 ne peut plus être qualifiée de centennale aujourd'hui.

1.1.2.2. UNE VULNERABILITE FUTURE DEPENDANTE DES CHOIX D'AMENAGEMENT

Les facteurs influençant l'évolution de la vulnérabilité aux crues de la Seine dans le contexte du changement climatique sont les suivants :

- **La maîtrise de l'urbanisation en zone inondable** aura un effet considérable sur la vulnérabilité future du territoire aux inondations. La prise en compte du risque dans les nombreux projets de ZAC en bord de Seine paraît dans ce cadre particulièrement essentielle ;
- **La capacité à gérer la crise** : l'Ile-de-France est un territoire stratégique. Au-delà de l'atteinte déjà considérable aux biens et aux personnes, c'est toute l'économie qui pourrait se trouver paralysée pour plusieurs semaines en cas de crise. La capacité à gérer au mieux une crue majeure, dans le contexte du changement climatique, constitue donc un enjeu majeur ;
- **La capacité de résilience des entreprises et des pouvoirs publics** constitue le pendant de la capacité à gérer la crise. C'est de cette capacité de résilience que dépend le retour à une situation socioéconomique normale, post-crise. Plusieurs projets sont en cours sur le sujet, comme le projet Resilis.
- De façon plus générale, la réduction de la vulnérabilité passe par le développement d'une véritable **culture du risque inondation**, aussi bien pour les professionnels de l'aménagement que pour les décideurs locaux et le grand public.

[1] Plan Seine, 2007 ; IAU, 2010.
[2] « Economie francilienne : quelle robustesse face à une inondation majeure ? », Note rapide de l'IAU N°534, février 2011.
[3] « Urbanisation et zones inondables : les risques encourus », Note rapide de l'IAU N°557, juillet 2011.

1.1.3. Zoom sur la vulnérabilité aux inondations par ruissellement

1.1.3.1. UNE EXPOSITION DEPENDANTE DES CHOIX D'AMENAGEMENT URBAIN

L'**exposition** aux inondations par ruissellement des eaux pluviales **dépend** de deux principaux paramètres :

- La **pente**, qui accélère le phénomène de ruissellement des eaux pluviales et leur concentration rapide dans les points bas ;
- **L'artificialisation des sols**, qui supprime toute rétention des eaux pluviales par les sols et accélère fortement le phénomène.

Les projections climatiques laissent présager une **possible augmentation des épisodes de fortes précipitations, en particulier en période hivernale**[4].

Par ailleurs, étant donnée la pression foncière actuelle dans la région, il est tout à fait possible d'envisager la poursuite de l'étalement urbain comme une tendance lourde pour les prochaines décennies. Dans ce contexte, **l'exposition future aux inondations par ruissellement pourrait augmenter** en Ile-de-France.

1.1.3.2. VULNERABILITE FUTURE AUX INONDATIONS PAR RUISSELLEMENT

La vulnérabilité **à ce type d'inondation est relativement forte en milieu urbain et péri-urbain**, marqués par une forte **imperméabilisation des sols**. Deux facteurs principaux influenceront l'évolution de cette vulnérabilité :

- L'évolution des surfaces artificialisées ;
- L'intégration de la gestion des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme et les choix d'aménagement urbain.

1.2. LA VULNERABILITE AU RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

1.2.1. Les impacts du changement climatique sur le retrait-gonflement des argiles

L'exposition au risque de retrait gonflement des argiles est aujourd'hui bien connu, en particulier grâce au travail de cartographie réalisé par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) suite à la sécheresse de l'année 2003. En Ile-de-France, cette cartographie met en évidence une **exposition très diffuse** sur tout le territoire.

Dans le contexte du changement climatique, l'augmentation de la durée et de l'intensité des épisodes de sécheresse se traduira par une **exposition plus élevée des secteurs déjà exposés,** avec une augmentation des dommages potentiels sur les infrastructures bâties.

[4] Source : Météo-France.

Eléments de coût des impacts du changement climatique sur le cadre bâti en Ile-de-France : retrait-gonflement des argiles et maisons individuelles

Dans le cadre de cette étude, des premiers éléments de chiffrage ont été réalisés sur le coût des impacts. En voici les principaux résultats :

- A stock de bâtiment constant et sans adaptation, le coût des dommages moyens annuels pourrait atteindre jusqu'à 15 millions d'euros en 2030, de 7 à 90 millions d'euros entre 2030 et 2050 et de 60 à 170 millions d'euros en fin de siècle pour les maisons individuelles. Ces résultats sont à mettre en relation avec le coût moyen actuel du RGA pour le régime CatNat, estimé à 32 millions d'euros ;

  En posant l'hypothèse d'un taux de croissance annuel moyen des maisons individuelles de 0,96% (taux observé entre 1999 et 2006), à 2030 le coût des dommages atteindrait 20,9 millions d'euros par an selon le scénario le plus pessimiste, soit une hausse de l'ordre de 38% par rapport à un scénario avec urbanisation constante.

Dans le cadre de cette étude, des premiers éléments de chiffrage ont été réalisés sur le coût de l'adaptation. En voici les principaux résultats :

- L'adaptation de toutes les maisons individuelles neuves (travaux de consolidation des fondations des maisons individuelles) construites entre 2012 et 2030 situées en zone d'aléa fort représenterait un coût de l'ordre d'un milliard d'euros.

Il est précisé que lors de l'atelier de hiérarchisation des impacts qui s'est tenu en juin 2012, l'impact du retrait-gonflement des argiles (RGA) sur le bâti n'a pas été jugé prioritaire au niveau régional, alors même que les coûts engendrés par celui-ci apparaissent comme importants. C'est pourquoi, selon les territoires, il conviendra ou non de prendre cet impact en considération.

L'évaluation économique des impacts du changement climatique sur les secteurs étudiés dans ce rapport constitue des ordres de grandeur qui doivent être compris et re-contextualisés selon le parti pris méthodologique. Ils ne sont pas à prendre comme des chiffrages absolus mais bien comme des fourchettes. Il est donc indispensable de se référer au rapport complet et détaillé intitulé « Exercices de chiffrage du coût des impacts du changement climatique en Île-de-France » figurant en annexe 2 du rapport d'étude afin de considérer globalement la pertinence des chiffres.

1.2.2. La vulnérabilité des territoires au retrait-gonflement des argiles

Les bâtiments et infrastructures exposés, car situés sur des sols argileux, présentent souvent une forte vulnérabilité liée à la **faible prise en compte** du phénomène **dans les méthodes de construction** des bâtiments.

Le projet de cartographie interactive Visiau Risques de l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France (IAURIF) permet de croiser la cartographie de l'aléa avec celle des enjeux exposés. Cette cartographie rend compte de la vulnérabilité élevée de l'agglomération parisienne (hors Paris), en raison de la densité des bâtiments individuels, particulièrement sensibles à ce risque.

En l'absence de mesures d'adaptation, visant notamment à améliorer les techniques de construction, cette **vulnérabilité pourrait augmenter avec le changement climatique**. Les **facteurs** influençant l'évolution de cette vulnérabilité au retrait-gonflement des argiles sont les suivant :

- La prise en compte du risque dans les choix d'aménagement et les documents d'urbanisme ;
- La sensibilisation des particuliers et professionnels du bâtiment, pour la prise en compte du risque dans la construction et l'aménagement à l'échelle de la parcelle.

1.3. LA VULNERABILITE AU RISQUE DE FEUX DE FORET

1.3.1. Les impacts du changement climatique sur le risque de feux de forêt

L'exposition au risque de feux de forêt est **aujourd'hui relativement faible** en Ile-de-France.

Dans le contexte du changement climatique, **l'augmentation attendue des températures, ainsi que de la fréquence et de la durée des sécheresses,** devrait se traduire par un **accroissement significatif de l'exposition** des forêts à ce risque à moyen et long terme (dès l'horizon 2050).

1.3.2. L'apparition d'une nouvelle vulnérabilité

Dans le contexte du changement climatique, la f**ragilisation des écosystèmes forestiers liée au déficit hydrique devrait accroître la vulnérabilité** – aujourd'hui faible – des forêts franciliennes, dont les essences sont pour la plupart peu adaptées au manque d'eau.

Dans ce contexte, **deux facteurs** sont susceptibles d'avoir un effet sur cette vulnérabilité :

- Le **choix d'essences forestières adaptées** à l'évolution du climat (plus résistantes au manque d'eau) ;
- **L'évolution de l'urbanisation dans les zones forestières** : l'étalement urbain a conduit ponctuellement au mitage des espaces forestiers, dans certains secteurs de l'Ile-de-France. L'augmentation du risque feux de forêt se traduirait par une vulnérabilité accrue de ces territoires aux feux de forêt. Dans ce cadre, la prise en compte de ce risque dans les choix d'aménagement – réalisés dans le cadre de documents de planification comme le SDRIF ou de projets comme le Grand Paris – paraît nécessaire.

2. LA VULNERABILITE DES RESSOURCES EN EAUX

L'état de la disponibilité des ressources en eau sur un territoire est lié à l'évolution de deux facteurs :

- Un facteur climatique : l'évolution des précipitations détermine la **disponibilité de la ressource** sur le territoire ;
- Un facteur humain et socioéconomique : l'évolution des **prélèvements** dans la ressource par les différents usages de l'eau (eau potable, agriculture, tourisme, énergie et industrie), qui dépend elle-même en partie de l'évolution du climat. Ainsi, les besoins en eau d'irrigation augmentent avec l'intensité et la durée des épisodes de sécheresse.

Le Plan Régional pour le Climat[5], qui présente notamment les simulations climatiques réalisées par Météo-France pour la région Ile-de-France (à partir des scénarios A1B, B1 et A2 du GIEC), indique que le changement climatique aura un impact sur ces deux facteurs :

- La **réduction attendue des précipitations en période estivale**, liée à une modification de leur répartition tout au long de l'année, devrait se traduire par une **réduction de la disponibilité de la ressource sur le territoire ;**
- Cette réduction des précipitations estivales, associée à la hausse attendue des températures (jusqu'à +5.7°C à la fin du siècle selon le scénario A2), aura également pour corollaire une **augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse** ; entraînant une **hausse des prélèvements** en l'absence de mesures d'adaptation, et donc une réduction de la disponibilité de la ressource.

S'il n'est pas possible d'agir localement sur les paramètres climatiques (température et précipitations) conditionnant l'évolution de la ressource en eau, **l'adaptation à la diminution de la ressource passe par une réduction des prélèvements et/ou la mobilisation éventuelle de nouvelles ressources** (comme les eaux pluviales), donc par une optimisation de l'usage de la ressource en eau sur le territoire.
Le Plan Régional pour le Climat indique d'ailleurs la disponibilité de la ressource en eau et sa qualité comme l'un des ***« enjeux régionaux les plus significatifs »*** dans le contexte du changement climatique.

2.1. UNE SITUATION HYDROLOGIQUE PROBLEMATIQUE

2.1.1. Une exposition moyenne au manque d'eau

L'Ile-de-France présente un réseau hydrographique organisé autour du bassin de la Seine et de ses affluents. La région dispose également **d'importantes ressources souterraines** : nappes de Beauce, de Champigny, etc. La moyenne annuelle des précipitations est inférieure à la moyenne nationale (de près d'un tiers pour les précipitations efficaces).

La région Ile-de-France présente aujourd'hui une **exposition moyenne au manque d'eau** : le dispositif de régulation du bassin de la Seine d'une part, et le rechargement pluriannuel des nappes d'autre part, ont permis jusqu'à présent de **faire face aux épisodes de sécheresse**. Cet équilibre demeure toutefois fragile, comme en témoignent les arrêtés de restriction des usages de l'eau, pris ponctuellement en cas de sécheresse.

Sur le plan qualitatif, **l'exposition des nappes libres aux pollutions diffuses agricoles** est particulièrement **élevée** (nitrates, pesticides, etc.), notamment dans la Beauce. De même, les cours d'eau non régulés recevant les eaux en sortie de station d'épuration (STEP) sont très exposés aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif. Le débit d'étiage se double en effet d'une moindre dilution des eaux de STEP.

[5] Conseil Régional d'île de France, ***Plan Régional pour le Climat*** d'île de France, juin 2011

2.1.2. Une augmentation des prélèvements et une dégradation de la qualité

L'essentiel des prélèvements d'eau en Ile-de-France est destiné à **l'alimentation en eau potable**. En Petite Couronne, la quasi-totalité de ces prélèvements sont effectués à partir des eaux de surface. On notera par ailleurs que les ressources souterraines exploitées en Grande Couronne sont également sollicitées pour les prélèvements des régions limitrophes (notamment la nappe de Beauce).

Sur le plan **quantitatif**, la **vulnérabilité** de l'Ile-de-France est aujourd'hui **relativement faible** : les ressources disponibles, sauf exceptions, permettent de répondre à l'ensemble des besoins des différents usages. Toutefois, une **tendance à l'augmentation de la vulnérabilité** semble se dessiner pour les usages dépendants des **ressources souterraines** les plus sollicitées, qui font déjà ponctuellement l'objet d'arrêtés de restriction.
Sur le volet **qualitatif**, la vulnérabilité est **moyenne** : l'essentiel des prélèvements étant destiné à l'alimentation en eau potable, la qualité des eaux brutes est en effet déterminante.

2.2. IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNERABILITE DES RESSOURCES EN EAU

2.2.1. Les impacts du changement climatique sur la quantité et la qualité des ressources en eau

Le changement climatique devrait se traduire par une **réduction du volume annuel des précipitations** (réduction de 6% à horizon 2050 et 12% à 2100) **et une augmentation des épisodes de sécheresse et caniculaires** (augmentation de l'évapotranspiration de 16% à l'horizon 2050 et de 23% à l'horizon 2100).

Dans ce contexte, la **disponibilité des ressources en eau** devrait être amenée à **se réduire (en particulier en période estivale)**, que ce soit pour les ressources de surface (réduction du débit des cours d'eau et en particulier de la Seine), ou pour les ressources souterraines (réduction de la recharge des nappes de l'ordre de 25% par rapport au niveau de recharge actuel à 2050 et de près de 30% à 2100). La réduction de la disponibilité des ressources souterraines (en particulier la nappe de Beauce) devrait conduire à un report des prélèvements vers les ressources de surface.

La **qualité de l'eau pourrait elle aussi se dégrader,** notamment pour les ressources en eau de surface : la baisse des débits d'étiage se traduirait en effet par une plus forte concentration des polluants et des eaux de STEP – en particulier pour les cours d'eau non régulés – susceptible de remettre en cause l'atteinte du bon état écologique des milieux aquatiques tel que défini par la Directive Cadre sur l'Eau.

Dès lors, **l'exposition du territoire francilien** au manque d'eau et à la dégradation qualitative des ressources devrait **augmenter de façon significative**, en particulier en période estivale.

2.2.2. La vulnérabilité des ressource en eau

Le **changement climatique** devrait également **affecter l'évolution des besoins en eau** et, par conséquent, des prélèvements des différents usages, **surtout en période estivale**. Dans le cas d'une sécheresse comparable à celle de 2003, le programme RExHySS a mis en évidence une hausse des besoins pour l'ensemble des usages, avec un impact négatif sur la qualité des ressources en eau.
Avec le changement climatique, la **vulnérabilité de l'Ile-de-France** à la raréfaction des ressources en eau **pourrait augmenter** en raison de l'augmentation des besoins des différents usages, en particulier l'alimentation en eau potable (12 millions d'habitants en 2030), l'agriculture (augmentation des besoins de l'irrigation de 50 à 60%), le transport fluvial (prolongement des débits d'étiage accroissant la vulnérabilité du transport fluvial), les activités nautiques, etc.

En **l'absence de mesures d'adaptation** et compte tenu de la raréfaction des ressources en eau liée au changement climatique, une telle augmentation des besoins se traduirait immanquablement par **l'exacerbation de conflits d'usage,** déjà parfois latents en période de sécheresse et une **augmentation consécutive de la vulnérabilité**.
Par ailleurs, ces conflits d'usage ne doivent pas faire oublier que l'équilibre de nombreux écosystèmes dépend aussi de la disponibilité des ressources en eau.

3. LA VULNERABILITE DES MILIEUX ET DES ECOSYSTEMES

3.1. LA VULNERABILITE DES MILIEUX NATURELS

Malgré la forte urbanisation de son territoire, l'Ile-de-France présente un certain nombre de milieux naturels remarquables, des **espaces forestiers aux zones humides en passant par les pelouses calcicoles**. Le territoire régional se trouvant à la limite est de la région biogéographique atlantique, ces milieux sont particulièrement exposés à toute variation du climat.

Néanmoins, au regard des données disponibles, la **vulnérabilité de ces milieux** aux impacts du changement climatique est **difficile à évaluer**. La plupart des sources disponibles s'accordent toutefois pour affirmer que le changement climatique ne constituera qu'une pression supplémentaire à celle, déjà très importante, des activités humaines. L'enjeu principal consiste à **protéger les milieux naturels ouverts – les zones humides et les pelouses sèches calcaires notamment –** afin de préserver, d'une part, leur capacité d'adaptation et, d'autre part les services écosystémiques qu'ils rendent.

3.2. LA VULNERABILITE DES ESPECES ET DES ECOSYSTEMES

Au-delà de ses impacts sur les milieux naturels, le changement climatique pourrait également toucher les espèces et les écosystèmes, à travers trois phénomènes majeurs, déjà ponctuellement observés en Ile-de-France :

- Le **déplacement vers le nord de l'aire de répartition** de nombreuses espèces et la réduction de l'espace disponible pour certaines autres (risque d'extinction) ;
- **L'évolution physiologique de plusieurs espèces**, en réaction à l'évolution climatique, avec de potentiels bouleversements des chaines alimentaires ;
- Le possible développement **d'espèces envahissantes.**

Ces **phénomènes très complexes** font toujours l'objet de travaux de recherche, leur **compréhension fine nécessitant une observation de long terme.** On notera par exemple le travail d'observation mené par le Conservatoire botanique national du bassin parisien (CBNP).

La **vulnérabilité** des espèces dépendra en partie de leur **capacité à se déplacer** au sein d'un territoire très fragmenté par l'urbanisation et les réseaux de transport. Il paraît donc essentiel de **développer des continuités écologiques pour favoriser cette mobilité**, que ce soit en zone urbaine ou en zone rurale. La prise en compte de ces continuités dans les documents d'aménagement est déjà une réalité, comme en témoigne le Schéma Régional de Cohérence Ecologique, ou encore la volonté de maintenir et développer une ceinture verte dans le cadre du SDRIF, ambition reprise dans plusieurs projets de planification comme le Grand Paris.

Au regard des données disponibles, la c**aractérisation de la vulnérabilité de la biodiversité spécifique à l'échelle régionale reste très difficile.**

On peut toutefois considérer que les évolutions attendues devraient aboutir à l'émergence de nouveaux équilibres écosystémiques, dont la forme reste pour le moment très incertaine. L'émergence et le développement de ces nouveaux équilibres nécessite le développement d'une approche écosystémique et non plus seulement patrimoniale de la protection de la biodiversité.

4. LA VULNERABILITE SANITAIRE

4.1. UNE POPULATION VULNERABLE AUX EPISODES DE CANICULES

4.1.1. Les impacts directs des canicules sur la santé

4.1.1.1. SITUATION ACTUELLE : L'IMPACT DE LA CANICULE DE 2003 SUR LES ZONES URBAINES ET LE PHENOMENE D'EFFET ILOT DE CHALEUR URBAIN (EICU)

La région Ile-de-France présente une **exposition élevée aux épisodes de canicule,** liée notamment à l'Effet Ilot de Chaleur Urbain (EICU). Cette exposition est particulièrement élevée à Paris et en Petite Couronne, en raison de la forte densité urbaine et de la minéralisation de l'espace. Lors de la canicule de 2003, les températures moyennes journalières ont atteint jusqu'à 32°C au cœur de la capitale.

L'Ile-de-France est ainsi la région où le **taux de surmortalité a été le plus fort lors de la canicule d'août 2003**. Le département où il a été le plus important est le Val-De-Marne, avec une augmentation de la mortalité de 171%, d'après l'Inserm.

4.1.1.2. EXPOSITION FUTURE : QUELS IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?

Selon les scénarios du GIEC, la **hausse attendue des températures d'ici la fin du siècle pourrait atteindre 5,7°C en période estivale**. Le nombre de jours chauds devrait également augmenter. Dans ce contexte, l'exposition aux épisodes de canicules pourrait augmenter de façon significative.

Par ailleurs, **la fréquence des épisodes de canicules en région Ile-de-France pourrait également augmenter** très fortement dans la seconde moitié du siècle (30 jours par an à l'horizon 2100), avec une **surexposition de Paris, de la vallée de la Seine, ainsi que du sud de l'Essonne et de la Seine-et-Marne.**

Eléments de coût des impacts du changement climatique sur la santé en Ile-de-France : hausse des températures et mortalité estivale

Dans le cadre de cette étude, des premiers éléments de chiffrage ont été réalisés sur le coût des impacts. En voici les principaux résultats :

- En reprenant la surmortalité annuelle moyenne à l'échelle nationale et en y appliquant la part des décès observés en Île-de-France dans la surmortalité nationale en 2003 (soit environ 33%), on estime pour la région entre 1385 et 1850 décès en excès par an, sans adaptation. En tenant compte de la mise en place du Plan Canicule, on obtient entre 440 et 590 décès annuels liés à la chaleur.

Dans le cadre de cette étude, des premiers éléments de chiffrage ont été réalisés sur le coût de l'adaptation. En voici les principaux résultats :

- Nous avons estimé le coût de l'adaptation à celui d'un Système d'Alerte Canicule et Santé (SACS). Rapporté aux projections démographiques des plus de 75 ans à 2040, la mise en œuvre du SACS à cet horizon en Ile-de-France s'établirait à 215 milliers d'euros, alors qu'il est actuellement évalué à 109 milliers d'euros.

L'évaluation économique des impacts du changement climatique sur les secteurs étudiés dans ce rapport constitue des ordres de grandeur qui doivent être compris et re-contextualisés selon le parti pris méthodologique. Ils ne sont pas à prendre comme des chiffrages absolus mais bien comme des fourchettes. Il est donc indispensable de se référer au rapport complet et détaillé intitulé « Exercices de chiffrage du coût des impacts du changement climatique en Île-de-France » figurant en annexe 2 du rapport d'étude afin de considérer globalement la pertinence des chiffres.

4.1.2. La vulnérabilité aux épisodes de fortes chaleurs

4.1.2.1. UNE VULNERABILITE ACTUELLE FORTE

Au-delà de l'exposition de l'Ile-de-France aux épisodes de canicule, les **aménagements urbains actuels favorisent le phénomène d'îlot de chaleur urbain** dans les zones urbaines et péri-urbaines, augmentant par là-même la sensibilité des populations aux canicules.

La **vulnérabilité actuelle de la population** est **forte,** ce qui s'explique par différents facteurs :

- **Démographique** : les personnes âgées sont les plus vulnérables ;
- **Sociale :** les personnes fragilisées sur le plan économique ou social (isolement, etc.) sont particulièrement vulnérables ;
- **Economique :** la canicule a également un impact sur le rythme de vie et la santé au travail ;
- **Culturel** : la **faible culture du risque « chaleur »** en Ile-de-France, comparativement aux régions du sud de la France, renforce la vulnérabilité de la population ;
- **Organisationnel** : l'accessibilité aux soins et la performance opérationnelle du plan canicule constituent un facteur de vulnérabilité non négligeable.

Le retour d'expérience de la canicule d'août 2003 a révélé cette forte vulnérabilité, comme en témoigne l'importance de son **coût humain.**

4.1.2.2. VERS UNE AUGMENTATION DE LA VULNERABILITE FUTURE ?

Au-delà de l'augmentation significative de l'exposition de l'Ile-de-France aux canicules, c'est probablement **l'augmentation de leur fréquence** qui pourrait **accroître la vulnérabilité des populations et mettre à mal les systèmes de gestion de crise.**

La vulnérabilité future, **déjà forte aujourd'hui**, **dépendra de plusieurs facteurs** :

- La capacité à **réduire la vulnérabilité des populations âgées et/ou dépendantes,** dont le nombre augmentera significativement en Ile-de-France (en raison notamment du vieillissement de la population) dans un contexte de solidarité familiale incertain. Cette tendance lourde induit la nécessité d'augmenter l'offre d'aidants, aussi bien à domicile qu'en établissement, afin de répondre aux besoins des futures personnes dépendantes et de réduire leur vulnérabilité future ;
- La capacité à **réduire l'augmentation tendancielle des inégalités sociales** (notamment pour la population âgée de 60 ans ou plus) constitue un facteur non négligeable, notamment en matière d'accès à un logement adapté et de dépenses pour l'accès aux soins ;
- La capacité à adapter le rythme de travail lors des périodes de fortes chaleurs ;
- La capacité à **maintenir la robustesse du système d'alerte et de gestion de crise, dans un contexte d'augmentation de la fréquence de ces épisodes,** via la mise en place un système préventif performant en amont des crises évitant l'engorgement des services d'urgence **;**
- La capacité à apporter **des réponses en matière d'aménagement** (qui dépend de la prise en compte du changement climatique dans les aménagements : bâti, présence de la nature en ville, inégalités territoriales, etc.).

4.1.3. Zoom sur la vulnérabilité aux pics de pollution

4.1.3.1. EXPOSITION ET VULNERABILITE ACTUELLES AUX PICS D'OZONE

Les **épisodes de canicules peuvent être accompagnés de pics de pollutions à l'ozone,** dont l'impact sur la santé humaine se traduit par une infection des muqueuses respiratoires et oculaires, notamment chez les personnes fragiles (enfants en bas âge et personnes âgées).
La surmortalité de court terme liée à l'ozone a augmenté à Paris durant la canicule d'août 2003, qui s'est également traduite par un renforcement de l'exposition des populations à d'autres polluants d'origine photochimique.

La vulnérabilité actuelle aux pics de pollution à l'ozone peut donc être qualifiée d'élevée.

4.1.3.2. EXPOSITION ET VULNERABILITE FUTURES AUX PICS DE POLLUTION

L'augmentation des températures moyennes estivales, de la fréquence et de l'intensité des canicules pourrait entraîner une augmentation de la pollution à l'ozone. Cependant, les politiques menées en matière de qualité de l'air permettent d'ores et déjà de réduire les émissions de polluants.

Le vieillissement de la population et l'augmentation possible des populations allergiques pourraient entraîner une augmentation du nombre de personnes vulnérables à cette pollution. Néanmoins, il reste **difficile de prévoir l'évolution de la pollution atmosphérique future**, ne serait-ce qu'au regard des politiques d'amélioration de la qualité de l'air et d'atténuation du changement climatique menées aujourd'hui.

4.2. LES IMPACTS INDIRECTS SUR LA SANTE

4.2.1. Les impacts du changement climatique sur les maladies allergiques

4.2.1.1. UNE EXPOSITION ET UNE VULNERABILITE ACTUELLE DEJA ELEVEES

Les chercheurs ont déjà pu observer une augmentation de la période d'exposition aux pollens, liée à une pollinisation plus précoce pour certaines espèces et à un allongement de la période de pollinisation.
Les **allergies aux pollens concernent aujourd'hui un français sur 6**. On notera que cette proportion a augmenté au cours des dernières décennies. Les habitants des zones urbaines y sont particulièrement sensibles. D'après l'ARS, la **vulnérabilité actuelle** de la population aux allergies en Ile-de-France peut être qualifiée de **moyenne**.

4.2.1.2. EXPOSITION ET VULNERABILITE FUTURE

Avec le changement climatique, la période de pollinisation pourrait s'allonger encore. La concentration atmosphérique en grains de pollen pourrait également s'accroître.
Les **professionnels de santé s'attendent dès lors à un accroissement du nombre de pathologies,** sans qu'il soit possible d'en évaluer l'ampleur : l'Observatoire Régional de la Santé (ORS) porte actuellement un programme de recherche sur le sujet.
La **vulnérabilité future des populations pourrait donc évoluer à la hausse**. Cette vulnérabilité, en milieu urbain, sera notamment fonction du choix des espèces dans le cadre des politiques de végétalisation. L'enjeu majeur consiste à éviter l'aggravation des allergies vers des pathologies plus lourdes, comme l'asthme.

4.2.2. Les impacts du changement climatique sur les maladies infectieuses et vectorielles

4.2.2.1. UNE EXPOSITION ET UNE VULNERABILITE ACTUELLE MOYENNE

L'exposition actuelle aux maladies infectieuses et à transmission vectorielle en Ile-de-France est relativement faible et ponctuelle. Toutefois, la région constitue une zone de transit d'envergure internationale au cœur de nombreux réseaux. Cette caractéristique, associée à la forte concentration de population, pourrait favoriser la **propagation rapide** de maladies infectieuses et vectorielles (source : ARS). Dès lors la **vulnérabilité actuelle peut être qualifiée de moyenne.**

On notera néanmoins que **l'organisation actuelle d'alerte et de veille sanitaire,** via la Cellule Régionale de Veille, **permet de contrôler en partie ce risque.**

4.2.2.2. UNE EXPOSITION ET UNE VULNERABILITE FUTURE EN HAUSSE ?

Avec le changement climatique, **l'exposition aux risques sanitaires liés aux maladies infectieuses et vectorielles pourrait augmenter.** L'augmentation des températures moyennes pourrait en effet créer des conditions favorables à leur implantation et/ou à leur développement.
Le développement de maladies infectieuses dans le cadre d'un **évènement de crue extrême** est aussi un risque à envisager.

Pour ce qui concerne la **vulnérabilité future** à ces risques sanitaires, elle reste **difficile à évaluer**. Elle dépendra de plusieurs facteurs, notamment de la capacité régionale **d'alerte et de gestion de crise dans le cas d'une épizootie/épidémie**, ainsi que des moyens mis en œuvre pour **contrôler le développement éventuel d'habitats favorables** au développement ou à l'implantation des microorganismes infectieux ou parasitaires.
La région Ile-de-France devrait ainsi créer en 2012 un réseau régional sur les impacts sanitaires du changement climatique, en partenariat avec l'ORS.

5. LA VULNERABILITE DES RESEAUX

Malgré des infrastructures de réseaux relativement robustes et l'engagement des gestionnaires et des pouvoirs publics dans des actions de réduction de leur vulnérabilité aux aléas climatiques, la **vulnérabilité des réseaux en Ile-de-France reste forte, en raison notamment de leur interdépendance, qui les rend vulnérable aux éventuels « effets domino ».**

Le changement climatique exercera une double pression sur ces réseaux : une première sur les infrastructures elles-mêmes et une seconde sur la demande et les services attendus qui en dépendent.
Pour ce qui concerne la vulnérabilité future, elle semble encore difficile à apprécier aujourd'hui en l'absence d'outils intégrés, qui permettraient de mieux connaître le niveau d'interdépendance des réseaux et d'identifier leurs points les plus sensibles. Cette absence de vision systémique des réseaux contraint à une approche de la vulnérabilité cloisonnée, réseau par réseau.

Cependant, des projets de développement d'outils intégrés sont en cours, notamment sur le risque inondation. Ils devraient permettre à l'avenir une approche plus systémique de la vulnérabilité des réseaux franciliens aux aléas climatiques et à leur évolution dans le contexte du changement climatique.

5.1. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE ET L'OFFRE ENERGETIQUE

5.1.1. Contexte

La région Ile-de-France est la **région française la plus consommatrice d'énergie**, avec 15% de la consommation nationale en énergie finale[6] (16% de la consommation électrique française[7]). Cette consommation est par ailleurs **très dépendante d'une production énergétique extrarégionale**.

Cette situation associant forte consommation et dépendance aux importations d'énergie rend le territoire francilien particulièrement **vulnérable à tout dommage causé à la production ou aux réseaux d'approvisionnement** d'énergie dont il dépend.
Au-delà, elle révèle la nécessité d'anticiper les éventuels impacts du changement climatique sur l'offre et la demande en énergie, l'enjeu essentiel étant la robustesse des réseaux structurants d'approvisionnement et de distribution d'énergie électrique.

5.1.2. Les impacts du changement climatique sur la demande en énergie

De manière générale, le changement climatique aura un **impact sur la demande énergétique saisonnière,** avec une probable augmentation de la demande estivale pour le rafraichissement (climatisation et ventilation des bâtiments et des transports) et une diminution de la demande de chauffage hivernal.

Cependant, **l'impact net sur la demande énergétique globale** au niveau de l'Ile-de-France reste à l'heure actuelle **difficile à évaluer**. Il dépendra en effet aussi de la mise en œuvre des politiques de maîtrise de la demande en énergie (intégrée notamment au SRCAE et aux PCET), ou encore de la prise en compte de l'EICU dans les projets d'aménagement urbain pour limiter les besoins en refroidissement.

[6] Source : ARENE Ile-de-France, Tableau de bord de l'énergie en Ile-de-France – Données 2005, Edition 2010.
[7] Source : DRIEE, présentation pour le Séminaire sur l'approvisionnement électrique du Grand Paris du 6 mars 2012. http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Presentation_approvisionnement_electrique_du_Grand_Paris_6mars2012_cle15178c-1.pdf

Eléments de coût des impacts du changement climatique sur le cadre bâti en Ile-de-France : les consommations d'énergie en été

Dans le cadre de cette étude, des premiers éléments de chiffrage ont été réalisés sur le coût des impacts. En voici les principaux résultats :

- Selon les hypothèses d'équipement en climatiseurs, la demande en énergie liée à l'installation de ces systèmes de climatisation pour le secteur résidentiel pourrait augmenter de 0,45 à 1,15 TWh/an, sans adaptation. Avec un prix du KWh estimé à 11,8 centimes d'euros, cette hausse représenterait un coût pour le consommateur de l'ordre de 50 à 135 millions d'euros.

Aucune mesure d'adaptation, relevant davantage du changement de comportements (fermeture des volets, utilisation d'ampoules basse consommation, etc.), n'a été quantifiée pour cet impact.

L'évaluation économique des impacts du changement climatique sur les secteurs étudiés dans ce rapport constitue des ordres de grandeur qui doivent être compris et re-contextualisés selon le parti pris méthodologique. Ils ne sont pas à prendre comme des chiffrages absolus mais bien comme des fourchettes. Il est donc indispensable de se référer au rapport complet et détaillé intitulé « Exercices de chiffrage du coût des impacts du changement climatique en Île-de-France » figurant en annexe 2 du rapport d'étude afin de considérer globalement la pertinence des chiffres.

5.1.3. Les impacts du changement climatique sur la production d'énergie

L'exposition et la sensibilité de la production énergétique francilienne (dans sa configuration technologique actuelle) aux épisodes de fortes chaleurs **augmenteront** avec le changement climatique (augmentation des températures moyennes estivales et des épisodes de canicule et diminution du débit des fleuves), avec une **menace potentielle sur la capacité de satisfaire la demande lors des pics de consommation estivale**.

Le territoire francilien, qui ne produit que 10% de l'énergie qu'il consomme, dépend notamment de la production électrique nucléaire extrarégionale, elle-même très sensible aux épisodes de sécheresse et aux canicules. Cette dépendance rend donc **la région particulièrement vulnérable, sur le plan social et économique, en cas de réduction ou d'arrêt de l'approvisionnement causés par ces aléas climatiques.**
Cette vulnérabilité est par ailleurs susceptible d'être renforcée par un risque de saturation du réseau, en cas de développement incontrôlé du recours à la climatisation.

5.2. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE, LA DEMANDE ET LA PRODUCTION D'EAU POTABLE

5.2.1. Impacts du changement climatique sur la ressource en eau

5.2.1.1. VULNERABILITE ACTUELLE

La région Ile-de-France présente aujourd'hui une **exposition moyenne au manque d'eau, avec un** équilibre qui demeure toutefois fragile.

L'essentiel des prélèvements d'eau en Ile-de-France est destiné à **l'alimentation en eau potable** (73% en 2007) pour être consommée par les 11,7 millions d'habitants de la région ainsi que par les visiteurs. Cette particularité du territoire francilien le rend particulièrement sensible à toute dégradation de la qualité de l'eau.

Sur le plan **quantitatif**, la **vulnérabilité** de l'Ile-de-France est aujourd'hui **relativement faible** : les ressources disponibles, sauf exceptions, permettent de répondre à l'ensemble des besoins des différents usages. Toutefois, une tendance à **l'augmentation de la vulnérabilité** semble se dessiner pour les usages dépendants des **ressources souterraines** les plus sollicitées.
Sur le volet **qualitatif**, la vulnérabilité est **moyenne** : l'essentiel des prélèvements étant destinés à l'alimentation en eau potable, les critères de potabilité et les coûts de traitement de l'eau imposent des contraintes fortes sur la qualité des eaux brutes.

5.2.1.2. VULNERABILITE FUTURE

Le changement climatique devrait se traduire par une **réduction du volume annuel des précipitations et une augmentation des épisodes de sécheresse et caniculaires.** Dans ce contexte, la **disponibilité des ressources en eau** devrait être amenée à **se réduire**, en particulier en **période estivale**.
Dès lors, **l'exposition du territoire francilien** au manque d'eau et à la dégradation qualitative des ressources devrait **augmenter de façon significative**, notamment en période estivale.
Avec le changement climatique, la **sensibilité de l'Ile-de-France** à la raréfaction des ressources en eau **pourrait également augmenter,** en raison de l'augmentation des besoins des différents usages.

En **l'absence de mesures d'adaptation** et compte tenu de la raréfaction des ressources en eau liée au changement climatique, une telle augmentation des besoins se traduirait immanquablement par **l'exacerbation de conflits d'usage,** déjà parfois latents en période de sécheresse et une augmentation consécutive de la vulnérabilité.

5.2.2. Les impacts du changement climatique sur la production d'eau potable : une production d'eau potable robuste

Le système de production et le réseau d'approvisionnement en eau potable francilien sont très sécurisés face aux risques d'incidents techniques et aux aléas climatiques. Ils n'en demeurent pas moins **sensibles à la hausse des températures et à la raréfaction attendue des ressources** en eaux sur le long terme.

Assurée de manière centralisée par le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France (SEDIF), la production et l'approvisionnement de l'eau potable repose sur un réseau très robuste face aux inondations et aux défaillances du réseau électrique. Dans le cadre de son **Plan de Préventions des Inondations**, le SEDIF a fortement investi pour protéger les sites de production au risque d'inondation majeure et pallier les défaillances du réseau électrique grâce à des groupes électrogènes.
Cependant, **sur le long terme, la capacité de production d'eau potable pourrait être confrontée à la raréfaction et à la dégradation de la ressource.**

5.3. LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX INONDATIONS

5.3.1. Une forte vulnérabilité aux inondations majeures

Malgré toutes les mesures techniques visant à réduire la sensibilité des réseaux, en cas de crue majeure de la Seine, il apparaît difficile d'envisager l'atteinte du risque zéro en Ile-de-France, au regard des enjeux humains et socio-économiques exposés.
Conscients des enjeux, **les gestionnaires des réseaux et les pouvoirs publics prennent en compte ce risque et ont réalisé un diagnostic des infrastructures, recensé les travaux de protection à réaliser, ainsi que les moyens de prévention à mettre en œuvre pour un rapide retour à la normale après une crue majeure**. Les entreprises et grands services publics comme EDF, France Télécom et la RATP ont intégré le risque d'inondation dans leurs nouvelles réalisations et planifié des travaux pour améliorer la protection de leurs infrastructures face à ce risque. La phase de mise en œuvre, consécutive à ce diagnostic, a commencé en 2003 et prendra de nombreuses années. Ce travail commun a aussi abouti à l'élaboration d'un **plan zonal de secours spécialisé** sur la problématique des inondations.

Il n'en demeure pas moins que **la vulnérabilité des réseaux structurants de l'Ile-de-France aux inondations est significative, à partir du moment où la crue atteint 60% du débit de la crue de 1910** et devient très forte au-delà, avec des points de vulnérabilité graduels (selon le niveau de crue) sur l'alimentation électrique, le réseau d'eau potable, les télécommunications et les transports, mais aussi sur l'assainissement et le traitement de déchets.
Au sein de chaque réseau, la vulnérabilité dépend du degré de préparation des gestionnaires : existence et efficacité d'un PPRI, existence et test régulier d'un plan de gestion de crise, mesures de protection contre les inondations sur les sections situées en zone inondable, capacité à maintenir un service minimum et à rétablir l'électricité en cas de coupures, etc.

Au niveau du système, les outils pour gérer la crise existent déjà et sont en voie d'amélioration. **Dans le contexte du changement climatique, tout l'enjeu consistera à les adapter à l'évolution de l'aléa et des vulnérabilités**.

5.3.2. Les impacts des crues sur les réseaux en quelques chiffres

En termes d'impacts économiques, le coût des dommages liés aux inondations est estimé, selon les sources, ***a minima*** entre 10 et 15 milliards d'Euros[8], coût dont on estime qu'il doublerait si l'on tient compte de la dégradation des réseaux et du coût pour les entreprises.
Ainsi que l'a montré l'étude du Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris (SGZDS), les niveaux d'**impacts** d'une crue sur les réseaux électriques, d'eau potable, de transport et de télécommunication **dépendent avant tout de l'intensité de la crue**.

Le SGZDS travaille ainsi sur le risque de crue à partir des scénarios réalisés en 2005 dans le cadre d'une étude de la DIREN. Il s'agit de 4 scénarios de crue définis par rapport au débit 1910 :

- R0.6 : 60% du débit de la crue de 1910
- R0.8 : 80% du débit de la crue de 1910
- R1 : 100% du débit de la crue de 1910
- R1.15 : 100% du débit de la crue de 1910 + 15% de débit supplémentaire pour compenser l'impact des Grands-Lacs de Seine et ainsi obtenir le même débit à Paris qu'en 1910.

5.4. LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX TEMPERATURES EXTREMES

La région francilienne sera exposée à un risque accru de fortes chaleurs et de canicules dans le contexte du changement climatique. La Canicule 2003 a déjà révélé la forte vulnérabilité des réseaux électriques et de transports franciliens à ce type d'évènement.
Cette **vulnérabilité aux épisodes de fortes chaleurs** pourrait augmenter avec le changement climatique. La **durée de vie longue de ces infrastructures** impose la prise en compte dès aujourd'hui de ces paramètres de températures dans la conception et la maintenance des ouvrages. Certains gestionnaires anticipent déjà ce type d'impact dans la conception et la maintenance de leurs infrastructures. C'est le cas de la SNCF, dans le cadre de la réalisation de son Plan d'Adaptation.

[8] Plan Seine, 2007 ; IAU, 2010.

Eléments de coût des impacts du changement climatique sur les infrastructures de transport en Ile-de-France : le cas des canicules sur le réseau routier

Dans le cadre de cette étude, des premiers éléments de chiffrage ont été réalisés sur le coût des impacts. En voici les principaux résultats :

- D'après les estimations, une canicule de type 2003 engendrerait un surcoût pour l'entretien et la maintenance du réseau routier national en Ile-de-France de l'ordre de 3,5 à 5,5 millions d'euros selon les hypothèses. Selon l'ensemble des scénarios, le surcoût annuel moyen des canicules pourrait atteindre 0,6 millions d'euros à 2030, entre 0,2 et 3 millions d'euros entre 2030 et 2050 et entre 1,2 et 5,6 millions d'euros entre 2050 et 2100. Ces chiffres sont à mettre en relation avec le budget annuel pour l'entretien des routes du réseau national en Ile-de-France, estimé à 23 millions d'euros.

Aucune mesure d'adaptation, relevant davantage du changement de comportements (fermeture des volets, utilisation d'ampoules basse consommation, etc.), n'a été quantifiée pour cet impact.

L'évaluation économique des impacts du changement climatique sur les secteurs étudiés dans ce rapport constitue des ordres de grandeur qui doivent être compris et re-contextualisés selon le parti pris méthodologique. Ils ne sont pas à prendre comme des chiffrages absolus mais bien comme des fourchettes. Il est donc indispensable de se référer au rapport complet et détaillé intitulé « Exercices de chiffrage du coût des impacts du changement climatique en Île-de-France » figurant en annexe 2 du rapport d'étude afin de considérer globalement la pertinence des chiffres.

5.5. LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX TEMPETES

Les projections climatiques restent incertaines quant à l'évolution du risque de tempête. Cependant, les réseaux franciliens, et en particulier les **lignes aériennes électriques et de communication, l'alimentation électrique des lignes ferroviaires, ainsi que l'accessibilité des voies de transports ferroviaires et routières, présentent une forte vulnérabilité** à ces évènements extrêmes. Il s'agit donc d'un risque naturel à prendre en compte.

La vulnérabilité des réseaux franciliens aux tempêtes est ainsi très dépendante de celle du réseau électrique. De sa robustesse dépend en effet le fonctionnement de nombreux autres réseaux : alimentation en eau potable, fonctionnement des transports, télécommunication, etc. En réponse aux dégâts causés par la tempête de 1999 et plus récemment par celle de Xynthia, ERDF a engagé de nombreux efforts pour améliorer la robustesse des réseaux de distribution électrique aux tempêtes.

6. LA VULNERABILITE DU CADRE BATI ET DU TISSU URBAIN

6.1. LA VULNERABILITE DU BATI ET DU TISSU URBAIN AUX CANICULES

6.1.1. Eléments de cadrage

Le cadre bâti est directement soumis aux aléas climatiques. L'une de ses fonctions essentielles est d'ailleurs d'assurer la protection des biens et des personnes face à ces derniers. Dans le contexte du changement climatique, les **normes et pratiques de construction et de rénovation devront évoluer**, **afin d'assurer le confort thermique des populations** face à l'augmentation des températures moyennes et de la récurrence des épisodes de canicule[9].

Au-delà de la qualité thermique du bâtiment lui-même, son environnement (urbain ou rural) détermine également son exposition aux fortes chaleurs. En milieu urbain, la minéralisation de l'espace, le fonctionnement des appareils ménagers et de production de froid (climatiseurs) et l'activité économique en général (industrie, transport, etc.), favorisent ainsi l'accumulation de la chaleur diurne et sa restitution nocturne, conduisant à une réduction notable de l'amplitude thermique journalière. On parle de **l'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU).**
Les bâtiments situés en milieu urbain dense – quelle que soit leur qualité thermique propre – sont donc davantage exposés aux épisodes de canicules que les bâtiments situés en milieu rural.

6.1.2. La vulnérabilité du bâti aux canicules

L'exposition du bâti aux fortes chaleurs pourrait augmenter avec le changement climatique, en raison de l'augmentation des températures moyennes estivales, ainsi que de la fréquence et de la durée des épisodes de canicule.
En l'absence de mesures d'adaptation, la **vulnérabilité du bâti – aujourd'hui moyenne – pourrait augmenter en Ile-de-France,** avec des conséquences sur la **qualité de vie** (baisse du confort thermique) susceptibles d'aller jusqu'à remettre en cause la **sécurité sanitaire** des populations les plus fragiles.

La longue durée de vie des bâtiments demande une **prise en compte** de cette augmentation des températures dans les opérations de construction ou de rénovation thermique. Il s'agit notamment de développer une nouvelle approche de la construction fondée sur la notion de « bioclimatisme ».
L'importance du parc résidentiel et la prédominance du bâti ancien (66% du parc construit avant 1974 contre 60% à l'échelle nationale) font de **la rénovation thermique un enjeu majeur pour le territoire francilien**.

6.1.3. La vulnérabilité du tissu urbain à l'EICU

L'Ile-de-France présente déjà une vulnérabilité moyenne à l'EICU, en raison de l'importance et de la densité de l'agglomération parisienne (Paris et Petite Couronne). Dans le contexte du changement climatique et en l'absence de mesures d'adaptation visant à réduire les îlots de chaleur urbains, cette **vulnérabilité pourrait augmenter**, avec des conséquences importantes sur le plan de qualité de vie et sur celui des risques sanitaires.

[9] La remise en cause du confort thermique peut aller jusqu'au risque sanitaire pour les populations fragiles (voir le chapitre consacré aux impacts sanitaires du changement climatique – la canicule d'août 2003 s'est traduite par une surmortalité observée en particulier chez les personnes âgées).

L'évolution du confort thermique dans l'agglomération parisienne dépendra de la capacité à apporter **des réponses en matière d'aménagement et d'urbanisme** prenant en compte le changement climatique, tout en recherchant l'équilibre entre réduction des îlots de chaleur urbains, densification et approche environnementale de l'urbanisme.
La recherche de cet équilibre entre densification et végétalisation urbaine (pour la réduction de l'EICU) s'inscrit pleinement dans le projet de SDRIF, dont l'un des défis s'intitule : ***« Promouvoir une organisation urbaine anticipant les mutations climatiques et énergétiques »***.

6.2. LA VULNERABILITE DU BATI AU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES[10]

L'augmentation de la fréquence des épisodes de sécheresse dans le contexte du changement climatique devrait conduire à **une vulnérabilité accrue des bâtiments construits sur des sols argileux en Ile-de-France**.

De moyenne, cette vulnérabilité pourrait devenir élevée.

Eléments de coût des impacts du changement climatique

Cf. encadré « Eléments de coût des impacts du changement climatique sur le cadre bâti en Ile-de-France : retrait-gonflement des argiles et maisons individuelles » (1.2.1).

6.3. LA VULNERABILITE DU BATI AUX INONDATIONS

Le changement climatique pourrait accroître **l'exposition du bâti aux inondations, glissements de terrain et coulées de boue.** Comme évoqué dans le chapitre consacré aux risques naturels, l'évolution de ces évènements est très incertaine.

Ces risques sont pris en compte dans les documents d'aménagement et d'urbanisme, que ce soit à l'échelle du SDRIF, du projet du Grand Paris ou des collectivités locales (PPRI, projets de ZAC, etc.).

6.4. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET COUVERTURE ASSURANTIELLE [11]

Aucun constat chiffré ne permet aujourd'hui d'affirmer que la fréquence et l'intensité des aléas climatiques ont récemment augmentés, ou de savoir si les aléas climatiques observés relèvent davantage de la variabilité ou d'un changement climatique.

Néanmoins, les assureurs ont conscience de ne pouvoir se contenter de regarder le passé pour envisager le futur. Beaucoup s'attendent, avec le changement climatique, à une sorte de rupture. Que celle-ci soit déjà engagée ou se manifeste dans une cinquantaine d'années, il s'agit dans tous les cas de prendre conscience qu'il ne suffit plus de se reposer sur l'expérience passée pour définir les produits d'assurance.

Le système actuel de couverture des catastrophes naturelles est inadapté face aux risques liés au changement climatique. Dans la perspective des risques qu'induirait le changement climatique, de nouveaux produits d'assurance pourraient être développés, en particulier pour le bâtiment.

[10] Voir le chapitre consacré aux risques naturels pour plus de détails.
[11] Source : entretien réalisé auprès de M. Penet, de la FFSA.

7. LA VULNERABILITE DU TOURISME

7.1. ELEMENTS DE CONTEXTE

L'Ile-de-France est la **première destination touristique au monde** (INSEE, 2010). Il s'agit pour l'essentiel d'un tourisme urbain, culturel et patrimonial, largement **concentré sur Paris**. Sur les **32 millions de visiteurs annuels**, 28 millions passent l'essentiel de leur séjour à Paris et plus précisément dans les quatre quartiers les plus attractifs : Le Marais, Montmartre, l'Ile de la Cité, Le Louvre, etc.).
Quelques sites emblématiques se distinguent également en petite et grande couronne par leur attractivité touristique :

- Tourisme récréatif, lié aux parcs d'attraction : Disneyland, Parc Astérix, etc.
- Tourisme culturel et patrimonial : Château et jardins de Versailles, de Fontainebleau, etc.

Hormis une légère baisse de fréquentation en novembre et en février, ce tourisme urbain se caractérise par une absence de saisonnalité marquée.

7.2. LA VULNERABILITE DES ACTIVITES TOURISTIQUES

L'attractivité touristique n'étant pas liée à l'évolution climatique interannuelle, la **sensibilité des acteurs du secteur aux impacts du changement climatique est très faible**. Dans ce cadre, il n'existe que peu d'informations quant à la vulnérabilité des activités touristiques à ces impacts à l'échelle régionale.

Deux éléments principaux peuvent toutefois retenir l'attention :

- Le caractère essentiellement urbain du tourisme en Ile-de-France le rend **potentiellement vulnérable aux canicules** : la dégradation du confort thermique dans l'hébergement et les transports pourrait réduire l'attractivité touristique de la région ;
- **La vulnérabilité potentielle des sites touristiques** aux impacts du changement climatique : les espaces verts urbains, les parcs (Versailles, etc.) mais aussi les zones de baignade, constituent des lieux privilégiés du tourisme estival. Leur dégradation possible dans le cadre d'une réduction de la disponibilité estivale des ressources en eau pourrait également avoir un impact sur l'attractivité touristique.

Pour finir, l'impact éventuel du changement climatique sur le patrimoine historique bâti reste encore très incertain.

Pour parer à ces incertitudes et au manque d'informations, le Comité Régional du Tourisme a lancé une étude sur les enjeux liés au changement climatique pour le secteur. Les résultats seront connus au début de l'année 2013.

8. LA VULNERABILITE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET

8.1. LA VULNERABILITE DE L'AGRICULTURE

L'agriculture francilienne présente un double visage :

- **L'essentiel de la SAU francilienne est occupée par les grandes cultures (principalement céréalières),** alimentant un **marché international** dépassant largement le cadre régional. Son caractère intensif (monoculture et uniformité génétique) constitue un facteur de risque important face aux aléas climatiques et aux ravageurs ;

- **18% des 5 000 exploitations de la région vendent leurs produits en circuit court**, ou via un seul intermédiaire. Il s'agit pour l'essentiel de **production maraîchère**, très développée en raison de la proximité du marché parisien.

L'augmentation **des températures et du taux de CO2 dans l'atmosphère observée actuellement a un effet globalement positif sur les rendements agricoles**. Cependant, comme l'illustrent les retours d'expérience issus d'épisodes de sécheresse passés, cet **effet positif se trouve annulé en cas de sécheresse.** Le manque d'eau entraîne en effet une chute ponctuelle des rendements lors des années sèches (en particulier pour les sols à faible réserve utile).
Pour le moment, le lissage pluriannuel des revenus agricoles permet de compenser ces pertes ponctuelles. La vulnérabilité actuelle du **système agricole francilien** (en particulier pour les grandes cultures) à la variabilité climatique **peut donc être qualifiée de moyenne en raison de sa sensibilité à la sécheresse.**

Avec le **changement climatique**, la poursuite tendancielle de l'augmentation des rendements liée à celle des températures et du taux de CO2 dans l'atmosphère pourrait être **atténuée, voire annulée dès l'horizon 2030, par un besoin accru en eau des cultures et par l'augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse estivale.** L'augmentation du stress hydrique et thermique lors de la phase végétative aurait en effet un impact négatif **sur les rendements agricoles franciliens**.
On notera que cet impact négatif sera différencié selon les types de cultures et la qualité des sols. De même, les **zones agricoles où les pressions sur les ressources en eau sont déjà fortes lors des années sèches** (notamment en Beauce), **sont particulièrement vulnérables à une telle évolution**.

Cependant, si les **leviers de l'adaptation** face aux sécheresses futures sont **potentiellement nombreux**, la **vulnérabilité du système agricole francilien pourrait augmenter** en raison même de son caractère très intensif (monoculture et uniformité génétique), qui exacerbe sa sensibilité aux aléas climatiques directs (sécheresse, risque de gel) et indirects (augmentation de la pression des ravageurs).

Très dépendante de la disponibilité des ressources en eau, la **production maraîchère** serait également **vulnérable à une augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse**. Au regard des données disponibles, une qualification plus précise de cette vulnérabilité paraît aujourd'hui difficile.

Eléments de coût des impacts du changement climatique sur l'agriculture en Ile-de-France : le cas des années caniculaires

Dans le cadre de cette étude, des premiers éléments de chiffrage ont été réalisés sur le coût des impacts. En voici les principaux résultats :

- Le coût annuel moyen des canicules de type 2003 pourrait atteindre en 2030, jusqu'à 3 millions d'euros pour les productions de blé tendre, de maïs, de sorgho et de prairies. Il s'élèverait entre 1,5 et 17 millions d'euros annuels entre 2030 et 2050 et entre 11 et 32 millions d'euros annuels entre 2050 et 2100.

Aucune mesure d'adaptation, relevant davantage du changement de comportements (fermeture des volets, utilisation d'ampoules basse consommation, etc.), n'a été quantifiée pour cet impact.

L'évaluation économique des impacts du changement climatique sur les secteurs étudiés dans ce rapport constitue des ordres de grandeur qui doivent être compris et re-contextualisés selon le parti pris méthodologique. Ils ne sont pas à prendre comme des chiffrages absolus mais bien comme des fourchettes. Il est donc indispensable de se référer au rapport complet et détaillé intitulé « Exercices de chiffrage du coût des impacts du changement climatique en Île-de-France » figurant en annexe 2 du rapport d'étude afin de considérer globalement la pertinence des chiffres.

8.2. LA VULNERABILITE DE LA FORET

Le couvert forestier en région Ile-de-France, hormis quelques grands massifs comme la forêt de Fontainebleau, est relativement dispersé.
La **vulnérabilité actuelle des forêts** franciliennes est **relativement faible.**

Dans le contexte du changement climatique, les forêts connaîtront à **court terme une hausse de productivité** liée aux concentrations plus importantes de CO2 dans l'atmosphère. Toutefois, l'intensification et la plus grande récurrence des épisodes de sécheresse pourraient avoir un **impact négatif** sur la physiologie des arbres (dépérissement) et le risque de feux de forêt, avec des conséquences économiques non négligeables sur la filière bois, la biodiversité ou encore le tourisme.
La **vulnérabilité future** des espaces forestiers **pourrait donc augmenter.**

SECTION 3 DES IMPACTS AUX MESURES D'ADAPTATION

Table des matières

1. INTRODUCTION 39
1.1. DE LA VULNERABILITE A L'ADAPTATION : UNE DEMARCHE PARTICIPATIVE 39
1.2. QUELQUES DEFINITIONS… 39
2. DES IMPACTS PRIORITAIRES AUX ENJEUX DE L'ADAPTATION DU TERRITOIRE FRANCILIEN 40
2.1. LES IMPACTS PRIORITAIRES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 40
2.2. LES ENJEUX DE L'ADAPTATION PAR AXE STRATEGIQUE 41
2.2.1. GARANTIR LA SECURITE DES INFRASTRUCTURES ET DES PERSONNES 42
2.2.2. PRESERVER LA SANTE ET AMELIORER LE CADRE DE VIE 43
2.2.3. PROTEGER ET OPTIMISER LA GESTION DES RESSOURCES NATURELLES 44
2.2.4. SYNTHESE 45
3. VERS UNE STRATEGIE D'ADAPTATION REGIONALE COHERENTE 46
3.1. DES ENJEUX AUX MESURES D'ADAPTATION 46
3.1.1. DES ENJEUX AUX MESURES D'ADAPTATION : METHODOLOGIE 46
3.1.2. LES ORIENTATIONS STRATEGIQUES POUR L'ADAPTATION DU TERRITOIRE FRANCILIEN 47
3.1.3. LES MESURES D'ADAPTATION PAR ORIENTATION 49
4. SYNTHESE : CONDITIONS ET MOYENS DE LA MISE EN ŒUVRE D'UNE POLITIQUE D'ADAPTATION 53
4.1. L'EMERGENCE DE NOUVELLES QUESTIONS 53
4.1.1. LA QUESTION DE LA SECURISATION DES RESEAUX ET LA NOTION DE RISQUE ACCEPTABLE 54
4.1.2. LA QUESTION DE LA SECURISATION DE L'APPROVISIONNEMENT ELECTRIQUE DANS LE CADRE DES TRAJECTOIRES ET PROJETS DEVELOPPEMENT DE LA REGION 54
4.1.3. LA QUESTION DES ARBITRAGES AUTOUR DE LA SECURISATION DE L'APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRE 55
4.1.4. LA QUESTION DES CHANGEMENTS DE COMPORTEMENT ET DE L'ADAPTABILITE SOCIETALE 56
4.1.5. LA QUESTION DE L'ADAPTABILITE DES ESPACES URBAINS 57
4.1.6. LA QUESTION DE L'ADAPTABILITE DES ESPACES RURAUX 58
4.1.7. LA QUESTION DE LA GOUVERNANCE REGIONALE DE L'EAU 58
4.2. LES ENJEUX DE LA MISE EN ŒUVRE D'UNE POLITIQUE D'ADAPTATION 59
4.2.1. LES INTERRELATIONS : FAIRE EMERGER UN SYSTEME COHERENT POUR DEFINIR UNE POLITIQUE D'ADAPTATION EFFICACE 59
4.2.2. L'INSCRIPTION DE L'ADAPTATION DANS LES CADRES OPERATIONNELS EXISTANTS ET AUX DIFFERENTES ECHELLES TERRITORIALES 61
4.2.3. VERS UNE GOUVERNANCE TERRITORIALE PLUS INTEGREE ? 62
4.3. CONCLUSION : LA MISE EN COHERENCE GLOBALE VIA L'ELABORATION DE LA STRATEGIE D'ADAPTATION 63

1. INTRODUCTION

1.1. DE LA VULNERABILITE A L'ADAPTATION : UNE DEMARCHE PARTICIPATIVE

Le **diagnostic de vulnérabilité** du territoire francilien aux impacts du changement climatique est un constat ; celui de la vulnérabilité de l'Ile-de-France, dans sa configuration socio-économique et environnementale actuelle, aux impacts futurs du changement climatique.
Un tel diagnostic – articulé autour de grandes thématiques sectorielles (agriculture, tourisme, etc.) ou transversales (ressources en eau, risques naturels, etc.) – **a vocation à identifier ce qui fera problème – donc ce qui sera « en jeu » –** en cas de survenance de ces impacts, **en l'absence de mesures supplémentaires permettant de les anticiper**.

À la suite du diagnostic de vulnérabilité, **l'objectif** de ce chapitre est donc de **mettre en exergue les enjeux majeurs que pose l'anticipation des impacts du changement climatique pour le territoire francilien**. C'est sur la base de ces enjeux que pourra se fonder une stratégie d'adaptation du territoire régional, basée sur des pistes d'action – ou **mesures d'adaptation** – destinées à y répondre.

À la demande de l'ADEME et du Conseil Régional, un groupe de travail formé d'experts et d'acteurs territoriaux[1] s'est réuni à deux reprises afin, d'une part, de **partager le diagnostic de vulnérabilité** et d'**identifier les impacts jugés prioritaires** pour le territoire francilien (atelier 1) et, d'autre part, de **caractériser et hiérarchiser les mesures d'adaptation** susceptibles de répondre aux enjeux posés par ces impacts prioritaires en Ile-de-France (atelier 2).

Les paragraphes qui suivent rendent compte des résultats de cette démarche participative, qui a permis d'aboutir à un ensemble cohérent de mesures pour l'adaptation du territoire francilien aux impacts du changement climatique.

1.2. QUELQUES DEFINITIONS…

Effet du changement climatique : évolution attendue des paramètres climatiques.
Exemple d'effet du changement climatique : l'augmentation des températures moyennes estivales, de la durée et de la fréquence des canicules.

Impact : conséquence directe ou indirecte des effets du changement climatique sur un enjeu (social, économique ou environnemental) sur un territoire donné.
Exemple d'impact sur la santé publique : la surmortalité liée à l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des canicules.

Enjeu : ce qui est mis « en jeu » par un ou plusieurs impacts du changement climatique.
Exemple d'enjeu en matière de santé publique : la robustesse des systèmes de santé et sociaux.

Axe stratégique : objectif global répondant à une série d'enjeux posés par les impacts du changement climatique.
Exemple d'axe stratégique en matière de santé publique : préserver la santé et améliorer le cadre de vie.

Orientation : objectif répondant à un enjeu particulier sur le plan stratégique.
Exemple d'orientation en matière de santé publique : Augmenter la robustesse des systèmes de santé et sociaux pour protéger les populations vulnérables.

[1] Conseil Régional, ADEME, services de l'Etat, représentants de collectivités infrarégionales, experts des différentes thématiques abordées (ARS pour la santé, INRA pour l'agriculture, SIAAP et EPTB des Grands Lacs de Seine pour les ressources en eau, CRT pour le tourisme, etc.).

Mesure d'adaptation : déclinaison opérationnelle d'une orientation.
Exemple de mesure en matière de santé publique : améliorer et élargir la localisation, la sensibilisation et l'accompagnement de l'ensemble des personnes vulnérables (personnes âgées, populations modestes, travailleurs en extérieur, enfants en bas âges, personnes souffrant de maladies cardiovasculaires, etc.).

2. DES IMPACTS PRIORITAIRES AUX ENJEUX DE L'ADAPTATION DU TERRITOIRE FRANCILIEN

2.1. LES IMPACTS PRIORITAIRES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

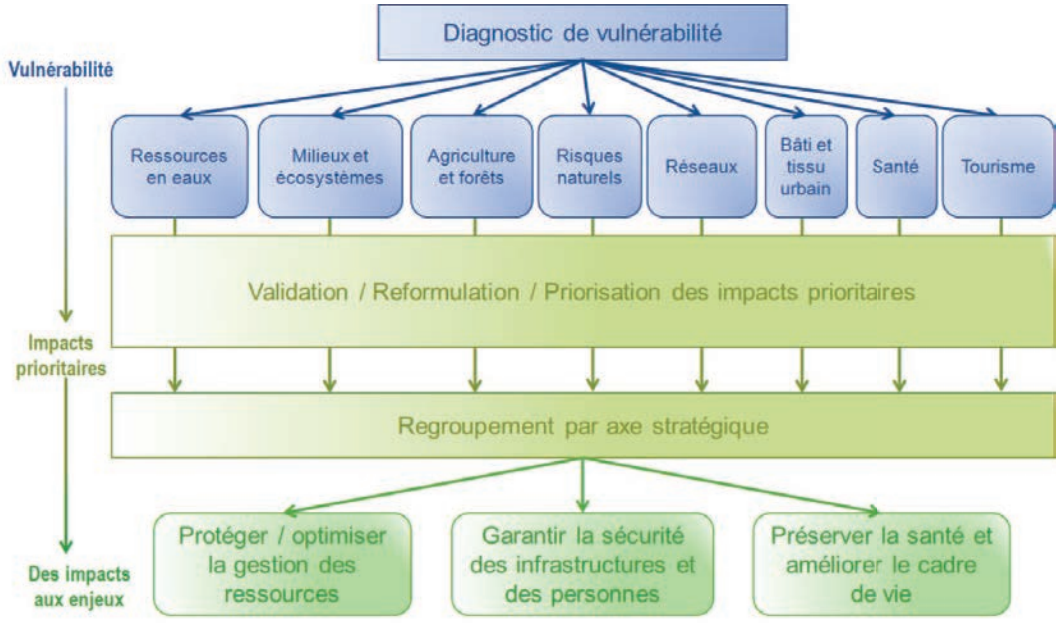
Le premier atelier a d'abord permis aux membres du groupe de travail de s'approprier et d'amender le diagnostic de vulnérabilité, puis de le valider collectivement. Dans un second temps, un travail de hiérarchisation a été mené, afin d'identifier les impacts jugés prioritaires au regard des effets attendus du changement climatique et des caractéristiques du territoire régional.

Les impacts jugés prioritaires par le groupe de travail sont les plus susceptibles de poser problème au regard de la configuration actuelle du territoire francilien et de son évolution tendancielle (augmentation démographique, croissance urbaine, etc.).

Au terme de ce travail collectif, les impacts prioritaires ont été regroupés selon les **trois axes stratégiques suivants** :

- Garantir la sécurité des infrastructures et des personnes ;
- Préserver la santé et améliorer le cadre de vie des populations ;
- Protéger et optimiser la gestion des ressources naturelles.

Figure 1 – Hiérarchisation des impacts et regroupement par axe stratégique (source : Artelia, 2012)



Comme le montre le schéma ci-avant, ces trois axes stratégiques sont relativement transversaux par rapport au découpage thématique initial du diagnostic de vulnérabilité. Ils témoignent d'une prise de hauteur par rapport au découpage thématique du diagnostic de vulnérabilité, rendue possible par ce travail collectif.
Ils mettent également en évidence la complexité d'une approche territoriale multisectorielle, inhérente à l'adaptation au changement climatique.
Le tableau ci-après synthétise, pour chacun des trois axes stratégiques, les impacts (en italiques) identifiés dans le diagnostic de vulnérabilité, reformulés et retenus comme prioritaires par le groupe de travail lors du premier atelier.

Tableau 1 - Les impacts prioritaires par axe stratégique (source : Artelia, 2012)

Garantir la sécurité des infrastructures et des personnes	Préserver la santé et améliorer le cadre de vie	Protéger/optimiser la gestion des ressources
-Augmentation de la demande énergétique estivale et hivernale ; ***-Pression sur la demande énergétique ;*** ***-Situation de crise sur les réseaux en cas d'inondation majeure avec effets dominos ;*** ***-Dégradation des réseaux liée aux fortes chaleurs et aux canicules ;*** ***-Dégradation des réseaux liée aux tempêtes et à la neige ;*** ***-Crue de la Seine et de ses affluents ;*** ***-Inondation par crue sur les zones d'activités ;*** ***-Dégradation du bâti liée aux inondations ;*** ***-Impacts sur le patrimoine et les monuments historiques ;*** ***-Dégradation des conditions de production, de distribution et de stockage des produits alimentaires susceptible de remettre en cause l'approvisionnement de l'Ile-de-France.***	***-Baisse du confort thermique dans les bâtiments ;*** ***-Dégradation du confort thermique d'été dans les hébergements et les transports ;*** ***-Baisse du confort thermique dans les transports.*** ***-Augmentation de l'EICU et de l'inconfort thermique ;*** ***-Surmortalité liée à l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des canicules ;*** ***-Augmentation de la morbidité en relation avec les pics de pollution et la qualité de l'air ;*** ***-Accroissement des tensions et des vulnérabilités sociales liées à l'accès à l'eau.***	***-Stress climatique (eau/chaleur/ozone) impactant l'agriculture, les forêts et les milieux naturels ;*** ***-Impact qualitatif : dégradation de la qualité de l'eau en relation avec les sécheresses et la réduction des débits, impactant les usages directs (agriculture, AEP, etc.) et indirects (baignade, etc.) ;*** ***-Impact quantitatif : diminution des ressources en eau de surface et souterraines ;*** ***-Risque de sécheresse, en particulier sur les axes non régulés ;*** ***-Bioagresseurs et espèces invasives impactant l'agriculture et les forêts.***

2.2. LES ENJEUX DE L'ADAPTATION PAR AXE STRATEGIQUE

Pour chaque axe stratégique, les **impacts prioritaires du changement climatique ont été traduits enjeux de l'adaptation du territoire francilien**. Plus simplement, il s'agit en effet de répondre à la question suivante : ***en quoi ces impacts prioritaires sont-ils susceptibles de remettre en cause la protection et l'optimisation de la gestion des ressources, la sécurité des infrastructures et des personnes ou la santé des personnes ?***

2.2.1. Garantir la sécurité des infrastructures et des personnes

Le poids économique et démographique de l'Ile-de-France est très important. Or, un certain nombre d'impacts du changement climatique sont susceptibles de remettre en cause l'intégrité des infrastructures dont dépend le bon fonctionnement de l'économie et la sécurité de la population.
Dans ce cadre, quatre ensembles d'enjeux se dessinent :

2.2.1.1. ENJEUX 1 ET 2: LA ROBUSTESSE DES RESEAUX (HORS TRANSPORTS) ET L'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE

Le premier concerne l'énergie, et plus particulièrement l'énergie électrique. L'économie francilienne, de même que sa population, dépendent pour l'essentiel d'une production énergétique extrarégionale. Toute atteinte à la production ou au réseau d'approvisionnement électrique pourrait donc avoir de multiples conséquences néfastes pour l'économie et la sécurité des personnes :

- Effet domino sur les autres réseaux : rupture de l'alimentation en eau potable, de certains réseaux de télécommunication, perturbation des transports en commun limitant la mobilité des travailleurs et du reste de la population, etc.
- Réduction, voire arrêt de l'activité économique : production industrielle, activité tertiaire dépendante des réseaux électriques et de télécommunications (ordinateur, téléphone, Internet, etc.) ;
- Arrêt des systèmes de rafraîchissement limitant le confort dans le résidentiel et sur les lieux de travail ;
- Etc.

La **robustesse des réseaux face aux évènements climatiques extrêmes (enjeu 1)** apparaît alors comme un enjeu fondamental, susceptible d'être remis en cause par l'évolution possible des évènements extrêmes dans le contexte du changement climatique (inondations, canicules, tempêtes, etc.).

Au-delà, la production et les réseaux d'énergie vont devoir faire face à une possible augmentation de la demande énergétique estivale. Dans le contexte d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de canicule, l'équipement des bâtiments résidentiels et tertiaires en équipements de refroidissement pourrait alors augmenter, de même que leur consommation d'énergie.
Etant donné l'importance du parc résidentiel et tertiaire francilien et son évolution attendue, **le maintien de la qualité et de la continuité de l'approvisionnement en énergie** – en particulier électrique – **(enjeu 2)** constitue également un enjeu de taille pour le territoire francilien dans la perspective du changement climatique.

2.2.1.2. ENJEU 3 : LA MOBILITE DES POPULATIONS

De même que pour les réseaux d'énergie, le bon fonctionnement des réseaux de transport est susceptible d'être remis en cause par l'évolution, plus ou moins certaine, des évènements climatiques extrêmes dans le contexte du changement climatique.
Dans ce cadre, **la continuité de la mobilité des populations (enjeu 3)** suite à des évènements climatiques extrêmes apparaît comme un enjeu important à prendre en compte, dans la mesure où elle conditionne le bon fonctionnement de l'économie francilienne, largement fondée sur les mouvements pendulaires domicile/travail. Au-delà, la mobilité constitue une garantie d'accès à tous les services pour l'ensemble de la population, et en particulier aux services de soins.

2.2.1.3. ENJEU 4 : LA ROBUSTESSE DES BATIMENTS ET ESPACES URBAINS FACE AUX EVENEMENTS EXTREMES

Au-delà de la production et de l'approvisionnement en énergie, le changement climatique est susceptible de remettre en cause la continuité de l'économie et la sécurité de la population en touchant directement les bâtiments et l'espace urbain de façon plus générale.

Ainsi, même si l'évolution de plusieurs phénomènes climatiques est difficile à anticiper dans le contexte du changement climatique – en particulier les tempêtes et les inondations – leur impact potentiel sur l'économie et la sécurité des personnes n'en resterait pas moins considérable.
Dès lors, **la prise en compte de l'évolution des évènements extrêmes dans la conception du bâti et de l'aménagement urbain (enjeu 4)** apparaît bien comme un enjeu prioritaire de l'adaptation du territoire francilien aux impacts du changement climatique.

2.2.1.4. ENJEU 5 : L'APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRE DE LA REGION

La production agricole francilienne, malgré son importance, reste largement tournée vers l'exportation de céréales et ne suffirait pas à couvrir les besoins de la population régionale. La région présente donc une forte dépendance alimentaire, vis-à-vis de la Beauce et du Grand Ouest pour l'essentiel (70%[2]), mais aussi des autres régions françaises et de l'international.
Or, la production, le transport et le stockage des denrées alimentaires pourraient se trouver remis en cause par un certain nombre d'impacts du changement climatique :

- L'augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse pourrait se traduire par une baisse des rendements agricoles, en France et à l'étranger. Les prix des denrées pourraient par ailleurs augmenter ponctuellement de façon importante ;
- L'évolution de la fréquence et de l'intensité des évènements extrêmes (inondations, tempêtes, canicules, etc.) pourraient avoir un effet sur le transport des denrées ;
- Enfin, l'augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes caniculaires pourraient remettre en cause les conditions de stockage des denrées en Ile-de-France, particulièrement en milieu urbain.

Dès lors, **l'approvisionnement alimentaire de la région Ile-de-France (enjeu 5)** constitue bien un enjeu prioritaire de l'adaptation du territoire aux impacts du changement climatique.

2.2.2. Préserver la santé et améliorer le cadre de vie

Le territoire francilien s'organise autour de l'agglomération parisienne, qui se distingue par l'importance de son emprise territoriale, de sa population et de sa densité humaine et bâtie. Pour toutes ces raisons, la région Ile-de-France se trouve particulièrement vulnérable aux épisodes de canicule, susceptibles de remettre en cause le confort de vie, voire la santé des populations.

Dès lors, au regard du diagnostic de vulnérabilité, l'augmentation attendue de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires dans le contexte du changement climatique pourrait avoir des conséquences importantes sur la santé et le cadre de vie de la population francilienne. Plusieurs enjeux peuvent être identifiés, au regard des impacts jugés prioritaires :

2.2.2.1. ENJEU 6 : LA ROBUSTESSE DES SYSTEMES SOCIAUX ET DE SANTE

La survenance plus régulière d'épisodes caniculaires de plus longue durée est susceptible de remettre en cause la robustesse des systèmes sociaux et de santé, notamment dans la perspective d'un vieillissement de la population.
Même si un certain nombre d'initiatives ont vu le jour, en particulier suite à la canicule d'août 2003 (Plan Canicule notamment), la question de la **robustesse des systèmes sociaux et de santé (enjeu 6)** demeure un enjeu de taille dans le cadre de l'adaptation du territoire régional au changement climatique.

[2] Entretien réalisé auprès de M. Mouchel et M.Billen du PIREN Seine, 2012.

2.2.2.2. ENJEUX 7, 8 ET 9 : LE CONFORT THERMIQUE

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de canicule pourrait également se traduire par une baisse du confort thermique estival dans les bâtiments, les transports, et l'espace public urbain (Effet Ilot de Chaleur Urbain).

La densité de l'agglomération parisienne et l'ancienneté de la majeure partie du parc de bâtiments font du **confort thermique dans les bâtiments et l'espace urbain (lutte contre l'EICU)** un enjeu majeur **(enjeu 7)** de l'adaptation du territoire régional, touchant aussi bien la santé que le cadre de vie. Il en va de même du **confort thermique dans les transports (enjeu 8).**

L'agglomération parisienne est également marquée par d'importantes inégalités sociales, qui pourraient se traduire par une inégalité d'accès aux espaces de rafraîchissement et une exacerbation des tensions sociales. Dans ce cadre, l'**accès aux espaces de rafraîchissement pour tous les citoyens (enjeu 9)** apparaît comme un enjeu social de taille.

2.2.3. Protéger et optimiser la gestion des ressources naturelles

Le territoire francilien, en dépit de l'importance de l'agglomération parisienne, est occupé à environ 80% par les espaces agricoles (51% du territoire) et les espaces naturels (28%)[3]. Ces espaces présentent un certain nombre d'enjeux de taille, aussi bien sur le plan socio-économique (agriculture, production de bois, etc.) qu'environnemental (services écosystémiques).

Dans la perspective du changement climatique, un certain nombre d'impacts sont susceptibles d'affecter ces enjeux, à travers notamment la raréfaction des ressources en eau et l'évolution des milieux naturels et des écosystèmes

2.2.3.1. ENJEU 10 ET 11 : LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse et de canicule constitue l'un des principaux impacts attendus du changement climatique. Dans ce cadre, **le maintien de la qualité de l'eau, en particulier de surface (enjeu 10) et la raréfaction des ressources en eau (enjeu 11)** apparaissent comme deux enjeux majeurs de l'adaptation du territoire francilien.
Ces derniers sont particulièrement importants pour les cours d'eau non régulés, dont la réduction du débit d'étiage pourrait limiter la capacité à diluer les polluants et les eaux en sortie de station d'épuration.

2.2.3.2. ENJEU 12 ET 13 : L'AGRICULTURE FRANCILIENNE ET LES MILIEUX NATURELS

La réduction de la disponibilité des ressources en eau (stress hydrique) et l'augmentation attendue des températures moyennes (stress thermique), exerceront une pression climatique directe sur les activités agricoles et les milieux naturels (forêts, zones humides, etc.).
Dès lors, la question de la **résilience de l'agriculture, des forêts et des autres milieux naturels** (enjeu 12) face à cette pression climatique accrue apparaît bien comme un enjeu majeur de l'adaptation en Ile-de-France.
Cet enjeu paraît d'autant plus important en Beauce, où la disponibilité des ressources en eau est déjà à l'heure actuelle ponctuellement problématique (mise en place de volumes prélevables).

Au-delà, le changement climatique est susceptible d'avoir un effet sur **l'évolution des écosystèmes et des milieux naturels** (enjeu 13) : remontée vers le nord de l'aire de répartition de certaines espèces, arrivée d'espèces envahissantes ou de bioagresseurs susceptibles d'avoir un impact sur les cultures, etc.
Ces modifications des milieux et écosystèmes, au-delà de l'impact possible sur l'activité agricole, pourraient remettre en cause un certain nombre de services écosystémiques et avoir un impact sur la santé humaine (nouvelles formes d'allergies par exemple).

[3] Source : Natureparif, 2008.

2.2.4. Synthèse

Tableau 2 - Des impacts du changement climatique aux enjeux de l'adaptation du territoire francilien – Synthèse (source : Artelia, 2012)

Impacts	Enjeux
Garantir la sécurité des infrastructures et des personnes	
-Situation de crise sur les réseaux en cas d'inondation majeure avec effets dominos ; *-Dégradation des réseaux liée aux fortes chaleurs et aux canicules ;* *-Dégradation des réseaux liée aux tempêtes et à la neige.*	1 : la robustesse des réseaux (hors réseaux de transports) face aux évènements climatiques
-Augmentation de la demande énergétique estivale et hivernale ; *-Pression sur la demande énergétique.*	2 : l'approvisionnement suffisant en énergie
-Crue de la Seine et de ses affluents ; *-Inondation par crue sur les zones d'activités ;* *-Dégradation du bâti liée aux inondations ;* *-Impacts du CC sur le patrimoine et les monuments historiques.*	4 : la prise en compte de l'évolution des évènements extrêmes dans la conception du bâti et de l'aménagement urbain
-Dégradation des conditions de production, de distribution et de stockage des produits alimentaires susceptible de remettre en cause l'approvisionnement de l'Ile de France.	5 : l'approvisionnement alimentaire de la région
-Situation de crise sur les réseaux en cas d'inondation majeure avec effets dominos ; *-Dégradation des réseaux liée aux fortes chaleurs et aux canicules ;* *-Dégradation des réseaux liée aux tempêtes et à la neige.*	3 : la mobilité des populations
Préserver la santé et améliorer le cadre de vie	
-Surmortalité liée à l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des canicules. *-Augmentation de la morbidité en relation avec les pics de pollution et la qualité de l'air.*	6 : la robustesse des systèmes de santé et sociaux
-Baisse du confort thermique dans les bâtiments ; *-Dégradation du confort thermique d'été dans les hébergements et les transports ;* *-Augmentation de l'EICU et de l'inconfort thermique.*	7 : le confort thermique dans les bâtiments et l'espace urbain (lutte contre l'EICU)
-Dégradation du confort thermique d'été dans les hébergements et les transports ; *-Baisse du confort thermique dans les transports.*	8 : le confort thermique dans les transports
-Accroissement des tensions et des vulnérabilités sociales liées à l'accès à l'eau.	9 : l'accès aux espaces de rafraîchissement pour les citoyens
Protéger/optimiser la gestion des ressources	
-Impact qualitatif : dégradation de la qualité de l'eau en relation avec les sécheresses et la réduction des débits, impactant les usages directs (agriculture, AEP, etc.) et indirects (baignade, etc.).	10 : la qualité de l'eau (en particulier des eaux de surface)
-Impact quantitatif: Diminution des ressources en eau de surface et souterraines ; *-Risque de sécheresse, en particulier sur les axes non régulés.*	11 : la raréfaction des ressources en eau
-Stress climatique (eau/chaleur/ozone) impactant l'agriculture, les forêts et les milieux naturels.	12 : la résilience de l'agriculture, des forêts et des milieux naturels au changement climatique
-Bioagresseurs et espèces invasives impactant l'agriculture et les forêts.	13 : l'évolution des écosystèmes et ses conséquences (bioagresseurs, nouvelles espèces, etc.).

Le tableau ci-avant synthétise, pour chaque axe stratégique, les impacts jugés prioritaires et les enjeux de l'adaptation qui en découlent. Comme nous allons le voir, c'est sur la base de cette analyse que pourra être construite une stratégie d'adaptation adaptée au territoire francilien.

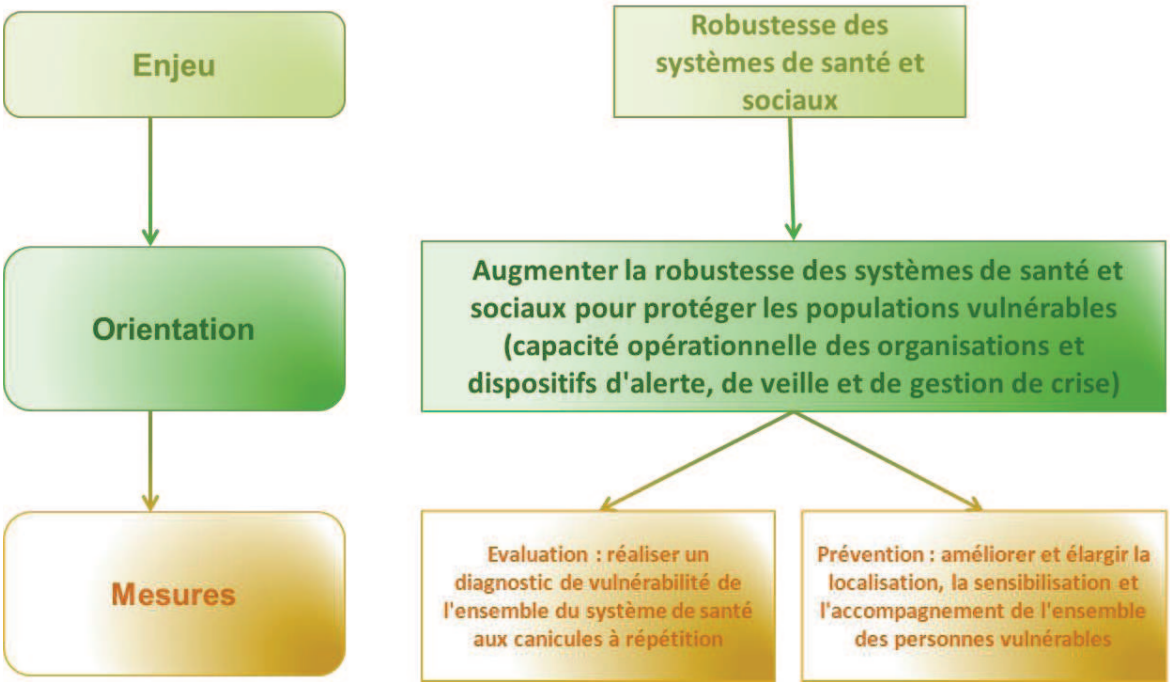
3. VERS UNE STRATEGIE D'ADAPTATION REGIONALE COHERENTE

3.1. DES ENJEUX AUX MESURES D'ADAPTATION

3.1.1. Des enjeux aux mesures d'adaptation : méthodologie

Pour répondre aux impacts prioritaires du changement climatique, identifiés lors du premier atelier, chaque enjeu a ensuite été traduit en orientation stratégique, elle-même déclinée en mesures d'adaptation opérationnelles (voir le schéma ci-après).
Ces orientations et mesures d'adaptation ont été proposées, enrichies et validées par le groupe de travail lors d'un deuxième atelier.

Figure 2 - Des enjeux aux mesures d'adaptation (source : Artelia, 2012)



Les tableaux qui suivent présentent, pour chaque axe stratégique, les orientations stratégiques correspondant à chacun des enjeux.

3.1.2. Les orientations stratégiques pour l'adaptation du territoire francilien

3.1.2.1. AXE STRATEGIQUE 1 : PRESERVER LA SANTE ET AMELIORER LE CADRE DE VIE

Impact(s) concerné(s)	Enjeux prioritaires	Orientations
-Surmortalité liée à l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des canicules. -Augmentation de la morbidité en relation avec les pics de pollution et la qualité de l'air.	La robustesse des systèmes de santé et sociaux	***1.A Augmenter la robustesse des systèmes de santé et sociaux pour protéger les populations vulnérables (capacité opérationnelle des organisations et dispositifs d'alerte, de veille et de gestion de crise***)
-Baisse du confort thermique dans les bâtiments ; -Dégradation du confort thermique d'été dans les hébergements et les transports ; -Augmentation de l'EICU et de l'inconfort thermique.	Le confort thermique dans les bâtiments et l'espace urbain (lutte contre l'EICU)	***1.B Concevoir / renouveler / restaurer l'aménagement urbain et les bâtiments en recherchant l'amélioration du confort thermique, via l'adaptation du bâti, la végétalisation urbaine, la gestion de l'eau en surface et le traitement des surfaces (albédo)***
-Dégradation du confort thermique d'été dans les hébergements et les transports ; -Baisse du confort thermique dans les transports.	Le confort thermique dans les transports	***1.C Rechercher l'amélioration du confort thermique dans les transports, notamment pour les déplacements domicile/travail et lorsqu'ils sont le support de l'activité touristique.***
-Accroissement des tensions et des vulnérabilités sociales liées à l'accès à l'eau.	L'accès aux espaces de rafraîchissement pour les citoyens	***1.D Assurer un accès aux espaces de rafraîchissement à tous les citoyens en période de fortes chaleurs.***

3.1.2.2. AXE STRATEGIQUE 2 : GARANTIR LA SECURITE DES INFRASTRUCTURES (BATIS ET RESEAUX ET DES PERSONNES

Impact(s) concerné(s)	Enjeux prioritaires	Orientations
-Situation de crise sur les réseaux en cas d'inondation majeure avec effets dominos ; -Dégradation des réseaux liée aux fortes chaleurs et aux canicules ; -Dégradation des réseaux liée aux tempêtes et à la neige.	La robustesse des réseaux (hors réseaux de transports) face aux évènements climatiques	***2.A Assurer la robustesse et améliorer la résilience des réseaux (hors transports) face à l'évolution certaine ou incertaine des évènements climatiques extrêmes (inondation, grand froid, fortes chaleurs, sécheresse, tempête et neige) afin notamment de limiter les effets dominos.***
-Augmentation de la demande énergétique estivale et hivernale ; -Pression sur la demande énergétique.	L'approvisionnement suffisant en énergie	***2.B Assurer un approvisionnement suffisant en énergie en période de grand froid ou de fortes chaleurs pour éviter les ruptures de charge que pourrait causer l'augmentation de la demande (chauffage/froid).***

-Crue de la Seine et de ses affluents ; -Inondation par crue sur les zones d'activités ; -Dégradation du bâti liée aux inondations ; -Impacts du CC sur le patrimoine et les monuments historiques.	La prise en compte de l'évolution des évènements extrêmes dans la conception du bâti et de l'aménagement urbain.	***2.C Concevoir, construire et rénover les bâtiments (résidentiels ou non) et l'aménagement urbain en tenant compte de l'évolution (attendue ou incertaine) des aléas climatiques (en particulier les inondations), y compris pour l'hébergement touristique et le patrimoine historique.***
-Dégradation des conditions de production, de distribution et de stockage des produits alimentaires susceptible de remettre en cause l'approvisionnement de l'Ile de France.	L'approvisionnement alimentaire de la région	***2.D Assurer la continuité de l'approvisionnement alimentaire de la région (production [en relation avec la dépendance alimentaire] / distribution / stockage) dans le cadre du changement climatique.***
-Situation de crise sur les réseaux en cas d'inondation majeure avec effets dominos ; -Dégradation des réseaux liée aux fortes chaleurs et aux canicules ; -Dégradation des réseaux liée aux tempêtes et à la neige.	La mobilité des populations	***2.E Assurer la robustesse et améliorer la résilience des réseaux de transports face à l'évolution certaine ou incertaine des évènements climatiques extrêmes (inondation, grand froid, fortes chaleurs, sécheresse, tempête et neige).***

3.1.2.3. AXE STRATEGIQUE 3 : PROTEGER / OPTIMISER LA GESTION DES RESSOURCES

Impact(s) concerné(s)	Enjeux prioritaires	Orientations
-Impact qualitatif : dégradation de la qualité de l'eau en relation avec les sécheresses et la réduction des débits, impactant les usages directs (agriculture, AEP, etc.) et indirects (baignade, etc.).	La qualité de l'eau (en particulier des eaux de surface)	***3.A Maintenir la qualité des eaux de surface face aux épisodes de sécheresse et à la diminution des débits (dilution réduite des polluants dans le milieu), en particulier sur les axes non régulés.***
-Impact quantitatif: Diminution des ressources en eau de surface et souterraines ; -Risque de sécheresse, en particulier sur les axes non régulés.	La réduction de la disponibilité des ressources en eau	***3.B Anticiper la réduction de la disponibilité des ressources en eau de surface (en particulier sur les axes non régulés qui ne disposent pas de soutien à l'étiage) et souterraines.***
-Stress climatique (eau/chaleur/ozone) impactant l'agriculture, les forêts et les milieux naturels.	La résilience de l'agriculture, des forêts et des milieux naturels au changement climatique	***3.C Faire face à la pression climatique (stress hydrique et thermique) sur les cultures, la forêt et les milieux.***
-Bioagresseurs et espèces invasives impactant l'agriculture et les forêts.	L'évolution des écosystèmes et ses conséquences (bioagresseurs, nouvelles espèces, etc.)	***3.D Faire face à l'évolution des écosystèmes et à ses conséquences sur l'agriculture (bioagresseurs), la santé (allergie) et la biodiversité en Ile de France.***

3.1.3. Les mesures d'adaptation par orientation

Les tableaux qui suivent présentent, pour chaque orientation stratégique, les mesures d'adaptation correspondantes.

3.1.3.1. AXE STRATEGIQUE 1 : PRESERVER LA SANTE ET AMELIORER LE CADRE DE VIE

Orientations	Mesures correspondantes
1.A Augmenter la robustesse des systèmes de santé et sociaux pour protéger les populations vulnérables (capacité opérationnelle des organisations et dispositifs d'alerte, de veille et de gestion de crise	1.A.a Réaliser un diagnostic de vulnérabilité de l'ensemble du système de santé aux canicules à répétition (vulnérabilité des établissements, personnels de santé et des services sociaux, dispositifs de prévention, de surveillance, d'alerte et de gestion de crise, gouvernance/coordination entre les différents plans, etc.) ; 1.A.b Améliorer et élargir la localisation, la sensibilisation et l'accompagnement de l'ensemble des personnes vulnérables (personnes âgées, populations modestes, travailleurs en extérieur, enfants en bas âges, personnes souffrant de maladies cardiovasculaires, etc.).
1.B Concevoir / renouveler / restaurer l'aménagement urbain et les bâtiments en recherchant l'amélioration du confort thermique, via l'adaptation du bâti, la végétalisation urbaine, la gestion de l'eau en surface et le traitement des surfaces (albédo)	1.B.a Développer une culture et des savoirs faires du bioclimatisme auprès des populations, en valorisant les cobénéfices induits : approche multifonctionnelle de l'espace urbain (confort thermique, trame verte et bleue, espaces récréatifs, gestion des eaux pluviales etc.), amélioration du cadre de vie, etc. ; 1.B.b Développer une culture et des savoirs faires du bioclimatisme des professionnels et maîtres d'ouvrage de la construction et de l'aménagement urbain, en valorisant les cobénéfices induits : approche multifonctionnelle de l'espace urbain (confort thermique, trame verte et bleue, espaces récréatif, gestion des eaux pluviales etc.), amélioration du cadre de vie, etc. ; 1.B.c Définir des prescriptions (objectifs chiffrés) en matière de végétalisation, de gestion de l'eau en surface (cours d'eau, voirie, etc.) et de gestion des surfaces minérales (réduction de l'albédo en milieu urbain : voirie et bâtiment) dans les projets urbains, via les outils de planification existants (ZAC, OPAH, OPATB) et en se fondant sur les résultats des travaux de recherche sur la réduction de l'EICU ; 1.B.d Définir des bouquets de solutions techniques adaptées aux différents types de bâtiments pour promouvoir la performance bioclimatique (donc le confort thermique) ; 1.B.e Promouvoir, financer et évaluer les opérations exemplaires dans les zones les plus exposées (cumulant par exemple l'exposition à l'EICU et à la pollution de l'air). 1.B.f Mettre en place un observatoire pour améliorer les connaissances quant à l'EICU et améliorer la réglementation quant à sa prise en compte dans l'aménagement urbain (mise en place de seuils en matière d'EICU).
1.C Rechercher l'amélioration du confort thermique dans les transports, notamment pour les déplacements domicile/travail et lorsqu'ils sont le support de l'activité touristique.	1.C.a Encourager les programmes de recherche pour développer des systèmes de rafraîchissement alternatifs / complémentaires à la climatisation dans les transports franciliens (infrastructures roulantes et non roulantes : trains ET gares par exemple) ; 1.C.b Prendre en compte le changement climatique dans les nouveaux projets de construction/renouvellement d'infrastructures de transport (véhicules et voies), en valorisant notamment les voies vertes.

1.D Assurer un accès aux espaces de rafraîchissement à tous les citoyens en période de fortes chaleurs.	1.D.a Planifier le déploiement (graduel sur le long terme et/ou mobilisable en situation de gestion de crise) d'espaces de rafraîchissement intérieurs et extérieurs (espaces publics : piscines, salles de fraîcheurs, espaces verts, zones de baignades, etc.) accessibles à tous, au-delà des populations fragiles (déjà couvertes par le plan Canicule). 1.D.b Aménager les horaires au travail (élargissement des plages horaires) ainsi que dans les établissements scolaires, les crèches, etc.

3.1.3.2. AXE STRATEGIQUE 2 : GARANTIR LA SECURITE DES INFRASTRUCTURES (BATIS ET RESEAUX ET DES PERSONNES

Orientations	Mesures correspondantes
2.A Assurer la robustesse et améliorer la résilience des réseaux (hors transports) face à l'évolution certaine ou incertaine des évènements climatiques extrêmes (inondation, grand froid, fortes chaleurs, sécheresse, tempête et neige) afin notamment de limiter les effets dominos.	2.A.a Etendre et renforcer la concertation entre les différents gestionnaires de réseau pour coordonner leurs stratégies de gestion des évènements climatiques (prévention, gestion de crise et résilience), en particulier pour éviter les effets dominos. Cela peut prendre la forme de la mise en place d'une plateforme d'échange. 2.A.b Compléter les connaissances des impacts et de la vulnérabilité des réseaux, en particulier face aux épisodes de sécheresse/canicule. 2.A.c Poursuivre/mettre en œuvre des programmes de sécurisation des réseaux pour faire face aux impacts identifiés. Réaliser au préalable un bilan relatif à la prise en compte des aléas climatiques extrêmes dans les programmes de sécurisation des réseaux.
2.B Assurer un approvisionnement suffisant en énergie en période de grand froid ou de fortes chaleurs pour éviter les ruptures de charge que pourrait causer l'augmentation de la demande (chauffage/froid).	2.B.a Développer des méthodes alternatives pour faire face à la hausse de la demande en climatisation : programmes d'aménagement de réseaux de froid (ex : réseau Climespace de GDF/SUEZ à Paris), climatisation solaire, etc. 2.B.b Tenir compte de la hausse supplémentaire de la demande énergétique liée au changement climatique dans le cadre des projets de développement régionaux (le projet du Grand Paris induit par exemple une hausse d'environ 20% de la puissance installée pour parer à l'augmentation des besoins énergétiques hors changement climatique). 2.B.c Mettre en place les conditions du développement et du déploiement des réseaux intelligents (smart grids) pour une gestion fine de l'offre et de la demande, afin notamment de faire face aux pics de consommation (synergie atténuation / adaptation). 2.B.d Sensibiliser la population à la maîtrise de l'énergie et à l'efficacité énergétique (bonnes pratiques, gestes, etc.).
2.C Concevoir, construire et rénover les bâtiments (résidentiels ou non) et l'aménagement urbaine tenant compte de l'évolution (attendue ou incertaine) des aléas climatiques (en particulier les inondations), y compris pour l'hébergement touristique et le patrimoine historique.	2.C.a Poursuivre la recherche sur les impacts possibles du changement climatique sur l'évolution du risque inondation en Ile-de-France, afin de réduire l'incertitude, via par exemple l'utilisation des outils SIG. 2.C.b Renforcer les prescriptions pour la prise en compte des aléas climatiques dans la construction, l'aménagement et le renouvellement urbain dans les documents de planification et d'urbanisme, ainsi que le contrôle de leur mise en œuvre (en particulier en zone inondable). Evaluer au préalable l'évolution de l'urbanisation par rapport au zonage réglementaire. Il apparaît également intéressant de chercher dans ce but à assouplir la réglementation sur les patrimoines classés (Architectes des Bâtiments de France). 2.C.c Financer des projets exemplaires de réhabilitation du bâti en zone inondable (dans les secteurs les plus exposés), afin d'initier une dynamique préventive vertueuse auprès des acteurs privés. Hiérarchiser au préalable les zones inondables afin d'identifier les secteurs prioritaires. 2.C.d Développer une culture du risque auprès des populations et des acteurs

	exposés, ainsi que des professionnels du bâtiment et de l'aménagement (en particulier les promoteurs), aussi bien via des formations, des opérations de communication et des entraînements à la gestion de crise.
2.D Assurer la continuité de l'approvisionnement alimentaire de la région (production [en relation avec la dépendance alimentaire] / distribution / stockage) dans le cadre du changement climatique.	2.D.a Fixer des objectifs régionaux en matière de réduction de la dépendance alimentaire (exemple : objectif de 20% d'autosuffisance sur quelques grands produits de consommation alimentaire : volaille, fruits, légumes, etc.). 2.D.b Soutenir le développement d'une agriculture périurbaine diversifiée alimentant des filières courtes, en particulier autour du maraîchage et des vergers (en tenant compte des besoins d'irrigation) : développement des jardins familiaux et partagés et protection des terres agricoles (pour les plus fertiles). 2.D.c Prendre en compte la continuité de l'approvisionnement alimentaire, le stockage et la distribution dans la planification de la gestion de crise (inondation, canicule, etc.) à l'échelle régionale, ou plus globale (crise de production). Dans ce cadre, poursuivre l'identification des points de vulnérabilité des filières locales (de la transformation à l'approvisionnement).
2.E Assurer la robustesse et améliorer la résilience des réseaux de transports face à l'évolution certaine ou incertaine des évènements climatiques extrêmes (inondation, grand froid, fortes chaleurs, sécheresse, tempête et neige).	2.E.a Compléter les connaissances des impacts et de la vulnérabilité des réseaux de transports (en tenant compte des effets dominos), en particulier face aux épisodes de sécheresse/canicule/inondations ; mettre en place une veille et organiser l'accès à l'information sur le plan réglementaire. 2.E.b Elaborer des normes et critères de construction, d'entretien et de réhabilitation des routes et lignes ferroviaires tenant compte de l'évolution des évènements climatiques extrêmes. 2.E.c Poursuivre et mettre en œuvre des programmes de renouvellement et d'investissement pour les routes et les infrastructures ferroviaires. 2.E.d Améliorer la gestion des réseaux de transports en situation de crise.

3.1.3.3. AXE STRATEGIQUE 3 : PROTEGER / OPTIMISER LA GESTION DES RESSOURCES

Orientations	Mesures correspondantes
3.A Maintenir la qualité des eaux de surface face aux épisodes de sécheresse et à la diminution des débits (dilution réduite des polluants dans le milieu), en particulier sur les axes non régulés.	3.A.a Encourager une réflexion/concertation multi-acteurs (déjà partiellement engagée par l'EPTB Seine Grands Lacs) sur le soutien d'étiage, en particulier sur les cours d'eau non régulés, en vue d'arbitrer les choix en matière de maintien de la qualité des eaux (objectifs DCE 2027) ; 3.A.b Sensibiliser et mobiliser les acteurs concernés pour réduire la pollution à la source (agriculture, assainissement, etc.) des eaux de surface et des nappes (périmètres de protection des captages), en prenant notamment en compte le risque de pollution microbiologique. 3.A.c Prendre en compte les risques sanitaires liés aux politiques de l'eau (gestion en surface, stockage et utilisation des eaux pluviales, eaux de baignade, zones de rafraichissement, etc.), via la mise en place d'un plan de surveillance adapté et/ou d'un observatoire d'information du public.
3.B Anticiper la réduction de la disponibilité des ressources en eau de surface (en particulier sur les axes non régulés qui ne disposent pas de soutien à l'étiage) et souterraines.	3.B.a Poursuivre les recherches sur le fonctionnement hydrologique des nappes en Ile de France (relations entre les masses d'eau souterraine et de surface notamment), afin de réduire les incertitudes sur l'évolution des ressources ; s'approprier les scénarios prospectifs d'évolution socioéconomique développés dans le cadre du projet Explore 2070 pour confronter la demande future à l'évolution de la ressource. 3.B.b Vers la sobriété hydrique : évaluer et renforcer les programmes d'actions visant à réaliser des économies d'eau pour tous les usages (tarification incitative, récupération des eaux pluviales, réutilisation des eaux usées, optimisation des réseaux d'irrigation, etc.).

	3.B.c Mettre en place une "culture de l'eau" auprès de tous les acteurs (du particulier à l'industriel en passant par l'agriculteur), afin de favoriser la mise en œuvre des mesures d'économie d'eau et de protection de la ressource. 3.B.d Elaborer une politique de réserves foncières destinée à protéger les ressources en eau sur les secteurs stratégiques (protection des zones humides, création de bassin de stockage, etc.). 3.B.e Maîtriser l'imperméabilisation des sols en favorisant l'infiltration via la sensibilisation et la réglementation (taxe pluviale / règlements de ZAC). 3.B.f Réaliser un état des lieux de la vulnérabilité des activités économiques en lien avec la disponibilité de la ressource en eau.
3.C Faire face à la pression climatique (stress hydrique et thermique) sur les cultures, la forêt et les milieux.	3.C.a Identifier plus finement les facteurs de vulnérabilités et les opportunités des filières agricoles franciliennes (grandes cultures et maraîchage) dans le contexte du changement climatique. 3.C.b Identifier et mettre en œuvre / accompagner des mesures d'adaptation pour le secteur et les filières agricoles (modification des pratiques culturales, évolution des assolements, sélection d'espèces adaptées, etc.). 3.C.c Protéger les terres à haute valeur agronomique, présentant une importante réserve utile (donc une meilleure résistance au stress hydrique), via la préemption ou via les outils planification et d'urbanisme (SDRIF, SCoT, PLU, etc.). 3.C.d Préserver les terres agricoles, forestières et naturelles (zones humides, etc.) utiles pour la gestion du cycle de l'eau. 3.C.e Adapter le choix des peuplements et la gestion des forêts pour limiter les impacts directs et indirects du stress hydrique et thermique (dépérissement des arbres, feux de forêt, etc.), afin de préserver les services écosystémiques rendus (atténuation, économie du bois, rafraîchissement et cadre de vie, etc.), en relation notamment avec l'atténuation (filières bois énergie, stockage du carbone, etc.). Cela peut passer par exemple par une extension du couvert forestier. 3.C.f Mettre en œuvre tous les dispositifs favorisant la résilience de la biodiversité et des milieux aux impacts du changement climatique (mise en œuvre du SRCE, mise en place d'opérations pilotes de protection des zones humides (en relation avec le soutien d'étiage) et des pelouses calcicoles, etc.) 3.C.g Sensibiliser le grand public, les agriculteurs et les exploitants forestiers, à l'intérêt du maintien des services écosystémiques, pour obtenir leur adhésion vis-à-vis des politiques de protection de la biodiversité.
3.D Faire face à l'évolution des écosystèmes et à ses conséquences sur l'agriculture (bioagresseurs), la santé (allergie) et la biodiversité en Ile de France.	3.D.a Mettre en place / renforcer les réseaux d'observation pour suivre et être en capacité d'anticiper l'évolution des écosystèmes et l'arrivée de nouvelles espèces (en particulier lorsqu'elles sont allergènes ou bioagresseurs), en impliquant l'ensemble des acteurs concernés (agriculteurs, forestiers, chercheurs, grand public). 3.D.b Dans le cadre des programmes de végétalisation en milieu urbain, implanter des espèces adaptées au changement climatique, non allergènes, non invasives et diversifiées (répartition du risque en cas de maladie). 3.D.c Assurer une protection efficace des zones humides.

ANNEXES

ANNEXE 1 - Diagnostic de vulnérabilité complet

SECTION 1 RISQUES NATURELS

Table des matières

1 LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 3
1.1 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CRUES DE LA SEINE 3
1.1.1 SITUATION ACTUELLE : UN TERRITOIRE DEJA TRES EXPOSE 3
1.1.2 EXPOSITION FUTURE : QUELS IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ? 7
1.2 LA VULNERABILITE AUX CRUES DE LA SEINE ET DE SES AFFLUENTS 9
1.2.1 UNE VULNERABILITE ACTUELLE FORTE 9
1.2.2 LA VULNERABILITE FUTURE : MAITRISER L'URBANISATION EN ZONE INONDABLE 17
1.3 ZOOM SUR LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS PAR RUISSELLEMENT 22
1.3.1 EXPOSITION ACTUELLE ET FUTURE 22
1.3.2 VULNERABILITE FUTURE AUX INONDATIONS PAR RUISSELLEMENT 23
2 SECHERESSE ET RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES : QUELLES VULNERABILITES EN ILE-DE-FRANCE ? 25
2.1 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES 25
2.1.1 UNE EXPOSITION ACTUELLE CONNUE 25
2.1.2 UNE EXPOSITION FUTURE PLUS FORTE, MAIS PEU EVOLUTIVE SUR LE PLAN GEOGRAPHIQUE 26
2.2 VULNERABILITE DES TERRITOIRES AU PHENOMENE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES . 26
3 UNE AUGMENTATION POSSIBLE DU RISQUE DE FEUX DE FORET 28
3.1 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE RISQUE DE FEUX DE FORET EN ILE-DE-FRANCE 28
3.1.1 UNE EXPOSITION ACTUELLE FAIBLE 28
3.1.2 UNE EXPOSITION EN HAUSSE DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 29
3.2 L'APPARITION D'UNE NOUVELLE VULNERABILITE 29
3.2.1 DES ESSENCES FORESTIERES PEU ADAPTEES 29
3.2.2 UNE URBANISATION DIFFUSE EN MILIEU FORESTIER QUI ACCROIT LES RISQUES 30
4 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE 31

1 LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

1.1 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES CRUES DE LA SEINE

De nombreuses données et études ont été menées sur le risque inondation en Ile-de-France, notamment à l'occasion du centenaire de l'inondation de 1910. L'exposition et la vulnérabilité actuelle au risque (1.1.1 et 1.2.1) sont donc bien connues. Nous n'en reprendrons ici que les grandes lignes.

1.1.1 Situation actuelle : un territoire déjà très exposé

Ce qu'il faut retenir…

La Seine et ses affluents connaissent **régulièrement des crues dites à cinétique lente relativement prévisibles**, car marquées par l'évolution souvent lente de l'onde de crue. Les crues les plus sévères – la dernière crue centennale étant celle de 1910 – sont liées à la conjonction de plusieurs ondes de crues issues des différents affluents de la Seine situés, à l'exception de l'Oise, en amont de Paris.

Les **secteurs les plus exposés** en Ile-de-France sont : la zone de **confluence au nord de l'Essonne et dans le Val-de-Marne** ; la rive concave du méandre de la Seine **au nord des Hauts-de-Seine** ; et la **capitale elle-même**. Le département de **Seine-et-Marne** présente quant à lui d'importantes surfaces en zone inondable servant pour la plupart de **zone d'épandage** des crues en amont de la capitale.

1.1.1.1 ZONAGE DE L'ALEA

L'objectif est de qualifier l'exposition actuelle du territoire francilien à l'aléa inondation. Cette exposition est d'autant plus grande qu'il existe de nombreux territoires susceptibles d'être inondés par les crues de la Seine et de ses affluents. Ainsi, **à ce stade, il ne s'agit pas de prendre en compte les enjeux potentiellement concernés, mais bien l'importance géographique et l'intensité potentielle de l'aléa tel qu'il est connu aujourd'hui**.

Tableau 1 - Les zones inondables (zones PHEC et PPRI) en Ile-de-France (Artelia, d'après les données de l'Institut d'Aménagement et d'urbanisme d'Ile-de-France)

Territoire	Surface estimée en zone inondable en 2008 (ha)	Part surface estimée en zone inondable / surface totale en 2008
ESSONNE	3585	2%
HAUTS-DE-SEINE	**2190**	**12%**
PARIS	**1161**	**11%**
SEINE-ET-MARNE	**24362**	4%
SEINE-SAINT-DENIS	689	3%
VAL-D OISE	2981	2%
VAL-DE-MARNE	**4166**	**17%**
YVELINES	7097	3%
ILE-DE-FRANCE	46231	4%

4% du territoire francilien est exposé aux inondations. Comme l'illustre la carte suivante, les secteurs les plus exposés se situent pour la plupart dans les zones de confluence entre la Seine et ses affluents et sur les rives concaves des méandres de la Seine, secteurs d'accumulation où l'altitude est généralement faible. Trois secteurs en particulier se distinguent, avec plus de 10% de leur surface exposée aux crues de la Seine :

- Le **département du Val-de-Marne** (17% de sa surface en zone inondable) en amont de Paris, qui constitue avec le nord de l'Essonne la principale zone de confluence d'Ile-de-France. La Seine y accueille en effet les eaux de l'Essonne, de l'Orge, de l'Yerres et de la Marne.

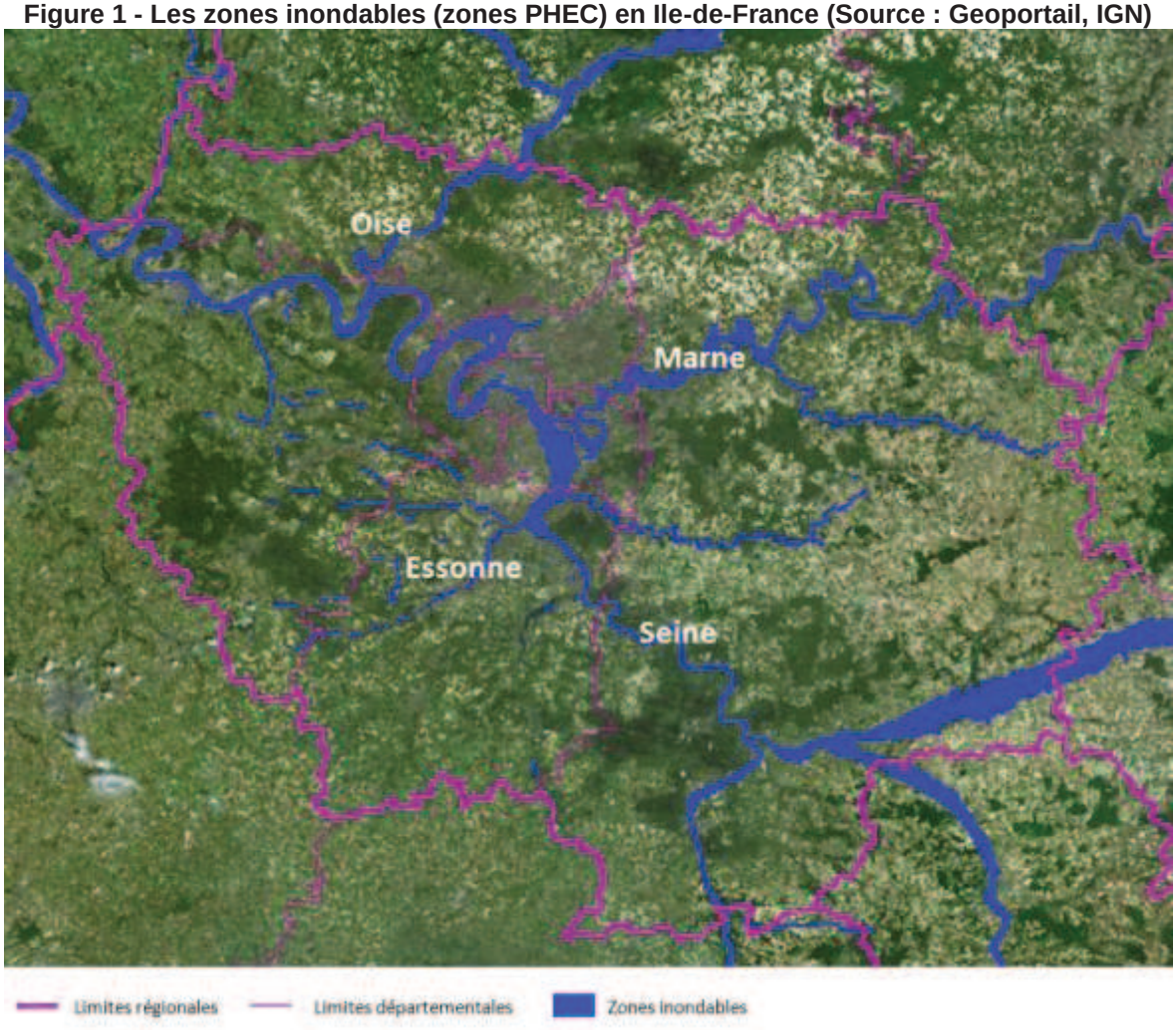
- Cette situation est renforcée par le goulot d'étranglement constitué par l'entrée de la Seine sur le territoire parisien, se traduisant par une élévation plus importante des eaux en amont de la capitale.

- La rive concave du méandre de la Seine au **nord du département des Hauts-de-Seine (12%),** constitue également un secteur très exposé, ce qui explique la part importante de la surface départementale située en zone inondable.

- **Paris**, enfin, avec 11% de sa surface en zone inondable, présente une forte exposition au risque, liée pour l'essentiel à la canalisation du fleuve sur l'ensemble de son cours. Cette contrainte entraîne, en cas de crue, une montée relativement rapide des eaux, en particulier dans son ancien lit majeur. Les secteurs situés dans l'ancien méandre de la Seine, passant au niveau de la gare St Lazare à l'ouest et du canal St Martin à l'est, sont particulièrement exposés.

De façon plus globale, on notera l'importance en surface des zones inondables en **Seine-et-Marne** (25 000 ha), en raison de l'importance de son réseau hydrographique, dont témoigne son nom. En amont de sa confluence avec le Loing, les zones inondables du bassin de la Seine sont particulièrement importantes. Ce secteur, pour l'essentiel rural, constitue une zone d'expansion des crues, permettant d'écrêter l'onde de crue en amont de l'agglomération parisienne. Comme le montre la carte, ce secteur d'expansion des crues s'étend au-delà de l'Ile-de-France, témoignant de l'importance des solidarités interrégionales pour la gestion du risque inondation.

Figure 1 - Les zones inondables (zones PHEC) en Ile-de-France (Source : Geoportail, IGN)



1.1.1.2 L'OCCUPATION DES SOLS EN ZONE INONDABLE

Comme évoqué plus haut, les zones exposées aux inondations couvrent seulement 4%[1] du territoire francilien. Toutefois, ces territoires offrant une bonne rente de site – absence de relief propice à l'urbanisation et au développement des réseaux, etc. – ils concentrent aujourd'hui bon nombre d'enjeux et sont, dans beaucoup de cas, densément urbanisés.
Les principaux types d'occupation des sols en zone inondable sont les suivants (par ordre d'importance) :

1.1.1.2.1 Les zones résidentielles

13,1% des zones exposés (soit 6 000ha) en Ile de France sont occupées (chiffres 2010) par des zones d'habitat individuel ou collectif, les secteurs les plus concernés étant situés dans le Val de Marne (1650 ha) et en Seine et Marne (1347 ha).

Tableau 2 – Répartition des espaces dédiés à l'habitat en zone inondable par département (Source : IAU)

	Zone inondable	Habitat	%	Dont habitat individuel	%	Dont habitat collectif	%
Paris	1 160,8	341,0	29,4	0,6	0,1	340,4	29,3
Hauts-de-Seine	2 189,7	679,9	31,0	208,2	9,5	471,7	21,5
Seine-Saint-Denis	688,6	263,5	38,3	228,1	33,1	35,4	5,1
Val-de-Marne	4 166,3	1 650,4	39,6	1 149,1	27,6	501,3	12,0
Petite couronne	**8 205,4**	**2 934,8**	**35,8**	**1 585,9**	**19,3**	**1 348,9**	**16,4**
Seine-et-Marne	24 361,6	1 347,4	5,5	1 131,8	4,6	215,6	0,9
Yvelines	7 096,7	699,2	9,9	608,0	8,6	91,2	1,3
Essonne	3 584,9	794,2	22,2	630,8	17,6	163,4	4,6
Val-d'Oise	2 980,8	261,6	8,8	244,9	8,2	16,7	0,6
Grande couronne	**38 024,0**	**3 102,5**	**8,2**	**2 615,6**	**6,9**	**486,9**	**1,3**
Île-de-France	**46 229,4**	**6 037,2**	**13,1**	**4 201,5**	**9,1**	**1 835,7**	**4,0**

Source : Mos 2008 – IAU IdF

1.1.1.2.2 Les zones d'activités

6,3% des zones exposées (soit 3 340 ha) en Ile de France sont occupées (chiffres 2010) par des zones d'activités industrielles, artisanales ou commerciales, en site propre (grandes emprises industrielles, etc.) ou mêlées au reste du tissu urbain.

Tableau 3 – Occupation des sols en zone inondable par département : zones d'activités et équipements (Source : IAU)

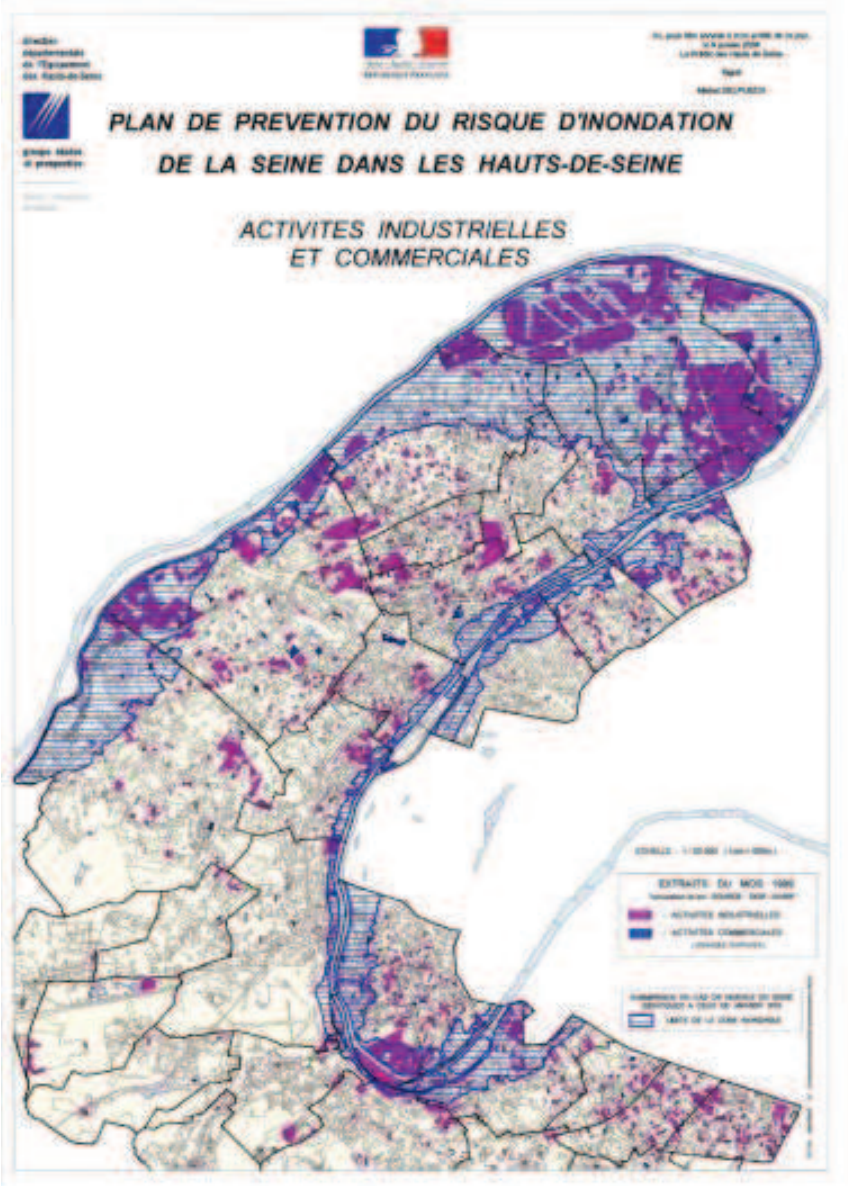
	Activités							Total activités	Équipements		Total équipements
	Activités en tissu urbain mixte	Grandes emprises industrielles	Zones d'activités économiques	Entreposage à l'air libre	Entrepôts logistiques	Commerces	Bureaux		Enseignement	Santé	
Paris	14	0	0	24	6	9	108	161	37	12	49
Hauts-de-Seine	47	55	198	77	17	11	120	525	68	13	81
Seine-Saint-Denis	23	20	17	14	5	3	2	84	7	7	14
Val-de-Marne	144	201	209	144	21	43	37	799	93	28	121
Petite couronne	**228**	**276**	**424**	**259**	**49**	**66**	**267**	**1 569**	**205**	**60**	**265**
Seine-et-Marne	134	34	142	140	0	8	1	459	34	6	40
Yvelines	116	67	99	150	12	5	3	452	22	8	30
Essonne	65	31	53	69	9	18	4	249	31	4	35
Val-d'Oise	14	26	90	38	2	4	3	177	3	1	4
Grande couronne	**329**	**158**	**384**	**397**	**23**	**35**	**11**	**1 337**	**90**	**19**	**109**
Île-de-France	**557**	**434**	**808**	**656**	**72**	**101**	**278**	**2 906**	**295**	**79**	**374**

Source : IAU idF, Mos 2008

[1] Base Eider du MEDDTL, validé par l'IAU (« Urbanisation et zones inondables : les risques encourus », Note rapide de l'IAU N°557, juillet 2011).

Plus de la moitié des zones d'activités exposées se situent en petite couronne (1 569 ha), qui présentent notamment trois secteurs particulièrement concernés : la Seine-Amont dans le Val-de-Marne, la boucle de Gennevilliers dans les Hauts-de-Seine et la rive gauche de la Seine à Paris.

Figure 2 – Activités industrielles et commerciales en zone inondable (source : DDE des Hauts-de-Seine, 2004)



La carte ci-contre représente la vulnérabilité des activités industrielles et commerciales dans le département des Hauts-de-Seine. On note que la boucle de Gennevilliers, qui concentre le plus grand nombre de zones d'activités (en violet), est également le secteur le plus exposé (hachures bleues).

1.1.1.2.3 Autres types d'occupation des sols

Hormis les zones résidentielles et d'activités, les zones inondables urbanisées présentent d'autres types d'occupation des sols : les infrastructures de transports occupent 1861 ha, les équipements 810 – dont 374 ha pour les bâtiments dédiés à la santé ou à l'enseignement – et les espaces urbains ouverts (espaces verts, terrains de sport, etc.), 5180 ha.
Le reste des zones inondables est occupé par des zones naturelles ou agricoles, concentrées dans leur majeure partie dans les départements de la Grande Couronne.

1.1.1.2.4 Synthèse de la territorialisation du risque inondation en Ile de France

Le tableau suivant, issu des travaux de l'IAU, présente une synthèse de l'occupation des sols en zone inondable.

Tableau 4 - Occupation des sols en zone inondable en Ile-de-France (Source : IAU, 2010)[2]

Occupation des sols en zone inondable (ha)	Espaces naturels	Zones agricoles	Espaces urbains ouverts	Zones résidentielles	Zones d'activités et équipements	Transports
PARIS	6	4	275	341	301	222
HAUTS-DE-SEINE	54	0.3	404	680	723	278
SEINE-SAINT-DENIS	114	10	121	264	132	42
VAL-DE-MARNE	229	1	586	1650	1086	571
SEINE-ET-MARNE	10731	9567	1690	1347	705	266
YVELINES	2171	2348	1037	699	626	195
ESSONNE	1083	422	705	794	365	209
VAL-D OISE	731	1323	367	262	209	79
ILE-DE-FRANCE	**15119**	**13674**	**5184**	**6037**	**4147**	**1861**

Au regard de l'occupation des sols, nous pouvons distinguer en Ile-de-France deux grands ensembles présentant des niveaux de vulnérabilité bien distincts : les départements de l'agglomération centrale d'une part (Paris et sa Petite Couronne : Hauts-de-Seine, Seine-St-Denis et Val-de-Marne), et les départements à dominante plus rurale d'autre part (Seine-et-Marne, Essonne, Yvelines et Val d'Oise).

Les départements de Paris et de la Petite Couronne

Les zones inondables, dans cette partie de l'Ile-de-France, sont dans leur majeure partie urbanisées (zones résidentielles, équipements divers, zones industrielles, artisanales ou commerciales, réseaux de transport, etc.) et présentent de ce fait une très forte sensibilité aux inondations.

Au-delà des atteintes déjà très importantes à ces différents enjeux localisés en zone inondable, une inondation majeure aurait pour l'ensemble de l'agglomération parisienne des conséquences socioéconomiques considérables : paralysie de nombreux réseaux de transport, coupures d'électricité massives – et en conséquence d'alimentation en eau –, difficultés d'accès aux services d'urgence, etc. Selon les estimations du Plan Seine, à l'échelle de l'Ile-de-France, une crue majeure de la Seine toucherait environ 170 000 entreprises, dont 86 000 directement inondées, avec des conséquences économiques très importantes à l'échelle nationale (source IAU).

Les départements de la Grande Couronne

Les autres départements d'Ile-de-France sont beaucoup moins sensibles aux inondations. Exception faite de l'Essonne, la majeure partie des zones inondables y sont occupées par des zones agricoles ou naturelles susceptibles de jouer le rôle de zone d'expansion des crues.

1.1.2 Exposition future : quels impacts du changement climatique ?

Ce qu'il faut retenir…

- Facteur climatique : des incertitudes sur l'évolution des précipitations en quantité et en intensité en relation avec le changement climatique ;

- Facteurs socio-économiques :

- Choix d'aménagements dans les zones inondables (qui relèvent notamment des documents d'urbanisme : PPRI, PLU, SCoT, SDRIF, projet à venir de PGRI, etc.) ;
- Evolution des systèmes de régulation des crues existants (barrages pour l'écrêtement des crues, aménagement de zones d'expansion des crues, etc.).

Le changement climatique devrait se traduire par une réduction du cumul annuel de précipitations en France, et ce dès l'horizon 2030. Dans ces conditions, le risque inondation lié aux crues de la Seine devrait mécaniquement diminuer.

[2] « Zones inondables : des enjeux toujours plus importants en Ile-de-France », Note rapide de l'IAU N°516, septembre 2010.

Toutefois, comme le soulignent de nombreux rapports[3], l'incertitude est considérable quant à l'impact du changement climatique sur l'évolution de la fréquence et de l'intensité des inondations fluviales. Cette incertitude est notamment liée à une probable modification de la répartition des précipitations tout au long de l'année. Leur concentration dans le temps pourrait se traduire par une exposition accrue à ce type d'inondation.

On note par ailleurs que l'évolution de l'exposition aux inondations dépendra également pour beaucoup des choix d'aménagement dans le bassin de la Seine et de ses affluents. Si les choix d'aménagement passés déterminent l'exposition actuelle à l'aléa, il en va de même des choix futurs :

- L'étalement urbain en zone inondable sans mesures spécifiques d'adaptation, en limitant les zones d'épandage des crues, accélèrerait encore l'exposition à l'aléa ;
- L'aménagement de zones d'expansion des crues, la limitation de l'urbanisation et la maîtrise du ruissellement (donc de l'imperméabilisation des sols), l'adaptation du bâti en zone inondable et l'amélioration du système de régulation du fleuve pourraient par exemple permettre, au contraire, de la réduire.

Réduire l'exposition future – La Bassée : un nouvel aménagement d'expansion des crues[4]

En amont de la région Ile-de-France, la vallée de la Seine (et de ses affluents) a été pourvue d'un dispositif destiné à réguler le fleuve aussi bien en période de sécheresse (maintien du débit d'étiage) qu'en période de crue (écrêtement de l'onde de crue pour protéger les territoires en aval. Ex. : Protection de l'agglomération parisienne d'une crue par la création de zone d'expansion des crues en amont). Ce dispositif est formé de quatre lacs réservoirs aménagés dans la seconde moitié du XXème siècle et est géré par les Grands Lacs de Seine reconnus EPTB (Etablissement Public Territorial de Bassin) en 2011. Un ouvrage traitant le double objectif crue/étiage doit faire le plein au 1er janvier pour se préparer à la gestion de l'étiage (juin-décembre), et doit être vide au 1er décembre pour se parer au risque de crue (et l'ouvrage doit conserver une marge pour le risque de crue de printemps (risque de crue de printemps en février-mars).

Les Grands Lacs de Seine ont un rôle clé dans la gestion des crues et des étiages de la Seine. Ils apportent ainsi une vision globale sur le bassin (crues, qualité de l'eau, sécheresses) que les collectivités locales n'ont pas forcément. Aujourd'hui, un cinquième projet d'aménagement vise à compléter ce dispositif à l'horizon 2020, en créant en amont de l'agglomération parisienne un système artificiel d'expansion des crues à La Bassée. Cet ouvrage en projet a une capacité de 55 millions de m3 et peut contenir toute la crue. Il s'agit d'une capacité bien inférieure aux ouvrages à double-objectif qui ont une capacité de l'ordre de 80 à 350 millions de m3 (l'ensemble des 4 ouvrages existants représente une capacité de 830 millions de m3).
Le projet de la Bassée fait suite notamment à la crue de l'Yonne de 1982, lors de laquelle le RER C avait failli être inondé, et s'il l'avait été, on n'aurait pas pu garantir sa reconstruction. Il s'agit d'aménager dix zones de stockage délimitées par un réseau de 58km de digues, capable de stocker 55 millions de m³ d'eau, directement pompés dans la Seine.

Avec les ouvrages existants, la région est bien protégée face au risque d'inondation. Cependant, le risque zéro n'existe pas, et le bâti en Île-de-France est mal protégé face aux différents aléas naturels en général.
Pour réduire la vulnérabilité du bâti face au risque de crue, il faut d'une part travailler sur la résilience de l'existant, et d'autre part sensibiliser les aménageurs au risque pour l'aménagement en zone inondable.

Source : entretien avec M. Rizzoli – Grands Lacs de Seine, Artelia, 2012

[3] Voir notamment le Rapport sur la Concertation nationale sur l'adaptation au changement climatique, MEDDTL, 2010.
[4] Conseil régional d'Ile de France, Crue Seine Bassée, débat public – Projet d'aménagement de la Bassée – Cahier d'acteurs 13,

1.2 LA VULNERABILITE AUX CRUES DE LA SEINE ET DE SES AFFLUENTS

1.2.1 Une vulnérabilité actuelle forte

Ce qu'il faut retenir…

Première agglomération, poumon économique et capitale politique française, la région Ile-de-France présente de ce fait **une très forte sensibilité aux crues de la Seine**. Au sein de l'agglomération parisienne, **l'essentiel des zones exposées sont aujourd'hui urbanisées**. Au-delà de la vulnérabilité des zones exposées, les conséquences sur la vie économique régionale et nationale seraient considérables en cas de crue majeure.

Sur le plan des **impacts économiques**, le **coût des dommages directs** lié à une crue comparable à celle de 1910 est ainsi estimé, selon les sources, entre **15 et 20 milliards d'Euros**[5], sans tenir compte de la dégradation des réseaux, du coût pour les entreprises (170 000 entreprises touchées dont 86 000 directement inondées), ainsi que des 14 000 ha de terres agricoles concernées.
Le **préjudice total d'une telle inondation** représenterait, selon les estimations actuelles, **30 à 40 milliards d'Euros**, en considérant les retours sur les inondations récentes qui ont prouvé que les pertes liées aux activités dépassent globalement la moitié du coût des dommages[6].
Sur le plan des **impacts humains**, entre 850 000 et 1 million de personnes pourraient être touchées directement selon les estimations. Bien plus, un tel évènement aurait un impact économique et social considérable, atteignant à des degrés divers des territoires non exposés directement. Ainsi, plus de **2,5 millions de personnes en seraient affectées, directement ou indirectement**[7].

Néanmoins, il convient de nuancer cette approche. Le système des lacs réservoirs en amont de l'agglomération, bientôt renforcé par le projet en cours à La Bassée, limiterait l'impact d'une telle inondation de façon importante, en abaissant la ligne d'eau par rapport à celle de 1910. À ce titre, la ligne d'eau de 1910 à Paris ne pourrait plus être qualifiée de centennale.

Les secteurs les plus exposés que nous venons de décrire – le Val-de-Marne, le nord des Hauts-de-Seine et Paris – sont aussi parmi les plus urbanisés d'Ile-de-France. Ces territoires présentent donc une forte sensibilité aux inondations. Au-delà, l'ensemble des vallées de la Seine et, dans une moindre mesure, de ses affluents, présentent de nombreux enjeux humains et socio-économiques également sensibles aux crues de ces cours d'eau. Selon les estimations, entre 850 000 et un million de personnes seraient directement concernées par le risque inondation.

Nous avons évoqué précédemment la territorialisation du risque inondation, à travers la part des différents types d'occupation des sols en zones inondables. La vulnérabilité des enjeux dépend de leur exposition, mais également de leur sensibilité au risque inondation.

ETPB Grands Lacs de Seine et gestion du risque inondation

Réduction de la vulnérabilité face au risque inondation
Avec les ouvrages existants, la région est bien protégée face au risque d'inondation. Cependant, le risque zéro n'existe pas, et le bâti en Île-de-France est mal protégé face aux différents aléas naturels en général.
Pour réduire la vulnérabilité du bâti face au risque de crue, il faut d'une part travailler sur la résilience de l'existant, et d'autre part sensibiliser les aménageurs au risque pour l'aménagement en zone inondable.
L'EPTB travaille beaucoup sur la sensibilisation pour la construction en zone inondable. En 1990-1998, Les Grands Lacs de Seine ont réalisé une étude sur la gestion des risques de crue, avec une phase de concertation, mais sans les gestionnaires de réseaux.

[5] Plan Seine, 2007 ; IAU, 2010.
[6] « Economie francilienne : quelle robustesse face à une inondation majeure ? », Note rapide de l'IAU N°534, février 2011.
[7] « Urbanisation et zones inondables : les risques encourus », Note rapide de l'IAU N°557, juillet 2011.

Après cette étude et les tempêtes de 1999, la Zone de Défense et de Sécurité de Paris ont organisé des exercices simulant une crue en Île-de-France, incluant les réseaux dans la boucle. La Zone de Défense a donc repris la main sur la sensibilisation au risque de crue, mais les Grands Lacs de Seine restent acteur.
L'EPTB a notamment travaillé pour la Chambre de Commerce et de l'Industrie et a ainsi réalisé une dizaine d'audits. Ils sensibilisent également les Départements pour les collèges et les lycées.

Une question transversale avec une gouvernance encore à définir
La problématique de l'eau ne se restreint donc plus aux secteurs liés à l'eau mais également à l'aménagement. Cependant, l'organisation de leur travail sur ce sujet reste encore mal définie. Le CG94 veut faire une gestion transversale, avec le Secrétariat Général maintenu au courant des actions dans le domaine de la gestion de l'eau. Le CG92 se concentre sur les cantines, les maisons de retraite en cas d'inondation. La Zone de Défense se concentre sur les grands réseaux.
Les Grands Lacs de Seine interviennent auprès des collectivités territoriales. L'EPTB organise des modules de formation pour les élus. Ils peuvent également intervenir sur des projets ponctuels, comme par exemple dans le 94 sur un projet de construction en zone inondable sur d'anciennes friches. Ce type d'intervention peut avoir un réel impact de sensibilisation si elle est menée dans le cadre d'un collège d'experts.

Des lois de protection contre les inondations existantes mais un manque de moyens financiers pour les collectivités territoriales
Il existe déjà des outils et des lois localement pour se protéger contre les inondations, mais il reste des efforts à faire pour les mettre en place et les appliquer efficacement (ex. depuis 2007, loi prévoyant des digues de protection à l'échelle locale).

Source : entretien M. Rizzoli - Grands Lacs de Seine, Artelia, 2012

1.2.1.1 LA VULNERABILITE DES ZONES RESIDENTIELLES

1.2.1.1.1 Les facteurs de vulnérabilité

La vulnérabilité des logements face à la montée des eaux est conditionnée par différents facteurs :

- L'exposition du bâti, qui conditionne la nature des dommages ;
- Le type de logement : habitat individuel (centre urbain, ensemble pavillonnaire, habitat rural) ou habitat collectif (grands ensembles, résidences, etc.) ;
- La capacité d'hébergement et la nature de la population accueillie, qui conditionne l'importance des secours à mobiliser, la nécessité d'une évacuation ou la possibilité de maintenir la population sur site.

À l'échelle régionale, 2/3 des zones résidentielles exposées sont occupées par des logements individuels, avec cependant un gradient centre/périphérie très marqué : ainsi, la part d'habitat collectif dans les zones concernées est d'environ 46% à l'échelle de la Petite Couronne, 70% à celle des Hauts-de-Seine et atteint près de 100% à l'échelle de Paris.

1.2.1.1.2 La vulnérabilité des populations : d'importants contrastes territoriaux

A l'échelle régionale, entre 850 000 et 1 millions d'habitants, selon les estimations, sont directement concernés par le risque inondation, soit 7,2% de la population francilienne. Néanmoins, tous les territoires franciliens ne sont pas touchés de la même manière. Ainsi, les 3/4 des 636 000 habitants exposés se trouvent dans les territoires densément peuplés de la Petite Couronne, les deux départements les plus touchés étant :

- Le Val-de-Marne avec 251 900 habitants exposés, soit 19,3% de la population départementale, dont plus de 190 000 exposés à des niveaux d'aléas très forts, ce qui en fait un territoire particulièrement vulnérable sur le plan humain ;
- Les Hauts-de-Seine, avec 200 700 habitants exposés, soit 13,1% de la population départementale.

Par ailleurs, la cartographie de l'aléa, réalisé dans le cadre des Plans de Prévention du Risque Inondation (PPRI) et qui établit un zonage précis des différents niveaux de l'aléa, indique que près de 60% des zones résidentielles franciliennes exposées le sont à des niveaux d'aléa forts à très forts (hauteur de submersion supérieure à 1m). Cela concerne 49,8% de la population exposée, soit environ 406 000 habitants. La vulnérabilité humaine aux inondations est donc particulièrement élevée en Ile de France.

L'analyse de la vulnérabilité peut également être réalisée à l'échelle intercommunale. Là encore, la vulnérabilité est très inégale, puisque les 10 communes les plus exposées réunissent 316 000 habitants, soit près de 38% de la population totale exposée. Par ailleurs, 23 communes et arrondissements parisiens sont concernés pour plus de 10 000 habitants, et 6 communes pour plus des 2/3 de leur population :

- Alfortville (98,2 % de la population exposée au risque inondation) ;
- Villeneuve-la-Garenne (88,1 %) ;
- Villeneuve-Saint-Georges (71,7 %) ;
- Gennevilliers (68,4 %) ;
- A un degré moindre, étant donné le nombre de personnes impactées, Gournay-sur-Marne (76,5 %) et Mouy-sur-Seine (84,5 %).

La comparaison des deux cartes de l'IAU (ci-après), qui présentent, d'une part, la « population communale en zone inondable » (Figure 3) et, d'autre part, la « part de la population en zone inondable » (Figure 4) ; illustre ces inégalités territoriales.

Au vue de l'occupation humaine importante dans des zones inondables, les conséquences d'une crue majeure en Ile-de-France seraient sans commune mesure avec les dernières grandes inondations connues en France, telles que celle de la Somme en 2001.

Figure 3- La population communale en zone inondable (source : IAU, 2006)

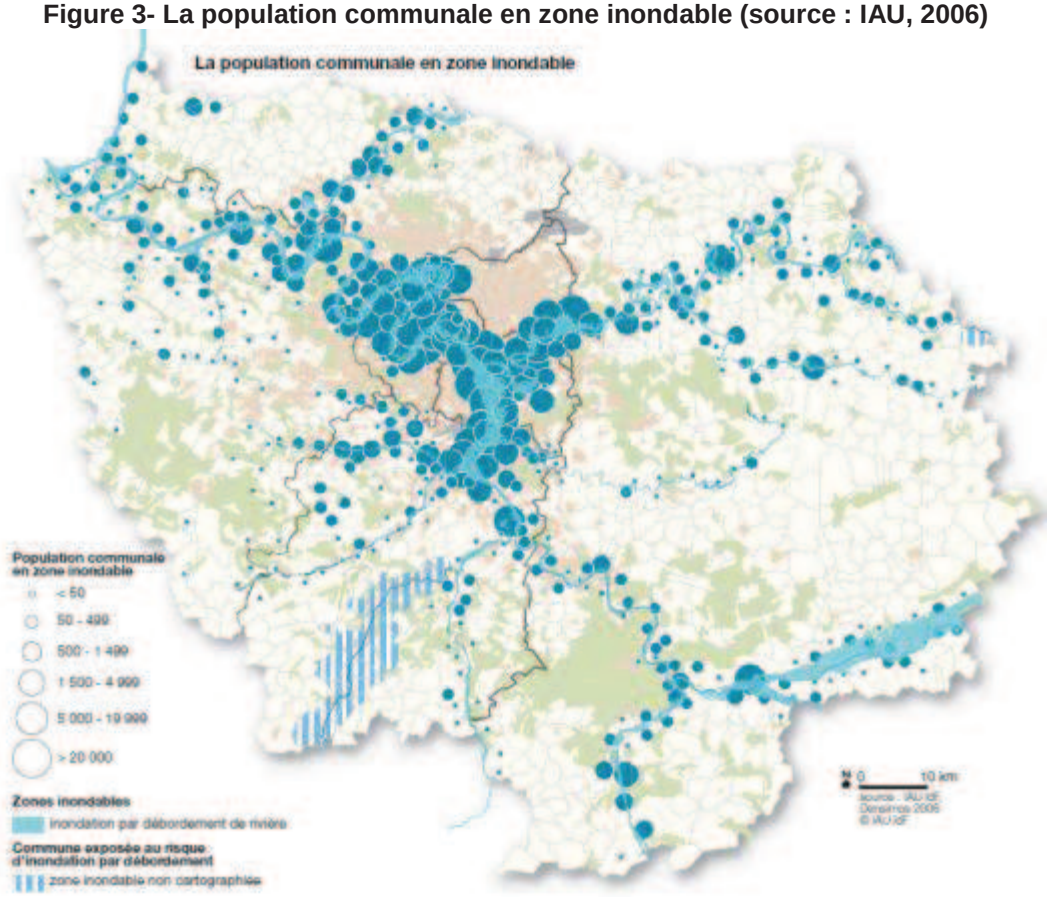
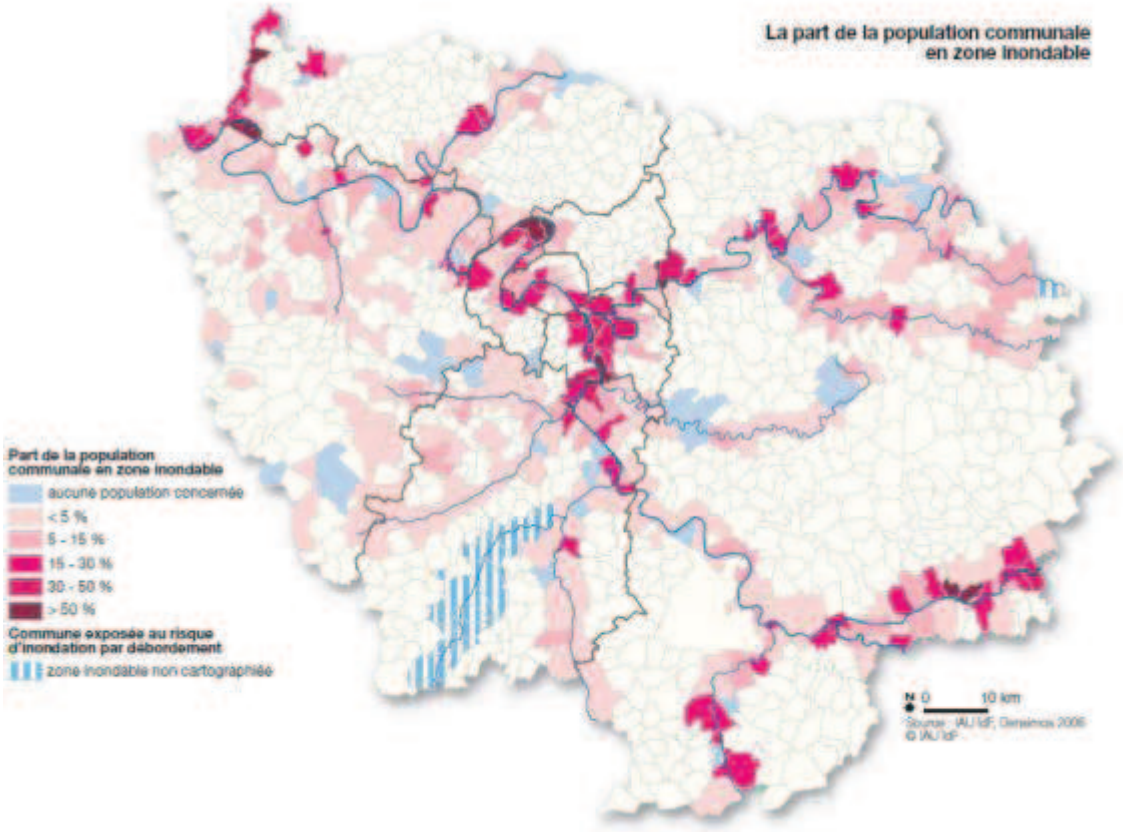


Figure 4 - La part de la population communale en zone inondable (source : IAU, 2006)



1.2.1.2 LA VULNERABILITE DES ZONES D'ACTIVITES EN ZONE INONDABLE

Dans le cas d'une crue centennale, les activités franciliennes apparaissent très vulnérables, 40% des espaces d'activités en zone inondable étant exposés à des aléas forts à très forts. On note que ce taux atteint 53% dans les départements de la Petite Couronne.

Au total, plus de 56 700 établissements économiques seraient potentiellement menacés pour tout ou partie de leur emprise foncière, soit 9,5% des entreprises franciliennes[8]. Ces entreprises concentrent plus de 630 000 emplois, soit 11,5% des effectifs d'Ile-de-France.
Là encore, les départements de la Petite Couronne sont les plus vulnérables. Ils concentrent en effet près de 84% des établissements et 89% des emplois potentiellement impactés en cas de crue majeure. Proportionnellement à son potentiel économique, c'est le Val-de-Marne qui est le plus exposé, les Hauts de Seine l'étant également dans une moindre mesure. Pour ce qui concerne les départements de la Grande Couronne, l'Essonne est le plus vulnérable.

À Paris, près de 29 000 établissements économiques et 288 000 emplois sont vulnérables à l'aléa inondation. L'enjeu est d'autant plus important que le PPRI dénombre 22 000 établissements économiques (soit 40% des 235 600 établissements) et 270 000 emplois (soit 43% des emplois totaux) dans des zones à aléas forts à très forts.
Les tableaux ci-dessous détaillent le nombre d'établissements et d'emplois en zone inondable par département, ainsi que leur répartition par niveau d'aléa :

Tableau 5 – Nombre d'établissements économiques et d'emplois en zones inondables par département
(Source : IAU, situation en janvier 2007)

	Établissements	Emplois	Zones inondables			
			Établissements	%	Emplois	%
Paris	235 600	1 717 400	28 800	12,2	288 500	16,8
Hauts-de-Seine	70 700	963 400	8 200	11,6	151 400	15,7
Seine-Saint-Denis	54 300	545 500	1 000	1,8	9 800	1,8
Val-de-Marne	50 500	508 300	9 800	19,4	109 600	21,6
Petite couronne	**411 100**	**3 734 600**	**47 700**	**11,6**	**559 200**	**15,0**
Seine-et-Marne	50 000	421 600	3 700	7,4	23 900	5,7
Yvelines	54 500	520 100	1 900	3,5	16 300	3,1
Essonne	43 100	419 800	2 700	6,3	22 700	5,4
Val-d'Oise	40 200	391 700	700	1,7	8 100	2,1
Grande couronne	**187 800**	**1 753 200**	**9 000**	**4,8**	**71 000**	**4,0**
Ile-de-France	598 900	5 487 800	56 700	9,5	630 200	11,5

Tableau 6 – Répartition des établissements économiques et emplois par niveau d'aléas et par département
(Source : IAU, situation janvier 2007)

	Établissements exposés				Emplois exposés			
	Aléas PPRI	Très fort (> 2m)	Fort (entre 1 et 2 m)	Moyen à faible (< 1 m)	Aléas PPRI	Très fort (> 2m)	Fort (entre 1 et 2 m)	Moyen à faible (< 1 m)
Paris	28 800	600	7 900	20 300	288 500	16 900	88 500	183 100
Hts-de-Seine	8 200	200	2 600	5 400	151 400	6 400	57 600	87 400
S.-St-Denis	1 000	100	300	600	9 800	500	1 500	7 800
Val-de-Marne	9 800	3 300	4 000	2 500	109 600	31 900	43 000	34 700
S.-et-Marne	3 100	100	900	2 100	21 100	700	6 000	14 400
Yvelines	1 800	100	600	1 100	16 100	900	4 700	10 500
Essonne	2 600	200	1 000	1 400	22 600	3 300	7 800	11 500
Val-d'Oise	400	0	100	300	2 500	0	600	1 900
Ile-de-France	**55 700**	**4 600**	**17 400**	**33 700**	**621 600**	**60 600**	**209 700**	**351 300**
Taux		**8,3 %**	**31,2 %**	**60,5 %**		**9,7 %**	**33,7 %**	**56,5 %**

Source : estimation IAU îdF - situation janvier 2007.

[8] « Economie francilienne : quelle robustesse face à une inondation majeure ? », Note rapide de l'IAU N°534, février 2011.

Selon ces données, il s'avère que les départements de Paris et de la Petite Couronne concentrent les enjeux économiques en zones inondables, avec près de 84% des établissements économiques et 89% des emplois potentiellement impactés, ce que confirme les cartes des établissements et de la part des salariés en zone inondable.

Figure 5 – Les établissements économiques en zone inondable (source : IAU, 2006)

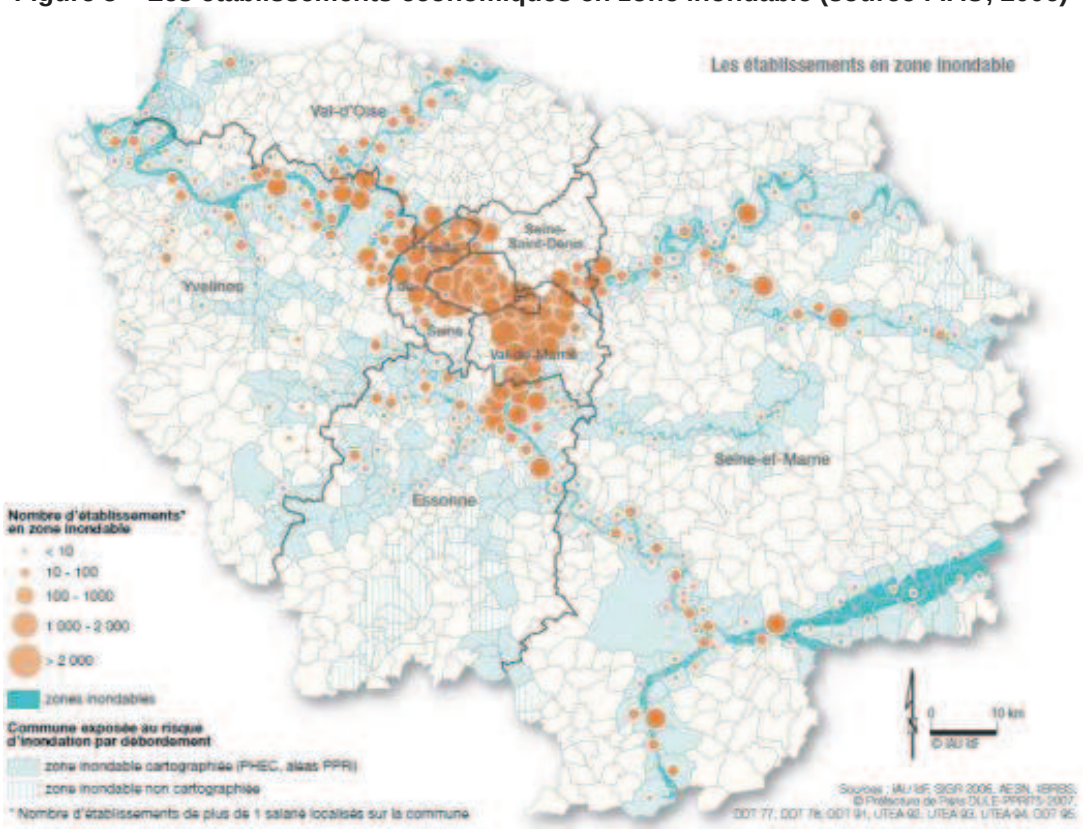
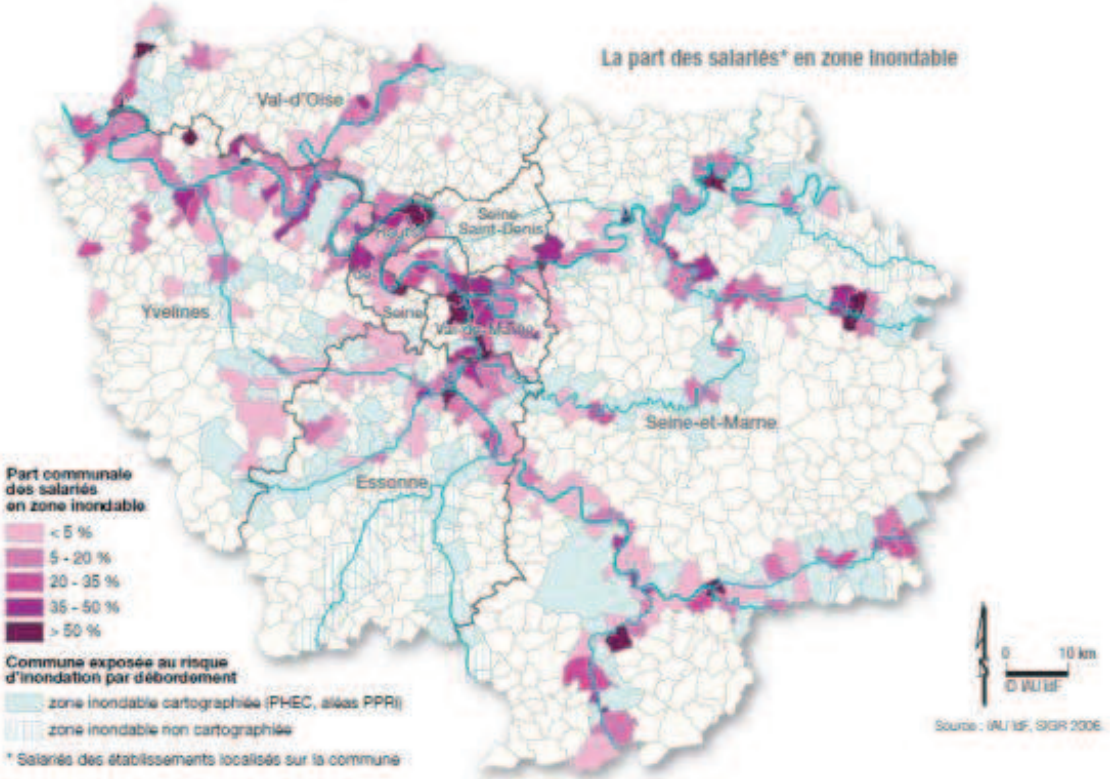


Figure 6 – La part des salariés en zone inondable (source : IAU, 2006)

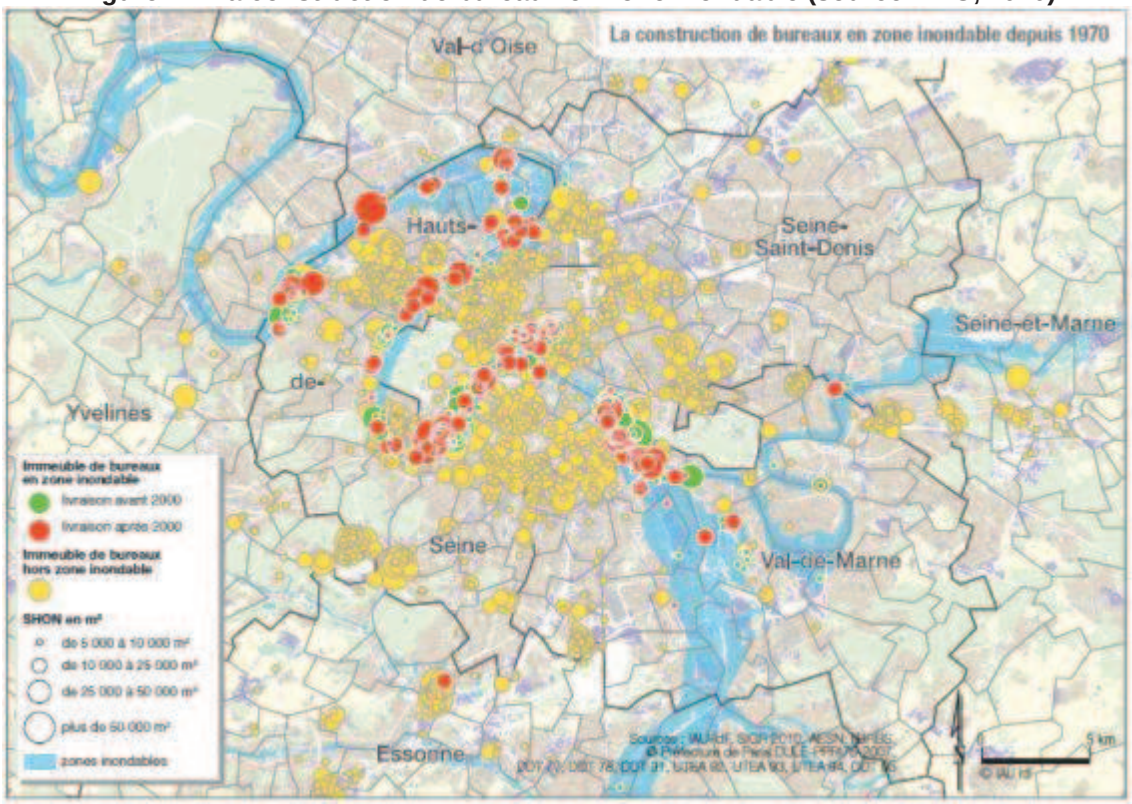


Les types d'établissements concernés

La vulnérabilité des activités face à une crue majeure – et ses conséquences – est différente en fonction des types d'établissements.
Ainsi, 85% des établissements exposés à une crue majeure sont des petites entreprises de moins de 10 salariés. Toutefois, leur effectif cumulé atteint environ 100 000 emplois. Les établissements de plus de 100 salariés ne représentent quant à eux que 1,7% des établissements concernés, mais plus de 54% des effectifs. Par ailleurs, près de 160 établissements de plus de 500 salariés sont également concernés, totalisant 180 000 emplois.
Parmi les grandes entreprises susceptibles de subir des aléas forts à très forts se trouvent de grandes entreprises privés, mais aussi quelques établissements publics comme par exemple : le siège de la RATP, de la SNCF, l'hôpital Georges-Pompidou, le Ministère des Finances, la Caisse des dépôts et consignations, etc.
Il est également important de considérer la forte vulnérabilité des immeubles de bureaux. En effet, la construction de bureaux prend une place de plus en plus importante dans l'immobilier d'entreprise, en lien avec l'évolution de l'économie francilienne vers les activités tertiaires. Sur les 2 400 immeubles de bureaux de plus de 5 000 m² construits depuis 1970 en Ile-de-France, 419 d'entre eux, totalisant 5,6 millions de m² pourraient être touchés par une crue majeure.

Comme le montre la carte suivante, l'essentiel de ces immeubles est localisé dans les départements de Petite Couronne, plus particulièrement dans les Hauts-de-Seine et à Paris, qui totalisent 84% des immeubles et 87% des surfaces de bureaux exposés. Ce parc accueille entre 250 000 et 280 000 salariés.

Figure 7 – La construction de bureaux en zone inondable (source : IAU, 2010)



La vulnérabilité des immeubles de bureaux est un enjeu important et relativement récent puisque la construction des immeubles exposés est relativement récente. En effet, près des 3/4 des opérations ont été livrées depuis 1990, soit 4,35 millions de m², dont 2,63 millions depuis 2000. Par ailleurs, plus de 2/3 de ces opérations sont nouvelles, se réalisant à la faveur du renouvellement urbain et de la mutation d'anciens sites industriels.

1.2.1.3 UNE VULNERABILITE « SYSTEMIQUE »

Une inondation majeure en Ile-de-France aurait des conséquences désastreuses, d'autant plus importantes que l'agglomération parisienne connaît une vulnérabilité dite « systémique ». Une

inondation aurait ainsi des impacts sur de nombreux secteurs et réseaux de l'Ile-de-France, dépassant le cadre territorial des zones inondables. Il convient donc de considérer la vulnérabilité non pas uniquement en fonction de l'occupation des sols en zone inondable, mais également en fonction des impacts indirects d'une inondation (sur le plan spatial et temporel).

Nous distinguerons ainsi trois grands « types » d'impacts induisant des capacités d'adaptation différentes :

- Les impacts directs (en zone inondable), que nous avons traités plus haut ;
- Les impacts indirects sur le plan spatial, au-delà des zones inondables ;
- Les impacts indirects sur le plan temporel, au-delà de la période de crue (temps de résilience).

Ces trois « types » d'impacts touchent à différents degrés plusieurs enjeux, à savoir :

- Les enjeux humains, autrement dit les populations vulnérables ;
- Les activités économiques ;
- Les bâtiments et équipements publics ;
- Les réseaux (énergie, transports, télécommunications mais aussi assainissement des réseaux d'eau et traitement des déchets).

Dans cette thématique ne seront traitées que la vulnérabilité des populations et activités économiques. Les conséquences pour les bâtiments et les réseaux sont détaillées dans les chapitres « réseaux » et « bâti ».

1.2.1.3.1 La vulnérabilité des enjeux humains

La sécurité des personnes est un enjeu primordial face au risque inondation. Pour autant, les inondations de la Seine et de ses affluents étant des phénomènes relativement lents, les vies humaines ne sont pas directement menacées, sauf en cas de rupture des dispositifs de protection, qui entraînerait une montée rapide et localisée des cours d'eau. Toutefois, il subsiste des risques d'accident par imprudence.

Pour autant, les conséquences d'une inondation impactent directement les populations des zones inondées dans leur vie quotidienne : ravitaillement, voire relogement des populations concernées.
De même, les populations en dehors des zones inondées risquent fortement de subir les conséquences d'une crue majeure dans leur vie quotidienne : coupures d'électricités, transports limités, problèmes d'approvisionnement en eau potable de l'agglomération parisienne, problèmes en matière d'assainissement des eaux et de traitement des déchets, etc.

Enfin, toutes les populations sont concernées par les conséquences au-delà de la période de crue, dont l'impact sur l'économie et la vie quotidienne des Franciliens peut se faire sentir pendant une longue période. Á plus ou moins long terme, il convient également de souligner les risques indirects pour les populations, liés aux conditions d'hygiène et d'alimentation.

1.2.1.3.2 La vulnérabilité des activités économiques

En cas de crue majeure, de nombreux facteurs de dysfonctionnement sont susceptibles d'altérer durablement l'activité des entreprises, mêmes si celles sont protégées par des dispositifs anti-inondations ou non directement touchées (bureau à l'étage d'un immeuble par exemple). Les risques sont en effet divers : endommagement ou paralysie de l'outil de production, inaccessibilité de l'entreprise, interruption d'approvisionnement, etc.

Pour les activités inondées, les dommages directs résultant de l'impact physique de la montée des eaux sont bien évidemment liés aux dégâts matériels, qui peuvent affecter les bâtiments, mais aussi les biens mobiliers et immobiliers, les outils de production, les archives, les stocks, les véhicules, la génération de pollutions éventuelles, etc.

En résumé, le coût des dommages est lié aux caractéristiques de l'activité et des bâtiments, en fonction de la hauteur et de la durée de la submersion ainsi que de la remise en état des biens sinistrés (nettoyage, réparation, reconstruction, etc.). Néanmoins, ces coûts sont souvent sous-évalués, car les couvertures d'assurances des entreprises prennent rarement en compte les pertes d'exploitation des activités, aussi bien en zones inondées que non inondées.

En raison d'une économie métropolitaine fonctionnant de plus en plus en réseau, les dépendances multiples (énergie, systèmes de communication, logistique, transports, etc.) constituent des facteurs de fragilité supplémentaires pouvant impacter considérablement les activités en dehors de la zone inondée. En effet, les dommages indirects, causés par une succession de conséquences de dommages directs, touchent non seulement les activités mais aussi les infrastructures et les réseaux, et notamment les réseaux bancaires.

Au-delà des conséquences directes et indirectes, une crue majeure en Ile-de-France pourrait être à l'origine d'une crise économique plus globale et durable, allant d'une période de plusieurs semaines pour l'évènement lui-même à plusieurs mois pour la gestion de l'après-crise et la réparation des dommages (période de résilience). La baisse de l'activité économique pourrait alors s'étendre à toute la France et aurait des répercussions à l'étranger. L'impact sur l'attractivité touristique pourrait être, par exemple, non négligeable.

1.2.2 La vulnérabilité future : maîtriser l'urbanisation en zone inondable

Ce qu'il faut retenir…

Les facteurs influençant l'évolution de la vulnérabilité aux crues de la Seine sont les suivants :
- La maîtrise de l'urbanisation en zone inondable exposée aux crues de la Seine aura un effet considérable sur la vulnérabilité future du territoire aux inondations ;
- La capacité à gérer la crise : l'Ile-de-France est un territoire stratégique et au-delà de l'atteinte déjà considérable sur les biens et les personnes, c'est toute l'économie qui pourrait se trouver paralysée pour plusieurs semaines en cas de crise. La capacité à gérer au mieux une crue majeure, dans le contexte du changement climatique, constitue donc un facteur de vulnérabilité majeur ;
- La capacité de résilience des entreprises et des pouvoirs publics constitue le pendant de la capacité à gérer la crise. C'est de cette capacité de résilience que dépend le retour à une situation socioéconomique normale, post-crise.
Dans le contexte francilien, la **vulnérabilité, aujourd'hui forte, le restera probablement** en raison des limites de la capacité d'adaptation, notamment sur l'existant et malgré les nombreuses initiatives de résilience systémique en cours.

L'IAU a évalué l'évolution tendancielle des différents types d'occupation des sols en zone inondable décrits ci-dessus entre 1982 et 2008. L'urbanisation progresse partout en Ile-de-France – aux dépens surtout des espaces agricoles – et avec elle les réseaux de transport et équipements divers. Si les espaces naturels tendent à augmenter dans les départements de la Grande Couronne, c'est également aux dépens des espaces agricoles.
L'urbanisation dans les zones inondables continue de progresser, à un rythme cependant moins soutenu ces dernières années, en raison notamment de la mise en place des Plan de Prévention des Risques inondations. Ces derniers ne peuvent cependant pas restreindre le maintien d'une forte attractivité du foncier en zone inondable. Une partie non négligeable des projets d'aménagement urbains sont ainsi localisés à proximité des cours d'eau (voir la Figure 8).

Ainsi, malgré un rythme moins soutenu, l'implantation humaine en zone inondable semble se poursuivre de façon significative. Entre 1990 et 1999, la population exposée a augmenté de 5 000 habitants. Entre 1999 et 2006, dans un contexte de densification de l'espace urbanisée, le nombre d'habitants exposés s'est accru de 46 000 personnes, avec un rythme de croissance (+5,9%) équivalent à celui de la Région (+5,3%), dont plus de la moitié s'inscrivant dans des zones d'aléas forts (+15 800 hab.) à très forts (+9 000 hab.).

Au total, 80% des populations supplémentaires exposées se concentrent dans la Petite Couronne (+ 17 400 habitants dans le Val-de-Marne ; + 13 400 habitants dans les Hauts-de-Seine). Par ailleurs, dix communes accueillent 55% de la population nouvelle en zone inondable sur la dernière décennie, celles qui connaissent les plus fortes évolutions étant Alfortville (+ 6 430 habitants), Issy-les-Moulineaux (+ 3 980), Ivry-sur-Seine (+ 2 460), Maisons-Alfort (+ 2 300), Asnières-sur-Seine (+ 2 020), Villeneuve-la-Garenne (+ 1 990)[9].

Cet élément fait apparaître un premier facteur influençant la vulnérabilité future du territoire francilien aux inondations : la maîtrise de l'urbanisation. Cette maîtrise touche aussi bien le bâti que les réseaux. Ces dernières années, les opérations d'urbanisme ont privilégié leur mise sous terre, accroissant d'autant la vulnérabilité. Dans les départements de l'agglomération parisienne, le renouvellement urbain déjà amorcé constituera pour la gestion du risque inondation un enjeu majeur. En témoigne aujourd'hui les nombreux projets de ZAC en bord de Seine, visant notamment à reconvertir d'anciennes zones d'activités en zones résidentielles (mutation et densification du tissu urbain) : ZAC des docks de Ris Orangis, Saint-Ouen, l'île Saint-Denis, pour n'en citer que quelques-uns.

[9] « Urbanisation et zones inondables : les risques encourus », Note rapide de l'IAU N°557, juillet 2011.

Figure 8 – Les projets d'aménagement urbain autour du Fleuve (Source : IAU, 2008)

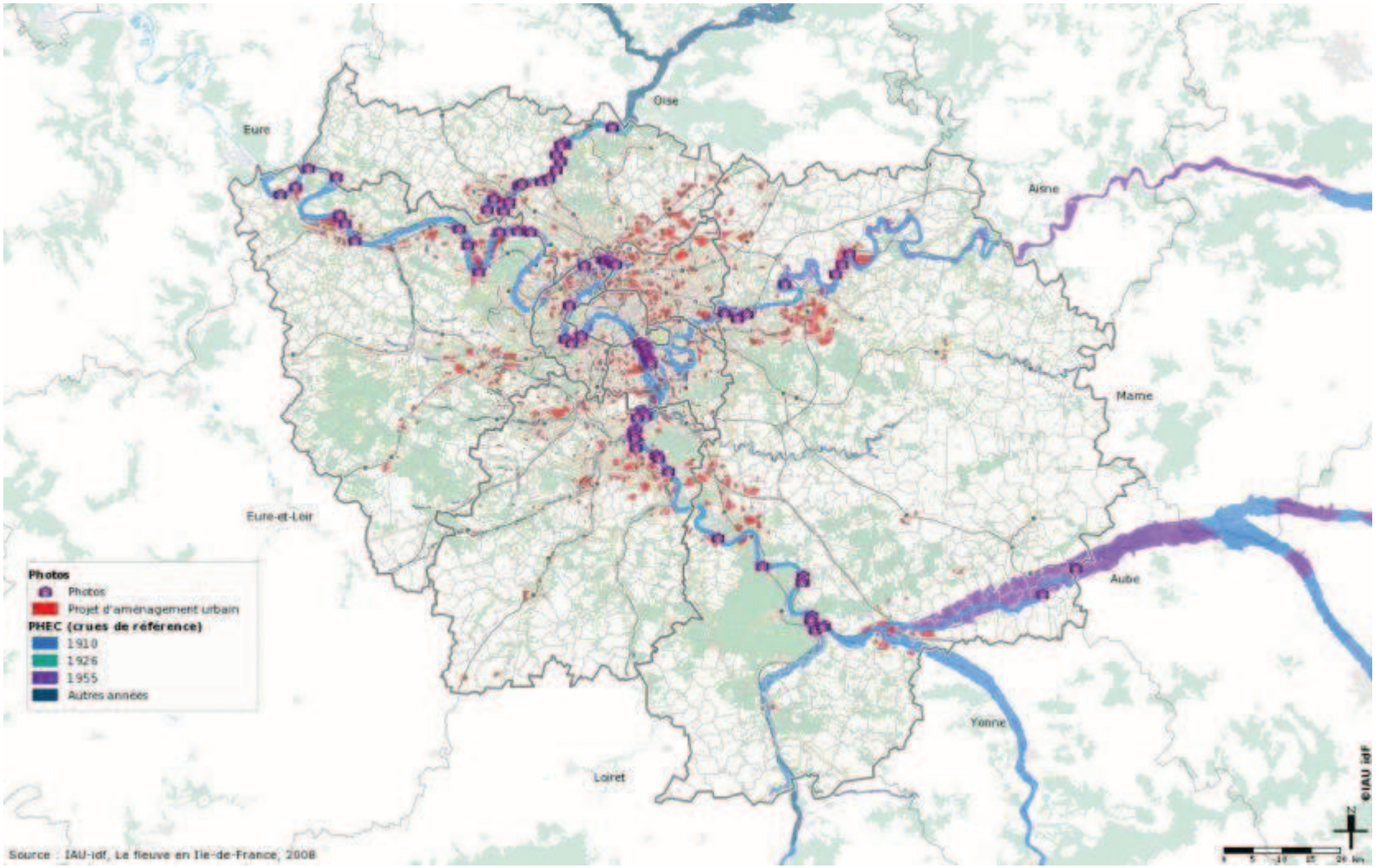


Figure 9 – Zoom sur… Les projets d'aménagement urbain en zones inondables : Le Val-de-Marne (Source : IAU, VISIAU GRAND PUBLIC, 2011)

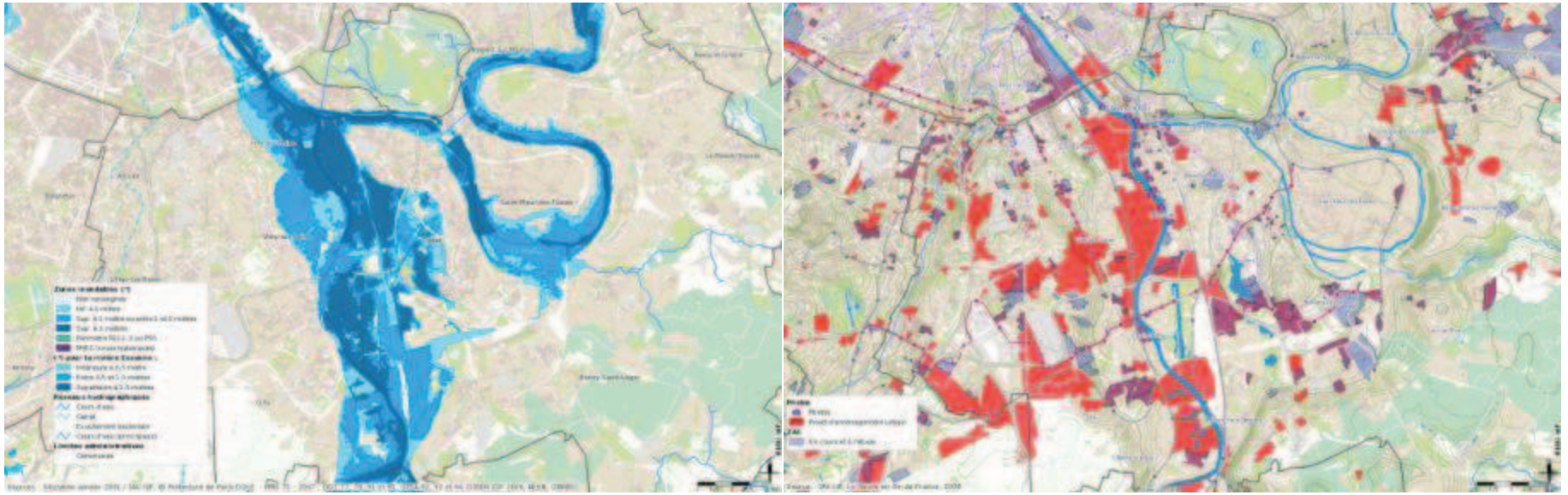
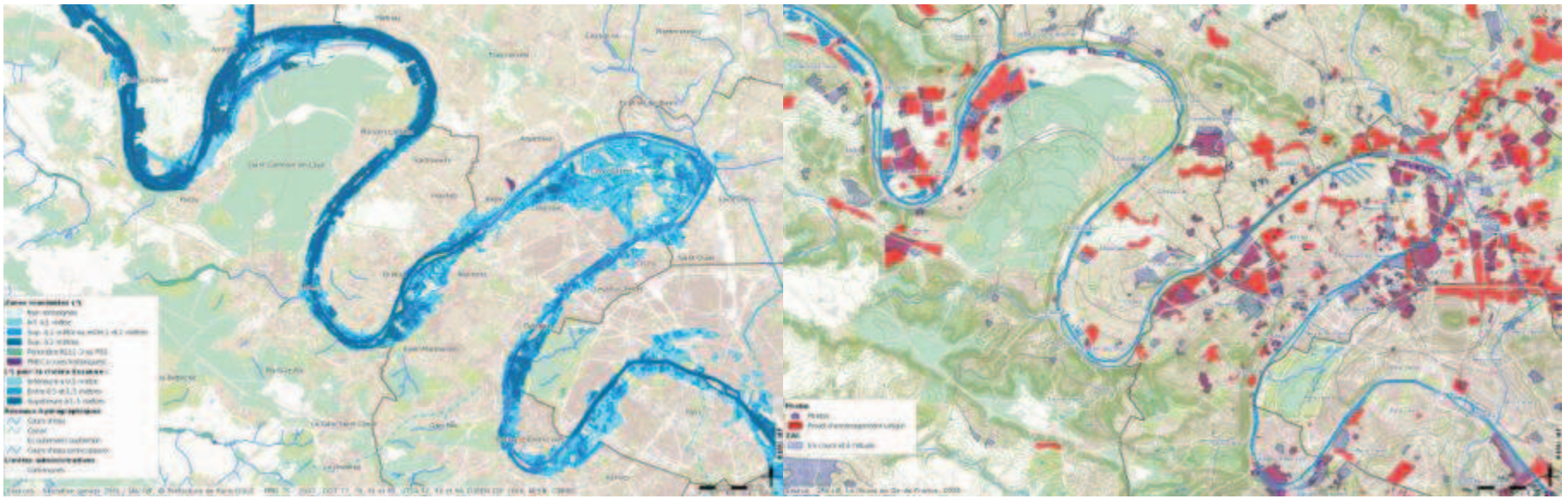


Figure 10 – Zoom sur… Les projets d'aménagement urbain en zones inondables : la boucle de Gennevilliers (Source : IAU, VISIAU GRAND PUBLIC, 2011)



1.2.2.1 ANTICIPER POUR MIEUX GERER LA CRISE

Malgré toutes les mesures visant à maîtriser l'urbanisation en zone inondable et à réduire l'exposition à l'aléa (construction de lacs réservoirs et aménagement de zone d'expansion des crues en amont, etc.), en cas de crue majeure de la Seine, il apparaît difficile d'envisager l'atteinte du « risque zéro » en Ile-de-France au regard de l'importance des enjeux humains et socio-économiques.

Le second facteur influençant la vulnérabilité future du territoire aux inondations concerne donc la capacité de ce dernier à absorber la crise, aussi bien pendant la durée de l'inondation (gestion de crise) que par la suite (capacité de résilience).
Des outils pour gérer la crise existent déjà et sont en voie d'amélioration. Tout l'enjeu consistera à les adapter à l'évolution de l'aléa et des vulnérabilités dans le contexte du changement climatique. Cela passe aussi bien par la mise en place d'un plan de gestion de crise à l'échelle régionale, voire du bassin de la Seine, que par la sensibilisation des entreprises et du grand public. Dans le cadre du centenaire de la crue de 1910, un certain nombre d'évènements ont permis de faire connaître les dispositifs existants et de les améliorer. Un exercice de crise – « En Seine 2010 » – a notamment été mené en mars 2010 à l'échelle de l'Ile-de-France, afin de repérer les éventuels dysfonctionnements et d'améliorer la gestion d'une inondation comparable, voire plus importante que celle de 1910.

Développer les capacités de résilience de l'Ile-de-France : une nécessité pour mieux gérer la crise

L'aménagement d'un dispositif de prévention des inondations ne permettra pas d'atteindre le « risque zéro ». Ainsi, pour une meilleure efficacité de la gestion du risque d'inondation, au-delà de la prévention, les solutions d'adaptation doivent pouvoir allier résilience technico-fonctionnelle - grâce à des systèmes combinant des éléments techniques, devant être maintenus en état pour rester fiables malgré leur faible utilisation - ; et résilience socio-organisationnelle - le « facteur humain » étant primordial dans la gestion de crise.

Zoom sur quelques initiatives…

Le Plan Seine, réalisé en 2007 et dont le premier axe stratégique s'intitule : ***« Inondations, définition d'un programme global pluriannuel de réduction des effets d'une crue majeure »*** ; constitue un bon exemple des initiatives réalisées ces dernières années pour amener une réduction de la vulnérabilité du territoire aux crues de la Seine. Organisé sous forme de fiches actions, il permet d'identifier pour chacune d'elle les outils disponibles pour réduire la vulnérabilité, les acteurs susceptibles de la mettre en œuvre et de la financer et un échéancier de mise en œuvre.

Le Projet de Schéma directeur de la prévision des crues du Bassin Seine Normandie[10] pose quant à lui le cadre institutionnel de la prévision et de la gestion des crues dans le bassin de l'Agence de l'eau du même nom.
Un projet de recherche opérationnelle, « Resilis », a été lancé en 2010 pour l'amélioration de la résilience des villes. Ce projet doit aboutir d'une part à la proposition d'outils technologiques pour le pilotage, le suivi et la gestion des systèmes de réseaux ; et d'autre part, la gestion de la crise, en particulier une crue majeure, vue par une instance gouvernementale.

[10] Version en consultation, septembre 2011.

1.3 ZOOM SUR LA VULNERABILITE AUX INONDATIONS PAR RUISSELLEMENT

1.3.1 Exposition actuelle et future

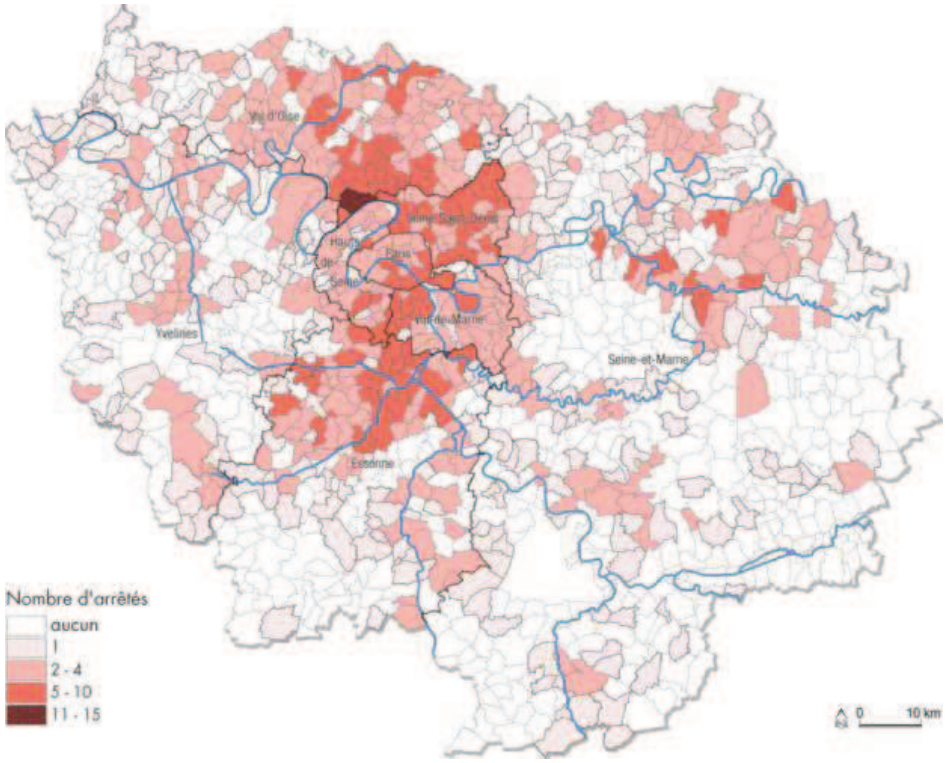
Ce qu'il faut retenir…

L'exposition aux inondations par ruissellement des eaux pluviales dépend de deux principaux paramètres :
- **La pente**, qui accélère le phénomène de ruissellement des eaux pluviales et leur concentration rapide dans les points bas ;
- **L'artificialisation des sols**, qui supprime toute rétention des eaux pluviales par les sols et accélère fortement le phénomène.

La sensibilité à ce type d'inondation est donc relativement forte en milieu urbain et péri-urbain, où les sols sont majoritairement artificialisés.

Au-delà des crues de la Seine et de ses affluents, le territoire francilien est également exposé aux inondations par ruissellement, en particulier en milieu urbain. Ces inondations temporaires sont liées à de forts épisodes de précipitations localisés et sont particulièrement marqués en secteur urbain et péri-urbain en raison de l'imperméabilisation des sols. Le ruissellement rapide de ces eaux pluviales ne pouvant être pris en charge dans sa totalité par les réseaux dédiés ou d'assainissement, d'importants volumes d'eau se concentrent rapidement dans les points bas, entraînant des inondations temporaires. Ces inondations, au-delà des dommages causés aux biens et aux personnes, se traduisent par des phénomènes de pollution de nappe.
Ce type d'inondation ne touche pas uniquement les zones urbaines. Le ruissellement sur les sols agricoles nus (en particulier en période hivernale) érode les sols et se traduit par des phénomènes d'inondations rapides – parfois accompagnés de coulées de boue – dans des fonds de vallée parfois urbanisés.

Figure 11 - Les communes exposées au risque d'inondation par ruissellement (Nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle en cumulé 1983-2002) - Source : IAU, d'après les données Corinte et MEDDTL



Tout comme pour les crues de la Seine, de nombreux documents ont été produits – en particulier par l'IAU – sur la vulnérabilité des territoires franciliens à cet aléa. En témoigne cette carte, qui rend compte des communes touchées par le phénomène. On constate qu'au-delà des espaces urbanisés, particulièrement vulnérables, les communes les plus concernées sont réparties autour des vallées des cours d'eau, où les pentes sont les plus fortes.

1.3.2 Vulnérabilité future aux inondations par ruissellement

Ce qu'il faut retenir…
La **vulnérabilité aux inondations par ruissellement, aujourd'hui moyenne, pourrait augmenter avec le changement climatique.**
Facteurs influençant l'évolution de la vulnérabilité aux inondations par ruissellement :
- **L'évolution des surfaces artificialisées** ;
- **L'intégration de la gestion des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme** et les choix d'aménagement urbain.

Les projections climatiques laissent présager une possible augmentation des épisodes de fortes précipitations, en particulier en période hivernale[11]. Par ailleurs, étant donnée la pression foncière actuelle dans la région, il est tout à fait possible d'envisager la poursuite de l'étalement urbain – ou de la densification, qui pourraient potentiellement accroître le nombre de surfaces bâties imperméables – comme une tendance lourde pour les prochaines décennies.

Dans ce contexte, l'exposition future aux inondations par ruissellement devrait augmenter en Ile-de-France. L'évolution de la vulnérabilité dépendra, pour l'essentiel, de deux facteurs principaux :

1.3.2.1.1 L'évolution des surfaces artificialisées

L'urbanisation de surfaces agricoles ou naturelles ne signifie pas mécaniquement une artificialisation généralisée des sols. En effet, les opérations de renouvellement urbain peuvent même conduire à réduire ces surfaces artificialisées, en privilégiant – notamment dans l'espace public – le maintien de surfaces perméables.

Figure 12 – Evolution de l'urbanisation en Ile-de-France entre 1982 et 2008 (Source : IAU, VISIAU Grand Public, 2011)

[11] Source : Météofrance.

1.3.2.1.2 L'intégration de la gestion des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme et les choix d'aménagement urbain

Dans la majeure partie des cas, les eaux pluviales en milieu urbain sont aujourd'hui canalisées via des réseaux dédiées ou les réseaux d'assainissement ; et dirigées en cas de fortes précipitations vers des bassins de rétention ou déversoirs d'orage (pour la plupart souterrains). Ces équipements, souvent très chers (coût d'investissement et de fonctionnement), se trouvent parfois rapidement sous-dimensionnés en raison de l'étalement urbain, l'artificialisation des sols entraînant une canalisation de volumes toujours plus importants d'eaux pluviales.

Dans le contexte d'une exposition plus élevée aux fortes précipitations et de la poursuite de l'étalement urbain, la vulnérabilité aux inondations par ruissellement dépendra donc de la capacité à intégrer la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement urbains. De nouvelles méthodes de gestion des eaux pluviales en surface (et non plus via les réseaux) émergent aujourd'hui, notamment à travers les travaux de l'Adopta[12], et du groupement de recherche « eaux pluviales et aménagement » du GRAIE[13], relayés par certaines collectivités, en particulier en Seine-Saint-Denis. Il s'agit, pour l'essentiel, de favoriser la rétention des eaux pluviales par des moyens autres que les infrastructures lourdes, afin de limiter leur ruissellement rapide vers les points bas : toitures végétalisées, aménagement de noues en bordures de voierie ou d'espaces verts inondables en cas de fortes précipitations, etc.
Ces nouvelles techniques dites « alternatives », sont souvent moins coûteuses que l'aménagement de bassins de rétention souterrains. Au-delà de la gestion des inondations par ruissellement, ces espaces non artificialisés (noues et tranchées drainantes en bordure de voierie, toitures végétalisées, espaces verts, etc.) présentent des co-bénéfices significatifs pour l'adaptation au changement climatique en milieu urbain :

- La limitation du phénomène d'îlot de chaleur urbain ;
- L'amélioration de la capacité d'adaptation de la biodiversité spécifique et écosystémique via la mise en place des trames vertes et bleues en milieu urbain.

Ces techniques innovantes, pour être généralisée au-delà de quelques opérations exemplaires (éco-quartiers, etc.), nécessitent une meilleure sensibilisation de la maîtrise d'ouvrage publique et des professionnels, ainsi qu'une meilleure prise en compte de la gestion des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme. Les Schémas Directeurs des eaux pluviales permettent notamment, à l'échelle communale, d'assurer cette prise en compte. La réalisation de ces schémas reste toutefois pour le moment assez marginale.

[12] Association pour le Développement Opérationnel et la Promotion des Techniques Alternatives en matière d'eaux pluviales (http://www.adopta.fr/site/).
[13] Groupe de Recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau (http://www.graie.org/graie/index.htm)

2 SECHERESSE ET RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES : QUELLES VULNERABILITES EN ILE-DE-FRANCE ?

2.1 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Ce qu'il faut retenir…

L'exposition au risque de retrait gonflement des argiles est aujourd'hui bien connu, en particulier grâce au travail de cartographie réalisé par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) suite à la sécheresse de l'année 2003.

En Ile-de-France, cette cartographie met en évidence une exposition très diffuse sur le plan géographique au phénomène de retrait gonflement des argiles.
Dans le contexte du changement climatique, l'augmentation possible de la durée et de l'intensité des épisodes de sécheresse se traduira par une exposition plus élevée des secteurs déjà exposés.

2.1.1 Une exposition actuelle connue

2.1.1.1 GENERALITES

Les périodes récentes de sécheresse, et particulièrement celle de 2003, ont mis en évidence la vulnérabilité au risque de retrait-gonflement des argiles des constructions individuelles sur sols argileux.

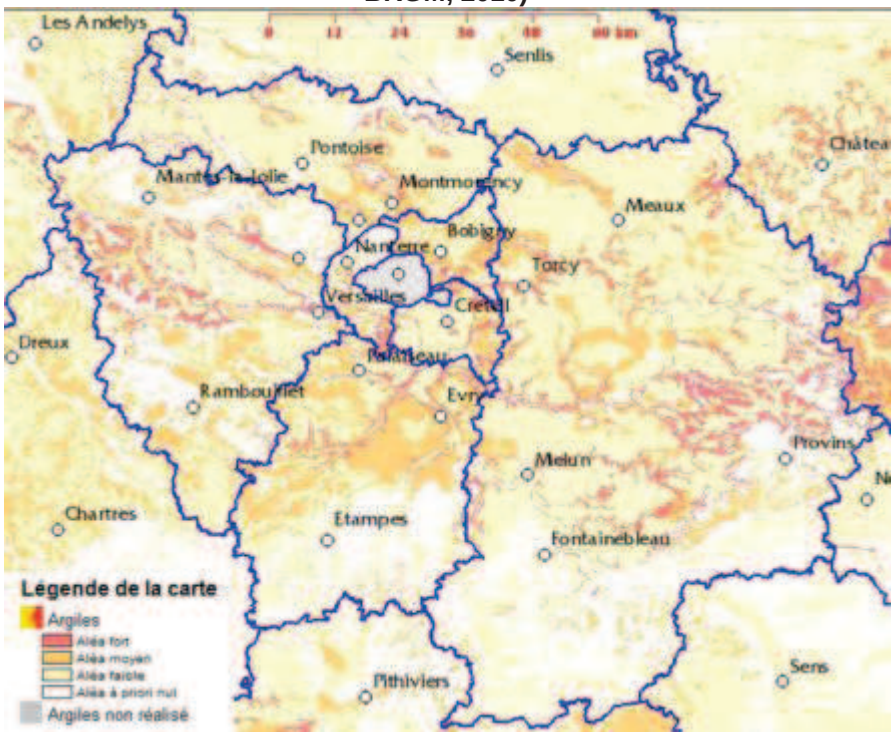
Sous l'effet de la sécheresse, certaines argiles se rétractent de manière importante et l'alternance sécheresse-réhydratation entraîne alors localement des mouvements de terrain non uniformes pouvant aller jusqu'à provoquer la fissuration de certaines maisons individuelles lorsque leurs fondations sont peu profondes. Ce phénomène, qui se manifeste essentiellement dans les premiers mois qui suivent un épisode de sécheresse, a touché, entre 1999 et 2002, près de 300 000 maisons en France et depuis 1989, près de 8000 communes françaises, réparties dans 90 départements de France métropolitaine ont été reconnues au moins une fois en état de catastrophe naturelle vis-à-vis du retrait-gonflement. En France, le coût d'indemnisation de ces sinistres (CatNat) s'élève à près 3,9 milliards d'euros sur la période 1989-2003, dont 1,3 milliard en 2003[14]. Suite à la sévérité de la sécheresse de l'été 2003, certains départements tels que le Tarn ont dû revoir les enquêtes sur l'exposition au retrait-gonflement des argiles, puisque certaines communes ont été reconnues vulnérables après cet événement climatique[15].

2.1.1.2 SITUATION EN ILE-DE-FRANCE

La carte suivante, établie par le BRGM, souligne une exposition relativement diffuse sur le plan géographique de l'Ile-de-France au phénomène de retrait gonflement des argiles.[16] Les secteurs exposés à un aléa fort sont très dispersés, en raison de la présence diffuse de sols argileux.

[14] Caisse centrale de réassurance, septembre 2008, repris dans ONERC, 2009
[15] BRGM, 2005, Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans le département du Tarn
[16] BRGM http://www.brgm.fr/brgm/retraitGonfl.htm

Figure 13 - Carte d'exposition de l'Ile-de-France à l'aléa retrait-gonflement des argiles (source : BRGM, 2010)



2.1.2 Une exposition future plus forte, mais peu évolutive sur le plan géographique

Dans le contexte du changement climatique, l'exposition aux phénomènes de sécheresse devrait augmenter en Ile-de-France. Les projections climatiques soulignent ainsi une augmentation significative du nombre annuel de jours passés en état de sécheresse. Le Plan Régional pour le Climat indique ainsi une hausse possible des températures, en particulier en été (jusqu'à 4,7°C à la fin du siècle selon le scénario du GIEC A1B, associée à une réduction des précipitations d'été selon ce même scénario.
Dans un tel contexte, le phénomène de retrait gonflement des argiles étant étroitement lié au phénomène de sécheresse, il va sans dire que la multiplication des épisodes de sécheresses augmentera mécaniquement le risque de retrait gonflement des argiles.
L'accroissement de l'exposition touchera les zones déjà exposées aujourd'hui avec une plus grande intensité, les secteurs non argileux n'étant exposés ni aujourd'hui, ni dans le futur.

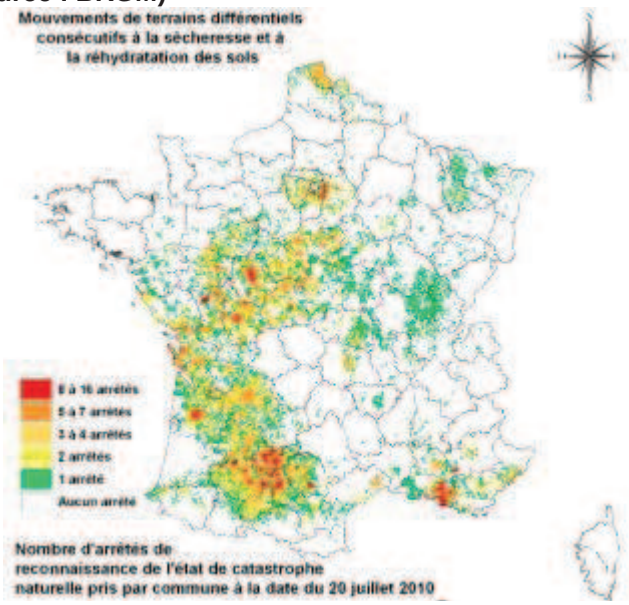
2.2 VULNERABILITE DES TERRITOIRES AU PHENOMENE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Ce qu'il faut retenir…

La **vulnérabilité au RGA, aujourd'hui moyenne à élevée, pourrait augmenter** avec le changement climatique en raison de l'augmentation des épisodes sécheresses.. Les facteurs influençant l'évolution de la vulnérabilité au phénomène de retrait-gonflement des argiles sont les suivants :
- La prise en compte du risque dans les **choix d'aménagement et les documents d'urbanisme** ;
- La **sensibilisation des particuliers et professionnels du bâtiment**, pour la prise en compte du risque dans l'aménagement à l'échelle de la parcelle.

Les secteurs exposés au phénomène de retrait-gonflement des argiles y sont déjà très sensibles. Ils présentent de fait une forte vulnérabilité liée à la faible adaptation des méthodes de construction des bâtiments. La carte suivante rend compte de cette forte sensibilité de l'Ile-de-France, en particulier des départements de Seine-St-Denis, du Val-de-Marne et du nord de l'Essonne, à travers le nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle par commune pris suite à ce type d'évènement.

Figure 14 - Nombre d'arrêtés de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle par commune en 2010 (Source : BRGM)



L'évolution de la sensibilité à ce phénomène dépend de deux principaux paramètres :

- La prise en compte du risque dans les choix d'aménagement des collectivités. Quelques PPR retrait gonflement des argiles ont été prescrits ou approuvés en Ile-de-France, en particulier dans les départements les plus vulnérables ;
- La prise en compte du risque dans les choix d'aménagement à la parcelle, par les particuliers.

Des mesures ont d'ores et déjà été prises, à l'échelle nationale comme à l'échelle locale, pour réduire cette sensibilité. Ces mesures passent pour l'essentiel par la sensibilisation des décideurs et des particuliers au risque. Le travail de cartographie de l'aléa du BRGM participe de cette réduction de la sensibilité, en sensibilisant les professionnels du bâtiment, les décideurs locaux et les particuliers. Le MEDDTL a quant à lui publié un document de sensibilisation[17], qui présente plusieurs fiches pédagogiques destinées à sensibiliser ces acteurs aux méthodes d'aménagement et de construction nécessaires afin de limiter la sensibilité au risque.

L'IAU, dans le cadre de ses travaux de développement du Visiau Risques[18], fournit également des informations utiles issues du croisement géographique entre l'exposition à l'aléa et la localisation des enjeux.

[17] Le retrait-gonflement des argiles, Comment prévenir les désordres dans l'habitat individuel ?, MEDDTL.
[18] Portail Visiau risques de l'IAU : http://www.iau-idf.fr/cartes/cartes-et-fiches-interactives/visiau-risques.html

3 UNE AUGMENTATION POSSIBLE DU RISQUE DE FEUX DE FORET

3.1 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE RISQUE DE FEUX DE FORET EN ILE-DE-FRANCE

Ce qu'il faut retenir…

L'exposition au risque de feux de forêt est aujourd'hui très faible. Dans le contexte du changement climatique, l'augmentation attendue des températures ainsi que de la durée et de l'intensité des sécheresses, devraient se traduire par un accroissement significatif de ce risque.

3.1.1 Une exposition actuelle faible

Comme l'illustre le tableau suivant, l'Ile-de-France est aujourd'hui très peu exposée au risque de feux de forêt, en raison de latitudes relativement élevées. Le taux de boisement régional est également relativement faible : à peine supérieur à 20% contre près de 30% à l'échelle nationale. Le taux de progression des superficies forestières est également assez faible (entre 0 et 5 %)[19].

Dans ce cadre, seules 37 communes sont classées en risques feux de forêt, pour l'essentiel au sud de la Seine-et-Marne et de l'Essonne.

Tableau 7 - L'exposition actuelle de l'Ile-de-France aux feux de forêt (Source : base de données Eider, MEDDTL, d'après les données de la base Prométhée)

Territoire	Surface totale en forêts, landes, maquis et garrigues	Feux de forêts, de landes, maquis et garrigues			
		Nb d'incendies annuel	Surface incendiée annuelle	Nb d'incendies (moyenne annuelle)	Surface incendiée (moyenne annuelle)
		2009		2000-2009	
	ha	nb	ha	nb	ha
ESSONNE	45781	0	0	6	8,8
HAUTS-DE-SEINE	3603,1	0	0	1	0,1
PARIS	453,2	0	0	0	0
SEINE-ET-MARNE	145467,9	0	0	10	11,7
SEINE-SAINT-DENIS	1144,4	0	0	0	0,6
VAL-D'OISE	31293,5	1	0,1	2	1,8
VAL-DE-MARNE	3246,2	0	0	2	3,1
YVELINES	78658,6	0	0	3	5,1
ILE-DE-FRANCE	309647,9	1	0,1	24	31,2
France métropolitaine	16999718	4866	15944,6	5219	23458,8

[19] Le risque feux de forêts en France, CGDD, 2011.

3.1.2 Une exposition en hausse dans le contexte du changement climatique

Avec les modifications climatiques attendues pour le XXIe siècle (sécheresses plus intenses et plus longues), le risque de feux de forêt devrait s'aggraver en Ile-de-France. En effet, selon de récents travaux menés par la Mission interministérielle sur le changement climatique et l'extension des zones sensibles aux feux de forêt, on devrait voir un accroissement du risque feux de forêt dans les territoires actuellement exposés mais aussi sa propagation territoriale vers le Nord et en altitude[20].

3.2 L'APPARITION D'UNE NOUVELLE VULNERABILITE

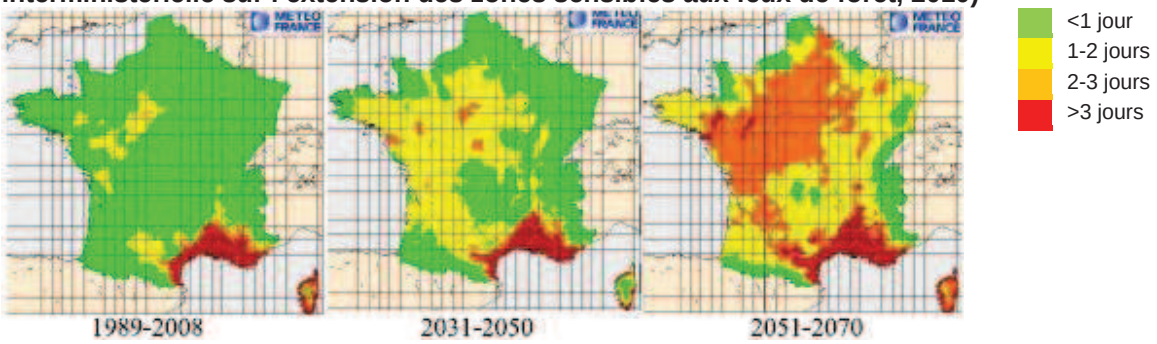
Ce qu'il faut retenir…
La **vulnérabilité aux feux de forêt aujourd'hui faible, pourrait devenir moyenne avec le changement climatique**.
Les facteurs influençant l'évolution de la vulnérabilité aux feux de forêt sont les suivants :
- **L'adaptation des essences forestières** à l'évolution du climat ;
- **L'évolution de l'urbanisation et de la surfréquentation des zones forestières**.

3.2.1 Des essences forestières peu adaptées

En l'absence de mesures contre ce risque nouveau à moyen-long terme, la vulnérabilité des forêts d'Ile-de-France, aujourd'hui faible, augmentera avec le changement climatique, en raison notamment de l'accroissement de l'intensité et de la durée des épisodes de sécheresse et de la fragilisation des écosystèmes forestiers (voir les chapitre consacrés à l'agriculture, à la forêt et à la biodiversité).

Pour évaluer la sensibilité aux feux de forêt, la Mission interministérielle sur l'extension des zones sensibles s'est basée sur le calcul d'un indice composé de paramètres météorologiques discriminants pour caractériser le risque nommé indice IFM (Indice Forêt Météo). Une simulation selon différents scénarios climatiques du nombre de jours, entre le 15 mai et le 15 octobre, où l'IFM dépasse un seuil critique, a été réalisée pour étudier l'évolution de la sensibilité à l'aléa « feux de forêt ».

Figure 15 - Nombre de jours où l'IFM (Indice Forêt Météo) est supérieur à 14 (Source : Mission interministérielle sur l'extension des zones sensibles aux feux de forêt, 2010)



En croisant ces éléments avec des paramètres représentant la sensibilité de la végétation, la Mission conclut que si les surfaces sensibles représentent aujourd'hui environ un tiers des surfaces forestières métropolitaines, elles devraient croître de 30 % à l'échéance 2040 et à l'échéance 2050, près de la moitié de la surface des landes et forêts métropolitaines pourrait être concernée par un niveau élevé de l'aléa.
Ces cartes témoignent très nettement de l'augmentation de la sensibilité des forêts d'Ile-de-France tout au long du siècle, à espèces forestières équivalentes, soit en l'absence de mesure d'adaptation visant à implanter des espèces mieux adaptées à l'évolution climatique.

[20] CGEDD, 2010, Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts

3.2.2 Une urbanisation diffuse en milieu forestier qui accroit les risques

La périurbanisation autour de l'agglomération parisienne se traduit notamment par un mitage des espaces forestiers, et en particulier de la forêt privée, par l'urbanisation (voir Figure 16). Dans la perspective d'un accroissement de l'exposition au risque de feux de forêt, cette forme d'occupation de l'espace pourrait se traduire par une plus forte vulnérabilité humaine et socioéconomique.

Figure 16 - Illustration du mitage de l'espace forestier en Ile de France (source : géoportail)

Comme le souligne le rapport du CGDD sur le changement climatique et le risque feux de forêt, l'habitat diffus en zone forestière constitue un facteur de vulnérabilité prépondérant. On notera toutefois qu'un certain nombre de grands massifs forestiers en Ile de France – anciens domaines royaux – sont dans le domaine public et bénéficient à ce titre, d'une relative protection contre la périurbanisation (forêt de Fontainebleau par exemple).

La Région Ile-de-France présente par ailleurs un fort taux d'anthropisation, comme le montre la carte ci-dessous, augmentant de ce fait la vulnérabilité des activités socio-économiques franciliennes à un risque comme les feux de forêt par exemple. Ce risque pourrait augmenter à l'avenir avec la mise en place d'une ceinture verte autour de l'agglomération parisienne (projet porté par l'AEV, l'IAU et la Région, en relation avec le SDRIF et, plus récemment, avec le projet du Grand Paris).
Dans le projet de ceinture verte, l'espace forestier est envisagé selon une approche multifonctionnelle mêlant :

- Un enjeu prioritaire : la protection de la biodiversité et des écosystèmes (favoriser les continuités écologiques pour garantir le maintien des services écosystémiques) ;
- Usage résidentiel ;
- Usages récréatifs ;
- Usage économique (production d'énergie et de matières premières, tourisme, etc.) ;

Une telle vision de l'aménagement forestier pourrait certes permettre de préserver la biodiversité et les écosystèmes franciliens mais pourrait également accroître la vulnérabilité du territoire à un risque de feux de forêt toujours plus important.
Á titre d'exemple, un projet porté dans le cadre du Grand Paris, vise à planter une forêt de 1 200 ha sur la plaine de Pierrelaye dans le Val d'Oise. Cette future forêt est pensée comme un espace multifonctionnelle : elle favorisera tout d'abord la continuité écologique entre les forêts de St Germain et de Montmorency, dans un souci de continuité écologique (Ceinture verte), mais sera également conçue comme un espace récréatif, et près de 8000 logements seront construits sur ses franges. Localement, cet habitat proche de zones forestières risque ainsi d'accroître la vulnérabilité humaine aux feux de forêt.

4 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE

Impact	*Territoires les plus concernés*	*Exposition actuelle et future*	*Sensibilité des enjeux*	*Capacité d'adaptation*	*Evaluation de la vulnérabilité*	*Perception de la gravité de l'impact ? (+, ++, +++)*	*Niveau de priorité de l'impact dans le cadre de l'adaptation au changement climatique (1, 2, 3)*
CRUES DE LA SEINE [A noter l'absence de lien établi entre les crues de la Seine et le changement climatique (incertitude)]	Vallée de la Seine et de ses affluents, notamment : -nord de l'Essonne ; -nord des Hauts de Seine ; -Paris ; -Val de Marne. +crues des affluents : Yonne, Marne, etc.	Exposition actuelle : élevée Probabilité d'occurrence : certaine Exposition future : incertaine	De nombreux enjeux économiques et humains en zone inondable (Ligne d'eau de 1910 = 15 à 20 Milliards d'euros de dégâts hors réseaux et entreprises, 2,5 millions de personnes touchées directement ou indirectement, etc.) 850 000 personnes en zones inondables	-Grand lac de Seine ; -Aménagement de la Bassée (2020) ; -Plan Seine ; -Projet Resilis pour améliorer la résilience urbaine + projet européen Flood resiliencity + projet ALFA ; -Initiatives des gestionnaires de réseaux ; -Nombreux projets de ZAC en bord de Seine ; -Peu de protection des immeubles anciens ; -Culture du risque inondations ?	Vulnérabilité actuelle : élevée Vulnérabilité future : élevée	**+++**	**1**

Inondations par ruissellement	Centres urbains et zones péri-urbaines, notamment en fond de vallée	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée	Moyenne à élevée (cartographie de l'IAU) Sous dimensionnement des réseaux d'eau pluviale	-Liée à l'intégration de la gestion des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme et à l'encadrement de l'artificialisation des sols ; -Des initiatives pour la gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagements urbains (notamment dans les projets d'éco-quartiers)	Vulnérabilité actuelle : Moyenne Vulnérabilité future : élevée	**++**	**2**
Retrait-gonflement des argiles	Toute la région (cartographie du BRGM)	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : élevée avec augmentation sécheresses Exposition future : en augmentation	Elevée en zone exposée	-Peu de prise en compte du risque dans les documents d'aménagement et d'urbanisme, malgré la mise en place d'outils (Visiau risques de l'IAU, cartographie du BRGM, etc.) ; -Sensibilisation en cours des particuliers et professionnels du bâtiment mais peu de prise en compte dans les méthodes de construction ; -Capacité limitée d'adaptation du bâti ancien.	Vulnérabilité actuelle : moyenne à élevée Vulnérabilité future : élevée	**++**	**3**

Feux de forêt	Espaces forestiers (en particulier les grands massifs comme celui de Fontainebleau)	Exposition actuelle : faible Probabilité d'occurrence : élevée (augmentation de la fréquence des épisodes de sécheresse) Exposition future : en augmentation	La sensibilité de forêts augmentera à horizon 2030-2050 (cf. cartes de la Mission Interministérielle sur l'extension des zones sensibles aux feux de forêts)	-Tendance à l'augmentation de l'urbanisation diffuse en zone forestière ; -Projet de ceinture verte du Grand Paris, incluant la plantation d'une forêt dans le Val d'Oise susceptible d'augmenter le risque de feux de forêt ; -Encore peu de prise en compte du risque ; -Nombreux travaux de recherche sur l'adaptation des forêts au changement climatique.	Vulnérabilité actuelle : faible Vulnérabilité future : moyenne	**+**	**3**
SECHERESSES	Toute la région (surtout les bassins non régulés)	Exposition actuelle : Moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : Elevée (répétition des sécheresses)	Actuelle : faible Future : incertitude (sans doute plus élevée)	Importance du soutien à l'étiage (gestion des lacs réservoirs) Révision des règlements de gestion de l'eau (SDAGE en particulier)	Vulnérabilité actuelle : élevée Vulnérabilité future : élevée	**++**	**1**

SECTION 2 RESSOURCES EN EAU

Table des matières

1 UNE SITUATION HYDROLOGIQUE PROBLEMATIQUE EN ILE-DE- FRANCE 36
1.1 UNE EXPOSITION MOYENNE AU MANQUE D'EAU 36
1.1.1 LES GRANDES MASSES D'EAU SUR LE TERRITOIRE 36
1.1.2 PRECIPITATIONS ET PLUIES EFFICACES SUR LE TERRITOIRE FRANCILIEN 39
1.1.3 QUALITE DE LA RESSOURCE EN EAU 40
1.2 DES PRELEVEMENTS QUI AUGMENTENT ET DES ACTIVITES QUI DEGRADENT LA RESSOURCE, REDUISANT D'AUTANT LA QUANTITE DISPONIBLE 41
1.2.1 ETAT DES LIEUX GLOBAL 41
1.2.1 ETAT DES LIEUX PAR USAGE 43
1.3 BILAN : UNE SITUATION RELATIVEMENT STABLE MAIS QUI POURRAIT DEVENIR PROBLEMATIQUE 46
2 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNERABILITE DES RESSOURCES EN EAU 48
2.1 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE RENOUVELLEMENT DES RESSOURCES 48
2.1.1 LA REDUCTION DU DEBIT DES COURS D'EAU, ET EN PARTICULIER DE LA SEINE 49
2.1.2 UN RECHARGEMENT PLUS LENT DES NAPPES 51
2.1.3 LA DEGRADATION POSSIBLE DE LA QUALITE DES RESSOURCES 51
2.1.4 LA GESTION DU STOCK D'EAU : UN ENJEU CENTRAL POUR LA GESTION QUANTITATIVE ET QUALITATIVE DE L'EAU 52
2.2 DES BESOINS EN HAUSSE POUR TOUS LES USAGES 52
3 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE 59

L'état de la disponibilité des ressources en eau sur un territoire est lié à l'évolution de deux facteurs :

- Un facteur climatique : l'évolution des précipitations détermine la disponibilité de la ressource sur le territoire ;
- Un facteur humain et socioéconomique : l'évolution des prélèvements dans la ressource par les différents usages de l'eau (eau potable, agriculture, tourisme, énergie et industrie), qui dépend elle-même en partie de l'évolution du climat. Ainsi, les besoins en eau d'irrigation augmentent avec l'intensité et la durée des épisodes de sécheresse.

Le Plan Régional pour le Climat[21], qui présente notamment les simulations climatiques réalisées par Météo-France pour la région Ile-de-France (à partir des scénarios A1B, B1 et A2 du GIEC), indique que le changement climatique aura un impact sur ces deux facteurs :

- La réduction attendue des précipitations en période estivale, liée à une modification de leur répartition tout au long de l'année, devrait se traduire par une réduction de la disponibilité de la ressource sur le territoire ;
- Cette réduction des précipitations estivales, associée à la hausse attendue des températures (jusqu'à +5.7°C à la fin du siècle selon le scénario A2), aura également pour corollaire une augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse ; entraînant une hausse des prélèvements en l'absence de mesures d'adaptation, et donc une réduction de la disponibilité de la ressource.

S'il n'est pas possible d'agir localement sur les paramètres climatiques (température et précipitations) conditionnant l'évolution de la ressource en eau, l'adaptation à la diminution de la ressource passe par une réduction des prélèvements et/ou la mobilisation éventuelle de nouvelles ressources (comme les eaux pluviales), donc par une optimisation de l'usage de la ressource en eau sur le territoire ; et plus largement sur l'ensemble du bassin de la Seine dont l'Ile-de-France est dépendante.
Le Plan Régional pour le Climat indique d'ailleurs la disponibilité de la ressource en eau et sa qualité comme l'un des ***« enjeux régionaux les plus significatifs »*** dans le contexte du changement climatique.

Après avoir proposé un premier aperçu de la situation hydrologique en région Ile-de-France, nous nous attacherons à examiner l'impact de l'évolution des paramètres climatiques sur la disponibilité des ressources en eau. Cela nous amènera à en considérer les conséquences sur les prélèvements pour les divers usages. La synthèse de ces deux approches permettra de caractériser la vulnérabilité globale du territoire francilien à la raréfaction des ressources en eau, conditionnée par le changement climatique et les évolutions socio-économiques du territoire.

[21] Conseil Régional d'île de France, *Plan Régional pour le Climat* d'île de France, juin 2011

1 UNE SITUATION HYDROLOGIQUE PROBLEMATIQUE EN ILE-DE- FRANCE

1.1 UNE EXPOSITION MOYENNE AU MANQUE D'EAU

Ce qu'il faut retenir…

L'Ile-de-France présente un réseau hydrographique organisé autour du bassin de la Seine et de ses affluents. La région dispose également **d'importantes ressources souterraines** : nappes de Beauce, de Champigny, etc.

La moyenne annuelle des précipitations est inférieure à la moyenne nationale – de près d'un tiers pour les précipitations efficaces.

La région Ile-de-France présente aujourd'hui une **exposition moyenne au manque d'eau** : le dispositif de régulation du bassin de la Seine d'une part, et le rechargement pluriannuel des nappes d'autre part, ont permis jusqu'à présent de **faire face aux épisodes de sécheresse**. Cet équilibre demeure toutefois fragile, comme en témoignent les arrêtés de restriction des usages de l'eau, pris ponctuellement en cas de sécheresse.

Sur le plan qualitatif, **l'exposition des nappes libres aux pollutions diffuses agricoles** est particulièrement **élevée** (nitrates, pesticides, etc.), notamment dans la Beauce.

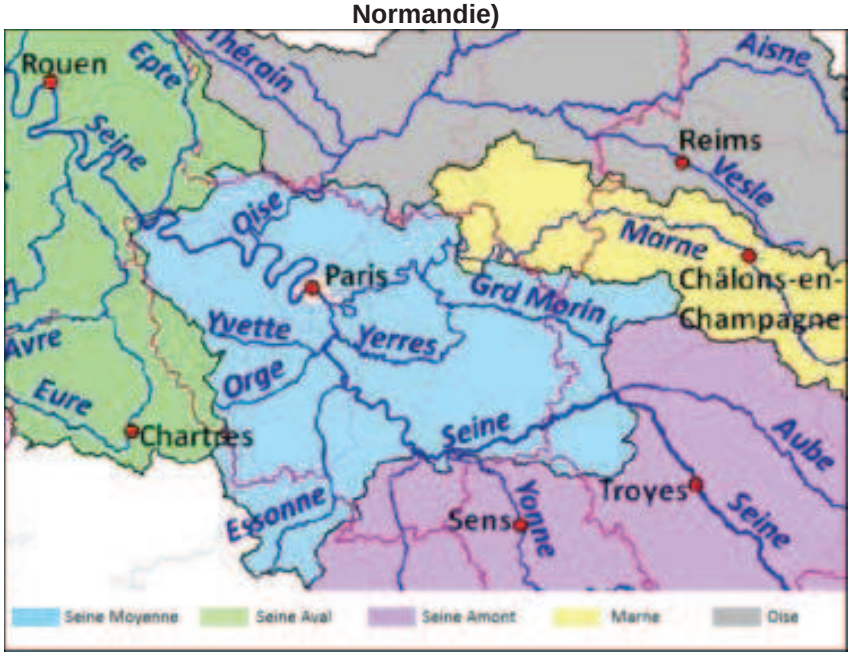
Le territoire francilien se situe dans le bassin de l'agence de l'eau Seine-Normandie. Cette dernière étant chargée de définir une stratégie pluriannuelle de gestion durable des ressources en eau sur ce bassin, l'essentiel des données utilisées ici concernant la description des masses d'eau et des usages qui en dépendent sont issues de ses publications. Nous nous appuierons notamment sur le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE), qui constitue le document stratégique majeure de l'agence.

1.1.1 Les grandes masses d'eau sur le territoire

1.1.1.1 LES RESSOURCES EN EAU DE SURFACE : LE BASSIN DE LA SEINE

Le réseau hydrographique en Ile-de-France est organisé autour du bassin versant de la Seine et plus particulièrement du sous-bassin versant de la Seine Moyenne, où confluent les eaux des sous-bassins de l'Oise, de la Marne et de la Seine Amont (voir carte ci-après).

Figure 17 - Les sous-bassins hydrographiques en Ile de France (source : agence de l'eau Seine Normandie)



Suite à divers évènements extrêmes (sécheresses des années 1920, inondations de 1910, 1924, 1955, etc.), le bassin hydrographique de la Seine a fait l'objet d'un certain nombre d'aménagements destinés à réguler les débits extrêmes du fleuve.
Quatre grands barrages de retenue ont ainsi été construits en amont de l'Ile-de-France sur le cours de la Seine et de ses principaux affluents :

Tableau 8 - Les grands lacs réservoirs du bassin de la Seine (Source : Artelia, d'après les données de l'Agence de l'eau Seine Normandie)

Lac réservoir	Année de construction	Cours d'eau	Capacité de stockage (millions de m³)
Pannecière **(Bourgogne)**	1949	Yonne	80
Forêt d'Orient **(Champagne Ardennes)**	1966	Seine	205
Der Chantecoq **(Champagne Ardennes)**	1974	Marne	350
Aube **(Champagne Ardennes)**	1990	Aube	170

La capacité totale de stockage des lacs-réservoirs du bassin de la Seine en amont de Paris (grands lacs et petites structures de stockage) totalise environ 830 millions de m³, permettant :

- Lors des épisodes de sécheresses, de maintenir un débit d'étiage minimal pour les différents usages de l'eau (en particulier la navigation) sur les axes régulés. La capacité des lacs réservoirs permet de maintenir ce débit d'étiage durant une période de cinq mois[22] ;
- Lors des épisodes de crue, d'écrêter l'onde de crue en amont de l'agglomération parisienne : sachant que le volume de transit à Paris au-dessus de la cote d'alerte est de 3 à 4 milliards de m³ pour une crue centennale, les lacs réservoirs permettent d'abaisser la ligne d'eau d'environ 70 cm dans la capitale.

NB : pour ce qui concerne la lutte contre les inondations, ce dispositif devrait être complété par l'aménagement d'une vaste zone d'expansion des crues (16 000 ha) dans le secteur de la Bassée aval en Seine-et-Marne (voir le chapitre sur les risques naturels).

1.1.1.2 LES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINES

Les ressources en eau souterraine sont de deux types[23] :

- Les **nappes libres** (ou superficielles), proches de la surface du sol : ces masses d'eau sont couvertes par une ou plusieurs couches géologiques perméables. L'évolution de leur niveau d'eau varie donc en fonction du climat, avec un faible décalage lié au temps d'infiltration de l'eau dans le sol. En Ile-de-France, l'infiltration des eaux pluviales est renforcée par la structure sédimentaire des sols (craie et calcaire). Cette faible protection naturelle rend ces ressources très sensibles aux pollutions de surfaces : nitrates, pesticides, etc.
- Les **nappes captives** : plus profondes, ces nappes sont isolées de la surface par une formation géologique imperméable. Elles présentent donc une qualité généralement bien supérieure à celle des nappes captives et sont de ce fait le plus souvent réservées à un usage domestique. Du fait de leur protection naturelle importante, ces nappes présentent une évolution pluriannuelle.

[22] Source : entretien avec M. Mouchel, PIREN Seine
[23] Définitions issues du Système d'Information sur l'eau (http://www.eaufrance.fr/).

La région Ile-de-France dispose sur son territoire de trois principales masses d'eau souterraines :

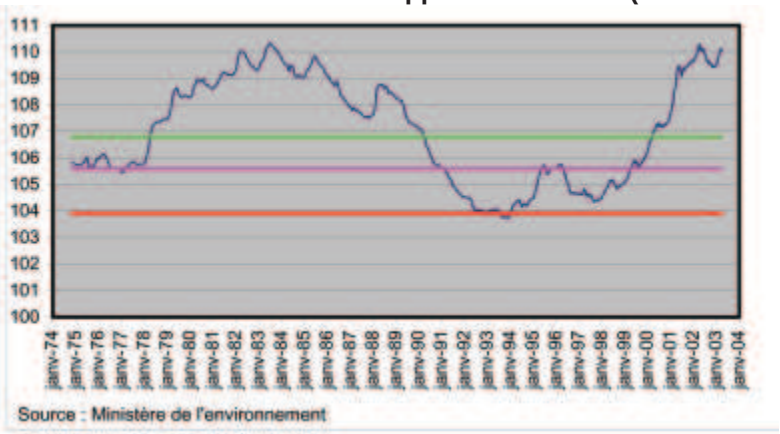
- **La nappe de Champigny** (Val de Marne) est formée de différents aquifères libres ou captifs. Les aquifères libres (en particulier la nappe des calcaires de Brie) ont vu leur qualité se dégrader du fait de leur sensibilité aux pollutions de surface. Les aquifères captifs, tels que celui de la Craie, sont séparés de la surface par des couches argileuses, qui les protègent de ces pollutions. Cette partie de la nappe de Champigny est particulièrement sollicitée et se recharge moins vite.

  - Comme le précise le SDAGE 2010-2015 de l'Agence de l'eau Seine Normandie, la nappe de Champigny « montre une baisse piézométrique interannuelle ». Une partie de la zone de prélèvement fait donc l'objet d'une limitation des prélèvements et a été classée en zone de répartition des eaux par arrêté du préfet coordonnateur de bassin en 2009.

  - Selon la définition issue de la DREAL Pays de la Loire, « une Zone de Répartition des Eaux (ZRE) est caractérisée par une insuffisance quantitative chronique des ressources en eau par rapport aux besoins. L'inscription d'une ressource (bassin hydrographique ou système aquifère) en ZRE constitue le moyen pour l'État d'assurer une gestion plus fine des demandes de prélèvements dans cette ressource, grâce à un abaissement des seuils de déclaration et d'autorisation de prélèvements »[24] ;

- **La nappe de Beauce**, située en région Centre et Ile-de-France (Yvelines, Essonne et Seine-et-Marne), est une nappe libre pour 85% de son domaine (les 15% en nappe captive se trouvent en région Centre), qui s'étend sur près de 10 000 km². Elle présente un cycle d'évolution pluriannuelle liée à l'absence de cours d'eau exutoire.

  - **Figure 18 - Evolution du niveau de la nappe de la Beauce (Source : MEDDTL)**



  - Ce schéma illustre le fonctionnement pluriannuel de la nappe. Les périodes humides permettent de réalimenter la nappe, qui satisfait les différents usages et l'alimentation naturelle des cours d'eau en période sèche. La succession de sécheresses hivernales et estivales, comme ce fut le cas entre 1989 et 1994, entraîne une baisse significative de la nappe, qui ne permet plus de répondre à tous les usages (en particulier agricoles) et d'alimenter les cours d'eau qui en dépendent.

  - On note que la faible protection naturelle de la nappe de Beauce en Ile-de-France la rend particulièrement vulnérable aux pollutions de surface, liées en particulier à l'agriculture (nitrates, phytosanitaires, etc.).

[24] Portail internet de la DREAL Pays de la Loire http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/zones-de-repartition-des-eaux-zre-r439.html

- **La nappe de l'Albien-Néocomien** est entièrement captive sur le territoire francilien et dispose à ce titre d'une excellente protection naturelle contre les pollutions de surface. L'eau y est donc d'une très bonne qualité. Cette caractéristique traduit cependant un rechargement relativement lent et pluriannuel de la nappe.

  - _____ Dès lors, comme le précise la ***fiche de caractérisation initiale de la masse d'eau 3 218*** (BRGM, 2005)[25] : « ***Ces nappes étant captives et à faible renouvellement, toute augmentation de prélèvement entraîne une baisse du niveau piézométrique qui se propage très rapidement dans le temps et sur de grandes distances.*** »

  - _____ Ces caractéristiques sont prises en compte par l'Agence de l'eau Seine Normandie, qui précise dans le SDAGE que l'aquifère Albien-Néocomien doit être réservé exclusivement à l'alimentation en eau potable de secours.[26]

1.1.2 Précipitations et pluies efficaces sur le territoire francilien

Comme l'illustre le tableau suivant, la région Ile-de-France concentre un cumul de précipitations inférieur à la moyenne nationale de près d'un quart pour le total des précipitations et d'un tiers pour les précipitations dites efficaces. Malgré un climat océanique (régime dit « pluvial océanique »), le relief peu accentué de la région induit donc une relative faiblesse des précipitations par rapport à la moyenne nationale.

Pluies efficaces – définition du MEDDTL
Ressources en eau disponible pour l'écoulement, l'alimentation des eaux souterraines et les prélèvements. Il s'agit de la quantité de pluies tombée dont on soustrait les quantités évaporées ou transpirées par les végétaux (évapotranspiration).

Tableau 9 - Les précipitations en Ile-de-France en moyenne 2009-2010 (Source : Base Eider du MEDDTL))

Territoire	Volume de précipitations total	Volume des précipitations efficaces
	litres/m²/an	litres/m²/an
PARIS	601	352
HAUTS-DE-SEINE	513	250
SEINE-SAINT-DENIS	647	293
VAL-DE-MARNE	755	342
ESSONNE	627	122
SEINE-ET-MARNE	652	111
VAL-D OISE	643	132
YVELINES	575	97
ILE-DE-FRANCE	**631**	**124**
France métropolitaine	**875**	**305**

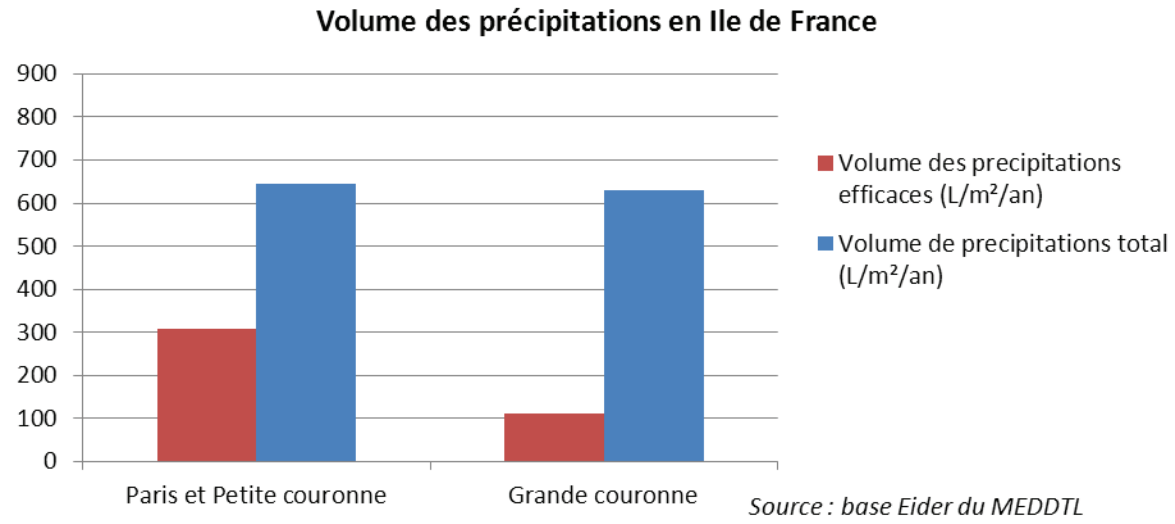
Les contrastes au sein de la zone d'étude, concernant le volume de précipitations efficaces, sont importants, avec un gradient Petite / Grande Couronne très marqué (voir Figure 19 en page suivante). Ce contraste est lié au fait que la notion de « pluies efficaces » utilisée ici inclut les eaux de ruissellement. Or, comme nous l'avons évoqué dans le chapitre consacré aux risques naturels, les surfaces artificialisées favorisent le ruissellement des eaux pluviales. La majeure partie des eaux pluviales comptabilisées comme efficaces en Petite Couronne sont donc des eaux de ruissellement, dirigées pour l'essentiel vers les cours d'eau ou les réseaux d'assainissement, sans s'infiltrer dans les sols et alimenter les ressources souterraines. Les données disponibles à l'échelle de l'Ile-de-France ne permettent pas de distinguer la part des eaux de ruissellement de celle des eaux alimentant les nappes souterraines.

[25] http://sigessn.brgm.fr/html/files/3218-car.pdf
[26] *« Défi 7 : Gestion de la rareté de la ressource en eau »* (SDAGE de l'Agence de l'eau Seine-Normandie).

On notera que ces eaux de ruissellement contribuent à la pollution des cours d'eau, en milieu urbain comme en milieu rural.

De façon générale, on constate que la répartition spatiale des précipitations est relativement homogène en Ile-de-France.

Figure 19 - Volume des précipitations en Ile-de-France (Source : Artelia, d'après les données de la base Eider du MEDDTL)



Source : base Eider du MEDDTL

Par ailleurs, il convient de prendre en compte le fait que les précipitations ne sont pas également réparties tout au long de l'année. Les cumuls de précipitations sont en effet plus importants en période hivernale qu'en période estivale. Or, c'est sur cette dernière période que les précipitations sont les moins efficaces (importante évapotranspiration liée à la croissance des végétaux), alors que les besoins sont les plus importants, en particulier pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable, mais aussi pour l'industrie, la production d'énergie ou encore le tourisme.
Comme nous allons le voir, l'état qualitatif et quantitatif des ressources dépend donc également des prélèvements de ces usages, dont l'évolution doit également être prise en compte dans la perspective du changement climatique.

1.1.3 Qualité de la ressource en eau

Les masses d'eau en Ile-de-France sont régulièrement soumises à des phénomènes de pollution divers. Les plus vulnérables sont les eaux de surface, qui ne disposent d'aucune protection naturelle contre les pollutions ponctuelles ou diffuses, d'origines agricole ou urbaine. Les nappes libres sont également vulnérables. Ainsi, la nappe des calcaires de Brie – nappe la plus proche de la surface de l'aquifère de Champigny – n'est aujourd'hui plus exploitable pour l'alimentation en eau potable en raison de la dégradation de sa qualité.

En Ile-de-France, les eaux usées urbaines et industrielles sont dans leur quasi-totalité traitées en station d'épuration, dans le respect du droit européen, et en particulier de la directive européenne sur les eaux résiduaires urbaines de 1991.
Le principal enjeu pour l'atteinte du bon état qualitatif des masses d'eau franciliennes relève donc de la réduction des pollutions diffuses agricoles (nitrates et pesticides). La nappe de Beauce est particulièrement touchée par ces pollutions, liées en particulier à l'usage massif d'éléments azotés destinés à maintenir des rendements parmi les plus élevés au monde.
Au-delà des phénomènes classiques de pollution, les ressources en eau franciliennes sont soumises à une source de pollution spécifique, liée à la présence de nombreuses friches industrielles dont l'activité passée s'est traduite par une pollution chimique importante et durable des sols. L'infiltration des eaux pluviales (ou d'inondation) dans ces sols est susceptible de polluer durablement les nappes libres sous-jacentes, notamment en cas de chantier de reconversion du tissu urbain, qui se traduit par une mise à nu et une remobilisation des sols pollués.

1.2 DES PRELEVEMENTS QUI AUGMENTENT ET DES ACTIVITES QUI DEGRADENT LA RESSOURCE, REDUISANT D'AUTANT LA QUANTITE DISPONIBLE

Ce qu'il faut retenir…

L'essentiel des prélèvements d'eau en Ile-de-France est destiné à **l'alimentation en eau potable**. En Petite Couronne, la quasi-totalité de ces prélèvements sont effectués à partir des eaux de surface, également sollicitées par les prélèvements des régions limitrophes.

Sur le plan **quantitatif**, la **vulnérabilité** de l'Ile-de-France est aujourd'hui **relativement faible** : les ressources disponibles, sauf exceptions, permettent de répondre à l'ensemble des besoins des différents usages. Toutefois, une tendance à **l'augmentation de la vulnérabilité** semble se dessiner pour les usages dépendants des **ressources souterraines** les plus sollicitées, qui font déjà ponctuellement l'objet d'arrêtés de restriction.

Sur le volet **qualitatif**, la vulnérabilité est **moyenne** : l'essentiel des prélèvements étant destiné à l'alimentation en eau potable, la qualité des eaux brutes est déterminante.

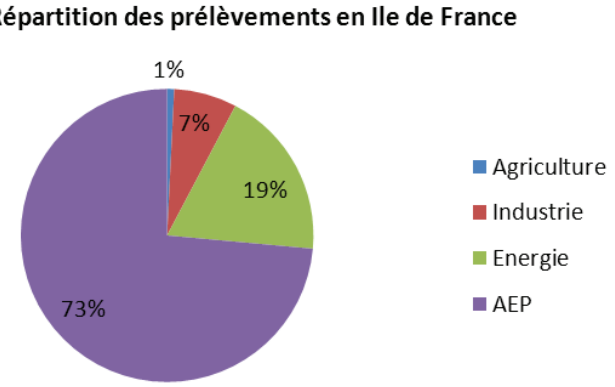
1.2.1 Etat des lieux global

Le tableau qui suit présente les prélèvements des différents usages de l'eau pour l'année 2007.

Tableau 10 - Les prélèvements des différents usages de l'eau en Ile-de-France (source : base Eider - MEDDTL)

Prélèvements par usage en 2007 (milliers de m³)	Paris et Petite Couronne	Grande Couronne	Ile-de-France
Agriculture	188	15130	**15318**
Part territoire / Ile-de-France	1%	99%	
Industrie	107938	29305	**137243**
Part territoire / Ile-de-France	79%	21%	
Energie	234388	134663,22	**369051**
Part territoire / Ile-de-France	63%	37%	
AEP	775134,2	676072,31	**1451207**
Part territoire / Ile-de-France	53%	47%	
Total	1117648	855170,06	**1972818**
Part territoire / Ile-de-France	57%	43%	

Figure 20 - Répartition des prélèvements d'eau par usage en Ile- de-France (source : Artelia, d'après les données de la base Eider, MEDDTL, 2007)

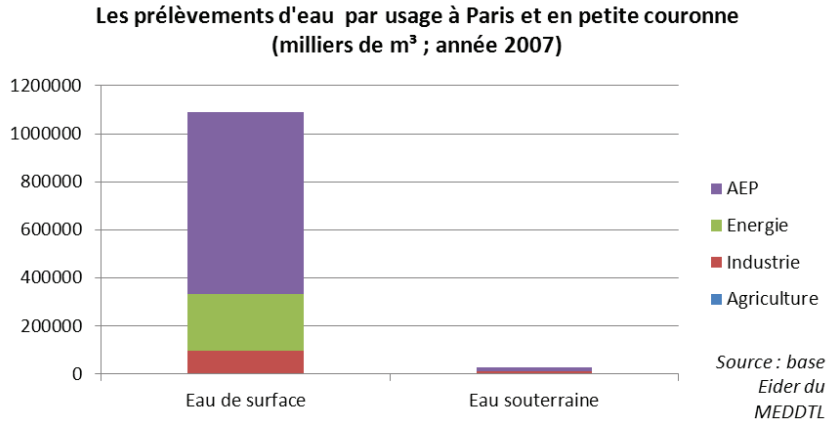


Source : base Eider du MEDDTL

Pour commencer, il convient de différencier prélèvement et consommation d'eau. Certains usages, l'alimentation en eau potable en particulier, consomment la quasi-totalité de l'eau prélevée, ce qui n'est pas le cas des usages industriels ou énergétiques, qui restituent en bonne partie l'eau prélevée dans le milieu, avec un impact qualitatif plus ou moins important.
Ainsi, à l'échelle nationale, sur les 34 milliards de m³ prélevés, 6 milliards seulement sont consommés[27].

Répartition des prélèvements par usage en Petite et Grande Couronne (source : Artelia, d'après les données de la base Eider, MEDDTL)

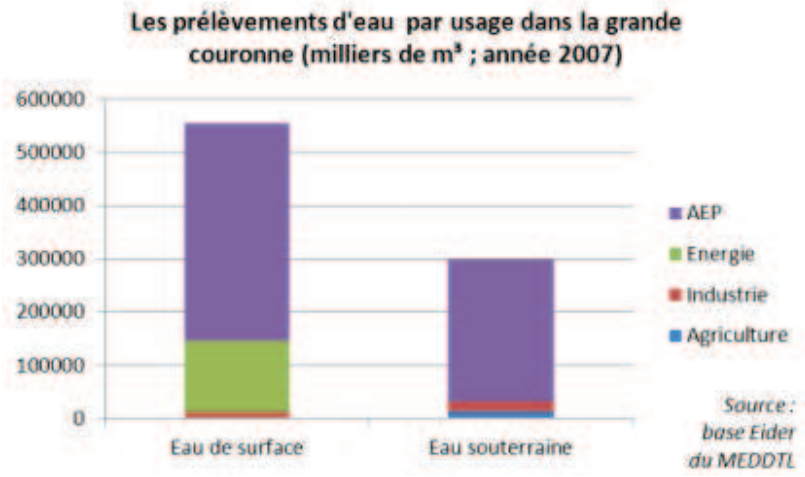
Figure 21 - Les prélèvements d'eau à Paris et en Petite Couronne en 2007 (Artelia, d'après les données de la base Eider)



Source : base Eider du MEDDTL

[27] Chiffres MEDDTL, 2011.

Figure 22 - Les prélèvements d'eau en Grande Couronne en 2007 (Artelia, d'après les données de la base Eider)



L'analyse des graphiques ci-dessus permet d'identifier les principales caractéristiques des prélèvements d'eau en Ile-de-France :

- Les besoins en eau en Ile-de-France sont importants par rapport à la taille du territoire : près de 2 milliards de m³ par an, soit plus de 6% des besoins à l'échelle nationale, pour seulement 2% du territoire métropolitain (mais 18% des habitants) ;
- La majeure partie des prélèvements sont réalisés en eau de surface (83%) ;
- L'essentiel des prélèvements est destiné à l'alimentation des réseaux d'eau potable, couvrant notamment les besoins des 11,7 millions d'habitants de la région, ainsi que des visiteurs. On notera que cette particularité révèle la sensibilité particulière de la région à la qualité des eaux disponibles. Passé un certain seuil de pollution, les masses d'eau ne peuvent être utilisées pour cet usage à un coût acceptable ;
- La part des prélèvements pour l'agriculture est très faible, même en Grande Couronne. Ce constat doit toutefois être nuancé, certaines ressources souterraines étant également massivement exploitées en région Centre pour l'agriculture (nappe de Beauce notamment).

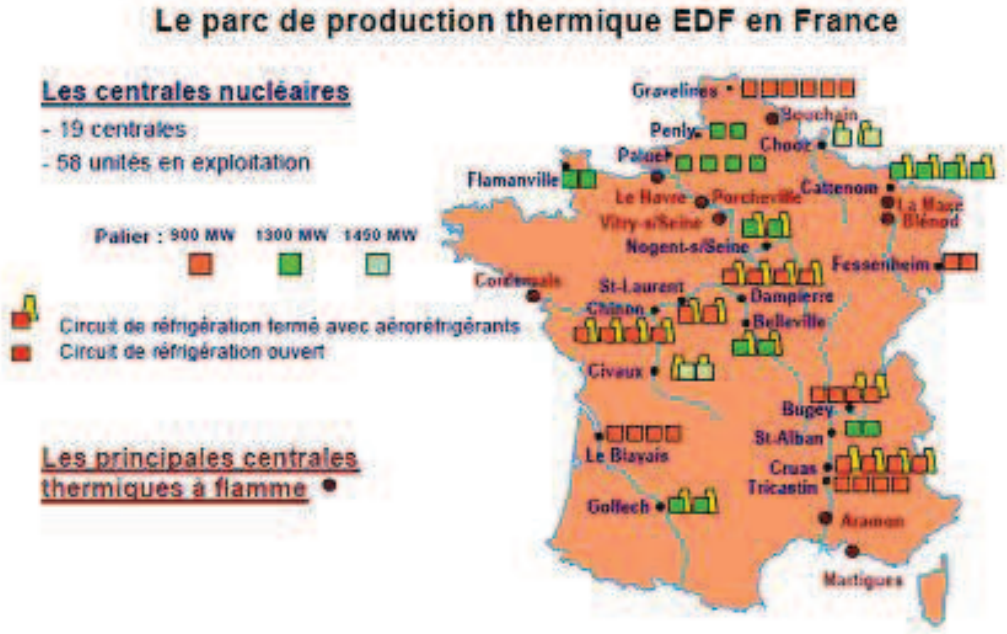
4.1.1 Etat des lieux par usage

1.2.1.1 PRODUCTION D'ENERGIE ET INDUSTRIE

L'énergie est le second usage, après l'alimentation en eau potable, pour la quantité d'eau prélevée. Ces prélèvements sont réalisés en eau de surface et pour l'essentiel en Petite Couronne.
Comme nous venons de le voir, il faut nuancer cette première approche, l'eau prélevée étant en majeure partie restituée dans le milieu.

L'essentiel de ces prélèvements sont utilisés pour alimenter les deux centrales thermiques de Porcheville (fioul) et de Vitry-sur-Seine (charbon). Ces centrales prélèvent l'eau de la Seine pour alimenter leur circuit de refroidissement. On note que ces prélèvements sont relativement peu importants par rapport à ceux d'autres centrales thermiques en France. Ces deux centrales sont en effet utilisées, pour l'essentiel, pour soutenir les périodes de pointe de consommation électrique.
La qualité des eaux restituées au milieu fait l'objet d'un suivi régulier par EDF, en partenariat avec les services de l'Etat (DRIEE).

Figure 23 - Le parc de production thermique d'EDF en France (source : EDF, 2007)



Les prélèvements pour l'industrie sont concentrés pour l'essentiel en Petite Couronne et concernent surtout les ressources en eau de surface. Comme pour la production d'énergie, il s'agit en majeure partie d'alimenter des systèmes de refroidissement avant de restituer la ressource dans le milieu, ce qui pose davantage un problème qualitatif que quantitatif.

Certaines activités industrielles nécessitant une eau de qualité supérieure prélèvent dans les ressources souterraines. Dans le cas des prélèvements dans la nappe captive de l'Albien-Néocomien, l'Agence de l'eau souligne dans son SDAGE :
« En cas de concurrence entre deux projets pour l'implantation d'un forage sur un secteur géographique donné, la priorité est donnée à l'AEP. S'il s'agit de projets industriels, la priorité est donnée à celui qui justifie de la nécessité d'utiliser une eau d'une telle qualité non disponible par ailleurs, à des coûts raisonnables, compte tenu des autres ressources et des technologies existantes de traitement de ces eaux et dont l'implantation satisfait au mieux la fonction de secours. »

Bien que la consommation en eau de ces deux usages soit relativement faible (en particulier par rapport à l'AEP), la restitution dans le milieu des eaux utilisées n'en est pas moins potentiellement problématique sur le plan qualitatif :

- Pollution de l'eau par des effluents industriels : sur ce point l'Agence de l'eau Seine Normandie mène depuis longtemps une politique active de réduction des rejets de polluants dans les milieux aquatiques, relayée par le SDAGE 2010-2015, dont les trois premiers « défis » concernent la lutte contre les pollutions ;
- L'eau utilisée dans les circuits de refroidissement est restituée à une température plus élevée, ce qui peut être problématique pour l'équilibre de certains milieux aquatiques. Cette problématique est peu prise en compte dans le SDAGE.

1.2.1.2 ALIMENTATION EN EAU POTABLE

En Ile-de-France, les prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont réalisés en majeure partie dans les ressources en eau de surface, en particulier en Petite Couronne.
L'alimentation en eau potable constitue le premier usage de l'eau en Ile-de-France, en matière de consommation et de prélèvement dans la ressource, ce qui s'explique par la forte densité de population, en particulier dans l'agglomération parisienne. Les prélèvements annuels pour cet usage sont d'ailleurs globalement proportionnels à la répartition de la population sur le territoire.

Tableau 11 - Prélèvements pour la production d'eau potable en 2009 comparés à la population (source : SOeS, d'après les données de l'Insee et de l'Agence de l'eau Seine Normandie)

Territoire	Population (2009)	Volume prélevé en millions de m³ (2009)	Ratio volume/population (m³/hab.)
Ile-de-France	11 728 240	864,9	74
France métropolitaine	62 465 709	5 531,8	89

Comme l'illustre le tableau ci-dessus, l'Ile-de-France est l'une des régions où le ratio volume prélevé/population est le plus faible en France. Trois grandes raisons permettent d'expliquer cette situation :

- Le bon état global des réseaux d'adduction et de distribution d'eau potable en Ile-de-France limite les pertes liées aux fuites. En moyenne en France, le rendement d'un réseau de distribution d'eau est de 76%, les pertes liées aux fuites s'élevant à 24% de l'eau prélevée. En Ile-de-France et plus particulièrement en Petite Couronne, ce rendement s'approche de 90%.

  - _____ Ce bon entretien des réseaux est notamment lié à un impératif économique. L'essentiel de l'eau prélevé étant issu de ressources de surface, son traitement de potabilisation est plus coûteux, d'où l'importance de réduire les pertes liées à la distribution[28]. En Ile-de-France, le prix de l'eau est ainsi en moyenne 9% plus élevé que la moyenne nationale, excepté à Paris, qui reste l'un des départements français où l'eau est la moins chère (chiffres 2008)[29].

- La distance parcourue par l'eau entre son point de prélèvement et son point de consommation est relativement court en Ile-de-France, surtout dans l'agglomération parisienne très dense. Les pertes s'en trouvent structurellement limitées.

- Enfin, la gestion des structures de production et des réseaux de distribution d'eau potable en Ile-de-France est assurée par un unique acteur : le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France. Cette gestion centralisée favorise un entretien et un renouvellement planifié et relativement homogène des réseaux francilien.

Quel est le rendement du réseau public d'eau à Paris ?[30]

Paris dispose du meilleur réseau d'eau potable de France. Le rendement est maximal : 96,5% de l'eau injectée dans les conduites est consommée par les habitants de la capitale. Ce résultat exceptionnel est, en premier lieu, l'œuvre du préfet Haussmann qui, au XIXe siècle, a confié à l'ingénieur Belgrand la réalisation d'un nouveau système d'alimentation en eau de la capitale via des galeries souterraines. Ces galeries donnent accès aux 1 800km de canalisations à pied. Un cas unique en France, qui permet de détecter et de réparer très vite la moindre fuite.
La municipalité avait également renégocié en 2003 de nouveaux objectifs avec Veolia (rive droite) et Suez (rive gauche), afin que les provisions pour travaux soient bel et bien dépensées pour améliorer les performances du réseau (entretien et renouvellement).
Ce rendement élevé est d'ailleurs la première raison de la baisse de la consommation de l'eau à Paris, qui s'élève à 30% depuis les années 1980. Cette réduction est également liée à d'autres facteurs : départ des grandes entreprises consommatrices d'eau, évolution de la structuration de la population parisienne – familles moins nombreuses, personnes âgées, touristes propriétaires, etc. – et au changement de nature des commerces (réduction des commerces de bouche et augmentation des commerces décoration et habillement). Côté consommateurs, le développement des éco-gestes, mais surtout l'installation d'appareils électroménagers plus économes en eau, ont également porté leurs fruits.

1.2.1.3 AGRICULTURE

[28] *NB : la loi Grenelle 2 impose aux collectivités la réalisation d'un inventaire des réseaux à fin 2013, ainsi que la définition de plans d'action destinés à faire passer le rendement des réseaux à un minimum de 85%.*

[29] Agreste Ile-de-France, *Enquête sur les services publics de l'eau potable et de l'assainissement en 2008*, mai 2011.

[30] Source : http://www.eaudeparis.fr/jsp/site/Portal.jsp?page=helpdesk&faq_id=2

L'agriculture francilienne est peu consommatrice d'eau. Comme l'illustrent les Figure 21 et Figure 22, la part des prélèvements agricoles en Ile-de-France est très faible par rapport aux prélèvements destinés à l'alimentation en eau potable. Ces prélèvements concernent les départements de la Grande Couronne et sont effectués pour l'essentiel dans les ressources souterraines (nappes de Beauce et de Champigny).

Dans ces mêmes départements, les prélèvements dans les ressources souterraines pour l'alimentation en eau potable sont également conséquents. Les prélèvements agricoles en Ile-de-France dépendent donc des mêmes ressources qu'une part de l'alimentation en eau potable. Au-delà, il ne faut pas oublier que ces ressources souterraines – en particulier la nappe de Beauce – s'étendent au-delà du territoire francilien, et notamment en région Centre, où les prélèvements agricoles sont bien plus importants qu'en Ile-de-France.
La nappe de la Beauce fait ainsi l'objet d'un système de gestion volumétrique pour l'irrigation, en région Centre comme en Ile-de-France, attribuant à chaque irrigant un volume prélevable dépendant du niveau de la nappe. Ce niveau se réduisant régulièrement depuis plusieurs années, les volumes prélevables ont également diminué.

Cette situation permet d'expliquer en partie l'efficacité de l'irrigation en Ile-de-France : le ratio volume prélevé / surface irriguée est très faible par rapport à la moyenne nationale, comme l'illustre le tableau ci-dessous. La limitation des ressources disponibles (par les volumes prélevables), qui s'accentue depuis plusieurs années, a conduit à une amélioration des systèmes d'irrigation afin de limiter les pertes.

Tableau 12 - Prélèvements pour l'agriculture en 2007 comparés aux surfaces de terres irriguées (source : SOeS, d'après les données de l'Insee et de l'Agence de l'eau Seine Normandie)

Territoire	Surfaces irriguées en 2007 (ha)	Volume prélevé en millions de m³ (2007)	Ratio volume/surface irriguée (m³/ha)
Ile-de-France	29 277	19,1	652
France métropolitaine	1 488 683	3 143	2 111

La question des besoins d'irrigation et de leur évolution en Ile-de-France est traitée avec plus de détail dans le chapitre consacré à l'agriculture.

1.3 BILAN : UNE SITUATION RELATIVEMENT STABLE MAIS QUI POURRAIT DEVENIR PROBLEMATIQUE

Le croisement des données sur l'état des masses d'eau et les prélèvements des différents usages indique une situation des ressources en eau aujourd'hui peu problématique en Ile-de-France, hors aléa climatique : la vulnérabilité actuelle est donc relativement faible, en particulier pour les eaux de surface. Le dispositif de régulation du bassin de la Seine a en effet permis, jusqu'à présent, de maintenir un débit d'étiage suffisant pour satisfaire les besoins de l'ensemble des usages.

Cet équilibre n'en demeure pas moins très fragile, en particulier pour les ressources en eau souterraines, comme en ont témoigné les sécheresses récentes (en particulier celles de 2003 et 2011).
Les ressources souterraines, fortement sollicitées, sont particulièrement vulnérables en cas de sécheresses récurrentes. Le cas de la nappe de Beauce, au fonctionnement pluriannuel, apparaît aujourd'hui comme le plus problématique. La nappe de Champigny, qui a déjà fait l'objet d'arrêtés de restriction des prélèvements, n'est pas épargnée non plus.

Deux territoires cohérents se distinguent donc clairement au regard de la vulnérabilité actuelle des ressources en eau aux impacts climatiques :

- Paris et la Petite Couronne, dont l'essentiel des prélèvements concerne l'alimentation en eau potable et sollicite les ressources de surface, présentent une vulnérabilité actuelle relativement faible du point de vue de la disponibilité des ressources en eau[31] ;
- La Grande Couronne, qui dépend davantage des ressources souterraines, présente une vulnérabilité plus élevée, liée pour partie au partage de ces ressources avec d'autres territoires : la région Centre pour la nappe de Beauce par exemple (usage essentiellement agricole).

[31] Deux points de vigilance cependant sur le plan qualitatif (source : IAU) :
-Une pollution au droit des prises d'eau des usines AEP aurait des conséquences importantes au regard du nombre de consommateurs dépendants ;
-La problématique du ruissellement et des risques de contamination associés.

2 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET VULNERABILITE DES RESSOURCES EN EAU

L'essentiel des informations exposées ici sont issues des rapports finaux de deux programmes de recherche :

- Programme GICC Seine (2004), dont d'objectif est de qualifier l'influence du changement climatique sur le fonctionnement hydrologique et biogéochimique du bassin de la Seine[32] ;
- Programme RExHySS (2007-2009), visant à étudier les impacts du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et de la Somme, disponible sur le site de l'ONERC.[33]

2.1 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE RENOUVELLEMENT DES RESSOURCES

Ce qu'il faut retenir…

Le changement climatique devrait se traduire par une **réduction du volume annuel des précipitations** (réduction de 6% à horizon 2050 et 12% à horizon 2100) **et une augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse et caniculaires** (augmentation de l'évapotranspiration de 16% à 2050 et 23% à 2100).
Dans ce contexte, la **disponibilité des ressources en eau** devrait être amenée à **se réduire**, que ce soit pour les ressources de surface (réduction du débit des cours d'eau, en particulier sur les axes non régulés), ou pour les ressources souterraines (réduction du niveau de recharge des nappes de l'ordre de 25% par rapport au niveau de recharge actuel à l'horizon 2050 et de près de 30% à l'horizon 2100). Cette réduction devrait toucher **davantage la période estivale**.
Dès lors, **l'exposition du territoire francilien** au manque d'eau et à la dégradation qualitative des ressources devrait **augmenter de façon significative**, en particulier en période estivale.

Les projections climatiques concernant l'évolution des précipitations en Ile-de-France soulignent une réduction généralisée du volume de précipitations, avec d'importants contrastes saisonniers :

- En cumul annuel, cette baisse serait d'environ 6% à l'horizon 2050 et de 12% à l'horizon 2100 ;
- Les contrastes saisonniers de précipitations devraient s'intensifier, avec des périodes estivales plus sèches et des hivers plus arrosés. Cette évolution se traduirait, d'une part, par une augmentation de l'intensité et de la durée des épisodes de sécheresses, également renforcée par l'augmentation des températures et, d'autre part, par un accroissement du risque inondation, notamment en période hivernale.

Comme nous le verrons dans le paragraphe 2.2, cette évolution des paramètres climatiques devrait se traduire par une augmentation des besoins des différents usages en période estivale. En première ligne, les besoins en eau des végétaux pour l'évapotranspiration devraient augmenter significativement : l'évapotranspiration potentielle (ETP) devrait ainsi augmenter de 16% à l'horizon 2050 et de 23% à l'horizon 2100.

Cette évolution climatique est d'ores et déjà prise en compte dans le SDAGE de l'Agence de l'eau Seine Normandie comme un élément de contexte à prendre en compte et fait l'objet d'une recherche active, en particulier à travers les programmes de recherche RExHySS (2009) et GICC Seine (2004).

[32] http://www.gip-ecofor.org/doc/drupal/gicc/8-01DucharneRF.pdf
[33] http://onerc.developpement-durable.gouv.fr/fr/projet/rexhyss-impact-du-changement-climatique-sur-les-ressources-en-eau-et-les-extremes-hydrologiqu

2.1.1 La réduction du débit des cours d'eau, et en particulier de la Seine

L'évolution attendue des précipitations devrait se traduire à moyen et long terme par une réduction significative du débit des cours d'eau dans le bassin de la Seine, beaucoup d'entre eux étant alimentés par des nappes libres, dont le niveau devrait également diminuer.

Cette réduction des débits serait sensible en moyenne annuelle, mais toucherait en réalité la période estivale (période d'étiage). Le programme RExHySS envisage un retard de un à deux mois de l'hydrogramme moyen (courbe représentant le débit d'un cours d'eau en fonction du temps) à l'horizon 2050, ainsi qu'une réduction de 140 m³/s du débit moyen de la Seine à son exutoire (-28% par rapport au débit moyen actuel). Toutefois, comme le précise le rapport final de l'étude, il ne faut pas oublier que : ***« les incertitudes autour de cette valeur sont d'environ 50 m^3/s (soit environ 10% du débit moyen actuel) »***

Figure 24 - Evolution relative du débit moyen calculé au mois d'août par le modèle MODCOU sous scénario climatique Météo-France à l'horizon 2100 (Source : SDAGE Seine Normandie, d'après les données du PIREN Seine)

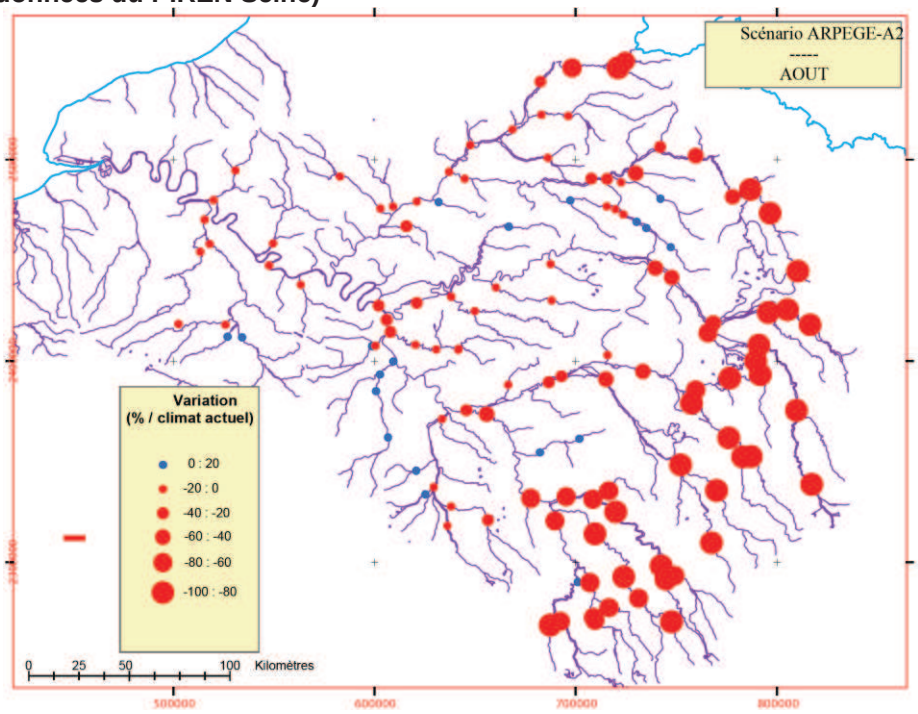
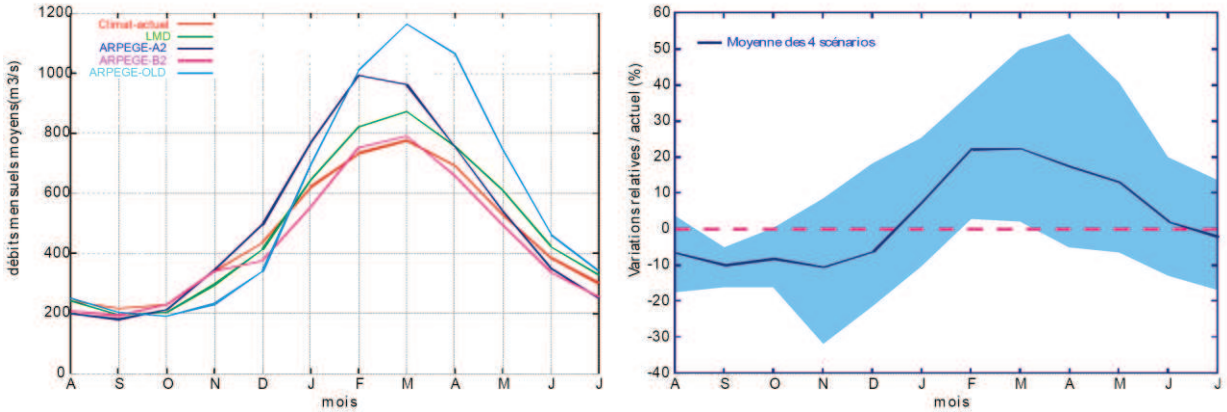


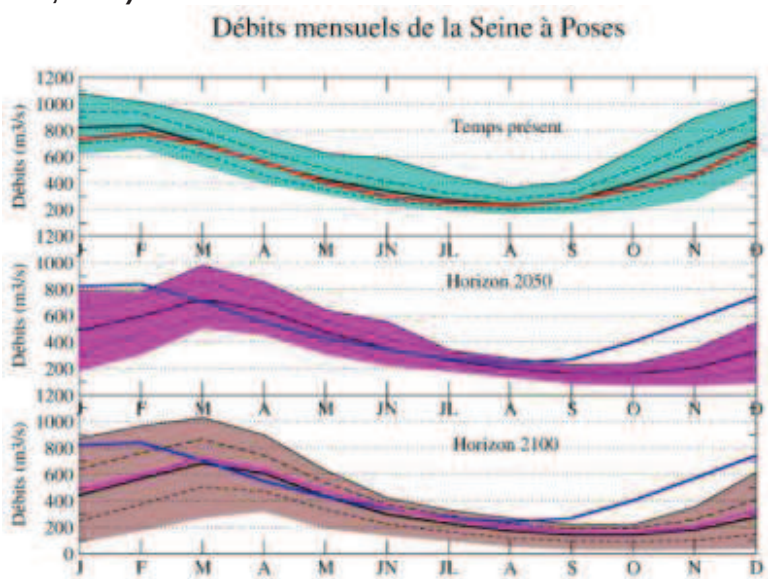
Figure 25 - Evolution mensuelle comparée du débit moyen de la Seine à Poses (selon différents scénarios du GIEC) et plage de variation relative par rapport au débit moyen actuel, à l'horizon 2100 (source : GICC Seine, 2004)



Comme le soulignent les Figure 25 et 10, le changement climatique devrait se traduire, pour ce qui concerne le débit de la Seine, par une accentuation des contrastes saisonniers, avec deux impacts majeurs :

- La réduction de la disponibilité des eaux de surface en période estivale (réduction importante du débit d'étiage) ;
- La hausse du risque inondation en hiver et au printemps. Ce deuxième impact est beaucoup plus incertain. En témoigne la comparaison des résultats des deux études GICC (Figure 25) et RExHySS (Figure 26). Pour cette dernière, l'évolution du débit en fin d'hiver n'est pas significative et pourrait même être envisagée à la baisse.

Figure 26 - Evolution mensuelle comparée du débit de la Seine à Poses, simulée par l'ensemble des modèles hydrologiques et sur l'ensemble des scénarios utilisés par le programme RExHySS (source : PIREN Seine, 2009)



L'enveloppe représente les min et max simulés, le trait épais la moyenne de l'ensemble, et les pointillés l'enveloppe pour un écart-type. En haut (temps présent), la courbe rouge représente la moyenne mensuelle observée. Au milieu (horizon 2050) : la courbe bleue représente la moyenne « temps présent ». En bas (horizon 2100) : les courbes bleues et roses représentent les simulations « temps présent » et « horizon 2050 » respectivement.

Au-delà de la Seine, cette réduction des débits touchera particulièrement les cours d'eau non régulés, qui ne bénéficient d'aucun soutien d'étiage. La réduction du débit de ces cours d'eau est susceptible, au-delà d'un certain seuil, de remettre en cause leurs capacités de dilution des eaux en sortie de station d'épuration.

Dans un tel contexte, l'évolution du dispositif des barrages réservoirs des Grands Lacs de Seine apparaît comme un enjeu majeur de la gestion de l'eau en Ile de France, aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif.

Changement climatique et gestion des étiages

Les incertitudes sont fortes quant aux impacts du changement climatique à la fois sur les crues ou les débits d'étiage. Aujourd'hui, avec les aménagements des Grands Lacs de Seine, les problèmes de crue et d'étiage sont peu courants.

Cependant, le risque d'étiage est un risque encore plus important à prendre en compte que le risque de crue. En effet, les sécheresses du 19ème siècle (1826, 1857 et 1883), avec plusieurs années d'étiage, ont engendré des impacts plus sévères que la crue de 1955 par exemple, du fait de l'étendue du phénomène dans le temps suite à plusieurs années consécutives d'étiage: la gestion de l'étiage est en effet de plus en plus dure après chaque année de sécheresse. Ce type d'évènement historique peut être amené à se renouveler, avec ou sans changement climatique. Il est donc nécessaire de s'y préparer.
Le débat sur le changement climatique a justement permis de révéler un problème d'étiage déjà existant.
Initiative : Les Grands Lacs de Seine, avec Explore, Rexhyss, le Cemagref, travaillent dans le cadre d'un projet européen (CLIMAWARE) sur les impacts du changement climatique sur la gestion des ouvrages et la révision de la politique de l'eau qui date des années 1950, 70, 80, ainsi que sur les risques de crues majeures. Ce projet a notamment pour objectif de voir ce que l'on peut faire à court terme en termes de mesures de gestion de l'eau, et à long terme avec la construction d'autres ouvrages.

Entretien M. Rizzoli- Grands Lacs de Seine, Artelia, 2012.

2.1.2 Un rechargement plus lent des nappes

La réduction des précipitations et l'augmentation de la pression sur les ressources en période estivale devraient se traduire par une baisse significative de la recharge des ressources en eau souterraine. Le rapport RExHySS envisage ainsi une réduction de l'ordre de 25% par rapport au niveau de recharge actuel des nappes à l'horizon 2050 et de près de 30% à l'horizon 2100.
Dans un tel contexte et en l'absence de mesures de restriction des prélèvements, le niveau des nappes devrait connaître une baisse importante à court et moyen terme. Comme nous l'avons évoqué, cette réduction de la disponibilité des ressources est déjà une réalité pour certaines masses d'eau (nappe de Beauce et de Champigny notamment, qui ont déjà fait l'objet d'arrêtés de restriction des prélèvements).

Dans ce cadre, comme le souligne l'extrait suivant du rapport RExHySS, la baisse de la recharge des masses d'eau aurait un impact plus important que la hausse des prélèvements :
« À l'échelle de la Beauce, l'intensification de l'irrigation due au changement climatique a un impact nettement plus faible sur les ressources en eau souterraines que la baisse de la recharge. Cet impact direct du changement climatique est à lui seul susceptible de remettre en question la viabilité future de l'irrigation des grandes cultures telle que nous la connaissons actuellement, en regard des autres usages de l'eau. »

2.1.3 La dégradation possible de la qualité des ressources

Comme le souligne en particulier le rapport GICC-Seine, le changement climatique aura aussi un impact sur la qualité des ressources en eau :

- L'augmentation de la température de l'eau et la réduction des débits ont un effet sur l'évolution physico-chimique et microbiologique des cours d'eau et favorisent par exemple l'eutrophisation, la concentration des polluants (notamment d'origine agricole), le développement de micro-organismes toxiques, etc. tout cela ayant un impact sanitaire non négligeable. Cette situation est particulièrement sensible pour les cours d'eau non régulés dans lesquels se déversent les eaux en sortie de station d'épuration. En cas de réduction importante du débit, la dilution de ces eaux pourrait être insuffisante, remettant en cause le bon état de ces cours d'eau.

- _____ La Seine elle-même est aujourd'hui proche du bon état définit par la Directive Cadre sur l'Eau. La réduction du débit et la pression quantitative accrue des différents usages pourraient remettre en cause cet objectif dans le contexte du changement climatique.

- Le changement climatique peut se traduire par une évolution de l'occupation et de l'usage des sols (modification des pratiques culturales notamment), avec un impact possible sur la qualité de l'eau :

- ***« L'impact combiné de l'ensemble de ces changements [évolution de l'occupation des sols, des pratiques culturales, etc.] sur les cycles de l'eau, du carbone et de l'azote est particulièrement complexe dans le domaine agricole. La réponse des plantes à l'augmentation de la teneur en CO_2, en interaction avec les modifications du régime hydrique et thermique des sols, peut faire varier les cycles des éléments nutritifs dans les sols, en particulier celui de l'azote (azote minéral prélevé par les plantes, pertes par dénitrification avec libération de N_2O et N_2 dans l'atmosphère[34], lessivage de nitrates vers les aquifères et les cours d'eau).***

2.1.4 La gestion du stock d'eau : un enjeu central pour la gestion quantitative et qualitative de l'eau

Dans le contexte d'une baisse importante du niveau des nappes (en particulier de la nappe de Beauce), la satisfaction des besoins en eau agricole – par ailleurs en augmentation (voir 2.2) – pour l'irrigation se reporterait sur les eaux de surface, avec une pression supplémentaire sur le débit des cours d'eau. Dans ce cadre, la gestion des stocks d'eau dans le bassin de la Seine apparaît comme un enjeu majeur.

La logique de production agricole implique d'importants besoins en eau d'irrigation et se traduit par une logique de stockage des eaux de pluies hivernales limitant la recharge des nappes ainsi que l'alimentation des lacs réservoirs. Or, la baisse de l'alimentation de ces lacs est susceptible, à terme, de remettre en cause leur capacité à soutenir un débit d'étiage suffisant pour les différents usages ainsi que le maintien de la qualité des eaux de surface.

2.2 DES BESOINS EN HAUSSE POUR TOUS LES USAGES

Ce qu'il faut retenir…

Le **changement climatique** devrait également **affecter l'évolution des besoins en eau** et, par conséquent, des prélèvements des différents usages, **surtout en période estivale**. Dans le cas d'une sécheresse comparable à celle de 2003, le programme RExHySS a mis en évidence une hausse des besoins pour l'ensemble des usages, avec un impact négatif sur la qualité des ressources en eau.

Avec le changement climatique, la **sensibilité de l'Ile-de-France** à la raréfaction des ressources en eau **pourrait augmenter** en raison de l'augmentation des besoins des différents usages, en particulier l'alimentation en eau potable (12 millions d'habitants en 2030), l'agriculture (augmentation des besoins de l'irrigation de 50 à 60%), le transport fluvial (prolongement des débits d'étiage accroissant la vulnérabilité du transport fluvial), les activités nautiques…

En **l'absence de mesures d'adaptation** et compte tenu de la raréfaction des ressources en eau liée au changement climatique, une telle augmentation des besoins se traduirait immanquablement par **l'exacerbation de conflits d'usage,** déjà parfois latents en période de sécheresse (arrêtés de restriction d'eau, etc.) et une augmentation consécutive de la vulnérabilité.

Ces conflits d'usage ne doivent par ailleurs pas faire oublier que l'équilibre de nombreux écosystèmes dépend également de la disponibilité des ressources en eau.

[34] On notera qu'il s'agit de gaz à effet de serre au pouvoir de réchauffement plus élevé que le CO2 (source : IAU)

En l'absence de mesures d'adaptation, l'augmentation des températures et la réduction des précipitations devraient se traduire, particulièrement en période estivale, par une augmentation des besoins en eau des différents usages :

- **L'agriculture** apparaît comme le secteur le plus sensible : les besoins de l'irrigation devraient augmenter de façon significative si les systèmes agricoles restent inchangés. Dans ce contexte, les besoins pourraient ainsi augmenter de 50 à 60%, selon les calculs réalisés à l'aide du modèle agronomique STICS. Cette augmentation doit toutefois être nuancée par la faible part de l'agriculture dans le total des prélèvements en Ile-de-France. Par ailleurs, les besoins de l'irrigation pourraient diminuer avec le développement de nouvelles techniques permettant de minimiser les pertes lors de l'irrigation et donc d'utiliser le strict minimum sans gaspillage. De même, l'adaptation de nouvelles espèces moins gourmandes en eau serait également une alternative permettant de réduire les futurs besoins de l'irrigation. Le développement de l'agriculture périurbaine et de l'agri-urbanisme, gagnant de plus en plus d'importance en Ile-de-France, peut également diminuer les besoins de l'irrigation en réinterrogeant les systèmes agricoles et en repensant les relations entre territoires urbains et ruraux (bien que le maraîchage inhérent à l'agriculture de proximité sollicite également une quantité importante d'eau). Néanmoins, les besoins alimentaires de l'Ile-de-France, couplés à une histoire régionale agricole de grandes cultures céréalières, obligent à nuancer le développement de l'agri-urbanisme[35] : l'Ile-de-France est historiquement, et a de fortes chances de rester, une vaste région agricole dédiée aux cultures céréalières. Ce paradigme est ancré dans les mentalités et les pratiques agricoles et s'avère difficile à changer à court terme.

- **Les besoins en eau potable** augmentent mécaniquement en période de sécheresse et de fortes chaleurs, comme l'ont montré des évènements tels que la sécheresse de l'été 2003. Dans le cadre du changement climatique, ces besoins devraient donc croître en période estivale ; alors même que les projections démographiques pour l'Ile-de-France prévoient une augmentation de la population francilienne de l'ordre de 1 million d'habitants d'ici 15 ans. Par ailleurs, avec le vieillissement de la population et la baisse de la taille des ménages, la consommation en eau potable devrait légèrement diminuer. Ainsi, les tendances de ces dernières années montrent une baisse des consommations en eau, en dépit de l'augmentation de la population. Néanmoins, le climat a, dans notre modèle actuel de société, un impact important sur la consommation totale d'eau par habitant : par exemple, un habitant de Provence-Alpes-Côte d'Azur consommait en 2004 239 litres par jour et par habitant alors qu'un Francilien ne consommait que 150 litres. Le climat – et les habitudes de consommation – influencent donc directement les besoins en eau.

  - _____ Au-delà, les équilibres hydriques et de gestion de la ressource en eau pourraient conduire la ville de Paris à réduire ses prélèvements en eaux souterraines et à les réorienter vers les eaux de surface. Ainsi, une conjonction de facteurs conduit à penser que dans un contexte contraint sur le plan hydrologique, la pression quantitative sur la Seine pourrait se trouver accrue. Dans ces conditions le maintien de la Seine et de ses affluents en bon état pourra devenir de plus en plus aléatoire[36] (voir 2.1.3).

  - _____ Le maintien du bon état écologique des cours d'eau dans le bassin de la Seine pose la question de l'assainissement. Si les objectifs devraient être atteints en 2027 pour la Seine et la Marne, la baisse du débit des cours d'eau associée à l'augmentation attendue de la population, pourrait se traduire en l'absence de mesure adéquate par un retour en arrière sur ce point. Ce problème, d'ordre technique et financier (renouvellement et amélioration des stations d'épuration) est d'autant plus crucial sur les petits cours d'eau ne bénéficiant pas de soutien à l'étiage.

[35] Roland VIDAL, André FLEURY « *Aménager les relations entre la ville et l'agriculture. De nouveaux enjeux territoriaux et une nouvelle approche "agri-urbaniste*", Les Cahiers du Développement Urbain Durable, 2009

[36] Source : Jean Pierre Tabuchi, Chargé de mission intégration des mutations, Direction Santé Environnement, SIAAP.

- **Les besoins en eau de refroidissement** pour la production d'énergie ou l'industrie devraient également augmenter, les rejets d'eau partiellement polluée ou plus chaude posant également le problème de la dégradation de la qualité de l'eau en période d'étiage.

- **La navigation :** comme nous l'avons vu, le dispositif des lacs réservoirs en amont de l'Ile-de-France permet de soutenir l'étiage durant une période de cinq mois. L'impact majeur relevé par les études GICC Seine et RExHySS soulignant un allongement de la période d'étiage de la Seine, cet usage du fleuve pourrait devenir très vulnérable. L'Ile-de-France est composée d'un remarquable réseau fluvial avec environ 500 km de fleuves, canaux et rivières dont 420 km de grand gabarit. La majorité des voies navigables en Ile-de-France peuvent donc permettre de transporter plus de 1 500 tonnes par bateau (Figure 27 – Les gabarits des voies navigables en Ile-de-France et dans le bassin de la Seine (source : VNF) ci-dessous). Le gabarit important des voies navigables peut néanmoins être vulnérable dans le cas d'un allongement de la période d'étiage de la Seine. Les gabarits moyens des voies navigables en Ile-de-France pourraient donc diminuer, alors même que la navigation fluviale est amenée à prendre de plus en plus d'importance notamment pour l'approvisionnement intra-muros de Paris. Déjà, le système de 70 ports franciliens (ports urbains et plateformes portuaires) permet au Port Autonome de Paris d'être le premier port fluvial de France et le second d'Europe. Plus de 22 millions de tonnes sont actuellement transportées chaque année, soit 13% de l'approvisionnement régional, principalement des marchandises du secteur du bâtiment. La compétitivité de ce mode de transport, efficace et peu polluant, lui assure un développement important dans un avenir aux ressources énergétiques onéreuses. Déjà, des magasins du réseau d'un groupe de la grande distribution ont effectué des premiers essais de livraison par voie fluviale.

- _____ La mise en service en 2015 du canal Seine-Nord Europe qui reliera l'Oise au canal de Dunkerque permettra de relier 20 000 km de voies fluviales à grand gabarit en Europe, augmentant par quatre le trafic fluvial. D'ici 2020, la hausse du trafic fluvial conteneurs de la Seine sera de 200%. Néanmoins, la diminution de la ressource en eau rend le réseau hydrographique francilien très vulnérable, diminuant sa capacité de transport des grands gabarits.

Figure 27 – Les gabarits des voies navigables en Ile-de-France et dans le bassin de la Seine (source : VNF)

- **Les activités et les sites de loisirs nautiques** : l'Ile-de-France compte en tout 128 sites de loisirs nautiques en extérieur, où il est possible d'exercer des activités diverses, (Tableau 13 – Recensement des sites de loisirs nautiques selon leur nature en Ile-de-France (source : Agence Eau de Seine Normandie, d'après une enquête de janvier 2003 auprès des communes, CDT, DDASS et DDJS) et Tableau 14 – Recensement des sites de loisirs nautiques selon le type d'activités en Ile-de-France (source : Agence Eau de Seine Normandie, d'après une enquête de janvier 2003 auprès des communes, CDT, DDASS et DDJS)ci-dessous). Les activités nautiques et la baignade se pratiquent surtout dans les rivières ou dans d'anciennes carrières. La viabilité de ces activités dépend donc à la fois du débit des cours d'eau et de la quantité et la qualité des eaux stagnantes au sein des points d'eau.

Tableau 13 – Recensement des sites de loisirs nautiques selon leur nature en Ile-de-France (source : Agence Eau de Seine Normandie, d'après une enquête de janvier 2003 auprès des communes, CDT, DDASS et DDJS)

	Rivière	Etang	Lac naturel	Carrière	Retenue artificielle	Autre	Total
PARIS	0	0	0	0	0	0	0
SEINE-ET-MARNE	25	3	1	10	7	0	46
YVELINES	16	7	0	3	0	2	28
ESSONNE	5	2	0	2	1	1	11
HAUTS-DE-SEINE	3	1	0	0	0	0	4
SEINE-SAINT-DENIS	4	0	0	0	0	0	4
VAL DE MARNE	12	0	2	0	0	0	14
VAL D'OISE	14	0	1	5	0	1	21
ILE-DE-FRANCE	**79**	**13**	**4**	**20**	**8**	**4**	**128**

Tableau 14 – Recensement des sites de loisirs nautiques selon le type d'activités en Ile-de-France (source : Agence Eau de Seine Normandie, d'après une enquête de janvier 2003 auprès des communes, CDT, DDASS et DDJS)

	Baignade	Baignade et loisirs terrestres	Baignade et nautisme	Baignade, nautisme et loisirs terrestres	Nautisme	Nautisme et loisirs terrestres	Total
PARIS	0	0	0	0	0	0	0
SEINE-ET-MARNE	25	1	3	7	9	1	46
YVELINES	2	1	1	3	18	3	28
ESSONNE	2	0	0	2	6	1	11
HAUTS-DE-SEINE	0	1	0	0	3	0	4
SEINE-SAINT-DENIS	0	0	0	0	4	0	4
VAL DE MARNE	3	0	4	2	5	0	14
VAL D'OISE	0	1	0	0	20	0	21
ILE-DE-FRANCE	**32**	**4**	**8**	**14**	**65**	**5**	**128**

L'Ile-de-France compte une offre importante en sites de loisirs nautique (douze bases de plein air et de loisirs). Un effet ciseau est à craindre entre des sites qui pâtissent de la raréfaction de la ressource en eau et des besoins qui augmentent face aux fortes chaleurs estivales, La sur-fréquentation des sites peut elle aussi avoir des impacts néfastes, comme la dégradation de la qualité de l'eau ou l'augmentation de risques sanitaires. Par exemple, la shigellose ou dysenterie bacillaire, qui sévit surtout dans les régions tropicales mais dont une espèce est prévalente dans les pays industrialisés. La shigellose étant par excellence une maladie de l'insuffisance d'hygiène, il est peu probable qu'elle se

développe à l'avenir en Ile-de-France, mais il faut toutefois noter que des Shigelles ont été observées dans le Parc des Chanteraines à Gennevilliers durant l'été 2003. De même, des toxines cyanobactériennes et des fleurs d'eau avaient été également observées à la base de loisirs de Souppes sur Loing en Seine-et-Marne au cours de l'été 2003.

Il est en réalité très difficile d'analyser l'évolution future des activités nautiques et les risques ou impacts qui peuvent en découler, entre risques sanitaires et raréfaction de la ressource en eau en période estivale. Ce qui semble toutefois certain est que le besoin en baignade l'été risque d'augmenter. Reste à savoir si l'offre actuelle sera en capacité de répondre à l'évolution future de ce besoin ou s'il faudra développer des alternatives pour répondre au besoin de se rafraîchir, pour les populations qui devront passer l'été en Ile-de-France.
Nous avons vu que beaucoup d'usages en Grande Couronne dépendaient des mêmes ressources souterraines, en particulier dans l'ouest de l'Ile-de-France (nappe de Beauce). Dans le contexte du changement climatique et en l'absence de mesures efficaces d'adaptation, des conflits d'usages pourraient donc se trouver renforcés en période estivale.

Au-delà de ces questionnements, trois autres impacts doivent également être pris en compte :

- Plusieurs zones humides en Ile-de-France dépendent des nappes pour leur alimentation en eau, donc le maintien de leurs écosystèmes. Certaines d'entre elles, en particulier dans la Beauce, sont déjà fragilisées. Dans la perspective du changement climatique, le maintien de ces espaces naturels dépendra donc également des arbitrages avec les autres usages des ressources en eau ;

- Par ailleurs, la réduction du niveau des nappes, consécutive au déficit de recharge et à l'augmentation des prélèvements, pourrait se traduire par de possibles affaissements de terrain, fragilisant les infrastructures ou le bâti sus-jacents.

- Enfin, des impacts socio-économiques probables sur le prix de l'eau futur doivent également être considérés. Il semble certain que la baisse des débits aura un impact évident sur la politique d'investissement des agences de l'eau. Quant à savoir si cela aura aussi un impact sur le prix de l'eau, on ne peut que faire des suppositions. Le prix de l'eau sera certainement revu à la hausse. Ce sont les modalités des efforts financiers face à cette hausse qui restent indéterminés : prise en compte par l'usager, la collectivité…D'abord, l'augmentation du prix de l'eau dépendra des modes de gestion de l'eau et de la contractualisation choisie. Depuis le 1er janvier 2011 et pour une durée de 12 ans, le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France (hors la Ville de Paris) a choisi Veolia comme délégataire de service public. Même s'il est probable que le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France poursuive à l'avenir de déléguer ce service public, la tarification future de l'eau dépendra de la contractualisation future.

  - _____ Ensuite, le prix de l'eau dépend pour plus de la moitié du coût de la collecte et de traitement des eaux usées, ainsi que des taxes et des redevances perçues par des organismes publics. L'évolution du coût de ces variables risque donc d'influencer fortement le prix de l'eau.

  - _____ Pourautant, dans un contexte futur de raréfaction de la ressource en eau, deux scénarii semblent se dessiner. D'une part, l'eau étant un service public et son accès étant reconnu comme droit fondamental par l'ONU, il est possible que les collectivités reprennent à leur compte la gestion des réseaux d'eau, ou mettent en place des subventions (des réseaux de distribution et d'assainissement ou bien encore des aides à destination des ménages les plus défavorisés) pour éviter que l'augmentation du prix de l'eau ne se répercute directement sur les ménages franciliens, dont l'accès à l'eau potable ne doit pas être conditionné par leur situation financière.

  - _____ D'autre part, l'eau étant une ressource comme les autres, la mise en place, en situation de crise, d'un mécanisme d'ajustement de la demande à l'offre via un système de prix est également très probable[37]. A des prix plus élevés, les individus tendent à consommer moins et à trouver des

[37] Un troisième scénario pourrait être le « mix » des deux : d'un côté, le prix de l'eau augmente comme dans tout modèle économique, la demande étant plus importante que l'offre, ayant des répercussions directes sur le prix à

solutions alternatives, avec des risques majeurs d'inégalité d'accès à ce bien commun. Le rationnement par les prix permettrait alors de maîtriser la croissance de consommation. Pour autant, outre l'aspect financier, la maîtrise de consommation passe avant tout par l'éducation et le comportement responsable des populations afin d'éviter le gaspillage d'eau au maximum.

Zoom sur la diffusion des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie, une alternative à l'alimentation en eau potable ?

La récupération des eaux pluviales comme alternative au réseau AEP (pour un usage non potable), dans un contexte où l'irrégularité climatique met en évidence l'intérêt de disposer d'une alternative d'accès à la ressource en eau, présente plusieurs avantages :

- Diminuer la consommation en eau ;
- Réduire la facture de consommation d'eau ;
- Améliorer la gestion des eaux pluviales en milieu urbain : lors des épisodes de fortes pluies, le stockage des eaux pluviales permet de diminuer la pression sur le réseau d'assainissement (si le réseau est unitaire) ou le réseau des eaux pluviales (si le réseau est séparatif).

La récupération des eaux pluviales est susceptible de répondre à différents usages :

- Domestiques : alimentation des toilettes, des machines à laver, arrosage des espaces verts et des jardins, aménagement de toitures végétalisées, etc.
- Agricole : agri-urbanisme et agriculture de proximité, irrigation des cultures maraîchères, etc.

Néanmoins, la récupération et l'usage des eaux pluviales posent un certain nombre de contraintes :

- Arbitrage entre les différents usages possibles des toits : réservoir de stockage, toiture végétalisée, panneaux photovoltaïques, etc. ;
- Risque sanitaire : l'usage des eaux pluviales dans les logements suppose de créer un double réseau pour ne pas mêler eau potable et eau pluviale. Au-delà du coût d'installation, des erreurs de branchement sont possibles et les services de contrôle sanitaire y sont parfois hostiles. De même, certains problèmes environnementaux peuvent remettre en cause l'usage des eaux pluviales. C'est le cas par exemple des pluies acides. Une surveillance physicochimique en relation avec les organismes météorologiques paraît donc nécessaire ;
- Inégalité sociale d'accès à un service collectif : les eaux pluviales utilisées pour un usage domestique sont ensuite évacuées par le réseau d'assainissement. Or, la facture d'eau des particuliers est calculée en fonction du volume d'eau potable consommé. Les personnes récupérant les eaux pluviales paient donc une facture d'eau moins chère pour un service d'assainissement équivalent, voire supérieur aux autres usagers ;
- Pour finir, les eaux pluviales récupérées constituent un volume d'eau supplémentaire soustrait au milieu, donc à l'alimentation des masses d'eau souterraine et de surface.

Ci-dessous un exemple de vision utopique d'un stockage et d'une utilisation d'eau sur Paris en 2030 (collectif Et Alors – 2011)

la sortie du robinet pour les consommateurs ; tandis que de l'autre, les institutions publiques subventionnent les ménages les plus défavorisés.

Le Projet « SR-Util »

Le Projet « SR-Util » (Scenarii de Récupération-Utilisation) vise à élaborer puis à tester auprès des professionnels de la ville en Ile-de-France plusieurs scenarii de diffusion possible des installations de récupération et d'utilisation d'eau pluviale.

Ces scenarii doivent intégrer des analyses des enjeux sanitaires, sociétaux et des impacts économiques relatifs au développement des pratiques de récupération et d'utilisation de l'eau pluviale, observables en région francilienne.

3 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE

Impact	*Territoires les plus concernés*	*Exposition actuelle et future*	*Sensibilité des enjeux*	*Capacité d'adaptation*	*Evaluation de la vulnérabilité*	*Perception de la gravité de l'impact ? (+, ++, +++)*	*Niveau de priorité de l'impact dans le cadre de l'adaptation au changement climatique (1, 2, 3)*
DIMINUTION DES DEBITS DES COURS D'EAU ET PROLONGE-MENT DES DEBITS D'ETIAGE	Vallées des cours d'eau (cours d'eau régulés ou non)	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : moyenne Exposition future : élevée (réduction de près de 30% du débit actuel)	Moyenne à élevée surtout en période estivale : report attendu des prélèvements vers les eaux de surface, notamment pour l'irrigation (face à la baisse attendue du niveau de la nappe de Beauce)	-Régulation par les grands lacs de Seine dans la limite de leur capacité (enjeu de gestion des stocks d'eau)	Vulnérabilité actuelle : faible Vulnérabilité future : moyenne à élevée		1
DIMINUTION DES RESSOURCES SOUTER-RAINES	Toute la Région	Exposition actuelle : Faible (rechargement pluriannuel des nappes) Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : Elevée (diminution rechargement des nappes -25% à 2050, -30% à 2100)	Moyenne à élevée Prélèvements AEP et agricole à partir des ressources souterraines (sollicitées aussi par les régions limitrophes)	-Limitées.	Vulnérabilité actuelle : faible Vulnérabilité future : moyenne à élevée		1

DEGRADA-TION DE LA QUALITE DE L'EAU ET DES MILIEUX RECEPTEUR	Toute la région	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : moyenne à élevée Exposition future : élevée	Moyenne à élevée : perte de la capacité de dilution des polluants (notamment agricoles et industriels + rejets de STEP) et dégradation de la qualité microbiologique des eaux de surface en période de sécheresse / canicule. Arrêt potentiel d'exploitation de nappes superficielles pour AEP. Cette sensibilité touche surtout les axes non régulés.	-Modification des pratiques culturales ; -Amélioration des techniques de traitement des eaux pour l'AEP.	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée		1
Augmentation de la demande en eau	Toute la Région avec et en particulier les zones humides	Exposition actuelle : Faible et ponctuelle lors de sécheresses / canicules Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : Moyenne à élevée	Hausse des besoins pour les usages : -AEP : pression démographique (+1 millions d'habitants d'ici 15 ans) ; -Agriculture : augmentation des besoins de l'irrigation de 50 à 60% -Besoin des milieux naturels (zones humides)	-Mesures d'économie d'eau sur tous les usages (action de l'Agence de l'eau)	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée		2

SECTION 3 MILIEUX ET ECOSYSTEMES

Table des matières

1 L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MILIEUX NATURELS 63
1.1 UNE VULNERABILITE ACTUELLE ELEVEE POUR DES RAISONS ESSENTIELLEMENT ANTHROPIQUES65
1.2 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MILIEUX NATURELS EN ILE-DE-FRANCE.65
1.2.1 FOCUS SUR LES ZONES HUMIDES FRANCILIENNES 67
1.2.2 FOCUS SUR LES COTEAUX SECS CALCAIRES DE SEINE ET DU SUD GATINAIS.....68
2 L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ESPECES ET LES ECOSYSTEMES EN ILE-DE-FRANCE 69
2.1 ELEMENTS DE CONTEXTE D'UNE VULNERABILITE ACTUELLE DEJA ELEVEE 69
2.2 LES IMPACTS ATTENDUS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ESPECES ET LES ECOSYSTEMES 70
2.2.1 LA MODIFICATION DE L'AIRE DE REPARTITION DES ESPECES 70
2.2.2 L'EVOLUTION PHYSIOLOGIQUE DES ESPECES 72
2.2.3 LE DEVELOPPEMENT POSSIBLE DES ESPECES ENVAHISSANTES.....73
3 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE 74

Les espaces naturels représentent environ 42% du territoire français métropolitain et se caractérisent par la diversité de leurs milieux, paysages et écosystèmes[38]. Le territoire francilien, malgré une forte urbanisation, n'en est pas moins représentatif de cette richesse biologique : 228 espèces d'oiseaux, 18 000 espèces d'insectes, 60 espèces de mammifères, 17 espèces de reptiles, 12 espèces d'amphibiens, 1 500 espèces végétales,…

L'Ile-de-France est une région située au carrefour de plusieurs influences biogéographiques. Elle présente ainsi un territoire très diversifié, avec 50% d'espaces agricoles, 24% de forêts (supérieur à la moyenne nationale) et 5% d'espaces naturels (espaces aquatiques compris), pour un total de 79% d'espaces ouverts (agricoles, naturels et boisés). Les enjeux liés à la biodiversité en Ile-de-France sont donc très importants.

Cependant, ce territoire subit également des pressions anthropiques importantes, comme l'illustrent les chiffres suivants :

- 11 millions d'habitants sont concentrés sur 21% du territoire francilien (16% d'espaces urbains construits et 5% d'espaces urbains ouverts) ;
- 854 kilomètres de voies rapides et d'autoroutes ;
- 9 900 kilomètres de routes nationales ou départementales ;
- 3 900 kilomètres de voies ferrées.

Au-delà, milieux naturels et écosystèmes constituent le support d'un certain nombre de services dits « écosystémiques », nécessaires au maintien de la qualité de vie – en particulier en milieu urbain – et à celui de nombreuses activités humaines :

- Les zones humides de la vallée de la Seine en amont de Paris, en jouant leur rôle de zone d'expansion des crues, limitent le risque d'inondation dans l'agglomération ;
- Le tourisme et l'agriculture dépendent directement de la qualité des milieux et des écosystèmes naturels.

Le maintien des services écosystémiques nécessite la préservation d'une biodiversité suffisamment robuste pour s'adapter aux effets du changement climatique. Au-delà, on notera que ces services écosystémiques favorisent la résilience des territoires : la biodiversité constitue un élément moteur de leur adaptation, en limitant par exemple certains impacts du changement climatique. Pour exemple, la végétation en milieu urbain limite l'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU).

Peu d'études ont été réalisées jusqu'à présent afin de déterminer les relations entre le changement climatique et l'évolution des milieux naturels et des écosystèmes, que ce soit à l'échelle nationale ou, ***a fortiori***, francilienne. En outre, l'analyse de ces relations paraît très complexe, dans la mesure où un grand nombre de paramètres, hors évolution climatique, sont susceptibles d'avoir une influence sur cette évolution.

Dans ce cadre, les chercheurs s'accordent pour souligner que l'érosion de la biodiversité mesurée actuellement en Ile-de-France serait due pour l'essentiel aux pressions humaines sur les milieux, pressions qui se trouveraient aggravées dans le contexte d'un changement climatique.

[38] Source : UICN.

Le changement climatique : une pression supplémentaire sur la flore

Le Conservatoire botanique national du Bassin parisien, service du Muséum national d'Histoire naturel (MNHN), fait partie du réseau des conservatoires botaniques nationaux (FCBN) et dispose de l'agrément du Ministère pour la connaissance de la flore, sa conservation, l'appui aux politiques publiques et la communication sur ses travaux.

La liste rouge régionale de la flore vasculaire a permis d'établir que 85 espèces végétales (6 %) semblent avoir disparu de la région depuis le XVIIIème siècle. 400 autres (26 %) sont aujourd'hui menacées. Parmi celles-ci, 128 courent un risque majeur d'extinction (8 %) dans les prochaines années.
La destruction et la dégradation des habitats naturels, liées aux activités humaines, représentent la principale cause de régression des espèces végétales. Le changement climatique n'ajouterait donc qu'une pression supplémentaire à cette tendance lourde.

D'autres programmes d'observation de la faune et de la flore sont actuellement en cours en Ile-de-France. Ces travaux permettront à l'avenir de mieux identifier et caractériser les impacts du changement climatique sur les milieux naturels et la biodiversité spécifique et écosystémique. Parmi ces programmes, on relèvera le réseau citoyen Vigie Nature, ou encore le programme STOC (Suivi Temporaire de Oiseaux Communs).

Source : entretien auprès de M. Sébastien Filoche, du Conservatoire botanique national du bassin parisien, 2012.

1. L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MILIEUX NATURELS

Ce qu'il faut retenir…
Malgré la forte urbanisation de son territoire, l'Ile-de-France présente un certain nombre de milieux naturels remarquables, des **espaces forestiers aux zones humides en passant par les pelouses calcicoles**. Le territoire régional se trouvant à la limite Est de la région biogéographique atlantique, ces milieux sont particulièrement exposés à toute variation du climat.
Toutefois, au regard des données disponibles, la **vulnérabilité de ces milieux** aux impacts du changement climatique est **difficile à évaluer**. La plupart des sources disponibles s'accordent cependant pour affirmer que le changement climatique ne constituera qu'une pression supplémentaire à celle, déjà très importante, des activités humaines. L'enjeu est de **préserver les zones ouvertes naturelles, les zones humides et les pelouses sèches calcaires** pour préserver, d'une part, leur capacité d'adaptation et, d'autre part les services écosystémiques qu'ils rendent.

SINP – Système d'Information sur la Nature et les Paysages : enjeux et indicateurs socioéconomiques pour la biodiversité en Ile-de-France

Dès 2009, l'Etat et la Région Ile-de-France ont confié à Natureparif la mission de mettre en place le Système d'Information sur la Nature et les Paysages, pour le volet « nature ». Dans ce cadre, 14 groupes de travail ont été décidés par le Comité de Suivi Régional du SINP, concernant aussi bien la faune, la flore, les habitats, la géologie, les paysages, les fonctionnalités et services écosystémiques, les aspects socio-économiques de la biodiversité, etc…
Le SINP en Ile-de-France constitue la première étape vers la création d'un Observatoire Régional de la Biodiversité. Le SINP est un système national s'inscrivant dans la continuité du Grenelle de l'Environnement, ayant pour objectif de « favoriser la synergie entre les acteurs pour la production, la gestion, le traitement, la valorisation et la diffusion des données sur la nature et les paysages, afin d'assurer leur visibilité optimale pour les décideurs et le grand public ».
Le protocole du SINP est actuellement en cours de révision auprès des associations, des établissements publics, etc., une consultation étant en cours jusqu'à l'automne 2012 avec des réunions nationales et régionales.

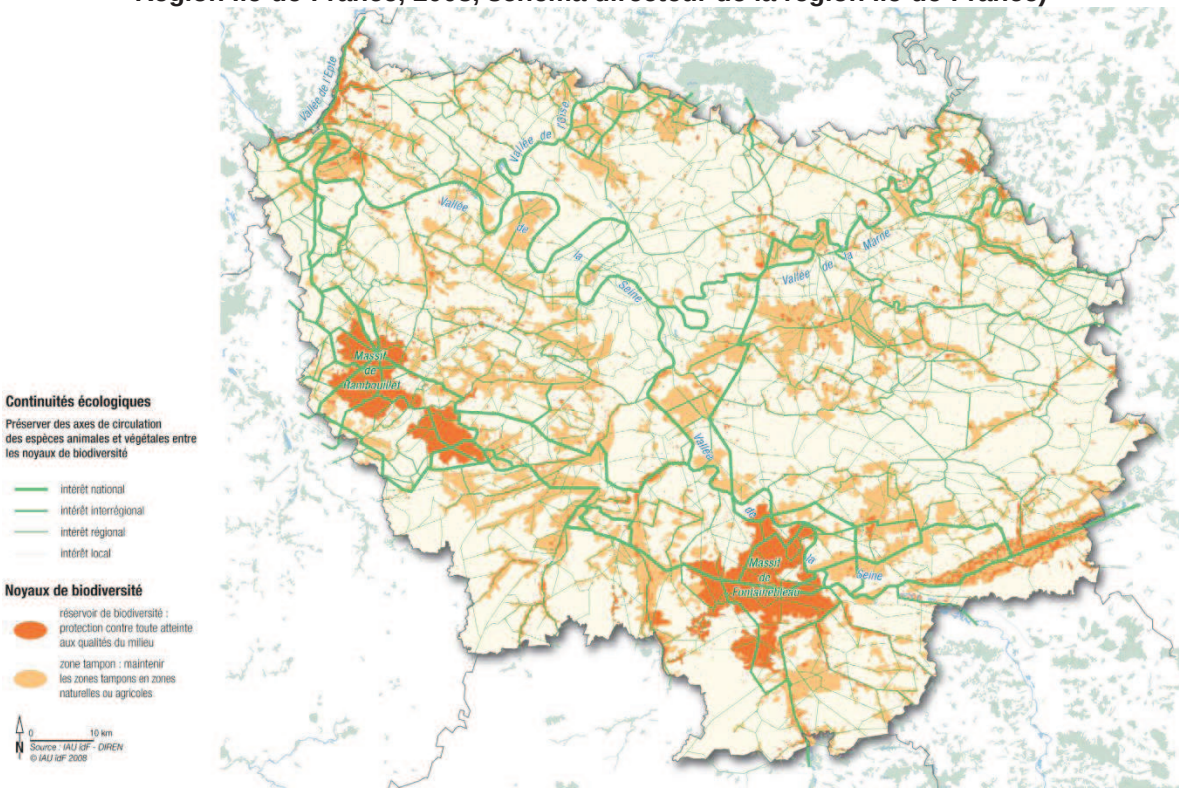
Le groupe de travail « Services écosystémiques et aspects socioéconomiques de la biodiversité francilienne »

Parmi les groupes de travail, l'atelier « Services écosystémiques et aspects socioéconomiques de la biodiversité francilienne » présente un intérêt particulier puisqu'il s'est attaché à décrire les interdépendances entre la société francilienne et la biodiversité, dans le but de développer une meilleure appréhension et gestion des écosystèmes en Ile-de-France.

Cet atelier fait ainsi référence aux interactions entre la biodiversité d'une part, l'économie, la politique et la société d'autre part. Cela amène à élaborer une vision d'un développement durable des relations hommes-biodiversité, aspirant à une coévolution mutuellement bénéfique des systèmes environnementaux, sociaux, économiques et politiques.

Après plusieurs étapes, 27 indicateurs (issus d'un travail de recherche et de travaux en sous-groupes) d'un total de 634 ont été retenus, en fonction de leur pertinence face aux différents enjeux liés à la biodiversité en Ile-de-France : menaces et pressions, biens et services écologiques, pratiques durables, moyens financiers et humains alloués à la protection de la biodiversité, stratégies des entreprises, performance des processus politiques de gouvernance, etc.

Carte 1 – Les noyaux de biodiversité et les continuités écologiques en Ile-de-France (source : Région Ile-de-France, 2008, schéma directeur de la région Ile-de-France)

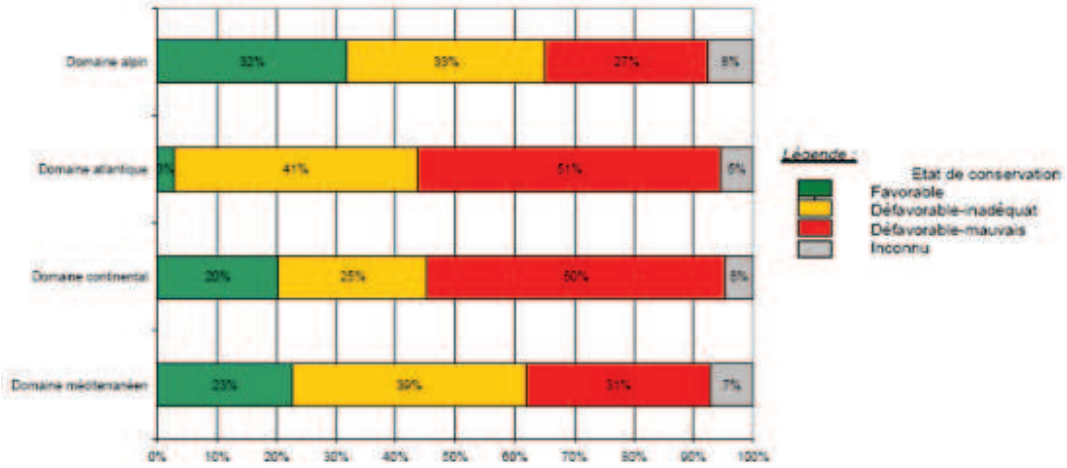


1.1. UNE VULNERABILITE ACTUELLE ELEVEE POUR DES RAISONS ESSENTIELLEMENT ANTHROPIQUES

Les milieux naturels sont le support de la biodiversité. Leur évolution détermine celle des écosystèmes, en modifiant les habitats naturels et les paysages.

La Figure 28 donne un premier aperçu de l'état de conservation des habitats naturels en France métropolitaine. Plus de 90% des habitats naturels du domaine biogéographique atlantique (dont fait partie l'Ile-de-France) présentent un état de conservation « défavorable » à « mauvais ».

Figure 28 - Etat de conservation des habitats naturels et semi-naturels par domaine biogéographique (source : MEDDTL, 2007)



En Ile-de-France, la plupart des publications existantes indiquent que cette situation est le résultat, pour l'essentiel, de la pression anthropique sur les habitats naturels, en relation avec :

- L'étalement urbain et la pollution atmosphérique, liés à l'importance de l'agglomération parisienne ;
- La spécialisation de l'agriculture vers les grandes cultures intensives ;
- La fragmentation de l'espace par les infrastructures de transport.

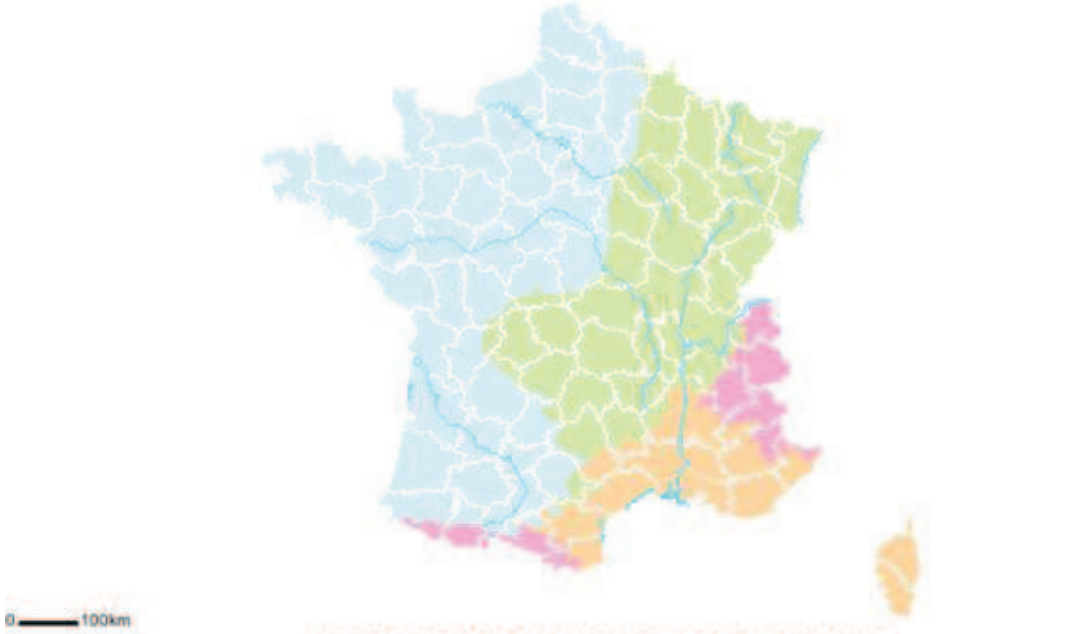
Dans ce contexte, les impacts liés à l'évolution du climat apparaissent secondaires et font l'objet de peu de publications. Les paragraphes qui suivent s'attacheront à mettre en évidence la pression supplémentaire que représenterait le changement climatique sur l'évolution des milieux naturels.

1.2. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MILIEUX NATURELS EN ILE-DE-FRANCE

Comme l'illustre la Figure 29, l'Ile-de-France se situe aux confins Est de la région biogéographique atlantique, à la limite de la région biogéographique continentale. La définition de ces régions, comme en témoigne leur nom, est largement déterminée par leurs climats respectifs. Ce lien met en évidence la relation étroite entre l'évolution climatique et la modification des milieux et habitats naturels.

En Ile-de-France, l'influence océanique confère une amplitude thermique saisonnière modérée et des précipitations régulières tout au long de l'année. Toutefois, l'éloignement de l'océan induit une plus forte exposition aux évènements climatiques extrêmes (vagues de chaleur ou de froid et épisodes de sécheresse) qu'à proximité immédiate de l'océan, évènements auxquels certains milieux naturels sont particulièrement sensibles.

Figure 29- Les régions biogéographiques françaises (MEDDTL, 2007)



Les régions biogéographiques en France

(bleu : domaine atlantique, vert : continental, rose : alpine, orange : méditerranéen)

Dans le contexte du changement climatique, l'accroissement attendu des contrastes saisonniers de précipitations et de températures (baisse des précipitations et augmentation des températures estivales) pourrait avoir un impact significatif sur les milieux naturels et les écosystèmes. Situés dans une zone de transition entre deux régions biogéographiques, ces derniers sont en effet particulièrement sensibles à tout changement.

Néanmoins, au regard du peu de données disponibles, des incertitudes inhérentes aux projections climatiques futures à l'échelle régionale, et de la difficulté à distinguer les impacts climatiques des impacts anthropiques sur les milieux naturels, la caractérisation des impacts du changement climatique sur les milieux naturels en Ile-de-France paraît très complexe et incertaine.
Les deux paragraphes qui suivent proposent quelques éléments d'analyse quant aux milieux naturels considérés aujourd'hui comme les plus vulnérables.

L'enjeu de la préservation des milieux naturels en Ile-de-France

L'enjeu consiste à préserver les zones naturelles ouvertes, les zones humides et les pelouses sèches calcaires, afin de préserver les services écosystémiques rendus par ces milieux naturels.

Les zones humides seront confrontées à une augmentation du déficit hydrique, ce qui aura un impact sur leurs nombreux services écosystémiques, tels que la formation de microclimats (hygrométrie atmosphérique naturelle). À ce titre, les travaux de protection / drainage sur le bassin de la Seine, destinés à réduire le risque de crue, doivent être menés de façon à ne pas assécher artificiellement ces zones humides qui seront fragilisées dans le contexte du changement climatique par un déficit hydrique renforcé des eaux de surfaces et des nappes (baisse de la recharge et augmentation des prélèvements).

Avec le changement climatique, la préservation des coteaux secs calcaires (pelouses calcicoles) apparaît très importante. Ces derniers pourraient en effet faciliter l'adaptation des espèces et servir de refuge à celles dont l'aire de répartition se déplacerait du sud vers le nord.

Source : entretien auprès de M. Sébastien Filoche, du Conservatoire botanique du bassin parisien, 2012.

1.2.1. Focus sur les zones humides franciliennes

1.2.1.1. SITUATION ACTUELLE

Espaces de transition entre milieu terrestre et milieu aquatique, les zones humides (berges des cours d'eau comprises) présentent une grande diversité biologique. Elles assurent en effet la reproduction et l'alimentation de nombreuses espèces (batraciens, poisson, oiseaux, etc.) et constituent pour certaines des étapes migratoires et/ou d'hivernage.
À l'échelle nationale, ces milieux naturels accueillent environ la totalité des espèces d'amphibiens, la moitié des espèces avicoles et près d'un tiers des espèces végétales, sur à peine 3% du territoire.

L'Ile-de-France compte un certain nombre de zones humides de différents types, par exemple :

- Zones humides de la vallée de la Seine, en particulier la plaine alluviale de la Bassée (berges comprises) ;
- Les mares de platières du massif de Fontainebleau ;
- Marais divers.

Ces milieux, souvent fragmentés, présentent une forte sensibilité à toute pression climatique ou anthropique. Jusqu'à une période récente, on observe d'ailleurs un fort recul de ces espaces longtemps considérés comme insalubres. Les zones humides ont donc été soumises à de fortes pressions anthropiques :

- Drainage des marais pour le développement de l'agriculture ;
- Remblai pour l'urbanisation ou la construction d'infrastructures ;
- Prélèvement d'eau pour l'irrigation ;
- Extraction de granulats.

Si ces pressions sont aujourd'hui plus faibles (les zones humides font l'objet de mesures de protection), la fragmentation et la dégradation des milieux limitent aujourd'hui leur capacité d'adaptation à l'évolution du climat, donc leur vulnérabilité aux impacts du changement climatique.

1.2.1.2. UNE VULNERABILITE QUI DEVRAIT S'ACCROITRE

La réduction des précipitations estivales et l'augmentation attendue des températures devraient se traduire par une augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse, accroissant d'autant la vulnérabilité des zones humides en Ile-de-France.
L'impact du déficit hydrique sur le milieu et les écosystèmes aura des conséquences directes sur les services écosystémiques rendus par les zones humides : régulation du climat local, activités touristiques, préservation de la qualité de l'eau, etc.

Là encore, il convient de rappeler que la vulnérabilité future des zones humides en Ile-de-France dépendra essentiellement des choix d'aménagement. Le bon fonctionnement futur de la zone humide de la plaine alluviale de La Bassée dépendra par exemple de la prise en compte des enjeux environnementaux dans le projet d'aménagement destiné à améliorer la régulation des crues de la Seine. Ainsi, une « étude de l'occupation des sols et des enjeux environnementaux en Bassée Aval »[39] a notamment été menée afin de prendre en compte les enjeux environnementaux et préserver la biodiversité de cette zone, dans un souci de gestion écologique responsable.

[39] Source : IIBRBS – Etude globale pour l'aménagement de la Bassée, 2004 : www.la-bassee.com

Recenser les zones humides franciliennes pour mieux les protéger

La Région Ile-de-France a confié à la Société Nationale de la Protection de la Nature (SNPN) la réalisation d'un réseau régional des zones humides destiné en particulier à recenser l'ensemble des zones humides sur le territoire.
Ce recensement, qui sera achevé en 2012, devra permettre ***in fine*** d'améliorer la protection de ces dernières au regard de leur vulnérabilité aux inondations et à la sécheresse[40].

Source : site de la Région Ile-de-France

1.2.2. Focus sur les coteaux secs calcaires de Seine et du Sud Gâtinais

Les pelouses sèches calcicoles, essentiellement présentes dans le sud de l'Essonne et de la Seine-et-Marne ainsi qu'en aval de Paris sur les coteaux de Seine ; constituent l'un des milieux naturels remarquables les plus fragiles d'Ile-de-France. Composé de sols calcaires pauvres, ce milieu particulièrement exposé à la sécheresse est dit « thermophile » (étymologiquement : « qui aime la chaleur »). Il accueille en effet une flore spécifique résistante au manque d'eau, composée pour l'essentiel de graminées.

Le maintien de ces pelouses sèches est conditionné à la présence d'animaux herbivores sauvages ou d'élevage. La plupart sont donc directement dépendantes de l'intervention de l'homme. Or, le faible entretien de ces milieux se traduit actuellement par leur fermeture progressive (croissance de la forêt).

Préserver les coteaux secs en tant que zones refuges
Dans le contexte du changement climatique, la préservation des coteaux secs calcaires apparaît très importante car ils pourraient faciliter l'adaptation des espèces à l'évolution du climat en jouant par exemple le rôle de refuge pour celles dont l'aire de répartition se déplacerait vers le nord.

Source : entretien auprès de M. Sébastien Filoche, du Conservatoire botanique du bassin parisien, 2012.

Là encore, cet exemple démontre à quel point l'adaptation de la biodiversité à l'évolution du climat dépendra des choix d'aménagement et de gestion des milieux naturels.

[40] La Région Ile-de-France, en partenariat avec l'IAU et l'AESN mènent actuellement des travaux pour l'amélioration de la connaissance des berges, qui aboutiront à l'élaboration d'un Schéma Régional des Berges.

2. L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ESPECES ET LES ECOSYSTEMES EN ILE-DE-FRANCE

Ce qu'il faut retenir…
Au-delà de ses impacts sur les milieux naturels, le changement climatique pourrait également toucher les espèces et les écosystèmes en Ile-de-France, à travers trois phénomènes majeurs ponctuellement déjà observés :
- Le **déplacement vers le nord de l'aire de répartition** de nombreuses espèces et la réduction de l'espace disponible pour certaines autres (risque d'extinction) ;
- **L'évolution physiologique de plusieurs espèces**, en réaction à l'évolution climatique, avec de potentiels bouleversements des chaines alimentaires ;
- Le possible développement **d'espèces envahissantes.**
Ces **phénomènes très complexes** font toujours l'objet de travaux de recherche et leur **compréhension fine nécessite de l'observation sur le long terme.**
La **vulnérabilité** des espèces dépendra donc en partie de leur **capacité à se déplacer** au sein d'un territoire très fragmenté par l'urbanisation et les réseaux de transport, d'où l'importance de **développer les continuités écologiques pour favoriser cette mobilité**, à la fois en zone urbaine et en zone rurale.

Au regard des données disponibles, la c**aractérisation de la vulnérabilité de la biodiversité spécifique à l'échelle régionale reste très difficile.** On peut toutefois considérer que les évolutions attendues devraient aboutir à l'émergence de nouveaux équilibres écosystémiques, dont la forme reste pour le moment très incertaine.

2.1. ELEMENTS DE CONTEXTE D'UNE VULNERABILITE ACTUELLE DEJA ELEVEE

Au-delà des milieux naturels, les espèces elles-mêmes sont sensibles à l'évolution du climat. La dégradation des habitats naturels, liée pour l'essentiel aux activités humaines évoquées plus haut (voir 1.1), se traduit d'ailleurs par un état de conservation des espèces végétales et animales majoritairement défavorable ou mauvais dans le domaine biogéographique atlantique :

Figure 30 - Etat de conservation des espèces végétales par domaine biogéographique (source : MEDDTL, 2007)

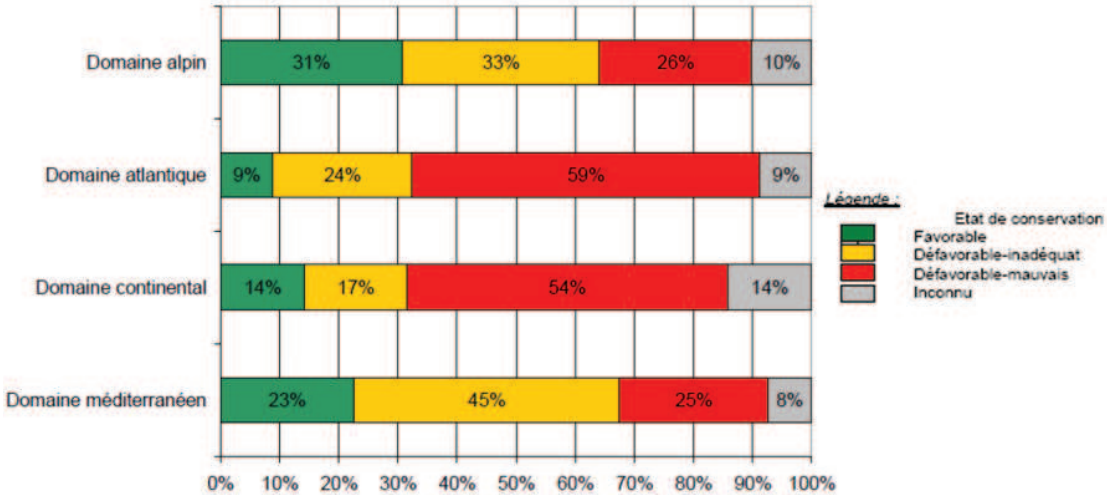
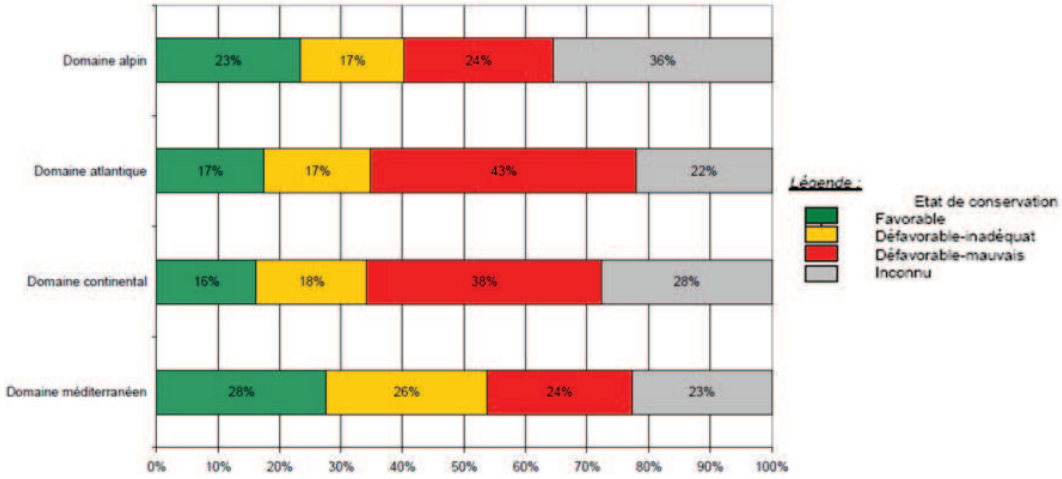


Figure 31 - Etat de conservation des espèces animales par domaine biogéographiques (source : MEDDTL, 2007)



La forte pression anthropique sur les milieux et les écosystèmes limite notre capacité à distinguer l'influence de l'évolution du climat sur la biodiversité spécifique, en particulier en Ile-de-France. Toutefois, les chercheurs s'accordent pour dire que le facteur climatique a un rôle important quant à l'évolution des écosystèmes (évolution de l'aire de répartition des espèces, de leur physiologie, etc.), avec un impact direct ou indirect sur les services écosystémiques dont dépendent directement ou non les activités humaines.

Milieux, espèces et écosystèmes, quelle protection ?

La protection de la biodiversité en Ile-de-France est aujourd'hui souvent réalisée dans une logique de préservation d'espace plus ou moins importante. Dans beaucoup de cas, il s'agit en effet de sanctuariser un espace naturel (réserve naturel, ENS, etc.) ou de protéger des espèces régionales remarquables. Cela semble inéluctable, tant il est difficile de retrouver une approche plus intégrée de la biodiversité à l'échelle de la région, permettant de revenir à des pratiques durables de gestion de la biodiversité, que ce soit en milieu agricole ou en matière d'aménagement de l'ensemble du territoire. Il s'agit donc davantage de protéger la biodiversité existante que de favoriser son évolution naturelle.

Source : entretien auprès de M. Sébastien Filoche, du Conservatoire botanique du bassin parisien, 2012.

2.2. LES IMPACTS ATTENDUS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ESPECES ET LES ECOSYSTEMES

2.2.1. La modification de l'aire de répartition des espèces

2.2.1.1. UN LIEN ENCORE DIFFICILE A DEMONTRER

L'aire de répartition des espèces est en constante évolution, au gré de l'évolution de leur environnement. Le climat constitue dans ce cadre un facteur de changement non négligeable. L'alternance de périodes froides ou chaudes dans le passé proche ou lointain s'est toujours traduite par des migrations d'espèces et l'organisation de nouveaux équilibres écosystémiques. Pour exemple, l'oscillation nord-atlantique, qui constitue un élément de la variabilité climatique actuelle, se traduit par une alternance régulière (tous les 20 à 25 ans environ) de périodes de refroidissement et de réchauffement et entraîne un déplacement ponctuel de l'aire de répartition de certaines espèces.

En raison de cette variabilité constante, il apparaît très difficile de démontrer le lien entre le changement climatique et le déplacement de l'aire de répartition, les chercheurs ne disposant pas de séries statistiques d'observation suffisamment longues.

De rares observations en Ile-de-France

On observe une évolution de la répartition des espèces sans que cela soit directement attribuable à l'évolution du climat. La flore et la faune réagissent en effet plus ou moins lentement aux modifications climatiques, et plus rapidement aux changements liés à l'urbanisation, aux pollutions, etc.

Les indices principaux d'évolution sont en relation avec le déficit hydrique : l'assèchement des zones humides pourrait ainsi conduire certaines espèces comme les orchidées ou les espèces liées aux zones temporairement humides à disparaitre (certaines espèces, lors de l'épisode de déficit hydrique du printemps dernier ne sont pas reparues)
Quant à la remontée des espèces depuis le sud, des soupçons concernent certaines espèces comme la Laiche de Haller ou l'apparition de Carex Haller Iana sur les pelouses calcaires, espèce absente il y a 50 ans et que l'on voit de plus en plus sur les coteaux secs du Sud de l'Essonne.
Enfin, l'arrivée de nouvelles espèces invasives liées le plus souvent au rôle perturbateur de l'homme sur le milieu naturel pourrait être aggravée par le changement climatique.

Source : entretien auprès de M. Sébastien Filoche, du Conservatoire botanique du bassin parisien, 2012.

L'observatoire de la biodiversité du Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien

Créé en 1994, cet observatoire est un outil d'aide à la décision. En offrant une information claire et synthétique de l'état de la biodiversité spécifique sur le territoire du bassin parisien en temps réel, il permet de rendre compte de l'évolution de l'aire de répartition des espèces et d'identifier les espèces fragilisées.
L'utilisation des Systèmes d'Information Géographique (SIG) permet de croiser les données statistiques existantes selon un référentiel territorial et de disposer de cartes synthétiques révélant l'évolution spatiale des espèces végétales.
La plupart des données d'observation fiables ne remontant pas au-delà des années 1980, il apparaît pour le moment difficile de déceler l'influence d'un changement climatique sur l'aire de répartition des espèces.

Source : site du CBNBP - http://cbnbp.mnhn.fr/cbnbp/

2.2.1.2. L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AIRE DE REPARTITION DES ESPECES

L'observation actuelle de l'évolution de l'aire de répartition des espèces ne permet pas de distinguer l'impact de la variabilité constante du climat de celui du changement climatique.
Toutefois, si la variabilité du climat a un effet démontré sur l'aire de répartition des espèces, il en est nécessairement de même du changement climatique. Afin d'évaluer l'effet de ce dernier, l'ONERC a réalisé en 2009 à l'échelle de la France métropolitaine une modélisation de l'évolution de la biodiversité spécifique à l'horizon 2080, en se fondant sur les scénarios A2 et B2 du GIEC. Les résultats de cet exercice, basé sur 1062 espèces végétales, 328 oiseaux nicheurs, 106 reptiles et amphibiens et 139 mammifères, sont présentés dans le tableau ci-après :

Figure 32 – Nombre d'espèces ayant perdu ou gagné 20% de leur aire de répartition actuelle (source : ONERC, 2009)[41]

	A2			B2		
	perte	stable	gain	perte	stable	gain
Plantes	30%	13%	57%	31%	17%	52%
Oiseaux	32%	24%	45%	33%	27%	40%
Reptiles/amphibiens	62%	21%	17%	62%	22%	16%
Mammifères	33%	19%	48%	35%	23%	42%

[41] D'après Thuiller et al., 2008.

Au regard de ces résultats, il apparaît que le changement climatique aurait des conséquences sur une large majorité des espèces animales et végétales. L'augmentation des températures moyennes annuelles entraînerait en effet un déplacement vers le nord de l'aire de répartition de nombreuses espèces avec deux conséquences :

- Pour les espèces susceptibles de se déplacer facilement et rapidement, une stabilité, voire une augmentation de leur aire de répartition, ce qui est le cas de la majorité des espèces ;
- Pour les autres espèces, une réduction progressive de leur aire de répartition. C'est le cas par exemple des amphibiens, qui dépendent pour la plupart des zones humides. La fragmentation de ce type de milieu limite par exemple leur capacité de déplacement.

Dans ce cadre, la vulnérabilité future de la biodiversité spécifique, en Ile-de-France comme ailleurs, dépendra de la préservation de continuités écologiques dans les territoires, qui permettent le déplacement et, ***in fine***, l'adaptation de l'aire de répartition des espèces à l'évolution du climat.

Trames vertes et bleues : l'enjeu des continuités écologiques en Ile-de-France

Etant donné le caractère très urbain de l'Ile-de-France, la problématique des continuités écologiques constitue un enjeu majeur dans l'organisation du territoire régional, pris en compte depuis quelques années par les collectivités territoriales à travers l'aménagement d'un réseau de trames vertes et bleues à l'échelle régionale.
Le Schéma Régional de Continuité Ecologique, qui devrait être publié courant 2012 par la DRIEE et le Conseil Régional, vise précisément à définir une stratégie régionale pour l'aménagement de ce réseau.

Dans la perspective du changement climatique, ces continuités écologiques joueraient un rôle fondamental, en favorisant le déplacement de l'aire de répartition des espèces, donc leur capacité d'adaptation.
Au-delà, elles permettraient de valoriser un certain nombre de services écosystémiques de la biodiversité urbaine. La végétalisation des espaces urbains permet ainsi de limiter le phénomène des îlots de chaleur urbains, qui se trouvera renforcé par l'augmentation attendue des températures.

2.2.2. L'évolution physiologique des espèces

Les observations passées et récentes indiquent, au-delà d'une évolution de leur aire de répartition, une modification possible de leur physiologie en réaction à l'évolution des conditions climatiques.
Le suivi de certaines espèces végétales souligne une certaine capacité d'adaptation à l'évolution du climat. Ainsi, l'augmentation des températures moyennes annuelles a conduit à un décalage des stades phénologiques pour de nombreux végétaux, à commencer par les espèces cultivées (voir le chapitre consacré à l'agriculture). Côté animal, certaines adaptations ponctuelles ont déjà pu être observées : évolution des périodes migratoires ou de nidification des oiseaux par exemple.

Dans ce cadre, la vulnérabilité des espèces aux impacts du changement climatique dépendra de leur capacité à s'adapter en réaction à l'évolution plus ou moins rapide du climat. De nombreuses incertitudes demeurent sur ce point. Cet élément doit également être mis en relation avec l'interdépendance entre les espèces au sein des écosystèmes. Le décalage saisonnier d'une espèce a ainsi une incidence potentielle sur la capacité d'adaptation de plusieurs autres. Ces décalages sont susceptibles de provoquer d'importants bouleversements dans le fonctionnement des chaînes alimentaires et pourraient à terme se traduire par l'extinction de certaines espèces et la réorganisation du fonctionnement de certains écosystèmes. Sur ce dernier point l'incertitude demeure élevée. La compréhension fine de ces phénomènes complexes reste très incomplète à l'heure actuelle, à l'échelle nationale et, ***a fortiori***, à l'échelle de l'Ile-de-France et fait l'objet de travaux de recherche scientifique et d'observation sur le long terme.
Selon les travaux du groupe interministériel d'évaluation du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France[42], ***« en un lieu donné, du fait des différences de capacité de colonisation des espèces, on peut s'attendre à une latence entre la disparition des cortèges actuels et l'arrivée de nouveaux, se traduisant par des « effets de trous » (d'où une forte diminution de la biodiversité) ou au contraire « d'encombrement », plus ou moins transitoires ».***

[42] MEEDDM, septembre 2009.

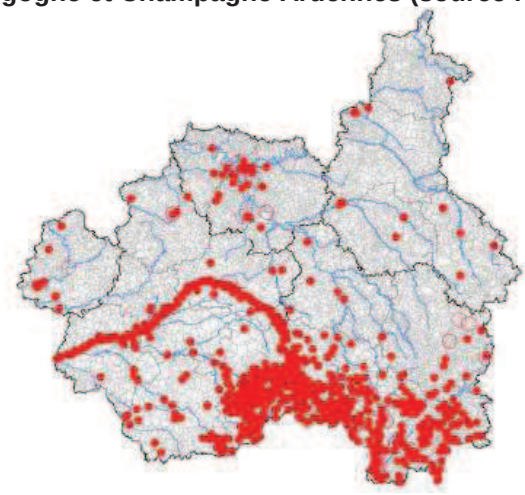
Dans ce cadre, toute évaluation plus fine de la vulnérabilité de la biodiversité au changement climatique apparaît particulièrement complexe.

2.2.3. Le développement possible des espèces envahissantes

Nous venons de voir que le changement climatique entraînerait probablement un déplacement de l'aire de répartition de certaines espèces. Ce déplacement devrait se traduire, en Ile-de-France, par l'apparition de nouvelles espèces. Certaines de ces espèces pourraient entraîner une perturbation importante des milieux naturels autochtones. On parle alors d'espèces envahissantes.
Ces espèces peuvent également être introduites accidentellement par l'homme, en particulier via les réseaux de transport. L'agglomération parisienne, capitale nationale et métropole d'envergure mondiale, concentre un grand nombre de flux, favorisant l'implantation d'espèces allochtones.

Le territoire francilien est de ce fait déjà confronté à de nombreuses espèces envahissantes, en particulier en milieu urbain et péri-urbain et à proximité des voies de transport, qui jouent souvent le rôle de corridors pour leur diffusion[43]. Leur introduction, souvent accidentelle, est parfois intentionnelle. Ainsi, un certain nombre d'espèces végétales, introduites dans les jardins parisiens, se sont rapidement diffusées à l'ensemble de l'Ile-de-France et au-delà. C'est le cas par exemple du Robinier faux acacia, introduit au jardin des plantes au XVIIIème siècle et qui a un impact sur la modification des écosystèmes[44].
Même si le lien de causalité entre le développement d'espèces envahissantes et le changement climatique semble dans beaucoup de cas difficile à établir clairement, l'augmentation des températures annuelles pourrait favoriser le développement d'espèces envahissantes en Ile-de-France.
L'ambroisie à feuilles d'armoise, plante allergisante aujourd'hui très présente dans le Sud de la France, voit son aire de répartition s'étendre progressivement vers le nord. Déjà observée en Ile-de-France pour des raisons essentiellement anthropiques, cette espèce pourrait rencontrer avec le changement climatique des conditions de développement beaucoup plus propices, avec un impact sanitaire non négligeable.

Figure 33 - Aire de répartition de l'ambroisie à feuilles d'Armoise en régions Centre, Ile de France, Bourgogne et Champagne Ardennes (source : CBNBP, 2011)



Pour finir on notera que certaines espèces introduites accidentellement se révèlent – ou pourraient se révéler à l'avenir – mieux adaptées aux nouvelles conditions climatiques que les espèces locales. Dans ce cas, la question se pose de savoir si, globalement, les espèces envahissantes sont une menace (perte de biodiversité, etc.), ou au contraire une opportunité, compte tenu des impacts déjà évoqués du changement climatique sur la biodiversité : les espèces envahissantes pourraient en effet contribuer à l'organisation de nouveaux écosystèmes mieux adaptés à l'évolution du climat.

[43] Source : Natureparif, 2011.
[44] Réflexions pour une liste des espèces végétales envahissantes en Ile-de-France – Etat des lieux, CBNBP, 2011.

3. TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE

Impact	*Territoires les plus concernés*	*Exposition actuelle et future*	*Sensibilité des enjeux*	*Capacité d'adaptation*	*Evaluation de la vulnérabilité*	*Perception de la gravité de l'impact ? (+, ++, +++)*	*Niveau de priorité de l'impact dans le cadre de l'adaptation au changement climatique (1, 2, 3)*
FRAGILISATION DES MILIEUX (MILIEUX AQUATIQUES ET ZONES HUMIDES EN PARTICULIER)	Vallée de la Seine Mares de platières du massif de Fontaine-bleau Autres zones de marais et berges	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée	Elevée : des zones humides souvent fragmentées et fragilisées par de fortes pressions anthropiques	-Protection des sites et de leur alimentation en eau ; -Choix d'aménagement : cf. projet de La Bassée	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée		1

Modification de l'aire de répartition des espèces.	Toute la région	Exposition actuelle : faible à moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : moyenne à élevée	Moyenne à élevée selon les espèces, en fonction de leur capacité à se déplacer en fonction de l'évolution du climat.	-Maintien et développement des continuités écologiques pour favoriser l'adaptation de la faune et surtout de la flore : trame verte et bleue, ceinture verte, etc. -Préservation de « milieux refuges », comme les pelouses calcicoles, qui pourraient accueillir de la biodiversité	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée	Observa-tion	2
DES RISQUES DE RUPTURE DANS LE FONCTIONNE-MENT DES ECOSYSTEMES (EVOLUTION PHYSIOLOGIQUE DES ESPECES)	Toute la région	Exposition actuelle : faible à moyenne (des décalages ont pu être observés dans les stades phénologiques des végétaux, les périodes de migration ou de nidification des oiseaux, etc.) Probabilité d'occurrence : incertaine Exposition future : en augmentation	Moyenne à élevée, selon les espèces, en fonction de leur capacité à s'adapter à l'évolution des conditions climatiques.	-Protection des milieux naturels selon une logique écosystémique (et non patrimoniale), afin de favoriser l'adaptation des espèces et le rééquilibrage consécutif des écosystèmes dans lesquelles elles s'insèrent. Il s'agit dans ce cadre d'améliorer la résilience des écosystèmes.	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : incertaine (manque d'information sur les effets de cet impact sur les écosystèmes)		1

Développement des espèces envahissantes	Toute la région, particulièrement les axes de transport	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée	Elevée : le développement d'espèces envahissantes concurrencerait directement certaines espèces autochtones, entraînant une dégradation des écosystèmes ; Les nombreux réseaux de transport en Ile-de-France favorisent leur implantation et leur développement.	-Suivi des espèces envahissantes: observatoire du CBNBP) ; -Programme de lutte contre ces espèces ?	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée		2

SECTION 4 SANTE

Table des matières

1 UNE POPULATION VULNERABLE AUX EPISODES DE CANICULES 78
1.1 LES IMPACTS DIRECTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SANTE 78
1.1.1 SITUATION ACTUELLE : L'IMPACT DE LA CANICULE DE 2003 SUR LES ZONES URBAINES ET LE PHENOMENE D'ILOT DE CHALEUR URBAIN (EICU) 78
1.1.2 EXPOSITION FUTURE : QUELS IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ? 81
1.2 LA VULNERABILITE AUX EPISODES DE FORTES CHALEURS 82
1.2.1 UNE VULNERABILITE ACTUELLE FORTE 82
1.2.2 VERS UNE AUGMENTATION DE LA VULNERABILITE FUTURE ? 85
1.3 ZOOM SUR LA VULNERABILITE A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE 92
1.3.1 EXPOSITION ET VULNERABILITE ACTUELLES : QUALITE DE L'AIR ET SANTE 92
1.3.2 EXPOSITION ET VULNERABILITE FUTURES AUX PICS DE POLLUTION 94
2 LES IMPACTS INDIRECTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SANTE 95
2.1 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES ALLERGIQUES 95
2.1.1 UNE EXPOSITION ET UNE VULNERABILITE ACTUELLE DEJA ELEVEES 95
2.1.2 EXPOSITION ET VULNERABILITE FUTURE 96
2.2 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES INFECTIEUSES ET VECTORIELLES 97
2.2.1 UNE EXPOSITION ET UNE VULNERABILITE ACTUELLE MOYENNE 97
2.2.2 UNE EXPOSITION ET UNE VULNERABILITE FUTURE EN HAUSSE ? 98
3 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE 101

1 UNE POPULATION VULNERABLE AUX EPISODES DE CANICULES

1.1 LES IMPACTS DIRECTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SANTE

Depuis la canicule de 2003 et, à un degré moindre, celle de 2006, le lien entre les épisodes de fortes chaleurs et la santé est devenu un enjeu de premier ordre. L'impact des fortes chaleurs sur les populations n'est toutefois pas homogène : la surmortalité engendrée par les épisodes caniculaires se concentre en grande majorité dans les plus grandes agglomérations en raison du phénomène d'îlot de chaleur urbain qui est un facteur aggravant sur les populations les plus vulnérables.
La surmortalité liée à la canicule 2003 a atteint son paroxysme dans les régions du Centre et en Ile-de-France, cette dernière recensant à elle seule 33% de la surmortalité survenue en France[45].

1.1.1 Situation actuelle : l'impact de la canicule de 2003 sur les zones urbaines et le phénomène d'îlot de chaleur urbain (EICU)

Ce qu'il faut retenir…

- La Région présente une **exposition élevée au risque canicule** : l'effet d'îlot de chaleur urbain déjà très présent en Ile-de-France et particulièrement à Paris. Lors de la canicule de 2003, les températures moyennes journalières ont atteint 32°C au cœur de la capitale.
- L'Ile-de-France est la région où le **taux de surmortalité a été le plus fort durant la canicule 2003**. Le département où il a été le plus important est le Val-De-Marne avec une augmentation de la mortalité de 171% selon l'Inserm.

Canicule et EICU

Durant les périodes de fortes chaleurs, certaines zones urbaines denses présentent des températures diurnes et nocturnes nettement plus élevées que dans les zones rurales voisines qui ne permettent pas aux personnes les plus vulnérables de récupérer pendant la nuit : c'est ce qu'on appelle l'effet d'îlot de chaleur urbain (EICU).

En Ile-de-France, ce phénomène concerne en priorité Paris et la Petite Couronne. Un maximum des températures moyennes journalières de 32°C a été observé du premier juin au 30 septembre au centre de Paris, plaçant la capitale en tête des moyennes journalières les plus élevées parmi les 9 métropoles étudiées dans le cadre d'une étude de l'InVS, incluant les métropoles du Sud de la France, pourtant réputées particulièrement chaudes (voir le tableau ci-dessous)[46]. Ceci confirme la forte exposition actuelle de Paris au risque d'EICU.

[45] Inserm, D.Hemon, E.Jougla, 2003, Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques, rapport d'étude.
[46] InVS, vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre températures, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises, rapport d'étude.

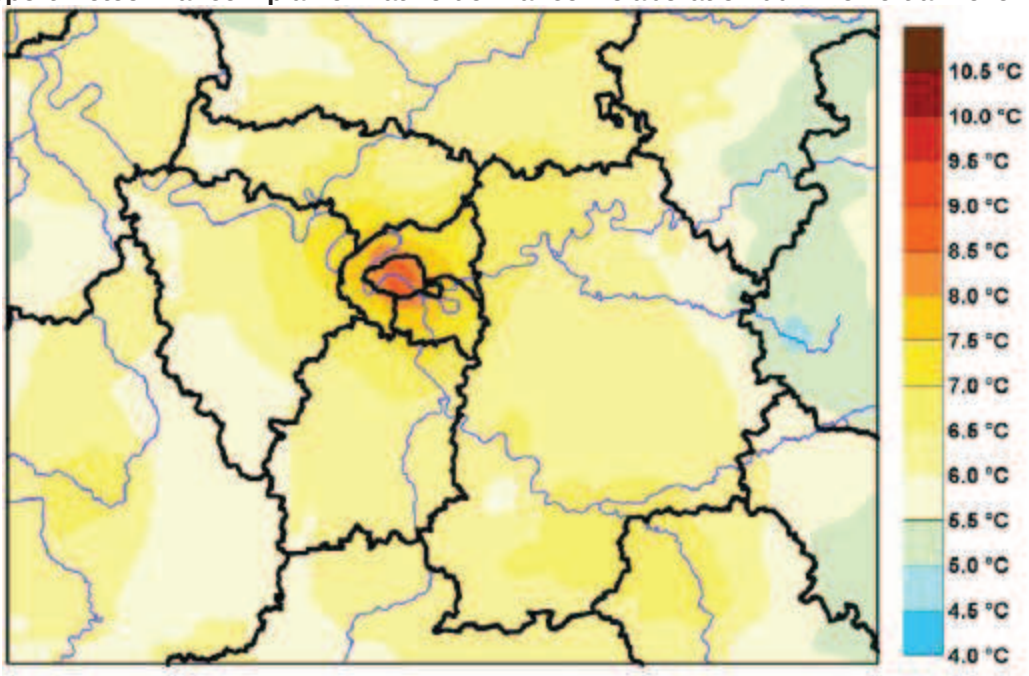
Tableau 15 - Caractéristiques de température des neuf zones d'étude sur la période estivale 2003
(source : InVS, 2003)

Zones	Températures minimales journalières			Températures maximales journalières			Températures moyennes journalières		
	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy
Bordeaux	2,4	23,1	14,3	12,2	40,7	25,9	7,9	31,3	19,9
Le Havre	8,9	24,3	15,3	14,5	36,3	21,6	12,4	29,3	18,2
Lille	3,6	20,8	12,7	13,4	36,6	23,0	8,6	28,0	17,7
Lyon	7,1	24,7	17,3	17,9	39,9	29,4	12,7	31,5	23,2
Marseille	12,1	25,2	19,8	19,9	37,6	30,7	17,7	31,6	25,1
Paris	7,9	25,7	16,3	16,3	39,3	26,0	12,5	32,0	21,0
Rouen	4,3	21,9	12,8	14,9	37,9	23,9	10,3	29,3	18,3
Strasbourg	3,4	21,3	14,5	16,9	38,4	27,8	10,6	28,9	21,0
Toulouse	7,8	23,8	18,0	17,4	40,4	29,7	15,3	31,8	23,7

*en degrés Celsius
* été : du 1er juin au 30 septembre

La carte ci-dessous montre que les températures les plus élevées sont concentrées au niveau de la capitale et des départements limitrophes (Val-de-Marne, Seine-Saint-Denis et Hauts-de-Seine).

Figure 34 - Températures minimales moyennes annuelles en Ile-de-France 1971-2000 (source : rapport Météo-France – plan climat Ile-de-France – élaboration du livre vert annexe 2 c)



Selon la carte, cette chaleur diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre-ville. Pour autant, d'autres zones urbaines denses de la région sont concernées par le phénomène d'îlot de chaleur urbain. En effet si Paris est concernée par les ICU depuis toujours, la densité du tissu haussmannien y étant particulièrement élevée, la péri urbanisation de la deuxième moitié du XXème siècle a entrainé la perte d'espaces naturels (qui ont un rôle rafraichissant en période de canicule)[47].

[47]IAU, 2010, les îlots de chaleur urbains, répertoire des fiches de connaissance.

Figure 35 - Schéma de l'ilot de chaleur urbain de paris, source: IAU, 2010, les ilots de chaleur urbains, l'adaptation de la ville aux chaleurs urbaines

Canicule et risque de mortalité

Au plus fort de la canicule de 2003, les risques relatifs de mortalité à court terme liés spécifiquement à la chaleur ont été clairement identifiés : le rapport entre la mortalité observée lors de la canicule de 2003 et les décès survenus à la même période durant les années précédentes était largement supérieur à 1 dans la plupart des grandes villes françaises (8 sur 9 villes étudiées). A partir du moment où le risque relatif de mortalité dépasse 1, il indique un excès de risque pour un jour donné.

Les risques relatifs de mortalité ont été calculés chaque jour entre le 22 juillet et le 03 septembre 2003. Le risque relatif maximal a été atteint à Paris le 12 août 2003, avec un indice de 5. Les excès de mortalité observés étaient liés quasi exclusivement à l'effet propre de chaleur.
Selon l'Atelier Parisien de la Santé Publique, pour l'ensemble des résidents de l'Ile-de-France, sur un total de de 2 038 décès observés entre le 1er et le 20 aout 2003, 1254 ont été attribués à la canicule.

Tableau 16 - Répartition des décès en aout 2003 des parisiens selon le département (source : Atelier Parisien de la Sante Publique)

	Observés (O)	Attendus* (E)	Décès en excès (O-E)	Contribution globale**
Décédés à Paris	1 562	509	1 053	7,1%
Décédés en Petite Couronne	193	99	94	0,6%
Décédés en Grande Couronne ou en Ile-de-France	283	176	107	0,7%
Total	2 038	784	1 254	8,5 %

En Ile-de-France, la surmortalité a été de +134 % (région où la surmortalité a été la plus forte de France). Le département du Val-de-Marne est celui où la surmortalité a été la plus forte avec +171%, devant les Hauts-de-Seine (+ 161%) et la Seine Saint-Denis (+160%).

Avec +127% selon l'INSERM et 142% selon l'InVS[48] par rapport à une période normale, la surmortalité à Paris a été inférieure aux départements limitrophes et au département de l'Essonne (147%)[49]. L'impact de la canicule ne dépend donc pas uniquement de la chaleur, celle-ci ayant été plus élevée à Paris qu'en banlieue. D'autres facteurs de vulnérabilité sont à prendre en compte pour comprendre les taux de surmortalité : caractéristiques de la population considérée (part de personnes âgées, etc.), qualité des systèmes d'alerte et de soins existants, etc. L'ensemble de ces facteurs sont détaillés et expliqués dans la partie 1.2.1.2. Il est à noter également que l'action combinée de la chaleur et de la pollution atmosphérique en période de canicule impacte significativement la santé. Cet aspect est traité en partie 1.3.

[48] InVS, vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre températures, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises, rapport d'étude.
[49] Inserm, D.Hemon, E.Jougla, 2003, Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques, rapport d'étude.

1.1.2 Exposition future : quels impacts du changement climatique ?

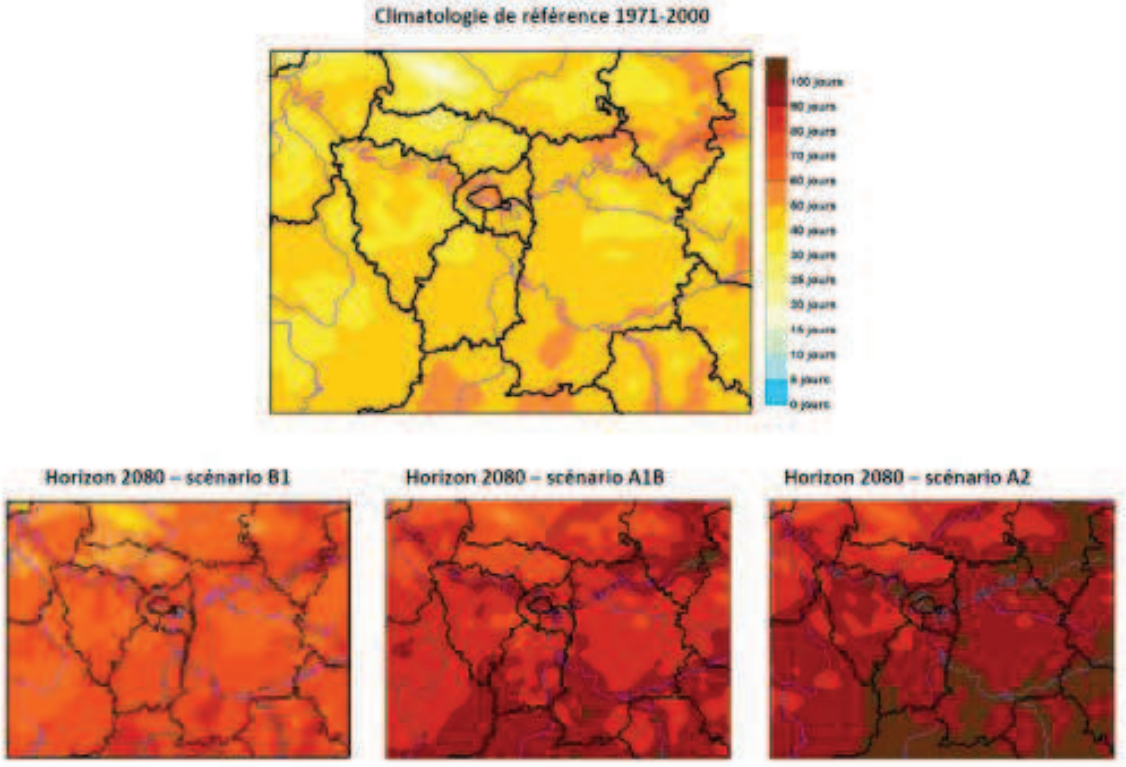
Ce qu'il faut retenir sur l'exposition future aux épisodes de fortes chaleurs :

- L'exposition aux épisodes de fortes chaleurs va augmenter en raison d'une augmentation très significative des températures estivales moyennes (allant jusqu'à + 5,7°C à horizon 2080 selon les scénarios), de l'intensité et de la fréquence du nombre de jours chauds et des périodes de canicule attendus d'ici la fin du siècle.
- La fréquence des canicules en Région Ile-de-France va augmenter très fortement dans la seconde moitié du siècle (30 jours de mise en alerte en tendance par an), avec une **surexposition de Paris, du long de la Seine et du sud de l'Essonne et de la Seine-et-Marne.**

Pour ce qui concerne l'Ile-de-France, le scénario A2 (scénario dit « pessimiste », correspondant à un développement calqué sur le schéma actuel) envisage une hausse importante des températures moyennes d'ici la fin du siècle, avec des étés très chauds (allant jusqu'à + 5,7°C), accompagnée d'une baisse des précipitations, particulièrement importante en été. Le scénario A1B (médian) projette une hausse des températures moyennes pouvant atteindre +4,7°C en été et une baisse importante des précipitations (-30,4mm en juin). Même dans le cas du scénario B1, le plus optimiste, la hausse des températures moyennes en été pourrait atteindre près de 3°C d'ici la fin du siècle[50].

En termes de nombre de jours de chauds (maximale supérieure à 25°C), une hausse est également attendue. Aujourd'hui, le nombre de jours chauds est compris entre 30 et 50 jours par an dans la région (il peut se rapprocher des 60 jours sur Paris et le long de la Seine). Ce nombre augmentera dans tous les cas par rapport à la situation actuelle : entre 50 et 60 jours par an à horizon 2030 selon le scénario, entre 50 et 70 jours à horizon 2050, entre 50 et 100 jours à horizon 2080[51]. Pour ce dernier horizon, dans le scénario pessimiste, le nombre de jours chauds dépasserait les 100 jours sur Paris, le long de la Seine et au sud de l'Essonne et de la Seine-et-Marne et 90 jours presque partout ailleurs.

Figure 36 - Projection sur les jours chauds (source: région id, plan régional pour le climat)



[50] Région Ile-de-France, 2010, Plan Régional pour le Climat, Livre Vert : Etat des lieux des enjeux climatiques.
[51] Région Ile-de-France, 2010, Plan Régional pour le Climat, Livre Vert : Etat des lieux des enjeux climatiques.

Outre l'augmentation des jours de chaleurs illustrée par les cartes ci-dessus, les projections climatiques sur l'évolution des alertes « canicules » révèlent une augmentation de la fréquence des épisodes mais pas de leur intensité d'ici 2050. En revanche, selon les scénarios A2 et A1B, la fréquence des canicules augmentera très fortement dans la seconde moitié du siècle (30 jours de mise en alerte en tendance par an)[52].

1.2 LA VULNERABILITE AUX EPISODES DE FORTES CHALEURS

1.2.1 Une vulnérabilité actuelle forte

Ce qu'il faut retenir de la vulnérabilité actuelle aux canicules…

Au-delà de l'exposition de l'Ile-de-France aux épisodes de forte chaleur, les **aménagements urbains actuels favorisent le phénomène d'îlot de chaleur urbain** dans certaines zones urbaines et péri-urbaines, augmentant par là-même la sensibilité des populations aux canicules.

La **vulnérabilité actuelle de la population** est **forte.** Elle est conditionnée par les contextes **démographique** (les personnes âgées sont les plus vulnérables), **socio-économique** (les personnes déjà fragilisées ou de faible niveau économique sont plus vulnérables), **culturel** (isolement social), **organisationnel** (accessibilité aux soins et performance opérationnelle du plan canicule) et à la **faible culture du risque « chaleur »** en Ile-de-France par comparaison avec les régions du sud de la France.
A travers l'expérience traumatisante de la canicule de 2003, le **coût humain et social des canicules est très important** en termes de pertes de vie et affecte en priorité les personnes les plus vulnérables (les plus âgées et les plus défavorisées).

1.2.1.1 DES AMENAGEMENTS ET UN BATI ACTUEL FAVORISANT L'EICU

L'impact des fortes chaleurs sur la climatologie urbaine et le développement d'EICU dépendent largement de la morphologie, des caractéristiques du bâti et des aménagements.
De manière simplifiée, au-delà des données climatiques, les principaux facteurs influençant la climatologie urbaine sont :

- le degré de concentration des activités économiques et industrielles ou le degré d'urbanisation : les effets sont plus importants sur une zone urbaine importante et dense ;
- l'albédo des surfaces (toits, murs et voiries) : il peut contribuer ou non à augmenter le stockage de la chaleur. En effet, si la ville stocke plus de chaleur que la campagne, c'est principalement lié aux propriétés des matériaux qui composent les bâtiments, les voies de circulations et les infrastructures[53] ;
- la morphologie urbaine (orientation des rues et des bâtiments, présence de canyons urbains) : elle peut favoriser ou non la ventilation de la ville ;
- la présence de la nature (espaces verts et de végétation, circulation de l'eau) : elle participe en effet au rafraichissement.

L'EICU a été particulièrement bien étudié dans le cadre du projet EPICEA (Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement Climatique à l'échelle de l'Agglomération parisienne) qui a permis de quantifier son impact à l'échelle de la ville ainsi que l'influence du bâti sur le climat urbain.

Aujourd'hui, malgré des espaces végétalisés et les grands plans d'eau, l'Ile-de-France reste très vulnérable à l'EICU en raison de ses caractéristiques urbaines intrinsèques.

[52] Région Ile-de-France, 2010, Plan Régional pour le Climat, Livre Vert : Etat des lieux des enjeux climatiques.
[53] IAU, 2010, *les îlots de chaleur urbains, répertoire des fiches de connaissance*.

1.2.1.2 LES FACTEURS DE VULNERABILITE ACTUELS DE LA POPULATION FRANCILIENNE

Outre le fait que l'aménagement urbain influe sur l'exposition de la population à la chaleur, la vulnérabilité des individus aux phénomènes de fortes chaleurs dépend de plusieurs critères : ci-dessous un tableau du profil démographique et socio-économique des personnes décédées en 2003.

Tableau 17 - caractéristiques des personnes décédées en 2003 (source : Atelier parisien de la santé publique)

		Moyenne des décès année de référence	Décès 2003
Age	<= 44	14,67	18
	45-74	46,67	208
	>= 75	115,33	735
Sexe	Hommes	81,67	309
	Femmes	95	652
Statut marital	Marié(e)	48,33	157
	Non marié(e)*	126,33	787
Nationalité	Française	161,33	922
	Étrangère	5,3	39
Activité	Actif	27	99
	Retraité	126,33	712
	Inactif	23,33	150

Ce tableau met en exergue des catégories particulièrement vulnérables comme les personnes de plus de 75 ans, les personnes non mariées (qui comprennent les personnes seules et isolées) et les retraités.
Les facteurs de vulnérabilité face aux épisodes de fortes chaleurs généralement recensés sont les suivants :

- **L'âge des individus** : les personnes âgées sont particulièrement vulnérables aux canicules (82% des décès attribués à la canicule de 2003 en France ont touché les personnes âgées de plus de 75 ans)[54]. La région Ile-de-France est relativement jeune par rapport à la moyenne nationale : les moins de 20 ans représentent presque 26 % des franciliens (24,65 % à l'échelle métropolitaine) et les plus de 60 ans seulement 17 % pour une moyenne nationale de 22 %[55]. Malgré une population relativement jeune en Ile-de-France, la région n'échappe pas à la tendance structurelle au vieillissement de la population : dès 2030, le nombre de personnes âgées de plus de 75 ans aura doublé et le nombre de maisons de retraites devra être multiplié par 4 d'ici 2050[56], augmentant de fait la vulnérabilité de cette tranche d'âge en l'absence de mesures d'adaptation spécifiques.

- **L'isolement social et l'accessibilité des soins de santé** : l'isolement social est un facteur de vulnérabilité important : les personnes vivant seules sont nombreuses en Ile-de-France (35 % en 1999 ce qui en fait la première catégorie de ménage de la région contre 31 % en France). A Paris, la part des personnes seules est particulièrement importante : elle représente plus de 50 % des habitants de la capitale. Ce facteur de vulnérabilité est encore plus important lorsqu'il est combiné à l'âge : parmi ces personnes seules, 36 % ont plus de 60 ans, ce qui en fait une population particulièrement vulnérable[57]. L'isolement des 75 ans ou

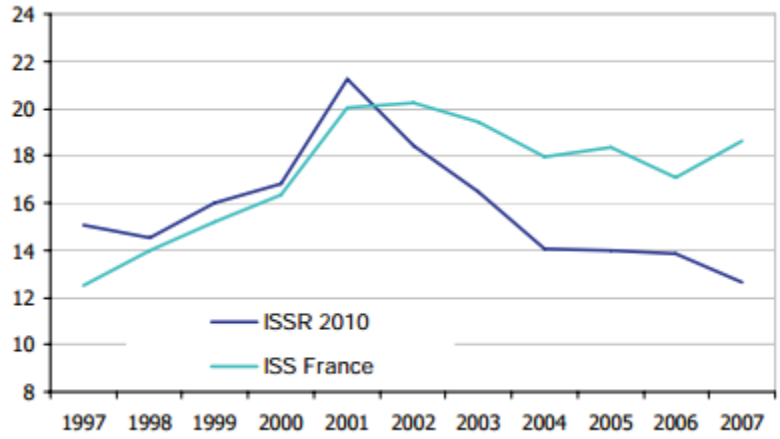
[54] ONERC 2010, rapport Villes et changement climatique. Plus précisément, une surmortalité significative a été observée à partir de 45 ans, croissante avec l'âge : +20% chez les 45-54 ans; +40% chez les 55-74 ans, +70% chez les 75-94 ans et +120% chez les + de 80 ans.
[55] IAU, 2010, les îlots de chaleur urbains, répertoire des fiches de connaissance.
[56] CESER Ile-de-France, 2010, Démographie, économie et lien social à l'horizon 2050 : quelles perspectives, quels leviers pour agir ?
[57] IAU, 2010, les îlots de chaleur urbains, répertoire des fiches de connaissance.

plus rend cette population particulièrement vulnérable. En effet, 92% des personnes âgées de 75 ans ou plus en Ile-de-France demeurent à domicile, tandis que moins de 8% des Franciliens de 75 ans ou plus vivent en collectivité[58]. La région connaît par ailleurs de fortes disparités départementales, en partie liées à l'offre en maisons de retraite : ainsi, dans l'Essonne, 12% des 75 ans ou plus vivent en collectivité tandis qu'ils sont moins de 5% à Paris. Les Parisiens sont plus isolés, puisque 55% des personnes âgées de plus de 75 ans, principalement des femmes, vivent seuls.

- **Les conditions de santé des individus** : une sensibilité plus importante des personnes déjà fragilisées est observée lors des périodes de canicules. Une corrélation entre les profils de sensibilité est observée : ceux qui souffrent le plus de la pollution sont également ceux qui souffrent le plus de la chaleur (personnes âgées, jeunes enfants, malades chroniques…)[59].

- **Le niveau socio-économique :** les personnes de faible niveau socioéconomique, qui vivent dans des logements précaires, mal ventilés sont plus exposées aux températures extrêmes. Les inégalités sociales sont fortes en Ile-de-France (cf. : carte ci-dessous) et il a été prouvé que les groupes à bas revenus, notamment les personnes âgées, présentent une plus grande vulnérabilité aux canicules[60]. La Mission d'Information sur la Pauvreté et l'Exclusion Sociale (Mipes) en Ile-de-France et l'IAU ont élaboré en 2010 un indice de santé sociale en Ile-de-France. Cet indice de santé sociale vise à suivre l'évolution de santé des populations franciliennes, en intégrant une douzaine de variables relevant du social, de la sphère du travail à celle du logement, en passant par l'éducation ou les revenus. L'objectif est de pouvoir disposer d'un indice de santé sociale spécifique à la région, prenant en considération l'ensemble des facteurs pouvant influencer la santé des populations.

Figure 37 - Evolution de l'indice de santé sociale en Ile-de-France entre 1997 et 2007 et comparaison avec la France (Source : MIPES, Rapport ISSR 2010)



- L'évolution de l'indice de santé sociale en Ile-de-France, entre 1997 et 2007, montre une dégradation de la santé sociale des Franciliens au cours de la dernière décennie.

- **L'offre médicale :** La médecine générale, par excellence de proximité, joue un rôle central dans tout dispositif de prévention et de gestion de crise telle que les canicules. L'Ile-de-France connaît une densité médicale moyenne plus importante que le reste de la France : avec 47 054 médecins, la densité médicale moyenne y est de 405 médecins pour 100 000 habitants contre 336 pour la moyenne nationale. Par ailleurs, la caractéristique francilienne est de compter une proportion de médecins spécialistes plus importante (57,21% contre 51,25% sur le plan national). C'est donc sur la médecine générale que se concentrent les plus grandes difficultés de la Région. En effet, la Région connaît déjà de fortes disparités : ainsi, le

[58] 6% sont en maison de retraite et 1,3% à l'hôpital, en services de soins de longue durée. Source : Observatoire Régional de la Santé.

[59] IAU, 2010, les îlots de chaleur urbains, répertoire des fiches de connaissance.

[60] Ecologic Institute, 2011, Adaptation au changement climatique, Instruments d'action pour l'adaptation des grandes villes et zones métropolitaines européennes au changement climatique.

taux d'équipement médical pour 1 000 habitants varie entre 7,1 à Paris et 2,7 dans le Val-d'Oise, pour une moyenne régionale de 4,2[61].

- _____ En Ile-de-France, seize zones sont déjà déficitaires en généralistes libéraux, regroupant 102 communes et abritant 3,03% de la population régionale. Ces communes sont presque exclusivement situées en zone rurale, sauf pour cinq d'entre elles situées en Seine-Saint-Denis : Bobigny, Clichy-sous-Bois, La Courneuve, Montfermeil et Pierrefitte-sur-Seine. Les inégalités en matière de santé sont ainsi fortement corrélées à de nombreuses autres inégalités territoriales et sociales, qui ne favorisent pas l'installation de médecins, qui privilégient des territoires au cadre de vie plus agréable, en Ile-de-France voire même en dehors de la région.

- **« La culture de la chaleur »** : les populations des régions du nord de la France, moins coutumières des périodes de fortes n'ont pas les mêmes reflexes ou attitudes que celles du sud de la France. Elles peuvent avoir des comportements dits « à risques » et augmenter le facteur de vulnérabilité.

- **La performance des plans canicule :** devant l'ampleur des conséquences et la portée médiatique de la canicule de 2003 en France, le gouvernement a mis en place dès l'année 2004 un Plan Canicule national décliné au niveau départemental et piloté par les ARS (Agences Régionales de la Santé) dont l'efficacité a été démontrée : des indicateurs montrent que l'impact sanitaire serait moins fort sur une canicule similaire à celle de 2003 grâce à la mise en œuvre de ce plan. Ainsi, lors de la canicule de 2006, 2000 décès ont été comptabilisés, tandis que statistiquement, environ 6000 décès auraient dû être constatés au vu des conditions climatiques observées. Le différentiel est lié notamment à l'adoption du Plan National Canicule.

1.2.2 Vers une augmentation de la vulnérabilité future ?

Ce qu'il faut retenir de la vulnérabilité future aux canicules

- Au-delà de l'augmentation significative de l'exposition de l'Ile-de-France aux vagues de chaleur et aux canicules, c'est probablement **l'augmentation de leur fréquence,** par la répétition d'épisodes, qui pourrait **accroitre la vulnérabilité des populations et mettre à mal les systèmes de gestion de crise.**

- La **vulnérabilité future, déjà forte aujourd'hui, devrait le rester et dépendra** :

▪ De la capacité à **réduire la vulnérabilité des populations âgées et/ou dépendantes** dont le nombre augmentera significativement en Ile-de-France dans un contexte de solidarités familiales incertaines. Ces grandes tendances induisent la nécessité d'augmenter l'offre d'aidants, aussi bien à domicile qu'en établissement pour répondre aux besoins des futures personnes dépendantes et réduire ainsi leur vulnérabilité future ;

▪ De la prise en compte des **canicules dans les rythmes de vie, y compris dans le travail** (aménagement horaires de travail, santé au travail)

▪ De la capacité à **réduire l'augmentation tendancielle des inégalités sociales** (notamment parmi les personnes âgées de 60 ans ou plus) qui sont un facteur non négligeable, notamment en matière d'accès à un logement adapté mais aussi de dépenses des revenus pour l'accès aux soins ;

▪ De la capacité à **maintenir la robustesse du système d'alerte et de gestion de crise dans un contexte d'augmentation de la fréquence de ces épisodes par la** mise en place un système préventif performant en amont des crises pour éviter l'engorgement des services d'urgence ;

▪ De la capacité à apporter **des réponses en matière d'aménagement** (qui dépendent de la prise en compte du changement climatique dans les aménagements - bâti, présence de la nature en ville, inégalités territoriales selon les départements, les quartiers, etc.).

[61] Source : Rapport régional sur la démographie des professions de santé en Ile-de-France, comité régional de l'observatoire national de la démographie des professions de santé.

1.2.2.1 EVOLUTION DE LA VULNERABILITE DES POPULATIONS

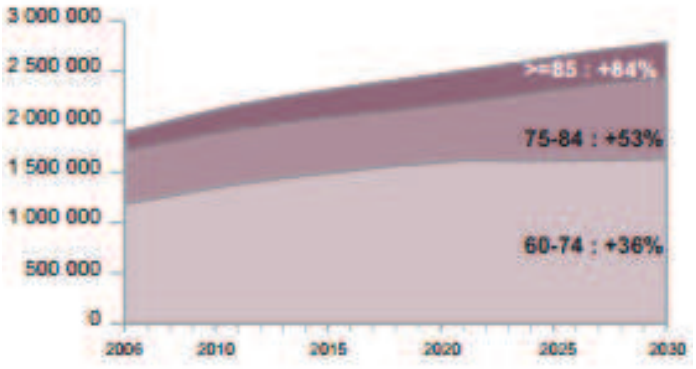
Les grandes tendances sont les suivantes : le nombre de personnes âgées de plus de 60 ans doublera à 2030 avec un effet mécanique sur le nombre de personnes dépendantes (ceci même en considérant une prévalence de la perte d'autonomie de plus en plus tardive). Par ailleurs, il semblerait également que de plus en plus de personnes âgées vivront seules dans un logement individuel, en même temps que les solidarités familiales futures paraissent incertaines. En l'absence d'une augmentation significative de l'offre d'aidants, ces facteurs accroissent la vulnérabilité aux épisodes de canicules.

1.2.2.1.1 Vers un doublement du nombre de personnes âgées en Ile-de-France à horizon 2030

Le vieillissement attendu de la population pourrait augmenter la vulnérabilité de la population francilienne aux vagues de chaleur.
En effet, la réduction des capacités cognitives et de l'autonomie augmentent significativement la vulnérabilité des personnes âgées chez lesquelles on peut noter un déficit d'adoption de comportements préventifs conservatoires lors des épisodes de vague de chaleur (insuffisance de prise hydrique et de mesures de rafraichissement des logements par exemple, déficit de perception de la notion de soif, etc.).

Au dernier recensement de l'Insee en 2006, la population francilienne atteignait les 11,5 millions d'habitants. En prolongeant les tendances actuelles de fécondité et de mortalité, mais aussi celles des flux migratoires, l'Ile-de-France devrait connaître une augmentation de 8% en 2030 selon l'Insee, et donc atteindre les 12 millions d'habitants.

Figure 38 - Evolution de la population âgée de 60 ans ou plus entre 2006 et 2030 en Ile-de-France (Source Insee)



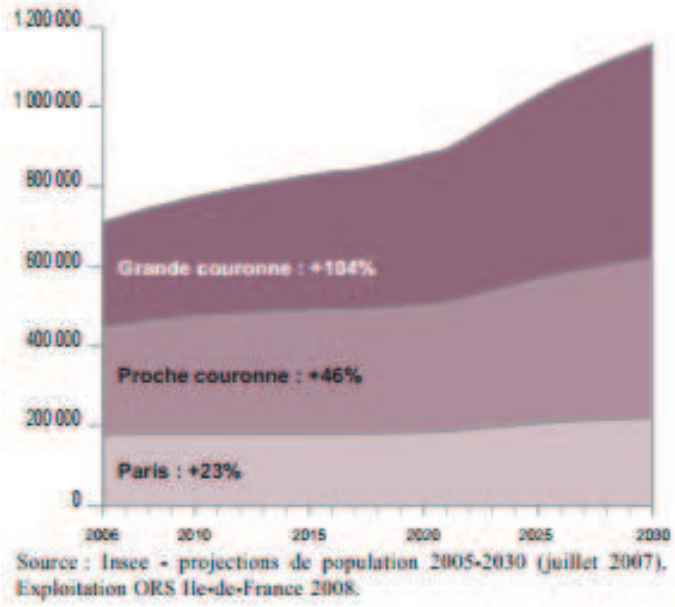
Source : Insee - projections de population 2005-2030 (juillet 2007).
Exploitation ORS Ile-de-France 2008.

Ces estimations se basent sur un scénario « tendanciel ». Néanmoins, il semble presque certain que la situation démographique future de l'Ile-de-France soit marquée par un vieillissement modéré de la population au regard des autres régions françaises, mais qui reste significatif.
Ainsi, compte tenu de la situation démographique actuelle, l'effectif des personnes de plus de 60 ans devrait presque doubler en l'espace d'une vingtaine d'années, passant de 1 915 040 à 2 788 737, soit une hausse de 45,6% comme le montrent les projections de l'Insee à 2030.

Ce vieillissement est modéré par rapport à d'autres territoires : l'Ile-de-France est et restera la région « la plus jeune » de France. Le vieillissement de l'Ile-de-France est en effet freiné par une fécondité importante pour une région européenne, mais surtout par des flux migratoires avec la province : l'arrivée de jeunes de 20 à 34 ans et le départ des ménages plus vieux.
La progression des effectifs des personnes âgées serait encore plus importante pour les 85 ans ou plus, qui connaîtraient un quasi-doublement avec un pourcentage d'évolution de presque 84%. Cette

forte évolution sera due à l'arrivée de la génération baby-boom à un âge élevé ainsi qu'à l'allongement de l'espérance de vie.
La population francilienne sera donc plus vieille dans l'ensemble, mais les territoires connaîtront de fortes disparités. L'augmentation du nombre de personnes âgées sera plus marquée dans les départements de Grande Couronne. Les projections démographiques annoncent ainsi que la région accueillera 440 000 personnes âgées de 75 ans ou plus supplémentaires en 2030, dont 272 000 en Grande Couronne, 126 000 dans les départements de Petite Couronne, et 41 000 à Paris.

Figure 39 - évolution de la population âgée de 75 ans ou plus entre 2006 et 2030 en Ile-de-France et répartition territoriale (source INSEE)



Source : Insee - projections de population 2005-2030 (juillet 2007). Exploitation ORS Ile-de-France 2008.

1.2.2.1.2 Vers une dépendance des personnes âgées plus forte, signe d'une plus grande fragilité future

La perte d'autonomie augmente encore la vulnérabilité des personnes âgées chez lesquelles l'adoption de comportements conservatoires adéquats dépend alors entièrement de la qualité de leur prise en charge. Bien qu'il apparaisse évident que la population âgée de 60 ans ou plus s'accroîtra de plus de 50%, il est encore difficile de mesurer la perte d'autonomie des personnes âgées et le rôle qu'ils pourront avoir au sein de la société francilienne. En effet, une personne considérée comme « âgée » aujourd'hui, ne le sera sûrement plus en 2030.

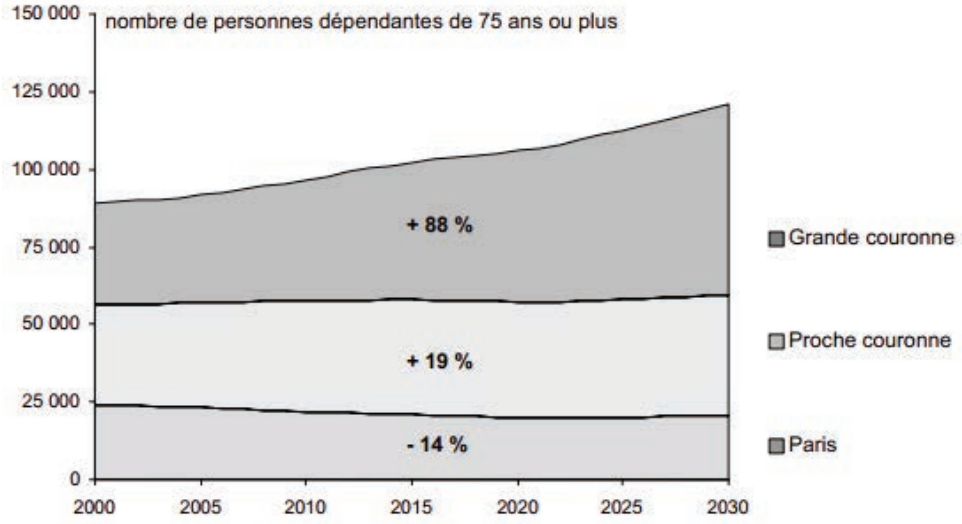
Il est donc primordial de faire la distinction d'une part entre les personnes gardant encore l'essentiel de leurs capacités intellectuelles et physiques et leur autonomie, leur permettant de continuer à exercer des activités économiques, sociales et culturelles; et d'autre part, celles plus âgées dont les capacités déclinent et qui ont progressivement besoin d'aides importantes.
Le nombre de personnes âgées dépendantes en Ile-de-France[62], connaîtra cependant une progression importante. Ainsi, les projections démographiques émettent l'hypothèse qu'en 2030, 121 000 personnes âgées de 75 ans ou plus seraient dépendantes (estimations d'un scénario central, ce nombre oscillant entre 103 000 et 139 000 en 2030, en fonction des hypothèses), contre 89 000 en 2000 selon une étude de l'ORS[63].

L'un des enjeux sera donc de réussir à répondre aux besoins de prise en charge. Or, pour maintenir le taux régional d'équipement à son niveau actuel[64], l'Ile-de-France devrait disposer de 182 000 places d'ici 2030, en créant 86 000 places supplémentaires, soit une croissance de l'offre régionale de l'ordre de 2,3% par an. Ces chiffres représentent le minimum qu'il faudrait faire pour maintenir l'offre globale

[62] Selon les estimations de l'ORS, environ 100 000 personnes âgées de 75 ans ou plus nécessitent aujourd'hui une aide face à leur perte d'autonomie.
[63] Source ORS : http://www.ors-idf.org/dmdocuments/rapport-PA-J.pdf
[64] En 2001, l'Ile-de-France disposait de 159 places pour 1 000 individus âgés de 75 ans ou plus.

(offre à domicile et en établissement) à un niveau simplement comparable à celui d'aujourd'hui, sachant que l'offre actuelle est déjà insuffisante pour répondre aux demandes, notamment en ce qui concerne les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer et des maladies apparentées. Bien plus, la forte progression de la population âgée francilienne ayant perdu leur autonomie risque de s'accompagner d'une profonde modification de sa répartition géographique[65], ce qui oblige à adapter l'offre future en fonction des territoires, afin d'éviter de creuser davantage les inégalités territoriales en matière de prise en charge des personnes âgées ayant perdu leur autonomie.

Figure 40 - Projections 2000-2030 du nombre de franciliens dépendants de 75 ans ou plus, selon le « scenario central » (source ors)



Quoiqu'il en soit, l'augmentation des personnes âgées dépendantes s'accompagnera d'une plus forte fragilité de ces personnes déjà vulnérables à un risque de canicule par exemple.

1.2.2.1.3 La nécessité d'augmenter l'offre d'aidants pour répondre aux besoins des personnes dépendantes

Au-delà de l'évolution de leur nombre, se pose la question des modes de prise en charge des personnes âgées à l'avenir. Actuellement, la famille (mais aussi les amis et les voisins), joue un rôle prépondérant dans le maintien à domicile des personnes dépendantes : les deux tiers des personnes âgées dépendantes de 60 ans ou plus résident à domicile, chez elles ou dans leur famille, et toutes bénéficient d'une aide familiale ou professionnelle régulière. Dans plus de la moitié des cas, ces deux types d'aide s'ajoutent et, dans quatre cas sur dix, l'aide n'est apportée que par la famille[66].

L'évolution future de la prise en charge familiale des aidants informels

Les évolutions démographiques à venir, à savoir l'augmentation de la part des personnes âgées et la diminution de celle des personnes d'âge actif, interrogent l'évolution potentielle de l'aide informelle apportée par les familles. Aujourd'hui, la majorité des aidants sont des personnes âgées de 50 à 79 ans : conjoint (dans les deux tiers des cas, la femme) ou enfant (la ou une des filles dans les trois quarts des cas). De fait, de nombreux aidants familiaux sont eux-mêmes des adultes relativement âgés qui peuvent présenter des pathologies chroniques, des incapacités ou des handicaps.

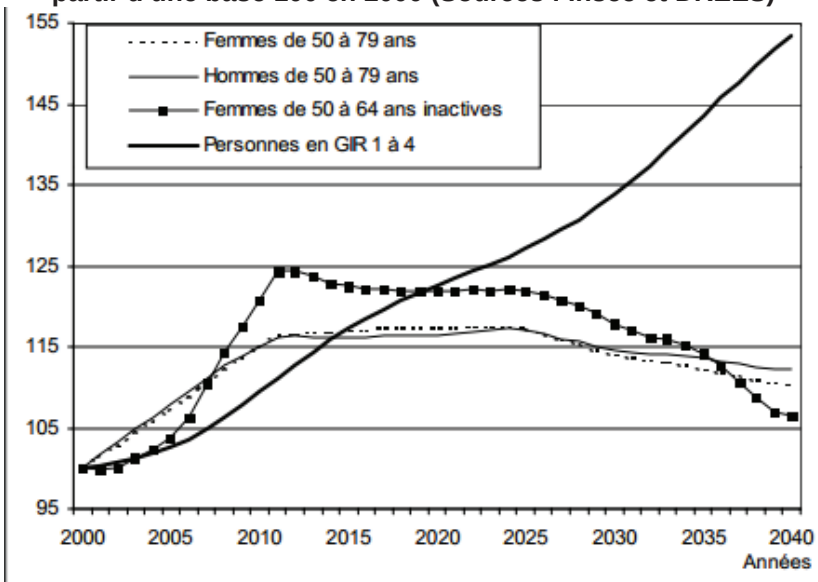
Les projections montrent que le nombre de personnes âgées dépendantes augmenterait davantage que celui des personnes aidantes, âgées de 50 à 79 ans. Les projections de l'Insee montrent que le nombre de femmes âgées de 50 à 79 ans, qui représentent 55% des aidants informels à l'heure

[65]Selon les estimations de l'ORS, la progression de 35% du nombre de personnes âgées dépendantes attendue au niveau régional ne serait pas homogène sur le territoire : Paris connaîtrait une baisse de 14%, tandis que la Petite et la Grande Couronne devraient être respectivement marquées par une hausse de 19% et de 88%.

[66]Source DREES, « Personnes âgées dépendantes et aidants potentiels : une projection à l'horizon 2040 », études et résultats, février 2002.

actuelle, serait stable jusqu'en 2025 puis commencerait à décroître. Le nombre d'hommes de cette tranche d'âge suivrait les mêmes évolutions.

Figure 41 - Evolution du nombre de personnes âgées dépendantes et du potentiel d'aidants, à partir d'une base 100 en 2000 (Sources : Insee et DREES)



Sources : INSEE, enquêtes HID 1998 et 1999 et Projections démographiques 2001 – calculs DREES.

Ce phénomène de baisse du nombre d'aidants potentiels par personne âgée dépendante serait amplifié par l'accroissement de l'activité féminine. L'activité professionnelle est en forte augmentation pour les femmes des générations les plus récentes. Il peut donc y avoir un décalage entre l'offre d'aidants potentiels et l'offre d'aidants possibles.

Outre l'activité professionnelle, d'autres facteurs peuvent influencer le potentiel d'aidants. Ainsi, il est possible que la proportion de fils aidant leurs parents dépendants s'accroisse. Au contraire, l'éloignement des enfants du domicile de leurs parents âgés, la séparation plus fréquente des couples et les recompositions familiales peuvent diminuer cette offre. Mais ces facteurs semblent difficiles à évaluer.
Au final, les choix personnels des adultes, ainsi que les possibilités qui leur seront données de concilier activité professionnelle et rôle d'aidant, auront un impact sur l'aide familiale informelle. Ainsi, ces arbitrages individuels, autant que les seules évolutions démographiques, auront sans doute une influence grandissante sur les besoins d'aide professionnelle à domicile, ou encore sur le choix pour les personnes âgées de vivre à domicile ou en établissement.

Un besoin accru d'aidants professionnels

L'évolution future du nombre de personnes âgées, et donc de personnes en perte d'autonomie, mais aussi l'évolution des modes de vie, entraînera donc un besoin accru d'aidants professionnels, à domicile comme en établissement.

Ainsi, selon les scénarios d'évolution de l'offre d'hébergement en Ile-de-France pour 2020[67], il faudrait créer entre 18 000 et 28 500 emplois en institution et 19 400 emplois à domicile afin de répondre aux besoins des personnes âgées ayant perdu leur autonomie et d'améliorer leur prise en charge.

L'augmentation de l'offre d'aidants aux personnes dépendantes semble être une nécessité à l'avenir. En effet, selon les estimations de l'Insee, 23 600 Franciliens supplémentaires de 75 ans ou plus, par rapport à 2005, pourraient être confrontés à une perte d'autonomie en 2020, dont 20 300 à domicile. Pour prendre en charge cette perte d'autonomie, le nombre d'aidants familiaux devrait lui aussi augmenter. Ainsi, selon les scénarios, entre stabilisation du nombre de places en institution et politique volontariste d'adaptation de l'offre d'hébergement à la demande, le nombre total d'emplois supplémentaires liés à la dépendance devrait augmenter de 37 400 à 47 900 à l'horizon 2020. Au-

[67] Source : Insee.

delà de cet horizon, la croissance du nombre d'emplois devrait être encore plus forte, avec un vieillissement de la population plus prononcé.

Tableau 18 - Evolution du nombre d'emplois d'aidants induits par la dépendance entre 2004 et 2020 en Ile-de-France (Source Insee)

	Nombre d'emplois* à domicile et en institution		Evolution du nombre total d'emplois* entre 2004 et 2020	
	En 2004	En 2020	En %	En effectifs
Scénario - Stabilisation du nombre de places en institution				
Personnel soignant	17 200	37 100	4,9	19 900
Personnel d'aide à la vie quotidienne	33 000	48 900	2,5	15 900
Personnel des services généraux (hors ménage)	1 200	1 400	0,8	200
Personnel administratif et de direction	2 100	3 500	3,3	1 400
Ensemble	**53 500**	**90 900**	**3,4**	**37 400**
Scénario - Adaptation de l'offre d'hébergement à la demande				
Personnel soignant	17 200	44 000	6,0	26 800
Personnel d'aide à la vie quotidienne	33 000	51 500	2,8	18 500
Personnel des services généraux (hors ménage)	1 200	1 600	1,9	400
Personnel administratif et de direction	2 100	4 300	4,6	2 200
Ensemble	**53 500**	**101 400**	**4,1**	**47 900**

*en équivalent temps plein.

Sources : Insee - Enquêtes Handicaps-Incapacités-Dépendance 1998-1999, projection de population Omphale ; Drees - Enquête auprès des établissements d'hébergement pour personnes âgées de 2003, fichier FINESS au 31 décembre 2007, enquête auprès des bénéficiaires de l'APA 2003

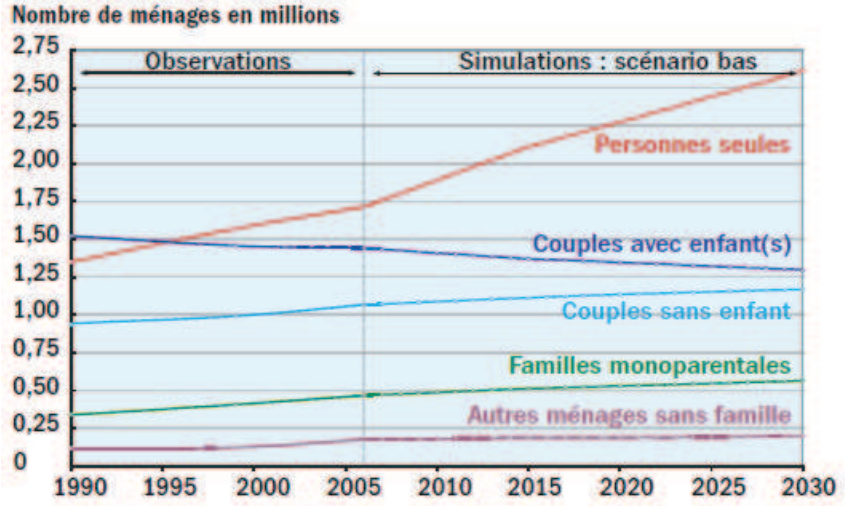
Par ailleurs, le volume d'emploi futur nécessaire à la prise en charge de la dépendance dépendra non seulement de l'évolution de la dépendance, mais aussi des arbitrages individuels et collectifs en matière de prise en charge.
La Région a mis en place au cours de ces dernières années une politique forte en matière d'aides à domicile, en application du Plan Régional de Santé Publique. Il est possible que les personnes âgées soient également plus nombreuses à souhaiter rester le plus longtemps possible dans leur domicile : le sentiment de posséder un « chez soi », de vouloir le conserver et y vivre les dernières années de sa vie, bien que difficile à évaluer, peut jouer un rôle important dans la volonté des personnes âgées de conserver leur habitat individuel plutôt que d'être pris en charge au sein d'un établissement.

L'évolution des structures familiales joue également, en second lieu, un rôle non négligeable dans le volume d'emploi futur nécessaire à la prise en charge de la dépendance. En Ile-de-France plus encore que dans le reste de la France, le nombre d'individus par ménage tend à diminuer, le nombre de familles monoparentales augmentant par ailleurs[68]. Ainsi, le nombre de personnes vivant seules est plus important en Ile-de-France (en étant plus prononcé à Paris qu'en Grande Couronne) que dans le reste de la France. Il en est de même pour les familles monoparentales, également plus nombreuses à Paris qu'en Grande Couronne[69]. Les projections de l'Insee tendent à confirmer les tendances de ces dernières décennies en Ile-de-France : le nombre de ménages s'accroît tandis que le nombre d'individus par ménage diminue régulièrement, comme le montre le graphique ci-après.

[68] Source CESER : http://www.ceser-iledefrance.fr/documents/rapport_pdf/rapport/05_pros_mode_vie/rapport-modes-vie-identites-franciliennes-aujourd-hui-demain.pdf

[69] En 2005, les familles monoparentales représentent 29% des familles avec enfants à Paris, 24% en Petite couronne, 18% en Grande couronne. Source : CAF Ile-de-France, décembre 2005.

Figure 42 - La croissance du nombre de ménages en Ile-de-France, entre 1990 et 2030 (Sources : Insee et IAU)



Sources : Insee, RGP de 1990 et 1999, EAR 2004 à 2008 ; Simulations IAU îdF au-delà de 2006 (scénario démographique central et scénario bas pour l'évolution des modes de cohabitation).

D'autres éléments doivent être pris en compte : avec le rapprochement des espérances de vie masculine et féminine, le veuvage pourrait avoir tendance à reculer. Cependant, l'existence plus fréquente de couples à un âge avancé, dont les deux membres seront dépendants, implique mécaniquement un besoin futur plus grand d'aidants professionnels à domicile.

Malgré le rapprochement des espérances de vie, le vieillissement de la population entraînera une forte croissance du nombre de Franciliens âgés vivant seuls à domicile. Selon les estimations de l'Insee, entre 2005 et 2020, cette croissance pourrait être de 54,9%, soit deux fois plus élevée que celle des ménages de plusieurs personnes (+27,4%).

1.2.2.1.4 L'augmentation des inégalités de santé sociale et l'offre médicale

Les inégalités socio-spatiales sont un facteur non négligeable de l'augmentation de la vulnérabilité future de santé des populations franciliennes.
L'Ile-de-France connaît à l'heure actuelle une densité médicale actuelle élevée, mais quelle sera son évolution future, en particulier au regard des inégalités socio-spatiales en Ile-de-France ?

Avoir une réponse définitive à cette interrogation n'est pas aisé, mais les perspectives pourraient être « inquiétantes, voire alarmantes en Ile-de-France : vieillissement, non renouvellement des médecins (où l'âge moyen des professionnels de santé est le plus élevé de France métropolitaine), manques dans certaines spécialités, en particulier dans certaines zones, mais aussi pénurie de paramédicaux et d'infirmiers, et difficulté d'accès aux soins. »[70]

A titre d'exemple, les territoires déjà déficitaires en offre médicale présentent une situation particulièrement inquiétante, qui risque de s'aggraver à l'avenir : l'offre y est en effet faible (la densité médicale de ces zones est inférieure de 30% comparée à la moyenne régionale) alors que la demande y est forte et la population fragile. Par ailleurs, d'ici 2025, la Région risque de perdre 23% de ses médecins alors que la population francilienne est vouée à augmenter, ce qui aura pour conséquence de diminuer fortement la densité médicale francilienne[71].
Egalement, les récentes données sur l'évolution de l'indice de santé sociale tendent à confirmer sa dégradation en Ile-de France. Par ailleurs, l'augmentation de la part des dépenses de santé des ménages franciliens, mais surtout le creusement des inégalités de dépenses des revenus en matière de santé – en particulier pour les seniors dont la part de santé devient de plus en plus importante -, tend à accroître la vulnérabilité future des Franciliens, face à des inégalités socio-sanitaires qui risquent de se creuser à l'avenir.

[70] Selon les conclusions de l'association Regroupement, Implantation, Redéploiement (RIR) Ile-de-France.
[71] IAU, 2007, Disparités spatiales de l'offre de soins en Ile-de-France, Population et modes de vie, Note rapide n°435.

1.2.2.2 EVOLUTION DE LA ROBUSTESSE DU SYSTEME DE SANTE[72]

Depuis les récentes crises sanitaires, le système d'alerte national et régional s'est encore renforcé et permet une meilleure visibilité des phénomènes de canicule, d'épidémie, d'allergie, etc.

Une fois l'alerte déclenchée, il s'agit alors de gérer la crise. Suite à la mise en place du plan canicule, la gestion hospitalière de la crise peut faire face à un épisode ponctuel de canicule sur une période courte. En revanche, avec le changement climatique, la robustesse actuelle du système sera mise à mal car les canicules à répétitions sont très perturbatrices pour l'ensemble du système hospitalier et très couteuses : elles sont en effet susceptibles de désorganiser tout le système qui est caractérisé par un fonctionnement planifié d'hospitalisations et d'actes programmés.

D'où l'importance de mettre en place un système global préventif performant en amont de l'alerte et des crises pour éviter de fragiliser le dernier maillon de la chaine que constituent les services d'urgence, par exemple:

- des actions de prévention de proximité auprès des personnes vulnérables orchestrées par les services de santé (avec la médecine générale en première ligne), l'ensemble des organismes d'action sociale et les EHPAD (salles de fraicheur…) ;
- la prise en compte effective du changement climatique (et pas seulement de l'atténuation) dans l'urbanisme et le bâti (imposer des mesures fortes sur les bâtiments, éviter la sur-densification créatrice d'EICU, création d'espaces verts) ;
- le partage d'expériences innovantes sur ces 2 approches entre les différents (certaines collectivités sont plus avancées et doivent partager leurs expériences avec les autres).

Au-delà de la mise en place de telles mesures, c'est surtout la performance de la gouvernance globale de l'adaptation en relation avec la santé qui se pose : il est nécessaire de mettre en place une instance pour orchestrer et contrôler en continu la mise en place effective et l'efficacité des mesures préventives sanitaires et urbanistiques (en relation avec le confort thermique et les EICU) à tous les niveaux afin d'avoir une bonne lisibilité des actions régionales en cas de crise, avec un pilotage identifié.

1.3 ZOOM SUR LA VULNERABILITE A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

1.3.1 Exposition et vulnérabilité actuelles : qualité de l'air et santé

Ce qu'il faut retenir…

- Les **périodes de canicules peuvent être accompagnées de pics de pollutions (ozone, particules)** dont l'impact sur la santé humaine se traduit par des affections des muqueuses respiratoires et oculaires notamment sur les personnes fragiles (enfants et personnes âgées).

- L'excès de risque de mortalité à court terme lié à l'ozone a augmenté à Paris durant la canicule de 2003. La canicule de 2003 a également entrainé le développement d'autres polluants d'origine photochimique.

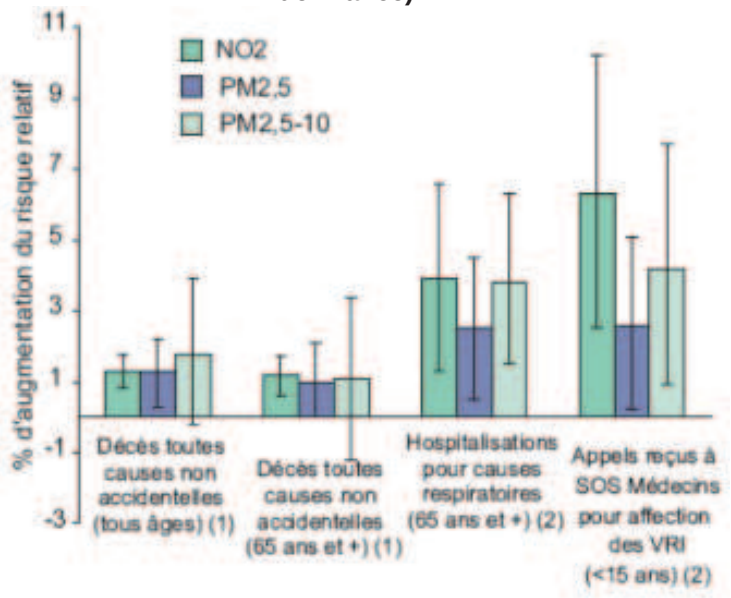
- La **vulnérabilité actuelle à la dégradation de la qualité de l'air est moyenne à élevée en IDF**, avec une synergie entre les épisodes de canicule et la pollution atmosphérique.

[72] Source : entretien avec l'ARS.

La dégradation de la qualité de l'air urbain est particulièrement notable lors d'épisodes de chaleur excessive : augmentation de la concentration en ozone mais aussi en autres polluants. La formation d'ozone troposphérique (au niveau du sol) est influencée par plusieurs facteurs incluant les conditions climatiques, les émissions des véhicules et des industries (oxydes d'azote et composés organiques). Un climat plus chaud provoque une augmentation des émissions naturelles de composés organiques, accélère la formation d'ozone et augmente la fréquence et la durée de stagnation des masses d'air permettant à la pollution de s'accumuler : entre le 1er et 14 août 2003, la France a connu des épisodes significatifs de pollution à l'ozone.

Ces pollutions ont un impact significatif direct sur la santé humaine : augmentation des affections respiratoires aigües et/ou chroniques chez les personnes vulnérables (enfants, personnes âgées, sujets d'ores déjà atteints de pathologies respiratoires tels que l'asthme ou des maladies cardiovasculaires).
En 2003, le risque de mortalité à court terme lié à l'ozone a légèrement augmenté dans les neuf villes françaises analysées dans le rapport d'études « vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre températures, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises » de l'Institut de Veille Sanitaire. Selon ce même rapport, le risque de surmortalité à court terme lié à l'effet conjugué de l'ozone et de la température était de 174,68% pour la ville de Paris. La part relative de l'ozone dans l'effet conjoint de ces deux facteurs est cependant restée minoritaire dans le cas de la capitale.
Outre l'ozone, la canicule de 2003 a également contribué au développement de polluants d'origine photochimique (aérosols secondaires, particules fines etc.). Selon l'ADEME, le seuil régulier de dioxyde d'azote dans l'air a notamment été dépassé à Paris, le 12 août. L'Ile-de-France, de par sa densité, sa circulation intense et ses activités économiques est particulièrement exposée aux pics d'ozone, potentiellement amplifiés par les épisodes caniculaires.

Figure 43 - Excès de risque relatif (%) de décès, d'hospitalisation et de recours à SOS Médecins pour une augmentation de 10 mg/m3 du niveau de polluant, (source : IAU, ORS Ile-de-France)



L'Ile-de-France se caractérise par une forte concentration d'infrastructures, principalement au sein de l'agglomération parisienne, à l'origine de multiples nuisances liées à la pollution de l'air et au bruit. Les expositions à ces nuisances ont des effets reconnus sur la santé des Franciliens, touchant davantage les Franciliens aux faibles revenus, qui cumulent plus fréquemment les expositions au domicile (notamment à proximité des boulevards périphériques et des grandes voies de circulation) et sur le lieu de travail. Ces expositions environnementales aux pics de pollution contribuent à renforcer les inégalités sociales.

Ainsi, le Baromètre Santé Environnement[73], grâce auquel l'ORS Ile-de-France a réalisé une étude spécifique en Ile-de-France[74], a montré que les Franciliens ayant des revenus plus aisés et un niveau d'éducation plus élevé ont tendance à percevoir les risques liés à la pollution de l'air extérieur comme plus faibles comparés aux Franciliens les moins diplômés ou ayant les revenus les plus faibles. Ceci peut en partie s'expliquer par le fait que ces Franciliens aisés habitent moins fréquemment à proximité des sources de pollution de l'air.

1.3.2 Exposition et vulnérabilité futures aux pics de pollution

Ce qu'il faut retenir…

- L'augmentation des températures moyennes estivales, de la fréquence et de l'intensité des canicules pourrait entraîner une augmentation de la pollution atmosphérique. Cependant, les politiques menées en matière de qualité de l'air permettent d'ores et déjà de réduire les émissions de polluants réglementés. Il est cependant **difficile de prévoir l'évolution de la pollution atmosphérique future** et tous les efforts d'atténuation visant à la réduire vont dans le bon sens.
- Le vieillissement de la population et l'augmentation possible de l'incidence des personnes allergiques pourraient entraîner une augmentation du nombre de personnes exposées et sensibles.
- C'est pourquoi la **vulnérabilité des populations à la dégradation de la qualité de l'air, aujourd'hui moyenne, pourrait devenir forte.**

L'augmentation du nombre de jours de fortes chaleurs et la recrudescence de périodes de canicule pourraient entraîner une augmentation de l'exposition future aux pics de pollutions. Il reste cependant difficile d'évaluer l'augmentation des mortalités liées à l'ozone. Néanmoins, la pollution atmosphérique étant fortement liée aux activités anthropiques, leur évolution future dépendra largement des politiques d'amélioration de la qualité de l'air qui seront menées dans les prochaines années. Notamment, c'est l'évolution des émissions liées aux transports qui sera un facteur déterminant.

En effet, suite à de récents travaux d'experts, l'Agence internationale pour la recherche sur le cancer (CIRC) appartenant à l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a classé cancérigènes pour l'homme les gaz d'échappement de moteurs diesel, avec notamment des risques de développement de cancers du poumon[75]. Or, si les risques sanitaires liés aux émanations de gaz ont conduit, dans certains pays d'Amérique du Nord ou d'Europe, à la mise en place de mesures réglementaires (durcissement des normes d'émissions pour les moteurs diesel et essence, etc.), la révision des normes environnementales, le développement de véhicules « propres » ou encore le recours aux transports en commun sont des solutions qui permettraient d'atténuer progressivement l'exposition future aux pics de pollutions.

Des efforts ont déjà été faits dans ce domaine dans la plupart des grandes villes françaises : depuis quelques années tous les polluants réglementés évoluent à la baisse (exception faite des particules fines)[76]. Cependant, avec le vieillissement de la population et une part plus importante de personnes vulnérables, une augmentation de la mortalité estivale et des maladies cardio-respiratoires est à prévoir.

[73] Enquête nationale dont l'objectif est de décrire les perceptions des populations concernant l'environnement et ses effets sur la santé.

[74] Les perceptions de la pollution de l'air extérieur en Ile-de-France, ORS, septembre 2010 : http://www.ors-idf.org/dmdocuments/6p_perceptions_air_ext.pdf

[75] International Agency for Research on Cancer, juin 2012, IARC: diesel engine exhaust carcinogenic http://press.iarc.fr/pr213_E.pdf

[76] ONERC, 2007, Changements climatiques et risques sanitaires en France. Rapport au Premier Ministre et au Parlement.

2 LES IMPACTS INDIRECTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SANTE

2.1 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES ALLERGIQUES

2.1.1 Une exposition et une vulnérabilité actuelle déjà élevées

Ce qu'il faut retenir…

- L'exposition aux pollens a d'ores et déjà tendance à augmenter en raison de l'avancement des dates de pollinisation.
- Sur le plan de la sensibilité, les **allergies aux pollens concernent aujourd'hui un français sur six**, les habitants des zones urbaines y sont particulièrement sensibles.
- La **vulnérabilité actuelle** de la population aux allergies en Ile-de-France peut être qualifiée de **moyenne** (source ARS).

Près d'un français sur six est aujourd'hui touché par les maladies allergiques liées aux pollens : rhinite saisonnière (le classique « rhume des foins »), conjonctivite, toux sèche et/ou gêne respiratoire, voire de crise d'asthme[77]. L'Ile-de-France est particulièrement concernée par cette problématique, les citadins étant paradoxalement plus concernés par les maladies allergiques que les ruraux.

On assiste déjà à une remontée en latitude (depuis Rhône-Alpes) du front de l'Ambroisie, qui est une plante très allergisante ainsi qu'à une augmentation des épisodes d'allergie liés aux chenilles processionnaires qui étaient jusqu'alors cantonnées au Sud et qui résistent de mieux en mieux aux hivers.

Tous les arbres n'ont pas le même potentiel allergisant, la prise en compte de ce potentiel lors des plantations en zone urbaine est aujourd'hui nécessaire.

Tableau 19 - tableau comparatif du potentiel allergisant des arbres (potentiel allergisant de 0 = nul à 5 = très fort) - source: Réseau National de Surveillance Aérobiologie

Arbres	Potentiel	Arbres	Potentiel
Cyprès	5	Platane	3
Noisetier	3	Mûrier	2
Aulne	4	Hêtre	2
Peuplier	2	**Chêne**	4
Orme	1	Pin	0
Saule	3	Olivier	3
Frêne	4	Tilleul	3
Charme	3	Châtaignier	2
Bouleau	5		

Tableau 20 - Tableau comparatif du potentiel allergisant des herbacées (potentiel allergisant de 0 = nul à 5 = très fort) - source : Réseau National de Surveillance Aérobiologie

Herbacées	Potentiel	Herbacées	Potentiel
Oseille	2	Ortie	1
Graminées	5	Chénopode	3
Plantain	3	**Armoise**	4
Pariétaire	4	**Ambroisie**	5

[77] ONERC, 2007, Changements climatiques et risques sanitaires en France. Rapport au Premier Ministre et au Parlement.

Par ailleurs, le changement climatique pourrait d'ores et déjà avoir un impact sur la durée de pollinisation. A Vienne, par exemple, une étude menée depuis 1976 sur le lien entre le réchauffement et la date de pollinisation du bouleau a mis en exergue une avancée de deux à trois semaines de la date de pollinisation au cours de la seule décennie 1990[78].

2.1.2 Exposition et vulnérabilité future

Ce qu'il faut retenir…

- Avec le changement climatique, les saisons polliniques pourraient débuter plus tôt et durer plus longtemps, avec une concentration atmosphérique en grains de pollen qui pourrait également augmenter. Les **professionnels de santé s'attendent à de plus en plus d'allergies** sans qu'il soit possible d'annoncer des chiffres : l'ORS travaille sur ce sujet dans son programme de recherche en cours.
- La **vulnérabilité future des populations pourrait évoluer à la hausse**, en fonction notamment du choix des espèces retenues dans le cadre des politiques urbaines de végétalisation. Pour les populations, l'enjeu est d'éviter le passage de l'allergie à l'asthme qui est une pathologie lourde pouvant provoquer un handicap et une augmentation de la prise en charge.

Avec changement climatique, des hivers plus doux et des étés plus chauds pourraient s'accompagner de saisons polliniques plus longues et plus précoces. Il est possible également que les quantités mêmes de pollens émises augmentent à cause de l'augmentation du CO_2 et de la hausse des températures. L'ambroisie, par exemple, qui est une plante fortement allergisante, pourrait produire le double de pollen qu'elle ne produit aujourd'hui d'ici la fin du siècle. Le changement climatique pourrait également modifier la répartition spatiale de certaines espèces végétales et introduire en Ile-de-France des pollens qui ne sont pas présents aujourd'hui[79].

À noter par ailleurs, qu'il existe un lien probable entre les pics de pollutions, tels que l'ozone, le dioxyde d'azote et les allergies. En effet ceux-ci ont pour conséquence des irritations des muqueuses respiratoires et oculaires, ce qui peut accroître la sensibilité aux pollens[80].

Les politiques de végétalisation des espaces urbains et extra-urbains en Ile-de-France devront donc prendre en compte le caractère allergisant de certaines espèces végétales, afin de ne pas accroître la sensibilité aux pollens des populations franciliennes sujettes aux allergies. Dans ce sens, certaines municipalités comme par exemple la Ville de Paris, attachent une importance particulière à favoriser la biodiversité tout en plantant des espèces non allergisantes. De même, entretenir les espèces pour limiter la pollinisation ou éviter la concentration d'espèces potentiellement allergisantes peut être l'un des facteurs de réduction de la vulnérabilité future aux maladies allergiques à ne pas négliger.

Le lien entre changement climatique, pollens et allergies fait toujours l'objet de nombreuses études afin de mieux le caractériser et avant d'envisager des mesures d'adaptation.

[78] ONERC, 2007, Changements climatiques et risques sanitaires en France. Rapport au Premier Ministre et au Parlement.
[79] ONERC, 2007, Changements climatiques et risques sanitaires en France. Rapport au Premier Ministre et au Parlement.
[80] Atmo Nord-Pas-de-Calais :www.atmo-npdc.fr

2.2 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES MALADIES INFECTIEUSES ET VECTORIELLES

2.2.1 Une exposition et une vulnérabilité actuelle moyenne

Ce qu'il faut retenir…

- L'exposition actuelle aux maladies infectieuses et à transmission vectorielle en Ile-de-France est relativement faible et ponctuelle. Néanmoins, **la vulnérabilité actuelle peut être qualifiée de moyenne** du fait que la région est une **zone de fort transit** international et fonctionne en réseau (densité urbaine, réseau de transport important, concentration de population), pouvant favoriser la **propagation rapide** de maladies infectieuses et vectorielles (source ARS).
- Néanmoins, l'organisation actuelle via la **Cellule Régionale de veille, alerte et gestion sanitaire permet de contrôler ce risque.**

Aujourd'hui, les maladies infectieuses en relation avec la dégradation de la qualité de l'eau (par exemple le choléra ou la leptospirose) ou des aliments et les maladies à transmission vectorielle concernent principalement les pays tropicaux.

Pour ces dernières, quelques-unes sont déjà présentes en Europe occidentale (infection à virus West Nile, encéphalite à tiques, fièvres à phlébotomes, leishmanioses, rickettsioses, babésioses, borréliose de Lyme, etc.), d'autres font l'objet de phénomènes épidémiques ponctuels et rapidement jugulés (comme la fièvre de la vallée du Rift, la peste équine, la dengue, l'infection à virus Chikungunya[81]).

Une maladie ***à transmission*** vectorielle est causée par un parasite ou un virus transmis par un insecte piqueur. A noter que la présence du vecteur d'une maladie dans une zone ne signifie pas forcément la présence de la maladie : ce vecteur doit être porteur du parasite ou du virus.
Une maladie infectieuse en relation avec la dégradation de la qualité de l'eau ou des aliments est causée par le développement d'un micro-organisme (bactéries, virus, champignon etc.) dans l'eau ou sur les aliments et provoque des toxi-infections alimentaires.

L'exposition de l'Ile-de-France à ce type d'affections est aujourd'hui théoriquement limitée et principalement ponctuelle. Cependant, l'arrivée d'insectes vecteurs de maladies à transmission vectorielle étant principalement liée à des causes anthropiques, l'Ile-de-France, zone de transit international (avec ses 2 aéroports) présente, par rapport à d'autres régions, une vulnérabilité accrue à l'apparition de foyers ponctuels de maladies « importées ». Face à ce type de phénomène, la Cellule Régionale de veille, alerte et gestion sanitaire permet de contrôler ce risques en centralisant l'ensemble des signaux réceptionnés par l'ARS (Agence Régionale de Santé) et de les analyser, de gérer les alertes sanitaires, de préparer la réponse aux alertes et aux situations exceptionnelles. Grace à cette organisation, il est possible de repérer rapidement et d'enrayer un éventuel début d'épidémie et ce d'autant plus que les insectes vecteurs en question ne trouvent pas aujourd'hui les conditions climatiques favorables au déroulement complet de leur cycle de reproduction.

Il n'en demeure pas moins que la densité de la population ainsi que la circulation rapide des biens et des personnes propres à la région Ile-de-France et en relation avec le monde entier (via les aéroports) augmentent la sensibilité de la région à ce type de risque sanitaire.

C'est pourquoi l'ARS considère que la vulnérabilité actuelle mérite d'être qualifiée de moyenne.

[81] ONERC, 2007, Changements climatiques et risques sanitaires en France. Rapport au Premier Ministre et au Parlement.

2.2.2 Une exposition et une vulnérabilité future en hausse ?

Ce qu'il faut retenir…

- Avec le changement climatique, **l'exposition aux risques sanitaires liés à des maladies infectieuses et vectorielles pourrait augmenter en raison de la hausse** des températures moyennes susceptible de créer des conditions favorables à leur développement ou leur implantation. Le développement de maladies infectieuses dans le cadre d'un évènement de crue extrême est aussi un risque à envisager.
- Pour ce qui concerne la **vulnérabilité future** à ces risques sanitaires, elle **est difficile à évaluer et reste incertaine**. Elle dépendra de plusieurs facteurs, notamment de la capacité régionale d'alerte et de gestion de crise dans le cas d'une épizootie/épidémie, ainsi que des moyens mis en œuvre pour contrôler le développement éventuel d'habitats favorables au développement ou à l'implantation des microorganismes infectieux ou parasitaires.

2.2.2.1 VULNERABILITE FUTURE AUX RISQUES DE MALADIES A TRANSMISSION VECTORIELLE

Le changement climatique n'est pas à proprement parler responsable de l'implantation de nouvelles maladies à transmission vectorielle[82](le plus souvent par des insectes piqueurs). Les causes de leur arrivée dans une zone géographique nouvelle sont principalement d'origine anthropique (migrations, tourisme, transports etc.). En revanche, sous l'effet du changement climatique, certains insectes introduits accidentellement pourraient trouver des conditions d'habitat favorables à leur cycle biologique et s'implanter. Les vecteurs qui pourraient voir leur zone de répartition élargie sont par exemple le vecteur du virus West Nile qui est responsable d'affections fébriles chez l'homme et chez les équidés, ou encore le vecteur porteur de la Dengue et du Chikungunya (qui progresse vers le nord chaque année). Il reste néanmoins très difficile de discerner le poids relatif du changement climatique face à des phénomènes de cas importés de vecteurs liés aux migrations et aux transports.

Même si le changement climatique rend certains habitats favorables à la reproduction de certains insectes vecteurs, le développement à grande échelle de maladies nouvelles de type paludisme ou dengue sur le territoire francilien devrait être limité en raison des facteurs modérateurs que sont les programmes de surveillance et d'alerte et les moyens de lutte contre les nuisibles, sous réserve du maintien et de l'adaptation des moyens actuels.

2.2.2.2 VULNERABILITE FUTURE AUX RISQUES DE DEVELOPPEMENT DE MALADIES INFECTIEUSES EN RELATION AVEC LA NATURE EN VILLE

Le changement climatique pourrait avoir un impact sur la qualité de l'eau destinée à la consommation ou des eaux de baignade. Ainsi :

- L'augmentation attendue de la température de l'eau douce et/ou d'épisodes des précipitations intenses pourrait entraîner le développement de bactéries, de pathogènes ou d'algues toxiques responsables de la dégradation de la qualité des eaux de baignade ;
- La diminution des débits des cours d'eau pourrait engendrer une concentration diffuse des polluants, notamment aux points de rejet des stations d'épuration, et donc une baisse de la qualité des eaux de surface, en particulier des eaux douces de baignade, affectant directement la santé des populations.

[82] Une maladie à transmission vectorielle est causée par un agent parasite véhiculé, déposé ou inoculé par un vecteur vivant. Ce vecteur est un organisme qui ne provoque pas lui-même la maladie mais qui est nécessaire à la propagation de l'infection, en transportant les éléments pathogènes d'un hôte à l'autre. Dans la plupart des cas, les maladies vectorielles sont transmises à l'homme par des animaux domestiques ou sauvages, en particulier les tiques ou d'autres espèces parasitaires. La fièvre jaune, le paludisme, la dengue ou bien encore la peste bubonique sont des maladies vectorielles.

Par ailleurs, dans le cadre de mesures d'adaptation visant à rafraîchir les espaces urbains, la réintroduction de l'eau en ville, dans un contexte d'augmentation des températures moyennes annuelles et estivales, peut représenter un risque sanitaire, avec le développement potentiel de microorganismes infectieux dans ces espaces aquatiques ainsi que d'habitats favorables pour les insectes piqueurs.

Dans ce contexte, il est donc important que des travaux à l'échelle locale soient menés afin de connaître plus précisément l'impact du changement climatique sur la qualité de l'eau et les conséquences sanitaires qui en découlent.

2.2.2.3 VULNERABILITE FUTURE AUX RISQUES DE DEVELOPPEMENT DE MALADIES INFECTIEUSES ET RISQUES NATURELS

La vulnérabilité future de l'Ile-de-France face à un risque naturel comme une inondation est élevée (voir le chapitre sur les risques naturels), pouvant développer des risques sanitaires ayant un impact considérable sur la santé des populations.

Il apparaît tout à fait probable qu'une crue majeure soit favorable au développement de maladies infectieuses. Les risques sanitaires futurs en Ile-de-France sont difficiles à prévoir. Cependant, de nombreux cas de catastrophes naturelles ont déjà démontré que le développement de maladies infectieuses pouvait intervenir lors d'un risque naturel, tel une inondation. C'est un facteur à prendre en compte dans la gestion de crise, afin de pouvoir le maîtriser si nécessaire, ou tout du moins empêcher sa prolifération.
Trois types d'impacts sanitaires interviennent lors d'une inondation : des impacts traumatiques (blessures, ensevelissements, noyades…), infectieux et mentaux[83]. Avec la décrue, un risque infectieux peut prendre le relai du risque traumatique, sous forme d'épidémies favorisées par la submersion des terres, comme ce fut le cas en République Tchèque en 1997 avec le développement de la leptospirose. Le risque infectieux peut également être accentué par la pollution microbienne des nappes souterraines et du périmètre de protection autour des sites de prélèvement ou de pompage, favorisant ainsi par exemple le développement de cas de diarrhées à transmission hydrique comme en Finlande en 1998-1999.
Il n'est pas sûr que l'impact sanitaire provoqué par des maladies infectieuses s'accroisse à l'avenir lors d'une crue majeure en Ile-de-France. Cependant, c'est un risque à prendre en compte.

En conclusion, les connaissances au niveau régional sur l'évolution des risques sanitaires en relation avec le changement climatique font toujours l'objet de recherches scientifiques.

[83] Bien que ce point ne soit pas développé ici, des troubles tels que la dépression, l'anxiété et l'insomnie peuvent s'installer après une catastrophe naturelle. Lors des inondations de la Somme en 2001, les personnes ayant été évacuées souffraient davantage de ces pathologies de stress que celles restées dans leur milieu de vie.

Programme d'études 2012 de l'ORS sur la santé et le changement climatique (extraits)

Contexte : Les risques sanitaires liés au changement climatique sont nombreux, et ne sont pas limités aux stress thermiques (vagues de chaleur, canicules, îlots de chaleur). Les nouvelles maladies, ou l'apparition de nouveaux vecteurs, ainsi que les risques sanitaires liés aux autres mesures d'adaptation (comme la réintroduction de l'eau en ville) doivent être pris en compte, et font de la question sanitaire un enjeu transversal de l'adaptation de la région Ile-de-France au changement climatique.
Sur le sujet sanitaire comme sur beaucoup d'autres impacts du changement climatique, la connaissance est encore embryonnaire et diffuse. Ainsi, dans le cadre de son plan Climat, la région souhaite développer un réseau régional sur les impacts sanitaires du changement climatique afin d'anticiper les problèmes sanitaires liés au changement climatique.
L'ORS contribuerait à ce réseau en assurant une veille sur la connaissance liée à ces risques, à leur évolution future et aux façons de les réduire et en la portant à la connaissance le plus largement possible des acteurs régionaux qui œuvrent dans le domaine de l'atténuation des changements climatiques.

Objectif : Organiser une veille sur les connaissances sur ces risques sanitaires liés au changement climatique en Ile-de-France et favoriser la circulation de l'information.

Méthode : Pour ce travail, les outils de veille bibliographique classiques seront utilisés. Les personnes ressources (laboratoires et autres institutions régionales et éventuellement nationales) seront identifiées et mobilisées sur ce projet. Enfin, un outil de diffusion qui pourrait prendre la forme d'une plateforme d'échange (Internet) sera développé.

Temps prévu sur 2012 : 37 jours de chargé d'études.
Production attendue et échéance estimée : un portail Internet envisagé pour le dernier trimestre 2012.
Partenaires scientifiques : IAU, DIM Sent...
Financement : programme mutualisé.

3 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE

Impact	*Territoires les plus concernés*	*Exposition actuelle et future*	*Sensibilité des enjeux*	*Capacité d'adaptation*	*Evaluation de la vulnérabilité*	*Perception de la gravité de l'impact ? (+, ++, +++)*	*Niveau de priorité de l'impact dans le cadre de l'adaptation au changement climatique (1, 2, 3)*
SURMORTALITE LIEE A L'ACCROISSE-MENT DE LA FREQUENCE ET DE L'INTENSITE DES CANICULES	Zone urbaine dense	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée	Elevée (Cf. coût humain de la canicule de 2003) Sensibilité liée aux facteurs humains (population vieillissante ; isolement social ; inégalités sociales ; faible culture de la chaleur) Population fragile : enfants en bas âge, maladies respiratoires Une densité et un aménagement urbains qui favorisent l'EICU	-Robustesse des systèmes de gestion de crise face à la répétition des épisodes de canicule : (cf. efficacité du Plan Canicule en 2006) ; -Réduction de la vulnérabilité des populations âgées et dépendantes (et des inégalités sociales) ; -Renforcement des systèmes de prévention et de gestion de crise auprès des populations vulnérables ; -Amélioration de la climatologie urbaine.	Vulnérabilité actuelle : élevée Vulnérabilité future : élevée	**+++**	**1**

AUGMENTA-TION DE LA MORBIDITE EN RELATION AVEC LA DEGRADATION DE LA QUALITE DE L'AIR (OZONE, PARTICULES)	Toute la région	Exposition actuelle : élevée Probabilité d'occurrence : incertaine Exposition future : incertaine (dépend aussi des politiques d'atténuation)	Sensibilité élevée pour les personnes sensibles, dans un contexte de vieillissement de la population et d'augmentation du nombre de personnes allergiques ou fragiles sur le plan respiratoire	-Politiques d'amélioration de la qualité de l'air ; -Mesures de prévention sanitaire lors de pics de pollution.	Vulnérabilité actuelle : moyenne à élevée Vulnérabilité future : élevée	++	1
Augmentation de l'exposition aux allergies	Toute la région	Exposition actuelle : moyenne à élevée Probabilité d'occurrence : élevée (période de pollinisation plus précoce et plus longue) Exposition future : élevée	Sensibilité élevée des habitants en zone urbaine (1 sur 6 actuellement)	-Choix des espèces dans le cadre des politiques urbaines de végétalisation ; -Renforcement du suivi des populations allergiques pour éviter le développement de l'asthme.	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée	+	2

Apparition de nouvelles maladies infectieuses et /ou vectorielles	Toute la région, en particulier les secteurs situés à proximité des zones humides	Exposition actuelle : faible (mais zone de transit) Probabilité d'occurrence : incertaine Exposition future : en augmentation (amélioration des conditions d'implantation et de développe-ment)	Sensibilité moyenne mais propagation rapide en cas de nouvelle maladie, liée à la forte concentration de population	-Maintien / renforcement des systèmes de veille, d'alerte et de la gestion de crise vis à vis des maladies infectieuses ou vectorielles ; -Contrôle du développement d'habitats favorables aux vecteurs.	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : incertaine	++	**2**
ACCROISSE-MENT DES INEGALITES ET DE LA TENSION POUR L'ACCES A L'EAU	Toute la région mais accru dans les espaces urbains	Exposition actuelle : faible ? Exposition future : élevée	Sensibilité liée à l'accès à l'eau (piscine, espaces de rafraichissement, de baignade)	Création d'espaces publics de rafraichissement	Vulnérabilité future : incertaine	++	**1**
Impact de la canicule sur le rythme de vie, en particulier sur la santé au travail						++	**2**

SECTION 5 RESEAUX

Table des matières

1 LA VULNERABILITE DES RESEAUX EN ILE-DE-FRANCE EN RESUME 107
1.1 CADRAGE : INTERDEPENDANCE DES RESEAUX URBAINS ET IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 107
1.1.1 DES RESEAUX INTERDEPENDANTS 107
1.1.2 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESEAUX 108
1.2 RESILIENCE URBAINE ET VULNERABILITE DES RESEAUX EN ILE-DE-FRANCE 108
1.2.1 DEFINITION 108
1.2.2 VULNERABILITE DES RESEAUX EN ILE-DE-FRANCE 109
1.3 CADRAGE DU DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE DES RESEAUX STRUCTURANTS EN ILE-DE-FRANCE 110
2 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE ET L'OFFRE ENERGETIQUE EN ILE-DE-FRANCE 114
2.1 ELEMENTS DE CADRAGE 114
2.2 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE ENERGETIQUE 114
2.2.1 SITUATION ACTUELLE : DEPENDANCE ENERGETIQUE ET SENSIBILITE AU CLIMAT 115
2.2.2 SITUATION FUTURE : UNE DEMANDE QUI POURRAIT EVOLUER 116
2.3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION D'ENERGIE 119
2.3.1 SITUATION ACTUELLE : SENSIBILITE AU CLIMAT 119
2.3.2 EXPOSITION, SENSIBILITE ET VULNERABILITE FUTURES 121
3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE, LA DEMANDE ET LA PRODUCTION D'EAU POTABLE 123
3.1 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU 123
3.2 IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE EN EAU POTABLE 123
3.3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION D'EAU POTABLE : UNE PRODUCTION D'EAU POTABLE ROBUSTE 124
4 LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX INONDATIONS 126
4.1 ELEMENTS DE CADRAGE 126
4.1.1 LES IMPACTS DES CRUES SUR LES RESEAUX EN QUELQUES CHIFFRES 126
4.1.2 L'EXPOSITION ACTUELLE DES RESEAUX AUX INONDATIONS 128
4.1.3 EXPOSITION FUTURE ET PRESSION FONCIERE 128
4.2 VULNERABILITE DES RESEAUX ENERGETIQUES 132
4.2.1 UN APPROVISIONNEMENT ELECTRIQUE DE LA CAPITALE ROBUSTE JUSQU'A UN CERTAIN NIVEAU DE CRUE 132
4.2.2 EXPOSITION, SENSIBILITE ET VULNERABILITE AUX INONDATIONS 134
4.3 VULNERABILITE DES RESEAUX D'EAU POTABLE ET D'ASSAINISSEMENT 136
4.3.1 UN APPROVISIONNEMENT EN EAU ROBUSTE 136
4.3.2 EXPOSITION, SENSIBILITE ET VULNERABILITE AUX INONDATIONS 137
4.4 VULNERABILITE DES RESEAUX DE COMMUNICATION 139
4.4.1 LES RESEAUX DE COMMUNICATION 139
4.4.2 EXPOSITION, SENSIBILITE ET VULNERABILITE AUX INONDATIONS 140
4.5 VULNERABILITE DES RESEAUX DE TRANSPORTS 140
4.5.1 L'ENJEU DES TRANSPORTS FRANCILIENS 140
4.5.2 EXPOSITION, SENSIBILITE ET VULNERABILITE DU RESEAU 141
4.6 ORGANISER LA GESTION DE CRISE EN CAS DE CRUE MAJEURE 144

5 LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX TEMPERATURES EXTREMES 146
5.1 ELEMENTS DE CADRAGE : UNE EXPOSITION ACCRUE DU TERRITOIRE FRANCILIEN AUX FORTES TEMPERATURES ET AU RISQUE DE CANICULE EN PERIODE ESTIVALE 146
5.2 LA VULNERABILITE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS AUX CANICULES 147
5.2.1 ELEMENTS DE CADRAGE 147
5.2.2 EXPOSITION DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT 147
5.2.3 UNE VULNERABILITE DIFFICILE A EVALUER A L'ECHELLE REGIONALE 149
5.3 POINTS DE VIGILANCE A EXPLORER 149
5.4 LA VULNERABILITE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT AUX FORTES TEMPERATURES ET AUX SECHERESSES 150
6 LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX TEMPETES 153
6.1 EXPOSITION ET SENSIBILITE ACTUELLES 153
6.2 EXPOSITION ET SENSIBILITE FUTURES : UNE EVOLUTION INCONNUE DU RISQUE DE TEMPETE, MAIS UNE EXTREME SENSIBILITE DES RESEAUX AUX VENTS FORTS 154
7 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE 156

L'Ile-de-France est la première région économique de France et première région touristique mondiale[84]. Concentrant sur son territoire réduit environ 19% de la population française et 29% du PIB, la région francilienne a développé un ensemble de réseaux urbains interconnectés extrêmement dense, véritables organes vitaux, pour assurer:

- l'approvisionnement en énergie, en eau potable, en alimentation des centres urbains et des zones périurbaines ;
- l'assainissement et la gestion des eaux pluviales ;
- le déplacement des personnes et des marchandises ;
- la communication.

L'ensemble de l'économie de la Région Ile-de-France est dépendante du bon fonctionnement de ces réseaux.
Les conséquences économiques et sociales des évènements climatiques extrêmes récents (tempêtes 1999[85], canicule 2003[86], crue de 1982, chutes de neige…) démontrent l'insuffisance de la prise en compte des aléas climatiques dans la planification et la gestion des réseaux.

Cette analyse de la vulnérabilité des réseaux aux effets du changement climatique s'intéresse aux réseaux de transport, d'énergie, de communication, d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement, ainsi que leurs infrastructures bâties associées (ex. gares, centrales de production d'énergie, stations d'épuration, etc.)

[84] Source : Chiffres-Clés de la région Île-de-France 2012, CRCI Paris – Île-de-France, INSEE Île-de-France, IAU Île-de-France, mars 2012.
http://www.iledefrance.cci.fr/images/publications/pdf/chiffres_cles/2012/chiffres_cles_2012_complet.pdf

[85] En plus des coûts indirects issus des perturbations dans l'offre de services pour les usagers (particuliers et entreprises privés d'électricité, de télécommunications, etc.), les tempêtes de 1999 ont notamment engendrés en France des coûts de 32 millions de francs pour la RATP, des coûts de remise en état de 1,2 et 1,4 milliard de francs respectivement pour les réseaux téléphoniques et le réseau routier, 560 millions de francs pour le réseau ferroviaire (dommages sur les infrastructures et pertes d'exploitation) et 33,8 milliards de francs pour EDF (dommages internes à l'entreprise et dommages à la collectivité) [Source : Annie EHRARD-CASSEGRAIN (Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement), *L'impact économique des tempêtes de décembre 1999 – Document de travail*, Série Synthèses N°01-S05, 2000, à partir de données d'opérateurs et issues d'un rapport sur « la sécurisation du système électrique français » MEFI/Conseil général des mines, mai 2000].

[86] A Paris, la chaleur des sols a entraîné une recrudescence d'incidents sur le réseau souterrain de distribution, avec au total 237 000 clients d'ERDF en Ile-de-France qui ont été touchés par des coupures momentanées sur le réseau de distribution d'électricité. Selon une estimation du groupe EDF, la canicule 2003 aurait coûté environ 300 millions d'euros au groupe, comprenant « l'acquisition ou à la rémunération des moyens matériels et humains sollicités, mais aussi à la nécessité pour l'opérateur d'acheter à l'étranger de l'électricité à des prix très élevés ». [Source : « La France et les Français face à la canicule : les leçons d'une crise», Rapport d'information n° 195 (2003-2004) de Mme Valérie LÉTARD, MM. Hilaire FLANDRE et Serge LEPELTIER, Sénateurs, fait au nom de la mission commune d'information, déposé le 3 février 2004, http://www.senat.fr/rap/r03-195/r03-195.html

1 LA VULNERABILITE DES RESEAUX EN ILE-DE-FRANCE EN RESUME

Ce qu'il faut retenir…

Malgré des infrastructures de réseaux relativement robustes et l'engagement des gestionnaires et des pouvoirs publics dans des actions de réduction de la vulnérabilité aux aléas climatiques, la **vulnérabilité des réseaux en Ile-de-France reste forte et accentuée par leur interdépendance responsable d'un « effet domino ».**
Le changement climatique exercera une double pression sur ces réseaux : une pression sur les infrastructures elles-mêmes et une pression sur la demande et les services attendus.

Quant à la vulnérabilité future, elle est très compliquée à apprécier aujourd'hui en l'absence d'outils intégrés qui permettraient de mieux connaître le niveau d'interdépendance des réseaux et leurs points sensibles. Cette absence de vision systémique des réseaux oblige ainsi à rester sur une approche de la vulnérabilité cloisonnée réseau par réseau. Cependant, des projets de développement d'outils intégrés sont en cours, notamment sur le risque inondation, et devraient permettre à l'avenir une approche intégrée de la vulnérabilité des réseaux franciliens.

1.1 CADRAGE : INTERDEPENDANCE DES RESEAUX URBAINS ET IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

1.1.1 Des réseaux interdépendants

L'Ile-de-France se démarque du reste du territoire français par ses réseaux urbains très denses et fortement interconnectés. Les réseaux sont interdépendants et il est généralement admis qu'ils dépendent en particulier de certains réseaux structurants dits « agressif » ou « prépondérant ». Le réseau électrique en particulier est dit « très agressif ».

Du fait de cette forte interdépendance, la défaillance d'un réseau structurant se répercute en cascade sur tous les autres réseaux qui en dépendent : c'est l'effet domino. Une coupure d'électricité, par exemple, peut affecter des branches des réseaux de transport passagers, d'eau potable, etc. De même, au sein d'un réseau, si certains points de concentration sont touchés (captage d'alimentation en eau potable, transformateurs électriques, …), les impacts sont répercutés, par effet domino, sur les sections qui en dépendent, augmentant ainsi l'étendue des impacts.

Ainsi, un évènement climatique majeur (inondation, canicule, tempête) peut engendrer des dysfonctionnements en cascade sur les réseaux urbains franciliens fortement interconnectés : black-out électrique, paralysie des transports (personnes et logistique), rupture de l'approvisionnement en gaz, en chaleur urbaine ou en eau potable, incidence sur les réseaux d'assainissement, avec des délais de remise en service plus longs et un nombre de personnes touchées beaucoup plus important. Cette interdépendance accroît la difficulté de l'analyse des impacts du changement climatique sur les réseaux[87]. En termes de coûts économiques, les effets domino sont beaucoup plus difficiles à chiffrer que les dommages directs sur les seules zones inondées.

D'après les études de l'IAU ÎdF[88], la dépendance énergétique constitue le plus grand facteur de vulnérabilité du système urbain de la région. En effet, il dépend fortement des réseaux énergétiques, et surtout des **réseaux électriques**, pour assurer les services publics (transports, santé, éclairage public, etc.), ses activités économiques, ses fonctions résidentielles (électricité, chauffage) et logistiques (nourriture, gestion des déchets). Quel que soit le niveau de préparation des différents réseaux (transport, alimentation en eau potable, etc.) face aux aléas climatiques, ces réseaux ne

[87] Jean-François Gleyze, *La vulnérabilité structurelle des réseaux de transport dans un contexte de risques – Partie A*, thèse dirigée par Claude Grasland (Professeur Université Paris 7), Université Paris 7 avec IGN Laboratoire COGIT et UMR 8504 Géographie-Cités, 2005, p.77.
[88] IAU ÎdF, « Urbanisation et zones inondables : les risques encourus », *Note rapide*, n°557, juillet 2011, p.5.

peuvent fonctionner que s'ils sont alimentés en électricité. La vulnérabilité de l'ensemble des réseaux aux aléas climatiques est donc déterminée par la vulnérabilité des réseaux électriques à ces aléas, et en particulier par la capacité des réseaux électriques à assurer un service minimum malgré la présence de certains points sinistrés (possibilité d'isoler les branches sinistrées, degré de maillage des réseaux) et par les délais de remise en route en cas de coupure.

Le **réseau routier** est également extrêmement important car il assure l'accès aux zones où il est nécessaire d'intervenir en cas de sinistre. Un ouvrage sinistré suite à une inondation ne pourra pas être atteint si les voies routières restent impraticables (voies inondées, embourbées, …). De même, les services urbains de type logistique (approvisionnement en nourriture, matériels, transport des déchets) et les transports en commun routiers (bus, ramassage scolaire, …) dépendent de l'état des routes.

Enfin, le **réseau de télécommunications** est essentiel à la gestion quotidienne et de crise des autres réseaux. Son importance s'accroît avec l'automatisation progressive de la gestion des réseaux, notamment au niveau de la surveillance et des téléalarmes. Les réseaux de télécommunications sont particulièrement importants en période de crise, la téléphonie mobile ayant en grande partie remplacé la communication par radio[89].

1.1.2 Impacts du changement climatique sur les réseaux

Le changement climatique exerce une double pression sur les réseaux :

- Une pression sur le réseau lui-même (infrastructures et production/fonctionnement) : une forte vague de chaleur pourra ainsi avoir les conséquences suivantes :
  - Les cours d'eau se réchaufferont de manière significative, ce qui aura un impact sur le refroidissement des centrales électriques et donc sur la production électrique ;
  - La vague de chaleur fera pression sur les infrastructures elles-mêmes (REX Canicule 2003 : en réponse aux problèmes de dilatation des rails et des ruptures de caténaires lors de la canicule 2003, la SNCF a cherché à connaître les impacts des vagues de chaleur sur les lignes ferroviaires pour adapter leur matériel).
- **Pression sur la demande et le service attendu :** les vagues de chaleur en milieu urbain vont entraîner une demande forte en électricité pour climatisation, ce qui exercera une forte pression sur les réseaux électriques. En plus de consommer de l'électricité, les appareils de climatisation rejettent de l'air chaud à l'extérieur des bâtiments, accentuant le phénomène d'îlot de chaleur urbain. Il s'agit d'un problème déjà très présent aux USA, mais encore peu développé en France, la climatisation y restant encore peu développée par rapport aux grandes villes des USA.

  - _____ Ce pendant, le réchauffement climatique et les projections climatiques annonçant des épisodes de fortes chaleurs plus fréquents laissent envisager à l'avenir un plus grand recours à la climatisation en Ile-de-France et surtout dans Paris.

Il y a ainsi un double phénomène : la pression sur la structure et la pression sur la demande.

1.2 RESILIENCE URBAINE ET VULNERABILITE DES RESEAUX EN ILE-DE-FRANCE

1.2.1 Définition

La résilience urbaine est la capacité d'une ville à fonctionner alors que certains de ses composants sont perturbés et à se reconstruire (retrouver ses fonctions ou les adapter) à la suite de cette

[89] Point mis en lumière lors de l'entretien avec la Zone de Défense et de Sécurité de Paris, le 29 mars 2012.

perturbation[90]. Analyser la résilience urbaine revient à analyser entre autres la vulnérabilité et la résilience des **réseaux dits structurants** aux aléas climatiques, véritables organes vitaux dont l'intégrité lors de perturbations est nécessaire au fonctionnement urbain : réseaux électriques, de transport, d'eau potable et de télécommunications[91].

En conscience des enjeux majeurs liés à la résilience des réseaux, le projet Rétap Réseaux a été développé dans le cadre du dispositif ORSEC (Organisation de la Réponse de SEcurité civile), pour mieux prendre en compte les risques d'effet domino liés à l'interdépendance des réseaux via un travail collaboratif entre les différents gestionnaires. Le Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris, dépendant de la Préfecture de Police de Paris, pilote le projet Rétap Réseaux auprès des gestionnaires de réseaux franciliens.

Zoom sur le projet « Rétap Réseaux » dans le cadre du plan ORSEC (Organisation de la Réponse de SEcurité Civile)

Les tempêtes Klaus ou Xynthia ont entraîné, entre autres, la rupture d'alimentation électrique entraînant l'interruption de distribution d'eau potable et de télécommunication fixe et mobile. Ces évènements ont mis en lumière la nécessité de réviser le dispositif de planification de sécurité civile applicable en cas de défaillance des réseaux d'alimentation électrique et des autres réseaux vitaux.

Le projet Rétap Réseaux a pour objectif de mieux connaître les points sensibles des différents réseaux et leurs interactions et de mettre en place une collaboration entre les différents gestionnaires pour pouvoir anticiper et éviter les dysfonctionnements en cascade des réseaux en cas de crise. Il a ainsi pour but d'élaborer, dans le cadre d'une collaboration entre gestionnaires de réseaux, un outil informatique Internet qui permettrait aux opérateurs de communiquer entre eux lors d'une crise. Il s'agira par exemple de connaître où l'alimentation en électricité sera rétablie en priorité sur le réseau électrique.

Source : Entretien avec les services du Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris, Préfecture de Police de Paris

1.2.2 Vulnérabilité des réseaux en Ile-de-France[92]

1.2.2.1 UNE FORTE VULNERABILITE DES RESEAUX MALGRE DES INFRASTRUCTURES RELATIVEMENT ROBUSTES

Si on les compare aux réseaux sur d'autres territoires en France, les infrastructures elles-mêmes sont assez robustes en Ile-de-France. La vulnérabilité des infrastructures semble donc moyenne sur ce point, mais on manque de données pour réellement en juger.
Le diagnostic de la vulnérabilité des réseaux (réseaux électriques, réseaux d'eau potable, réseaux de transports…) aux aléas climatiques reste cependant complexe à réaliser : il est difficile d'avoir une vision globale de leur vulnérabilité du fait de leur interconnexion (encore trop négligée dans les diagnostics) et de la nécessaire collaboration entre les différents acteurs qu'il est parfois difficile de faire travailler ensemble pour différentes raisons.
On peut cependant dire que la vulnérabilité des réseaux est très forte et accentuée par leur interdépendance responsable d'un « effet domino », **car la société en dépend fortement, surtout en Ile-de-France et en particulier dans l'agglomération parisienne.**
Même si des actions de réduction de la vulnérabilité ont été engagées, les enjeux sociaux et économiques en région Ile-de-France liés au bon fonctionnement des réseaux urbains et la densité de

[90] Définition donnée dans la présentation « Résilience urbaine et réseaux techniques : Une approche par l'analyse spatiale pour une évaluation possible de la résilience urbaine », de Serge Lhomme, D. Serre, Y. Diab (EIVP), R. Laganier (Université Paris Est - UMR PRODIG), pour le séminaire sur la résilience urbaine du 4 novembre 2010 à Paris. www.geographie.ens.fr/IMG/file/resilience/pres-ens.pdf

[91] Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2005, *Réduire la vulnérabilité des réseaux urbains aux inondations – Document à l'attention des collectivités territoriales,* Collection Risques Naturels Majeurs, novembre 2005, p. 8.

[92] Source de ce paragraphe : Entretien avec Serge Lhomme, Ecole de Ingénieurs de La Ville de Paris

ces réseaux sont tels que tout problème de grande ampleur sur les réseaux aura rapidement des conséquences dramatiques.

1.2.2.2 UNE PRISE EN COMPTE VARIABLE DU RISQUE CLIMATIQUE PAR LES GESTIONNAIRES

L'appréciation de la vulnérabilité future est très complexe. En raison du manque d'outils intégrés, nous proposons ici une approche réseau par réseau de la vulnérabilité.
Chez certains acteurs, on note une véritable prise de conscience de leur vulnérabilité aux aléas climatiques, et en particulier aux inondations, et de l'importance de prendre en compte ces risques afin d'assurer les services urbains. Exemple sur Paris : La RATP, avec sa démarche très intéressante de PPRI vis-à-vis du risque inondation (démarche détaillée dans la suite), démontre sa prise de conscience des enjeux liés aux aléas climatiques.

Certains acteurs restent cependant trop confiants sur la capacité de leurs réseaux et de leurs opérateurs à faire face aux aléas climatiques. Il s'agit plus d'une confiance trop forte en leurs propres capacités plutôt que d'une volonté de ne pas agir ou un manque de volonté d'agir. L'EIVP a travaillé sur l'identification de ces différences, mais n'a pas travaillé sur le pourquoi de ces différences. Cela dépend souvent de la sensibilisation de la ou des personne(s) en charge de la gestion des risques chez les gestionnaires.

1.3 CADRAGE DU DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE DES RESEAUX STRUCTURANTS EN ILE-DE-FRANCE

Dans le cadre de cette étude, nous nous intéresserons aux impacts du changement climatique sur l'offre et la demande en énergie et en eau potable en Ile-de-France, ainsi qu'à la vulnérabilité des réseaux franciliens aux inondations, aux températures extrêmes et aux tempêtes en analysant :

- **Leur exposition aux aléas climatiques**, en fonction de l'implantation géographique (altitude, nature des sols, proximité de cours d'eau, zone inondable…) des lignes et des points de concentration du réseau et des infrastructures bâties associées (gares, stations de production d'électricité, de chaleur, d'eau potable, etc.) ;

- **Leur sensibilité,** en fonction du nombre d'usagers touchés si le fonctionnement du réseau est perturbé, de l'ampleur des perturbations si certaines parties du réseau sont touchées par des aléas climatiques (km de réseau perturbé ou hors service, nombre d'usagers impactés, quantité de fret impacté, dégâts matériels engendrés) ;

- **Leur capacité d'adaptation,** en fonction du niveau de préparation des opérateurs et des infrastructures afin d'anticiper et de minimiser au maximum les conséquences d'un évènement extrême et les délais de remise en service du réseau (plan de prévention des risques, exercice régulier de gestion de crise, existence de solutions alternatives pour assurer un service minimum, protection des points sensibles des réseaux…).

Zoom sur le Grand Paris[93]

Le projet du Grand Paris, des enjeux forts en termes de réseaux

Dans une perspective de croissance soutenue, le développement de l'agglomération parisienne prévoit d'ici 2035 une hausse démographique d'1,8 millions d'habitants supplémentaires et la création d'1,2 millions d'emplois[94].

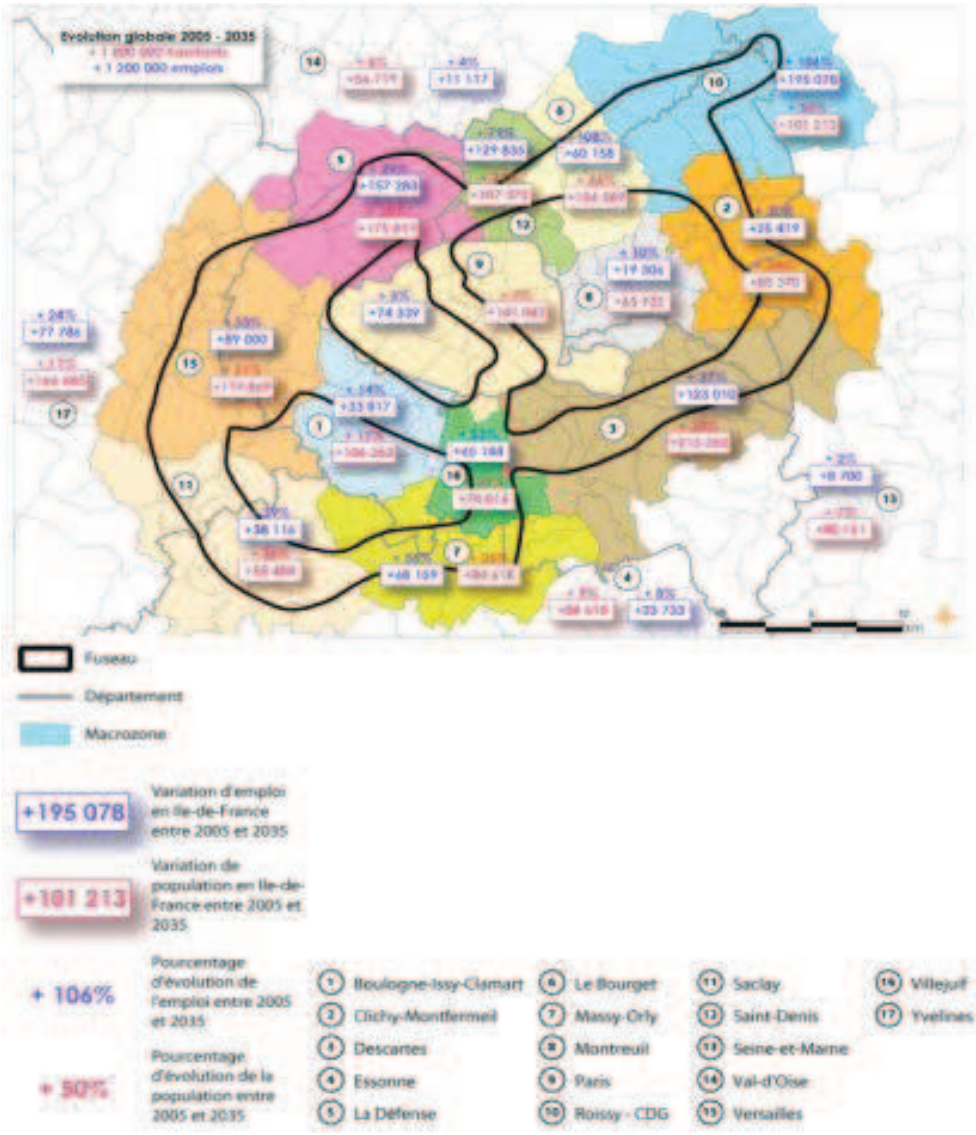
[93] Sources : Société du Grand Paris, L'évaluation stratégique environnementale, rapport non technique, juillet 2010 (http://www.societedugrandparis.fr/fichiers/resume-non-technique-.pdf) ;
Débats autour du Grand Paris (http://www.debatpublic-reseau-grandparis.org/)
[94] Source : données INSEE 2005.

Dans une telle optique, la Société du Grand Paris a proposé un projet de métro automatique du Grand Paris, afin d'améliorer l'accessibilité des territoires périphériques du cœur de l'agglomération parisienne, mais aussi d'anticiper les demandes futures de déplacements, en particulier de périphérie à périphérie.
Le futur réseau de transports du Grand Paris doit être structurant pour les territoires, en permettant le développement de plusieurs pôles d'activités (Aéroport de Roissy, Aéroport d'Orly, Quartier de La Défense, cluster scientifique et technologique de Saclay, etc…). Outre le développement économique, le Projet du Grand Paris doit également répondre à des besoins de logements, en respectant des objectifs d'urbanisme durable et de densification urbaine autour des futures 40 gares du Grand Paris.

L'ensemble du projet du Grand Paris appelle à une réflexion prospective quant au développement des futurs réseaux en Ile-de-France, aussi bien énergétiques (fonctionnement du futur métro automatique, des gares multimodales, mais aussi de l'évolution des demandes d'électricité en fonction des activités économiques et des logements), des réseaux d'eau potable et des capacités d'assainissement, mais également du déploiement des futurs réseaux de télécommunications.
Le développement du Grand Paris doit donc d'ores et déjà anticiper les futurs enjeux en termes de réseaux : transports, mais aussi électricité, eau, déchets, télécommunications… Ainsi :

- La DRIEE Ile-de-France a organisé un séminaire sur « l'approvisionnement électrique du Grand Paris » (6 mars 2012) ;
- Des séminaires sont en cours de préparation pour la distribution d'eau potable, l'assainissement, les déchets, etc.

CARTE 2 – EVOLUTION DE L'EMPLOI ET DE LA POPULATION EN ILE-DE-FRANCE ENTRE 2005 ET 2035 (SOURCE : DONNEES INSEE 2005, PROJECTIONS 2035 DE LA SOCIETE DU GRAND PARIS)



Une évaluation stratégique environnementale : une première prise en compte des risques et de la vulnérabilité des territoires

Le projet du métro automatique du Grand Paris a dû être soumis à une évaluation stratégique environnementale, rendue obligatoire par l'article 2 de la loi du 3 juin 2010 relative au Grand Paris, publiée en juillet 2010. Le réseau automatique du Grand Paris répond certes à des enjeux énergétiques et de réduction des émissions de gaz à effet de serre – et donc constitue en soi une réponse atténuant le changement climatique – mais il doit également faire face à des exigences environnementales afin de ne pas augmenter la vulnérabilité du territoire francilien.
Le tracé du métro automatique et l'implantation des gares du Grand Paris nécessitent une attention particulière au regard des impacts qu'un tel projet risque d'avoir sur le territoire francilien, aussi bien à l'échelle régionale qu'à l'échelle du fuseau d'étude.
Un grand travail de modélisation et de synthèse des impacts, en particulier environnementaux, a ainsi été mené. L'évaluation porte sur plusieurs thématiques, en fonction des scénarios possibles (lignes souterraines, aériennes ou terrestres) : biodiversité, agriculture, nappes phréatiques, topographie, géologie, interactions avec les activités humaines, etc.
Pour chaque thématique, les impacts du projet sont évalués en fonction du scénario. Des mesures réductrices des vulnérabilités sont alors proposées, mais l'évaluation fait également part des impacts résiduels inhérents à un projet d'aménagement d'une telle envergure.

À titre d'exemple, un métro souterrain a un impact fort sur l'hydrogéologie et les eaux souterraines, en particulier dans les zones où l'eau est exploitée, le tunnel pouvant interférer avec les stations de

pompage. Autre exemple, sur le tronçon 8 du futur métro automatique entre Les Ardoines et Champigny, la topographie, la présence d'eaux superficielles et le risque d'inondation préconisent davantage le creusement d'un tunnel plutôt que la construction d'un viaduc, afin de réduire la vulnérabilité du tronçon.
Quoiqu'il en soit, une cartographie et une évaluation localisées à une échelle territoriale plus fine seront nécessaires pour une meilleure prise en compte des risques et de la vulnérabilité induits par la construction du futur réseau automatique.

2 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE ET L'OFFRE ENERGETIQUE EN ILE-DE-FRANCE

La région Ile-de-France est la région française la plus consommatrice d'énergie, avec 15% de la consommation nationale d'énergie finale[95] (16% de la consommation électrique française[96]). De plus, elle dépend fortement de l'extérieur pour son approvisionnement énergétique. Cette situation de forte consommation et de forte dépendance aux importations nécessite d'interroger les impacts du changement climatique sur l'offre et la demande énergétique, avec un fort enjeu sur la robustesse des réseaux structurants d'approvisionnement et de distribution électrique.

2.1 ELEMENTS DE CADRAGE

Le secteur de l'énergie est intimement lié au climat au sens large (températures, ressources en eau, évènements extrêmes), que ce soit pour sa demande, sa production et sa distribution. La variabilité climatique et les changements climatiques ont et auront des impacts significatifs sur le secteur de l'énergie en France. Les analyses du groupe interministériel mettent en évidence les éléments suivants au niveau national[97] :

- Des menaces sur la production en été en raison de difficultés liées au refroidissement des centrales nucléaires et thermiques (qui utilisent les eaux superficielles pour leur refroidissement) et de la baisse du débit des cours d'eau ;
- Des difficultés potentielles sur la production et la distribution de l'énergie en relation avec les risques naturels (inondations, chutes de lignes électriques aériennes en cas de tempête, dommages liés aux incendies de forêt, etc.) ;
- La modification saisonnière de la demande en énergie avec, au niveau national, une diminution des besoins énergétiques en hiver et une hausse en été, le solde net dépendant de la localisation de la région considérée.

2.2 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE ENERGETIQUE

Ce qu'il faut retenir…

De manière générale, le changement climatique aura un impact sur la demande saisonnière future en énergie, avec une probable augmentation de la demande estivale pour le rafraîchissement et une diminution de la demande de chauffage hivernal.
Cependant, l'impact net sur la demande énergétique globale au niveau de l'Ile-de-France est difficile à évaluer.

[95] Source : ARENE Île-de-France, Tableau de bord de l'énergie en Île-de-France – Données 2005, Edition 2010.
[96] Source : DRIEE, présentation pour le Séminaire sur l'approvisionnement électrique du Grand Paris du 6 mars 2012. http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Presentation_approvisionnement_electrique_du_Grand_Paris_6mars2012_cle15178c-1.pdf
[97] Source : *MEEDDM - Groupe interministériel, Impacts du changement climatique, adaptation et couts associés en France,* 2009

2.2.1 Situation actuelle : dépendance énergétique et sensibilité au climat

2.2.1.1 UNE FORTE DEPENDANCE ENERGETIQUE

La production d'énergie en Ile-de-France ne couvrait en 2005 que 11% de la consommation finale s'élevant à 24,6 millions de tonnes équivalent pétrole (tep)[98]. En 2009, la consommation d'énergie finale s'élevait à peu près au même niveau avec 24,3 millions de tep, dont 45% en produits pétroliers, 24% en gaz naturel, 24% pour l'électricité[99]. Avec la quasi-totalité des ressources fossiles importées[100], et moins de 10% de l'électricité qu'elle consomme produite sur son territoire[101], la région francilienne dépend fortement des importations pour son approvisionnement en énergie. Il y a ainsi de forts enjeux stratégiques liés à la robustesse des réseaux de transport et de distribution de l'électricité et du gaz qui alimentent l'Ile-de-France. Il est également essentiel de veiller au maintien des centrales de production d'énergie et des dépôts d'hydrocarbures existants sur le territoire francilien.

Les efforts d'EDF pour maintenir la production électrique en Ile-de-France

EDF s'efforce de conserver les sites de production d'électricité en Ile-de-France par des projets, en cours ou déjà réalisés, de conversion des tranches obsolètes des 6 centrales thermiques franciliennes (Vitry/Arrighi, Porcheville, Gennevilliers, Vaires/Marne, Montereau, Champagne/Oise), tout en conservant la production sur les sites existants, déjà prêts à l'exploitation de l'électricité produite et acceptés par les riverains[102].

2.2.1.2 UNE DEMANDE SENSIBLE AUX CONDITIONS CLIMATIQUES

Les besoins en énergie sont intimement liés au climat, ce dernier conditionnant en particulier les besoins de chauffage et de rafraîchissement. Ils dépendent de la situation géographique : en Ile-de-France, les besoins les plus importants sont actuellement concentrés en période hivernale.

Retours d'expérience…

Les impacts de la canicule de 2003 sur l'équilibre entre l'offre et la demande sur les réseaux de distribution de l'électricité

La canicule de 2003 a provoqué en France une augmentation de 5 à 10% de la consommation d'électricité pour le rafraîchissement (réfrigérateurs, congélateurs, climatiseurs, ventilateurs, etc.). A cette augmentation de la demande s'est ajoutée une baisse de la capacité de production d'électricité (nombreuses centrales en maintenance en période estivale et de la diminution de rendement des centrales thermiques et nucléaires).

Pic de consommation historique lors de la vague de froid de février 2012

Du fait de la généralisation des appareils de chauffage électrique, les épisodes de grand froid entraînent également des pics de consommation sur le réseau de distribution de l'électricité, menaçant le réseau de saturation. Lors de la vague de froid de février 2012, RTE a enregistré un nouveau pic historique de consommation en Ile-de-France[103].

[98] Source *:* ARENE Île-de-France, *Op. Cit.*

[99] Source : MEDDTL (SOeS), base de données Pegase, novembre 2011.

[100] Des unités de micro-production de pétrole et de gaz existent en Île-de-France avec des gisements situés essentiellement en Seine-et-Marne, cependant les ressources restent négligeables par rapport aux besoins.

[101] Source : DRIEE, *Op. cit*.

[102] Source : EDF, Parc de Production Francilien, Séminaire sur l'approvisionnement électrique du Grand Paris du 6 mars 2012 (voir lien dans la note ci-dessus).

[103] RTE Normandie Paris, Bilan électrique Île-de-France 2011, http://www.rte-france.com/fr/nous-connaitre/espace-presse/communiques-de-presse/rte-normandie-paris-bilan-electrique-ile-de-france

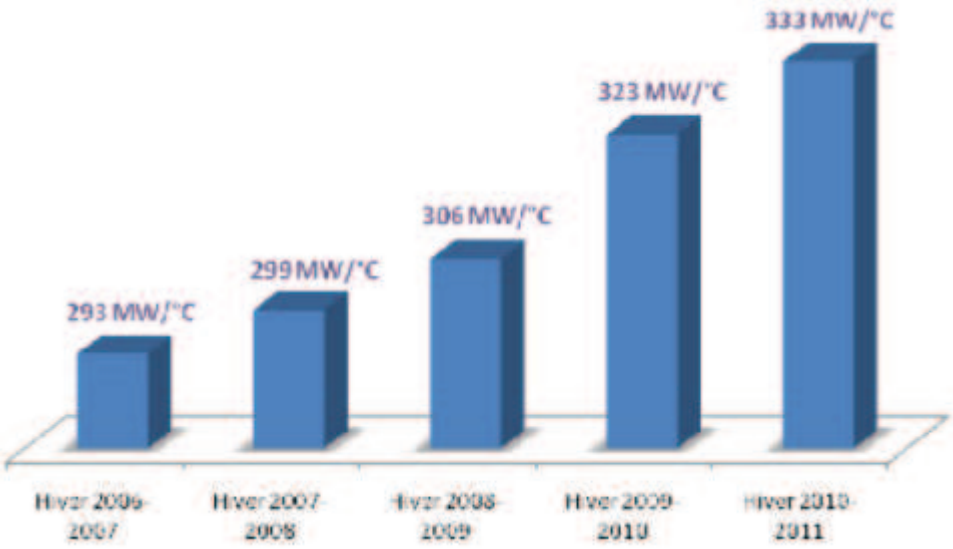
2.2.2 Situation future : une demande qui pourrait évoluer

2.2.2.1 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE

De manière générale, le changement climatique aura un impact sur la demande future en énergie : les analyses sur le secteur énergétique mettent en avant[104] une probable augmentation des besoins d'énergie pour le rafraîchissement en été du fait des fortes températures et des épisodes caniculaires (la canicule de 2003 a résulté en une hausse de consommation d'électricité de l'ordre de 5 à 10% à l'échelle française[105]), et à l'inverse, une baisse probable des besoins en chauffage en raison d'hivers plus doux.

Il est vraisemblable que la demande moyenne hivernale diminue sur l'Ile-de-France en raison de l'augmentation attendue des températures moyennes hivernales. Cependant, la sensibilité à la température est croissante en Ile-de-France depuis plusieurs années, comme au niveau national. Lors de l'hiver 2010-2011, elle était de 333 MW/°C : cela signifie que pour une baisse des températures de 1°C, la consommation électrique a augmenté de 333 MW. Ce phénomène s'explique en France par l'importance du chauffage électrique, notamment d'appoint. Toutes choses étant égales par ailleurs, cette tendance risque de peser sur la demande électrique, d'autant plus que le même phénomène est observable en été bien qu'actuellement d'une importance moindre, la sensibilité étant corrélée cette fois à une variation positive de la température (+1°C).

Figure 44 – Evolution de la sensibilité à la température en Ile-de-France entre 2006 et 2011 (Source : RTE, présentation pour le séminaire sur l'approvisionnement électrique du Grand Paris du 6 mars 2012[106])



Pour ce qui concerne la demande estivale, les projections climatiques mettent en évidence une augmentation des températures moyennes et des épisodes de canicules sur la région, avec une exacerbation en zone urbaine en raison de l'EICU (Effet d'Ilot de Chaleur Urbain). Les impacts du changement climatique pourraient ainsi entraîner la modification des pics saisonniers de consommation d'électricité, les pics dus au chauffage électrique en hiver tendant à diminuer et les pics de consommation électrique en été pour le rafraîchissement des bâtiments et des équipements tendant à augmenter. Cela risque notamment d'augmenter la sensibilité à la température en période estivale, ce qui ne signifie pas pour autant une diminution de la sensibilité hivernale.

[104] MEEDDM - Groupe Interministériel, 2009, Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France.

[105] ONERC, 2010, Villes et adaptation au changement climatique, Rapport au Premier ministre et au Parlement.

[106] http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Presentation_approvisionnement_electrique_du_Grand_Paris_6mars2012_cle15178c-1.pdf

L'effet net sur la demande énergétique globale au niveau régional reste cependant difficile à évaluer. Elle dépend aussi, au-delà des conditions climatiques, de nombreux paramètres socio-économiques (démographie, fréquentation touristique, activités économiques, évolutions tarifaires et salariales) et de la qualité du bâti vis-à-vis du stress thermique.

Il est à noter que dans les pays limitrophes ayant aujourd'hui un climat plus chaud, le taux d'équipement des ménages en climatiseurs, non souhaitable pour des questions d'atténuation, est beaucoup plus élevé qu'en France (3% en 2007 contre 25% en Italie et 36% en Espagne), avec une consommation d'électricité en période de forte chaleur désormais pratiquement au niveau de la consommation hivernale. Il faudra anticiper des adaptations dites « spontanées », visant à pallier immédiatement le problème de la chaleur par l'installation de climatiseurs ou autres appareils du même type.

Extrait du rapport interministériel de 2009 sur le « Coût des impacts et de l'adaptation au changement climatique »

« Dans le cadre des hypothèses posées et des scénarios climatiques retenus, la hausse des températures pourrait conduire à l'horizon 2100 à un repli de plus de 3 % de la consommation énergétique nationale par rapport à la situation actuelle. La multiplication des dispositifs de climatisation entraînerait une multiplication des pics de demande en période estivale qui compliquerait la gestion du réseau électrique.
Au niveau régional, les situations seront contrastées : les régions chaudes pourraient voir leur consommation annuelle augmenter, alors que les régions plus fraîches la verraient diminuer. »

2.2.2.2 IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES SUR LA DEMANDE

Outre les impacts du changement climatique, la demande énergétique évoluera également en fonction de nouveaux paramètres socio-économiques, particulièrement dans le cadre du Grand Paris.
Afin de faire face à ces évolutions, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie (DRIEE) de l'Ile-de-France a organisé un séminaire en partenariat avec RTE, ERDF et EDF sur l'approvisionnement électrique du Grand Paris, le 6 mars 2012[107].

Le développement de l'agglomération parisienne induit une croissance de la demande électrique future quel que soit le scénario : scénario haut, scénario de référence, mais aussi pour le scénario « MDE renforcé » (scénario de maîtrise de la demande en énergie).

Afin d'évaluer l'impact du Grand Paris sur la demande électrique future, des hypothèses fortes ont été retenues : construction de 70 000 logements par an et création de 100 000 emplois à l'horizon 2030. Le déploiement du Grand Paris nécessite ainsi 3 300 MW de consommation supplémentaire en Ile-de-France, soit une augmentation de 20% de la puissance électrique à l'horizon 2025[108]. Cette augmentation est due à une hausse structurelle des besoins domestiques et des activités industrielles et tertiaires dans le cadre du développement du Grand Paris, mais aussi à de nouveaux usages, notamment la construction de data centers pour l'économie des services. Enfin, la part des transports dans les besoins énergétiques risque de doubler à l'horizon 2025, avec l'alimentation des nouvelles gares et du réseau de transport public du Grand Paris, mais aussi avec l'hypothèse d'une augmentation de la flotte de véhicules électriques.

[107] http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Presentation_approvisionnement_electrique_du_Grand_Paris_6mars2012_cle15178c-1.pdf

[108] Cette augmentation des besoins en électricité équivaut à la puissance de trois centrales nucléaires du même type que celle de Chinon, ou bien encore 1 500 éoliennes à puissance maximale.

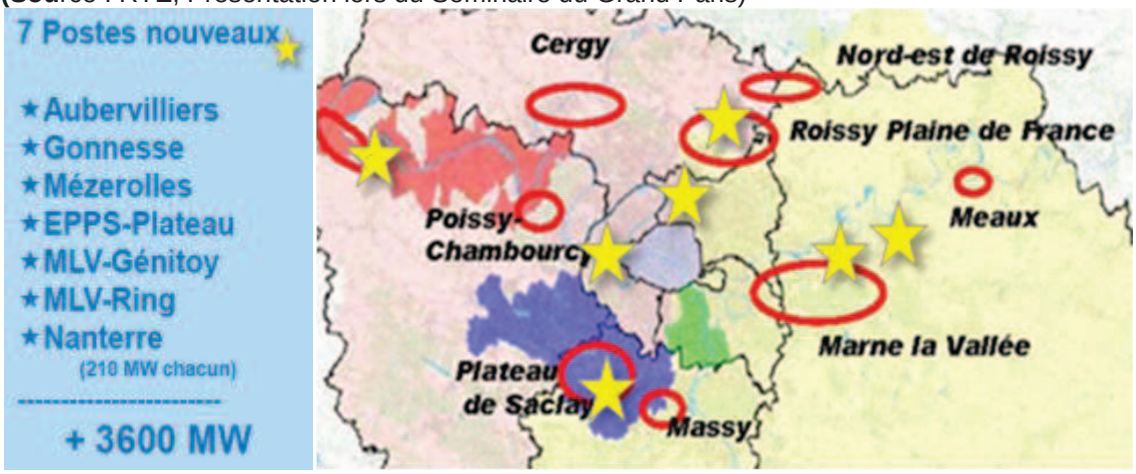
Tableau 21 – Augmentation de la demande électrique dans le cadre du Grand Paris en fonction des usages (Source : RTE, Présentation lors du Séminaire du Grand Paris)

Usage	Quantité			Puissance supp. horizon 2025	
Métro GP	57	gares	⇒	350	MW
Nouveaux logements + activité	55 000	unités	⇒	1 150	MW
Immeubles de bureaux	7 000 000	m²	⇒	350	MW
Véhicule électrique	350 000	unités	⇒	450	MW
Data centers	500 000	m²	⇒	1 000	MW
			TOTAL	3300	MW

L'alimentation électrique du Grand Paris, ayant nécessairement un impact sur l'alimentation électrique de l'Ile-de-France, représente un véritable défi. D'ores et déjà, 8 pôles de fort développement du réseau électrique ont été identifiés par ERDF et RTE, en relation avec le projet du Grand Paris : La Défense et sa périphérie, Paris Nord Est, Paris Rive Gauche, Paris Batignolles, la Plaine Saint-Denis, Marne-la-Vallée, Roissy Plaine de France, l'Opération d'Intérêt National (OIN) Seine Amont, l'OIN Paris-Saclay et enfin la vallée des biotechnologies avec l'OIN Seine Aval (Pays Mantois et Poissy).

Il devient ainsi nécessaire d'étendre et de renforcer les réseaux de transports et de distribution d'électricité dans ces zones. Le développement des capacités électriques semble être rendu possible par la création de 7 nouveaux « postes source », sachant qu'un poste source permet de desservir environ 100 000 habitants. Néanmoins, ces nouvelles capacités ne permettront d'accompagner le projet que jusqu'en 2020. Il sera également nécessaire d'effectuer 47 rénovations sur des sites existants.

Carte 3 – La création de 7 nouveaux postes source pour l'alimentation du Grand paris en 2020 (Source : RTE, Présentation lors du Séminaire du Grand Paris)



La création de nouveaux postes source peut néanmoins poser quelques difficultés de mise en œuvre. En premier lieu, il est nécessaire d'anticiper la demande sur un territoire, la création d'un poste se faisant sur une temporalité relativement longue, entre 5 et 10 ans. Deuxièmement, un poste source nécessite une emprise spatiale importante, de l'ordre de 5 000 m² en milieu urbain ; A cela s'ajoute la construction d'un poste de distribution, dont l'emprise est de 25 m², tous les 10 km afin d'acheminer l'électricité jusqu'aux clients. La temporalité et l'emprise spatiale importante peuvent constituer des contraintes, dans un contexte de pression foncière de plus en plus importante.

Aujourd'hui, ERDF affirme avoir la capacité de continuer à assurer un équilibre entre l'offre et la demande sur le réseau de distribution électrique en Ile-de-France, au regard des projections socio-économiques pour la région, à condition de conserver les sites de production électrique existants, d'assurer la conversion énergétique des sites obsolètes, mais aussi de construire de nouveaux sites dans la perspective de développement du Grand Paris. ERDF a ainsi élaboré un Schéma Décennal de Développement du Réseau Public de Transport d'électricité.

Néanmoins, l'analyse prospective pour l'alimentation électrique du Grand Paris ne prend pas en compte les impacts potentiels du changement climatique sur la demande future. Or, les impacts du changement climatique tendront à augmenter la demande électrique.

2.3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION D'ENERGIE

Ce qu'il faut retenir…

L'exposition et la sensibilité de la production énergétique francilienne (dans sa configuration technologique actuelle) aux épisodes de fortes chaleurs **augmenteront avec le changement climatique** (avec l'augmentation des températures moyennes estivales et des épisodes de canicule et la diminution du débit des fleuves), avec une menace potentielle directe sur la capacité de couverture des pics en période estivale.

Cependant, avec seulement 10% d'énergie produite sur son territoire, le **véritable enjeu ici est celui de la dépendance énergétique** de l'Ile-de-France, notamment vis-à-vis de la production électrique d'origine nucléaire elle-même sensible aux sécheresses et aux canicules, cette dépendance exposant potentiellement la région capitale à des risques de saturation du réseau électrique en été. En effet, le risque accru de périodes de forte chaleur s'accompagnera d'un risque de perte de capacités de production au niveau des centrales thermiques[109] auquel s'ajoutera un risque de saturation du réseau si l'on ne tient pas compte du risque de développement spontané de climatisation.

Souvent étudiée sous l'angle de l'atténuation, la production énergétique peut également être influencée par les évènements climatiques :

- La production électrique (nucléaire et thermique) peut être impactée en période de fortes chaleurs ou de sécheresse (réduction du débit des cours d'eau, augmentation de la température des eaux de refroidissement) ou lors d'inondations ;
- Enfin, certaines productions renouvelables sont étroitement dépendantes des conditions climatiques.

2.3.1 Situation actuelle : sensibilité au climat

Comme indiqué plus haut, la région Ile-de-France ne produit que 11% de l'énergie qu'elle consomme, et moins de 10% de l'électricité qu'elle consomme.

Les unités de production d'électricité en Ile-de-France, principalement des centrales thermiques, sont essentiellement utilisées pour couvrir les pics de la demande francilienne, les besoins de base étant couverts par des centrales en dehors de la région (centrales nucléaires et thermiques, installations hydroélectriques, etc.) elles-mêmes sensibles aux évènements climatiques (voir encadrés ci-dessous). Il y a également sur le territoire francilien une production répartie avec 130 grands producteurs (cogénération…) contribuant pour 500 MW à la pointe, et 9 000 petits producteurs (photovoltaïque)[110].

Une sensibilité de la production francilienne aux canicules

Les centrales thermiques (comme les centrales nucléaires en dehors de la région) ont besoin d'une source froide pour alimenter leurs circuits de refroidissement ou produire de la vapeur pour faire tourner les turbines, cette eau prélevée étant en majeure partie restituée dans le milieu à une température plus élevée. Lorsque cette température est trop élevée et que le débit d'étiage est faible, la situation peut s'avérer problématique pour l'équilibre des milieux aquatiques et la qualité sanitaire des eaux de baignade.

[109] Du fait notamment des contraintes environnementales sur la température des eaux de refroidissement rejetées dans le milieu naturel.
[110] Source : ERDF, 2012.

C'est pour cette raison que les températures de rejets en aval de sites de production sont limitées en période estivale. Cette réglementation sur les températures de rejet ne pose généralement pas de problèmes en l'absence de sécheresse estivale. Toutefois, l'exemple des sécheresses récentes (2003 et 2011 en particulier) révèle la forte sensibilité de la production électrique à l'accroissement attendu de l'intensité et de la fréquence de ce type d'évènement, dans la perspective du changement climatique.

Retour d'expérience : le manque de production d'énergie électrique lors de la canicule de 2003

En France, « Les centrales produisant de l'énergie électrique […] ont été confrontées à des difficultés de refroidissement. […] La période de canicule qu'a traversée notre pays était si intense que les températures des fleuves ont atteint des niveaux extrêmement élevés », notamment au niveau de la Seine. « Ainsi, du fait des contraintes environnementales figurant dans les arrêtés de rejets, un manque potentiel de production des centrales thermiques, pouvant atteindre au maximum 16 000 mégawatts, a été identifié pour la semaine du 18 au 24 août ».

Source : « La France et les Français face à la canicule : les leçons d'une crise », Rapport d'information n° 195 (2003-2004) de Mme Valérie LÉTARD, MM. Hilaire FLANDRE et Serge LEPELTIER, Sénateurs, fait au nom de la mission commune d'information, déposé le 3 février 2004, http://www.senat.fr/rap/r03-195/r03-195.html.

Sécheresse et production nucléaire : Impact de la sécheresse sur le fonctionnement des centrales nucléaires : l'ASN rappelle le dispositif mis en place

À ce jour, le fonctionnement normal des centrales nucléaires n'est pas affecté par la sécheresse constatée en France, malgré l'enregistrement d'une diminution du débit de certains cours d'eau.
En cas de sécheresse et de canicule, les exploitants des centrales nucléaires doivent être en mesure de faire face à la perte totale ou partielle du refroidissement liée à une diminution du niveau et du débit d'eau dans les fleuves, ainsi qu'à l'élévation de la température ambiante dans les locaux contenant des équipements importants pour la sûreté.
Rappelons que les conditions climatiques de 2003 et de 2006, sans remettre en cause la sûreté des centrales nucléaires, avaient contraint le gouvernement à prendre des mesures exceptionnelles pour garantir la disponibilité du réseau électrique français. Ainsi, EDF avait été autorisé à déroger aux limites thermiques des rejets de certaines centrales nucléaires pour augmenter leur disponibilité.
L'ASN avait demandé à EDF de tirer les enseignements de ces épisodes de sécheresse et de canicule et de prendre les mesures nécessaires :

- réévaluer les dispositions de protection des installations vis-à-vis des températures extrêmes et de la sécheresse ;
- apporter des modifications techniques pour améliorer la capacité de refroidissement et renforcer la résistance des matériels sensibles aux températures élevées ;
- mettre en place des dispositifs d'alerte permettant d'anticiper l'évolution des températures et du débit d'eau des fleuves.

Depuis lors, l'ASN participe au processus national de veille relatif à la canicule et la sécheresse déployé par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC).

Source : Note d'information de l'ASN, mai 2011

Une sensibilité de la production aux inondations

Les sites de production d'énergie, selon où ils se situent, peuvent également être vulnérables au risque inondation. Certaines installations de production d'énergie sont en effet situées en zone inondable, notamment les centrales thermiques situées près des cours d'eau dans lesquels est puisée l'eau pour le refroidissement. Leur vulnérabilité dépend des mesures prises contre le risque inondation. Face au risque d'inondation en Ile-de-France, et en particulier face au risque de crue de la Seine, EDF a prévu des mesures de protection de ses installations**,** comme la mise hors tension progressive des ouvrages risquant d'être inondés et des opérations de pompages d'appoint dans les installations les plus importantes[111].

[111] La Seine en partage, Le risque inondation en Île-de-France, Les dossiers de la Seine en partage, édition 2005. http://www.seineenpartage.fr/webmanager/contentimages/doc636.pdf

2.3.2 Exposition, sensibilité et vulnérabilité futures

Les projections climatiques prévoient une augmentation significative des températures moyennes estivales et des épisodes caniculaires et de sécheresse en Ile-de-France.

Exposition et sensibilité des centrales thermiques franciliennes au changement climatique

Elle va augmenter (avec leur technologique actuelle de refroidissement) avec le changement climatique, entraînant une baisse potentielle des capacités de production de la région en période de pointe estivale, dans une période où la demande pourrait justement être en hausse.

Exposition et sensibilité des énergies renouvelables au changement climatique

Evaluer l'évolution de l'exposition et de la sensibilité de la production d'énergies renouvelables au changement climatique apparaît donc particulièrement complexe en l'état actuel des connaissances et données disponibles. Le développement des énergies renouvelables est un objectif phare du Grenelle de l'environnement pour lutter contre le changement climatique et s'orienter vers un mix énergétique décarboné. La problématique de l'adaptation pour les énergies renouvelables est très différente de celle des infrastructures énergétiques traditionnelles : leur capacité d'adaptation est plus importante car elles bénéficient d'une évolution technologique rapide et d'une durée de vie moins longue. Néanmoins, l'évolution des conditions de production est encore incertaine et varie en fonction du type d'énergie :

- **La production d'énergie éolienne** : il réside de fortes incertitudes quant à l'impact du changement climatique sur le régime des vents ;
- **La production d'énergie solaire** : il existe une incertitude sur l'évolution de l'ensoleillement ;
- **La biomasse** : la productivité des forêts pourrait croître à court et moyen termes mais diminuer à long terme. A cela s'ajoutent tous les impacts potentiels du changement climatique sur les forêts (dépérissement, ravageurs etc.)[112].

Par ailleurs, si le développement des énergies renouvelables permet de mieux répartir les risques, il ne suffira pas à favoriser l'équilibre offre/demande, en raison de la complexité de la gestion des sources de production intermittentes (éolien et solaire) ; d'où l'intérêt du développement des réseaux intelligents (Smart Grids), qui permettent une gestion fine de l'offre et de la demande dans le cadre du changement climatique : en effet, au-delà de son effet direct sur l'atténuation, le développement des Smart Grids pourra permettre de s'adapter à certains impacts du changement climatique et notamment de « passer les pics de consommations » attendus en cas de forte chaleur et susceptibles de créer des coupures électriques généralisées. Les Smart Grids pourraient permettre aussi de réduire les coupures ponctuelles liées aux évènements extrêmes.

Conclusion

Avec seulement 10% d'énergie produite sur son territoire, le véritable enjeu sur l'offre énergétique ne porte pas sur la production mais sur de la dépendance énergétique de l'Ile-de-France, notamment vis à vis de la production électrique nucléaire hors région, elle-même sensible aux sécheresses et aux canicules, exposant potentiellement la région capitale à des risques de black-out en période de pointe estivale. C'est pourquoi la vulnérabilité de l'offre énergétique dépend donc davantage de la robustesse de ses réseaux d'approvisionnement énergétique au changement climatique (voir les parties suivantes). Dans ce contexte, la préservation et la reconversion des sites de production actuels apparaît cependant comme un point important de réduction de la vulnérabilité (voir encadré ci-dessous).

[112] Voir le chapitre consacré à la forêt.

Pression foncière et sites de production d'électricité

Ne couvrant que les pics de la demande, les sites de production d'électricité sont soumis à la pression foncière : en effet, l'étalement urbain exerce une pression forte sur les terrains occupés par les anciennes centrales EDF. Il est pourtant important, comme l'indique le Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris[113], de conserver ces sites de production pour ne pas aggraver la dépendance énergétique de la région. EDF s'efforce en ce sens de conserver les anciens sites obsolètes au travers de projets de reconversion énergétique.

[113] Entretien avec la Zone de Défense et de Sécurité de Paris, le 29 mars 2012.

3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE, LA DEMANDE ET LA PRODUCTION D'EAU POTABLE

La densité démographique et l'activité économique de la région francilienne nécessitent également un approvisionnement important en eau potable. Les besoins en eau potable, comme les besoins énergétiques, sont sensibles aux conditions climatiques.

3.1 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU

Extraits du chapitre consacré aux ressources en eau

Situation actuelle

La région Ile-de-France présente aujourd'hui une exposition moyenne au manque d'eau avec un équilibre qui demeure toutefois fragile, comme en témoignent les arrêtés de restriction des usages de l'eau, pris ponctuellement en cas de sécheresse.

L'essentiel des prélèvements d'eau en Ile-de-France est destiné à l'alimentation en eau potable (73% en 2007) pour être consommée par les 11,7 millions d'habitants de la région ainsi que par les visiteurs. Cette particularité de la région francilienne la rend particulièrement sensible à la qualité des eaux disponibles.

Sur le plan quantitatif, la vulnérabilité de l'Ile-de-France est aujourd'hui relativement faible : les ressources disponibles, sauf exceptions, permettent de répondre à l'ensemble des besoins des différents usages. Toutefois, une tendance à l'augmentation de la vulnérabilité semble se dessiner pour les usages dépendants des ressources souterraines les plus sollicitées, qui font déjà ponctuellement l'objet d'arrêtés de restriction.

Sur le volet qualitatif, la vulnérabilité est moyenne : l'essentiel des prélèvements étant destiné à l'alimentation en eau potable, les critères de potabilité et les coûts de traitement de l'eau imposent des contraintes fortes sur la qualité des eaux brutes.

Situation future

Le changement climatique devrait se traduire par une réduction du volume annuel des précipitations et une augmentation des épisodes de sécheresse et caniculaires.

Dans ce contexte, la disponibilité des ressources en eau devrait être amenée à se réduire et toucher davantage la période estivale.

Dès lors, l'exposition du territoire francilien au manque d'eau et à la dégradation qualitative des ressources devrait augmenter de façon significative, en particulier en période estivale.

Avec le changement climatique, la sensibilité de l'Ile-de-France à la raréfaction des ressources en eau pourrait augmenter en raison de l'augmentation des besoins des différents usages, en particulier l'alimentation en eau potable, l'agriculture, le transport fluvial, les activités nautiques…

En l'absence de mesures d'adaptation et compte tenu de la raréfaction des ressources en eau liée au changement climatique, une telle augmentation des besoins se traduirait immanquablement par l'exacerbation de conflits d'usage, déjà parfois latents en période de sécheresse (arrêtés de restriction d'eau, etc.) et une augmentation consécutive de la vulnérabilité.

3.2 IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DEMANDE EN EAU POTABLE

Les besoins en eau potable augmentent mécaniquement en période de sécheresse et de fortes chaleurs, comme l'ont montré des évènements tels que la sécheresse de l'été 2003. Dans le cadre du changement climatique, ces besoins devraient donc croître en période estivale ; alors même que les projections démographiques pour l'Ile-de-France prévoient 12 millions d'habitants d'ici 2030.

Par ailleurs, avec le vieillissement de la population et la baisse de la taille des ménages, la consommation en eau potable devrait légèrement diminuer. Ainsi, les tendances de ces dernières

années montrent une baisse des consommations en eau, en dépit de l'augmentation de la population. Néanmoins, le climat a, dans notre modèle actuel de société, un impact important sur la consommation totale d'eau par habitant : par exemple, un habitant de Provence-Alpes-Côte d'Azur consommait en 2004 239 litres par jour et par habitant alors qu'un Francilien ne consommait que 150 litres. Le climat et les habitudes de consommation influencent donc directement les besoins en eau.

3.3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION D'EAU POTABLE : UNE PRODUCTION D'EAU POTABLE ROBUSTE

Ce qu'il faut retenir…

La production d'eau potable francilienne est très sécurisée face aux risques d'incidents techniques et aux aléas climatiques. Elle demeure toutefois sensible à la hausse des températures et à la raréfaction de la ressource en eau sur le long terme.

La production d'eau potable de la région francilienne, assurée de manière centralisée par le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France (SEDIF), repose sur **un réseau de production très robuste face aux inondations et aux défaillances du réseau électrique**. En effet, dans le cadre de son Plan de Préventions des Inondations, le SEDIF a fortement investi pour protéger les sites de production au risque d'inondation majeure et pallier les défaillances du réseau électrique grâce à des groupes électrogènes.

Cependant, **sur le long terme, la capacité de production d'eau potable pourrait être confrontée à la raréfaction et à la dégradation de la ressource**.

L'approvisionnement en eau potable de la région francilienne excepté Paris (soit plus de 4 millions d'usagers) est sous la responsabilité d'un unique acteur, le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France (SEDIF), dont le délégataire est Veolia Eau d'Ile-de-France jusqu'à fin 2022.

Cette gestion centralisée favorise un entretien et un renouvellement planifié et relativement homogène des réseaux franciliens. Le réseau du SEDIF est composé de trois usines de production interconnectées et d'environ 8 800 km de canalisations pour assurer le transport (réseau primaire acheminant l'eau des centres de production aux distributeurs (châteaux d'eau)) et la distribution (réseau secondaire des distributeurs aux usagers) de l'eau potable aux 4 millions d'usagers. Dans cette partie consacrée à la production d'eau potable seront traités les usines de production ainsi que le réseau primaire.

Le plan du réseau primaire avec les trois usines de production et les points de prélèvements et les interconnexions (en vert) est présenté ci-après.

Carte 4 – Plan du réseau primaire d'approvisionnement en eau potable (Source : SEDIF, extrait du site Internet en 2012, http://www.sedif.com/plan_reseau.aspx)

Le système avancé d'interconnexion entre les trois usines de production d'eau potable et les différents secteurs géographiques du réseau primaire, permet de maintenir la production même en cas de dysfonctionnement de deux des trois usines.

Les derniers évènements climatiques ont montré que la production d'eau potable en Ile-de-France est robuste sur le plan quantitatif, du fait de sa configuration interconnectée très efficace, mais également grâce au maintien des étiages par les Grands Lacs de Seine. (Voir encadré ci-dessous).

Retour d'expérience : le service public assuré par le SEDIF face aux tempêtes de 1999 et aux canicules de 1976 et 2003

D'après la Cour des Comptes, par ses capacités de production supérieures aux besoins normaux pour des raisons de sécurité et par le dispositif d'interconnexion des trois usines de production, ainsi qu'avec le maintien des étiages assurés par les Grands Lacs de Seine, le SEDIF s'est montré capable d'assurer le service public, même lors des tempêtes de 1999 et des canicules de 1976 et 2003 :
« Ainsi, en des circonstances exceptionnelles, a-t-il pu faire face en quantité et en qualité à différentes crises, à l'inverse de certains autres grands services publics :
- la tempête de décembre 1999, au cours de laquelle deux usines de production sur trois ont totalement interrompu leur production durant plusieurs heures, en raison d'une panne d'EDF,
- un arrêt total de la production de l'usine de Neuilly-sur-Marne durant quatre jours en août 2003, en raison de travaux programmés,
- et comme en 1976, la canicule survenue durant cette même période, alors que la demande en eau atteignait des records.
Il convient à cet égard de souligner le rôle positif joué pour le maintien des étiages par l'Institution des barrages-réservoirs « Les grands lacs de Seine ».

Source : Cour des Comptes, La gestion des services publics d'eau et d'assainissement, Rapport au Président de la République suivi des réponses des administrations et organismes intéressés, décembre 2003.

4 LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX INONDATIONS

Ce qu'il faut retenir : Une forte vulnérabilité aux inondations majeures

Malgré toutes les mesures techniques visant à réduire la sensibilité des réseaux, en **cas de crue majeure de la Seine**, il apparaît **difficile d'envisager l'atteinte du risque zéro** en Ile-de-France au regard des enjeux humains et socio-économiques. Conscients des enjeux, les gestionnaires des réseaux et la puissance publique prennent en compte ce risque et ont réalisé un **diagnostic** des infrastructures, recensé les travaux de protection à réaliser, ainsi que les **moyens de prévention à mettre en œuvre pour un rapide retour à la normale** après une crue majeure. Les entreprises et grands services publics comme ERDF, France Télécom et la RATP ont intégré le risque d'inondation dans leurs nouvelles réalisations et planifié des travaux pour améliorer la protection de leurs infrastructures face à ce risque. La **phase de mise en œuvre, consécutive à ce diagnostic**, a commencé en 2003 et prendra de nombreuses années. Ce travail commun a aussi abouti à l'élaboration d'un **plan zonal de secours spécialisé inondation.**

Il n'en demeure pas moins que la **vulnérabilité** des réseaux structurants de l'Ile-de-France aux inondations est **significative dès un scénario de crue de 60% du débit de la crue de 1910 et très forte au-delà**, avec des points de **vulnérabilité graduels** (selon le niveau de crue) sur l'alimentation électrique, en eau potable, les télécommunications et les transports, mais aussi sur l'assainissement des eaux usées et le traitement des déchets.

Au sein de chaque réseau, la vulnérabilité dépend du degré de préparation des gestionnaires : existence et efficacité d'un PPRI, existence et test régulier d'un plan de gestion de crise, mesures de protection contre les inondations sur les sections situées en zone inondable, capacité à maintenir un service minimum et à rétablir l'électricité en cas de coupures.

Au niveau du système, les outils pour gérer la crise existent déjà et sont en voie d'amélioration. Dans le contexte du changement climatique, tout l'enjeu consistera à les adapter à l'évolution de l'aléa et des vulnérabilités.

4.1 ELEMENTS DE CADRAGE

4.1.1 Les impacts des crues sur les réseaux en quelques chiffres

Ce qu'il faut retenir…

En terme d'impacts économiques, le **coût des dommages liés aux inondations est estimé, selon les sources, *a minima* entre 10 et 15 milliards d'Euros**[114] dont on estime qu'il doublerait si l'on tient compte de la dégradation des réseaux et du coût pour les entreprises.

Ainsi que l'a montré l'étude du Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris, les niveaux d'impacts d'une crue sur les réseaux électriques, d'eau potable, de transports et de télécommunications **dépendent avant tout de l'intensité de la crue**.

[114] Plan Seine, 2007 ; IAU, 2010.

Le Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris (SGZDS) travaille sur le risque de crue à partir des scénarios réalisés en 2005 dans le cadre d'une étude de la DIREN. Il s'agit de 4 scénarios de crue définis par rapport au débit 1910 :

- R0.6 : 60% du débit de la crue de 1910 ;
- R0.8 : 80% du débit de la crue de 1910 ;
- R1 : 100% du débit de la crue de 1910 ;
- R1.15 : 100% du débit de la crue de 1910 + 15% de débit supplémentaire pour compenser l'impact des Grands-Lacs de Seine et ainsi obtenir le même débit à Paris qu'en 1910.

Ces travaux ont permis de mettre en évidence les points de vulnérabilité des réseaux franciliens suivants[115], en ordre de grandeur :

Scénario	Impacts sur l'Ile-de-France					
	Part de la population inondée	Approvisionnement en électricité	Approvisionnement en eau potable	Infrastructures de transport	Télécommunications	Collecte des déchets
R0.6	100 000 habitants inondés	29 000 habitants impactés par les fragilités électriques	Population non affectée sur le réseau VEOLIA SEDIF ; 25 000 personnes privées d'eau potable pour les autres producteurs	6 ponts infranchissables sur la Seine et l'Oise et 1 autoroute impactée (A86)		140 tonnes de déchets par jour recyclables sans débouchés
R0.8	255 000 habitants inondés	120 000 habitants impactés par les fragilités électriques	Population non affectée sur le réseau VEOLIA SEDIF, 133 000 personnes privées d'eau potable pour les autres producteurs	17 ponts infranchissables sur la Seine, la Marne et l'Oise et 2 autoroutes impactées (A4, A86)		plus de 3000 tonnes de déchets par jour sans débouchés
R1	827 000 habitants inondés	1 177 000 habitants impactés par les fragilités électriques	1 396 000 personnes touchées par des coupures d'eau, 1 545 000 par une distribution en eau limitée	- 48 ponts infranchissables sur la Seine, la Marne et l'Oise et 4 autoroutes impactées (A4, A86, A14, A15) - RATP : 140 km de réseau inondés, 41 stations fermées - SNCF : Gare Haussmann Saint-Lazare fermée, fermeture des gares souterraines de Lyon et d'Austerlitz	pour tout immeuble d'habitation ou d'activité, liaisons téléphoniques et antennes du réseau mobile coupées	
R1.15			5 460 000 personnes touchées par des coupures d'eau	85 ponts infranchissables sur la Seine, la Marne et l'Oise et 5 autoroutes impactées (A4, A86, A14, A15, A13)		

[115] Présentation du SGZDS pour la 4ème table ronde de l'IAU ÎdF « Aménager avec le fleuve : robustesse et risques d'inondations » du 10 décembre 2009 : http://www.iau-idf.fr/fileadmin/user_upload/Enjeux/Table-ronde_Fleuve/TR4/pdf/TR4_A3_PPP_ZDef_Desgranges.pdf

4.1.2 L'exposition actuelle des réseaux aux inondations

L'analyse de la vulnérabilité de l'Ile-de-France aux risques naturels a mis en évidence les zones les plus exposées aux risques de crue qui sont (voir le chapitre consacré aux risques naturels) :

- la zone de confluence au nord de l'Essonne et dans le Val-de-Marne ;
- la rive concave du méandre de la Seine au nord des Hauts-de-Seine ;
- la capitale elle-même.

Le département de Seine-et-Marne présente quant à lui d'importantes zones inondables utilisées pour la plupart comme zones d'épandage des crues en amont de la capitale.

Au regard de l'occupation des sols, on peut distinguer deux grands sous-ensembles du territoire francilien selon le degré de d'exposition au risque d'inondation fluviale :

- **Les départements de l'agglomération parisienne,** où les zones inondables sont fortement urbanisées et où les surfaces exposées au risque inondation sont donc très sensibles (zones résidentielles, équipements divers, zones industrielles, commerces, réseaux urbains denses, etc.) ;
- **Les départements de la Grande Couronne,** où la majeure partie des zones inondables sont occupées par des zones agricoles ou naturelles et donc moins sensibles.

Cependant, l'analyse de l'exposition des réseaux au risque inondation n'est pas uniquement fonction de la surface des réseaux en zone inondable, mais également de leur configuration : présence de points de production en zone inondable pour les réseaux énergétiques, part des réseaux dépendant de points stratégiques situés en zones inondables, etc. Ainsi, des sections de réseaux de transport électrique situés hors zone inondable, par exemple, peuvent être impactées indirectement par une inondation si l'alimentation électrique de ces sections dépend de points du réseau électrique touchés par l'eau.

Dans ce contexte, nous étudions ci-dessous l'exposition et la sensibilité des réseaux de transport et de distribution de l'énergie, d'alimentation en eau potable, de télécommunications et de transports.

4.1.3 Exposition future et pression foncière

Les facteurs influençant le degré d'exposition future des réseaux franciliens aux aléas climatiques dépendent non seulement des facteurs climatiques (évolution des précipitations en quantité et en intensité et de leur répartition dans le temps), mais également des choix en termes d'aménagement du territoire. En effet, l'exposition au risque inondation sera d'autant plus forte que les projets d'aménagement en zone inondable se poursuivront.

Aujourd'hui, malgré une prise en compte de plus en plus forte des risques inondations en Ile-de-France, notamment au travers des Plans de Prévention des Risques Inondations et des grands projets comme le Plan Seine réalisé en 2007, les efforts restent concentrés sur la gestion de crise face au risque de forte crue. La pression foncière est telle que les projets d'aménagement en zone inondable se poursuivent (voir par exemple le projet d'aménagement urbain des Ardoines dans le cadre du Grand Paris : encadré ci-après), augmentant ainsi l'exposition au risque inondation. Ainsi, si des efforts sont réalisés pour réduire les conséquences d'une crue sur la population et les infrastructures, les efforts sur la prévention restent encore limités.

La Zone de Défense et de Sécurité de Paris, couvrant la gestion des risques à Paris et en Ile-de-France, appelle[116] en particulier à agir en faveur de la sensibilisation et de la responsabilisation des acteurs de l'aménagement du territoire face au risque inondation, pour **rétablir les priorités entre pression foncière et sécurité des populations et des activités économiques.**

[116] Conclusion issue d'un entretien effectué par le bureau d'études ARTELIA auprès de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris, dirigée par le Préfet de police de Paris, le 29 mars 2012.

Cependant, l'IAU ÎdF note un ralentissement du rythme de l'urbanisation nouvelle par rapport aux deux décennies précédentes, ce qui peut être interprété comme le résultat de la mise en œuvre progressive, depuis la fin des années 1990, des plans de prévention des risques inondations (PPRI).

Les grands projets d'aménagement dans le cadre du Grand Paris

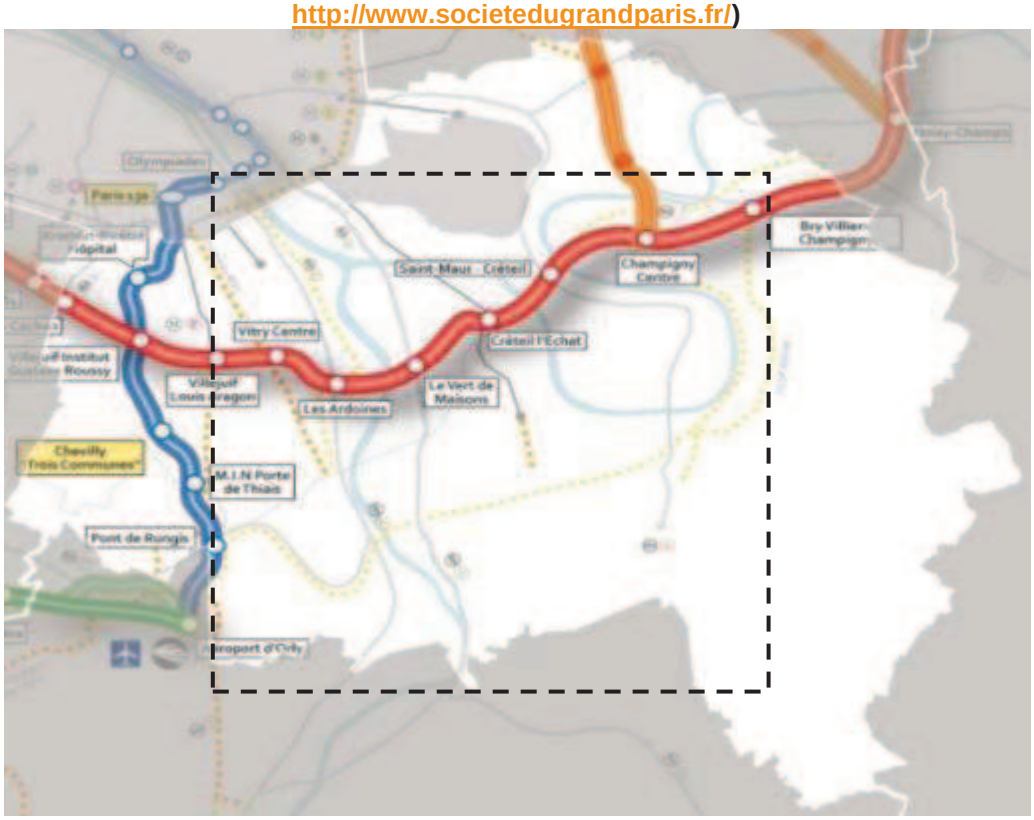
Le futur métro automatique du Grand Paris est structurant pour l'évolution urbaine de l'agglomération parisienne au cours des prochaines décennies. L'enjeu du Grand Paris est de densifier la ville autour des pôles de développement et des futures gares. Les lignes de métro du Grand Paris passent majoritairement dans des zones déjà fortement urbanisées, l'enjeu est donc ici de reconstruire la ville sur la ville, tout en évitant la spéculation foncière (la loi du Grand Paris prévoit des dispositifs réglementaires et contractuels afin de limiter la spéculation foncière).

Carte 5 – Schéma d'ensemble du Grand Paris (Source : cartothèque de la Société du Grand Paris http://www.societedugrandparis.fr/)

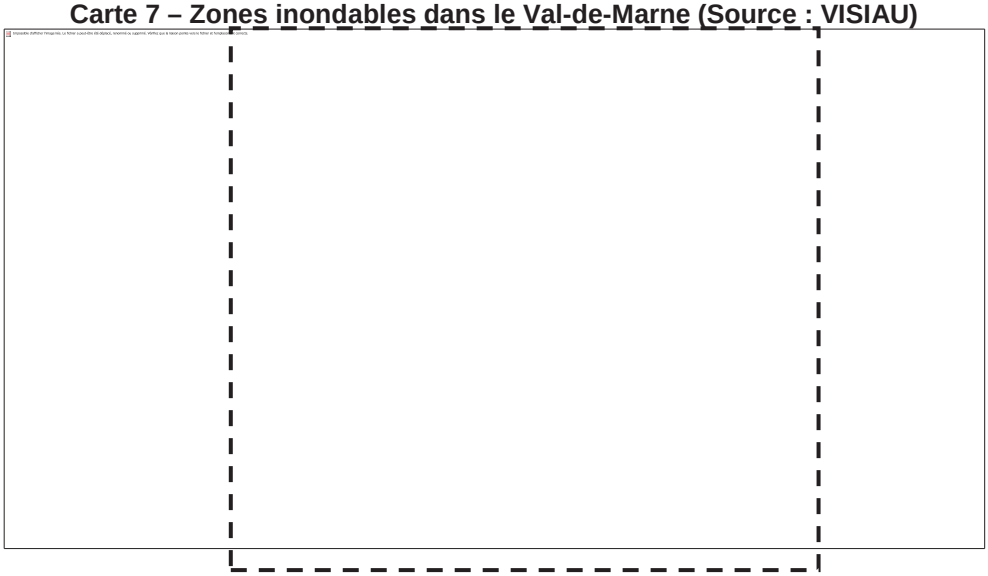
Le Schéma d'ensemble du Grand Paris montre le futur tracé des lignes du métro automatique. Il en ressort qu'au moins sur deux zones les futures lignes du métro traversent des territoires déjà fortement urbanisés, mais vulnérables à un risque d'inondation : la zone de confluence de la Seine et de la Marne en amont de Paris ; la boucle de Gennevilliers en aval de Paris.

Le tronçon du futur réseau de transport public du Grand Paris dans le Val-de-Marne, au niveau de la zone de confluence de la Seine et de la Marne, semble être le plus vulnérable du futur métro automatique. En effet, la ligne traverse non seulement la Seine mais doit franchir à deux reprises la Marne. Le territoire, entre Les Ardoines et Champigny, déjà fortement urbanisé, est très vulnérable aux inondations comme le montre la carte ci-après.

Carte 6 – Tracé du futur Réseau de Transport Public du Grand Paris dans le Val-de-Marne, tronçon 8 (Source : Cartothèque de la Société du Grand Paris, http://www.societedugrandparis.fr/)



Carte 7 – Zones inondables dans le Val-de-Marne (Source : VISIAU)



Selon l'évaluation stratégique environnementale du Grand Paris, le futur tronçon devra être souterrain afin de réduire la vulnérabilité au risque d'inondation du futur réseau de transport public : dans ce scénario, seules les emprises terrestres des stations (Les Ardoines, Le Vert de Maisons, Créteil l'Echat, etc.) en zone inondable, sont fortement exposées.

La présence du réseau de transport public du Grand Paris et le développement de gares peut favoriser des projets d'aménagement et donc de nouvelles constructions sur une zone inondable. Le secteur des Ardoines semble être le plus vulnérable.

Le secteur des Ardoines : un site clef du Grand Paris présentant une vulnérabilité actuelle forte du risque inondation

Le projet « Seine Ardoines », est une Opération d'Intérêt National et est également un site clef du Grand Paris. Ce site est en effet important pour le développement d'activités industrielles et tertiaires, mais aussi pour la construction de logements. Plus particulièrement, le site des Ardoines présente un enjeu majeur en termes de réseau pour le territoire francilien, tant pour le développement du Réseau de Transport que pour l'évolution des ouvrages électriques du Grand Paris.

Actuellement, le secteur des Ardoines est particulièrement vulnérable au risque inondation, d'un point de vue matériel mais aussi fonctionnel, causant un désordre au-delà de la zone :

- **Dégâts matériels** : réseaux détériorés, voiries impraticables, stocks et machines-outils détruits, etc. ;
- **Centrale de production électrique des Ardoines** : dysfonctionnements de la centrale et interruption de l'alimentation électrique de certains quartiers de Paris (la centrale des Ardoines s'étant montrée particulièrement indispensable lors des périodes de pointe en janvier 2009 à Paris) ;
- **Liaisons de transports interrompues** : cela aurait notamment pour conséquence d'empêcher les liaisons entre le centre de production de médicaments de Sanofi-Aventis, situé en zone inondable, et certains établissements publics hospitaliers.

L'élaboration d'un Plan-guide pour réduire la vulnérabilité au risque inondation

La vulnérabilité du secteur des Ardoines au risque d'inondation a conduit à la formulation d'une réponse pour réduire cette vulnérabilité, articulée autour de trois solutions :

- **L'étagement du site en trois paliers** (berges, terrasses et plateformes situées altimétriquement au niveau d'une crue centennale augmenté d'un mètre) ;
- **Le décaissement des berges** pour faciliter l'étalement naturel de la Seine en cas de crue et éviter des débordements par répercussion plus importants sur Alfortville et Paris ;
- Enfin**, le redéploiement des activités dans l'espace** en fonction de leur nature.

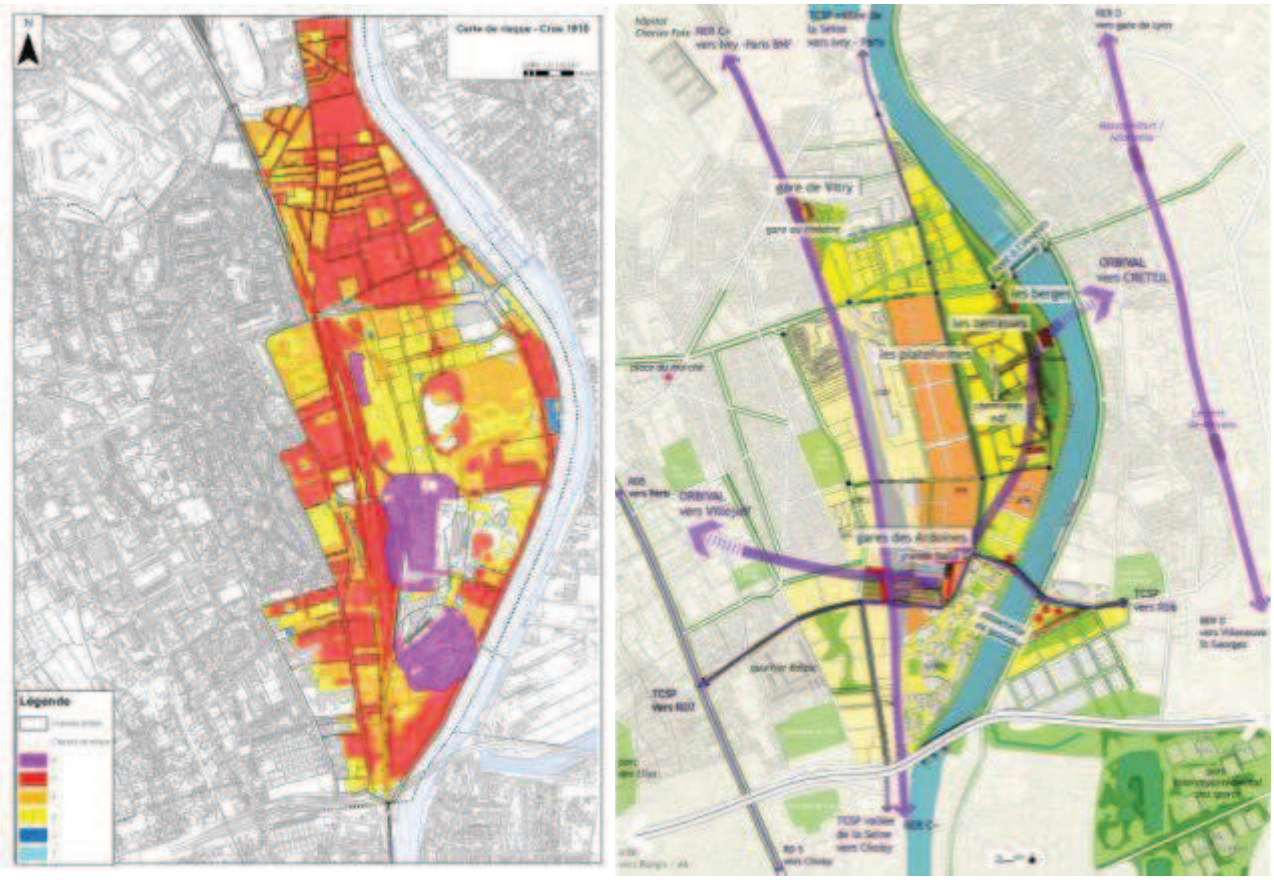
Ainsi, la réduction de la vulnérabilité des biens et des personnes face au risque d'inondation par débordement de la Seine a été privilégiée. Les activités à risque et les grands équipements, situés au niveau de la plateforme la plus élevée, seront donc moins vulnérables au risque inondation. Le futur cycle combiné d'Electricité de France, en remplacement de la centrale à charbon existante fortement exposée au risque, devrait donc être moins vulnérable par son nouvel emplacement.

Néanmoins, des interrogations demeurent quant à la gare des Ardoines et au tracé de la future ligne Orbival du Réseau de Transport du Grand Paris. En effet, la construction de la future ligne de métro Orbival, localisée en zone inondable dans le département du Val-de-Marne, devra prendre en compte le risque d'inondation.
Enfin, le projet d'aménagement des Ardoines devant se réaliser dans une temporalité longue, semble particulièrement vulnérable tout au long de sa mise en œuvre si une crue majeure de la Seine intervenait au cours des 30 prochaines années.

Sources : Société du Grand Paris et Cybergeo, European Journal of Geography[117].

[117] **Alexandre Brun et Félix Adisson, « Renouvellement urbain et risque inondation : le plan-guide « Seine-Ardoines » »,** *Cybergeo : European Journal of Geography* **[En ligne], Aménagement, Urbanisme, article 561, mis en ligne le 29 octobre 2011, consulté le 21 mai 2012 : http://cybergeo.revues.org/24751**

Cartes 8 et 9 – Le secteur des Ardoines : risque d'inondation scenario crue centennale et le Plan-Guide « Seine-Ardoines » (Source : Cybergeo, http://cybergeo.revues.org/24751)



4.2 VULNERABILITE DES RESEAUX ENERGETIQUES

4.2.1 Un approvisionnement électrique de la capitale robuste jusqu'à un certain niveau de crue

Ajourd'hui, la structure unique du réseau électrique en Ile-de-France assure un approvisionnement extrêmement robuste en électricité de la capitale et de sa proche banlieue. Une première boucle à 400 000 volts est située dans la grande couronne (voir figure ci-dessous). Des lignes dites « pénétrantes » à 225 000 volts entrent dans la petite couronne et alimentent une seconde boucle située autour de Paris. Des « radiales » à 225 kV convergent vers le centre de Paris pour alimenter les postes sources ERDF.

Cette structure en radiales pour alimenter la capitale permet en cas de défaillance d'une radiale, de se reporter sur les radiales « adjacentes » pour l'alimentation électrique. La coupure d'alimentation, sauf incident important touchant plusieurs radiales consécutives, se limite donc au temps de manoeuvre et/ou de fonctionnement des automates pour se reporter sur les autres lignes. Cependant, cette extrême robustesse du réseau est propre à la capitale, pour protéger le plus grand pôle économique français. La robustesse du réseau décroît en s'éloignant de la capitale.

Figure 45 – Structure du réseau d'alimentation en électricité RTE de l'Ile-de-France (Source : RTE, présentation pour le séminaire sur l'approvisionnement électrique du Grand Paris du 6 mars 2012[118])

Portrait des réseaux de transport et de distribution de l'énergie en quelques chiffres clés

Réseau électrique :

- Une forte dépendance de la région Ile-de-France et de l'agglomération parisienne aux autres départements et régions.
- **Une forte robustesse du réseau électrique dans la capitale et sa proche périphérie :** Une structure du réseau RTE (Réseau de Transport d'Electricité, filiale EDF) unique (voir schéma ci-dessus) pour renforcer l'alimentation électrique de Paris et de la Petite Couronne, avec un « périphérique » inséré dans le réseau national à 400 000 V relié aux centres de production nationaux, une énergie acheminée jusqu'en grande et proche banlieue par des «pénétrantes» à 225 000 V, 6 sites de production sur le territoire pour assurer les pics de la demande, une structure en « radiales » à 225 000 V convergeant vers le centre de Paris et alimentant les postes sources ERDF.
- 158 postes source ERDF en Ile-de-France avec des transformateurs 225 kV / 20 KV pour alimenter des secteurs d'environ 100 000 habitants.
- Une emprise foncière significative de 5000 m^2 et des artères d'environ 10 km de câbles souterrains en milieu urbain, des liaisons souterraines de quelques centaines de mètres jusqu'aux clients en 400 V.
- Le réseau de distribution est piloté en temps réel et nécessite ainsi une infrastructure télécom importante.

Autres énergies :

- Les réseaux de chaleur sont particulièrement développés en Ile-de-France car la région est très urbanisée et très dense ce qui permet d'optimiser ce type d'installation. En 2005, 124 réseaux permettaient de desservir l'équivalent de 1,1 million de logements, avec une production de chaleur d'une puissance cumulée de 9,2 GW assurée par 235 installations.
- Réseaux de gaz.
- 15 dépôts pétroliers.

Source : ARENE ÎdF, ROSE (Observatoire de l'énergie ÎdF), RTE, ERDF, entretien avec la Zone de Défense et de Sécurité de Paris

[118] http://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Presentation_approvisionnement_electrique_du_Grand_Paris_6mars2012_cle15178c-1.pdf

4.2.2 Exposition, sensibilité et vulnérabilité aux inondations

Une exposition forte

En zone urbaine et périrubaine francilienne, les réseaux de distribution d'énergie sont principalement enterrés. De fait, les sections de réseau situées en zone inondable sont exposées aux inondations par débordement ou par ruissellement ainsi que le montre le retour d'expérience ci-dessous. Les équipements et les canalisations des réseaux de gaz peuvent également être exposés au risque inondation. Pour les postes de détente exposés au risque inondation, si l'eau pénètre dans les évents, les installations de sécurité coupent immédiatement l'alimentation en gaz. Les vieilles conduites basse pression de gaz peuvent être l'objet d'infiltrations d'eau[119]. L'exposition des réseaux enterrés dépend donc des mesures prises pour assurer l'étanchéité des installations.

Une sensibilité faible à très forte

Selon le scénario de crue considéré (Cf. les 4 scénarios en référence à la crue de 1910), la sensibilité est faible à très forte : le nombre d'habitants impactés par des fragilités électriques serait de 29 000 à plus d'un million d'habitants[120].

En cas de crue centennale, une partie du réseau sera fortement inondée. Le temps de recouvrement du réseau peut être long car il est nécessaire d'attendre la décrue avant d'entamer les travaux de récupération du réseau (pompage, séchage, remplacement, etc.). La durée avant le recouvrement est variable et peut être de l'ordre de deux à trois semaines.

Source : entretien Mme Mateyron Priour et Mr Poggi, ERDF (entretien réalisé par Explicit-Safège

Retour d'expérience : Impact des inondations par ruissellement sur le réseau électrique

En 1990 à Paris et en Seine-Saint-Denis, la pénétration des eaux de ruissellement par les accès et les grilles d'aération a entraîné l'inondation de 2 000 transformateurs souterrains. Ont été ainsi privés d'électricité : 5 hôpitaux, 4 arrondissements (XIe, XIIe, XIXe et XXe) situés sur le trajet de l'orage, et la ville de Pantin pendant 24 heures.

Source : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2005[121].

Vulnérabilité et résilience

La vulnérabilité du réseau électrique aux inondations dépend en premier lieu de l'intensité de la crue et du degré de préparation des gestionnaires du réseau : existence et efficacité d'un PPRI, existence et test régulier d'un plan de gestion de crise, mesures de protection contre les inondations sur les sections situées en zone inondable (étanchéité, coupure pour éviter les courts-circuits et protéger les usagers), capacité à maintenir un service minimum et à rétablir l'électricité en cas de coupures.

Le tableau ci-après présentent les initiatives d'ERDF et GDF en la matière.

[119] Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Réduire la vulnérabilité des réseaux urbains aux inondations, Document à l'attention des collectivités territoriales, Risques naturels majeurs, novembre 2005.
[120] Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris (SGZDS).
[121] *Op. Cit.* Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, novembre 2005.

Tableau 22 - Initiatives d'ERDF en matière de gestion de crise (source : ERDF, 2012)

Mesures d'adaptation	ERDF
Existence d'un PPRI	Oui
Niveau d'efficacité du PPRI	En cas de crue centennale, une partie du réseau sera fortement inondée. Le temps de recouvrement du réseau peut être long car il est nécessaire d'attendre la décrue avant d'entamer les travaux de récupération du réseau (pompage, séchage, remplacement, etc.). La durée avant le recouvrement est variable et peut être de l'ordre de deux à trois semaines.
Existence d'un plan de gestion de crise	Oui
Test régulier du plan de crise	Oui
Capacité à maintenir un service minimum (réseaux secondaires, groupes électrogène, interconnections…)	?
Travaux de protection/mise à niveau des réseaux contre le risque inondation	Oui
Prise en compte du risque dans les nouveaux réseaux	

La prise en compte du risque inondation par ERDF

- Prise en compte de la crue centennale dans le Compte Rendu Annuel de Concession (CRAC) dans le dossier "développement durable" qui reprend les éléments du PCET.

- Exercices d'entrainement sur les postes sources et les postes de distribution publique souterrains = définition d'un plan de fonctionnement en cas d'inondations (définition de sites de repli).
- Des protections sont mises en place pour dévier l'eau de nettoyage de voirie afin de garder des ventilations opérantes + mise en place de tableaux étanches dans les postes sources et les postes de distribution publique.
- Postes sous chaussée : travail à la protection des ventilations (pour rafraîchir la pièce dans laquelle se situe le transformateur – les grilles sont affleurant au trottoir). Protections pour dévier l'eau de ruissellement (y compris eau de nettoyage), installation de tableaux étanches dans les postes. Installation d'organes de coupures de réseau (interrupteurs) pour pouvoir couper certains réseaux (tronçons).
- Limitation du nombre de personnes impactées en cas de crue : nécessité de couper le réseau en certains points de façon préventive, avant que l'eau n'inonde (coupures préventives pour éviter les flashs et court-circuit - il est plus facile de remettre en service s'il n'y a pas eu de court-circuit).
- Des organes de coupure de réseau sont placés afin de pouvoir couper certains tronçons du réseau si besoin.

Des modifications de raccordement pour alimenter certaines zones sont faites afin de ne pas rendre dépendantes des zones non directement impactées à l'alimentation d'un poste touché par l'inondation. Coopération avec la préfecture de police.

- Pas de définition mutualisée d'un Plan d'Action avec d'autres acteurs du territoire. Les différents acteurs transmettent un retour d'expérience à la Préfecture qui se charge de la synthèse et de définir une stratégie.

Source : entretien Mme Mateyron Priour et Mr Poggi, ERDF (entretien réalisé par Explicit-Safège

Vulnérabilité du réseau ERDF et mesures de prévention face au risque inondation

Les phénomènes redoutés par ERDF face au risque inondation sont les défauts d'isolement présentant des risques pour les personnes et des risques de destruction des ouvrages électriques, ainsi que la pollution des ouvrages électriques interdisant une remise sous tension en l'état sans nettoyage préalable.

ERDF a réalisé un diagnostic de ses réseaux qui est en cohérence avec les scenarii de la DIREN cités précédemment. Au regard de la vulnérabilité de son réseau face au risque inondation, ERDF a mis en œuvre des mesures de prévention dans les installations stratégiques, comprenant l'installation de pompes de relevage, des barrières anti-crues, la surélévation de matériels sensibles, l'aménagement de génie civil, le déplacement d'ouvrages ainsi que l'adaptation de structures de réseau.
Pour la gestion de crise, ERDF dispose du Plan Action Dépannage Electricité, d'une cellule de crise régionale et d'une cellule de crise par département, ainsi que d'un représentant ERDF dans chaque Préfecture et en zone de défense. En cas de crise, ERDF met immédiatement hors tension les zones susceptibles d'être inondées. Les pouvoirs publics décident de l'affectation des groupes électrogènes à mettre en place en cas de rupture sur le réseau électrique.

Source : ERDF, 2009[122].

4.3 VULNERABILITE DES RESEAUX D'EAU POTABLE ET D'ASSAINISSEMENT

4.3.1 Un approvisionnement en eau robuste

L'approvisionnement de la région francilienne, excepté Paris, est assuré de manière centralisée par un acteur unique, le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France (SEDIF). Le réseau du SEDIF est composé d'environ 8 800 km de canalisations pour assurer le transport (réseau primaire acheminant l'eau des centres de production aux distributeurs (châteaux d'eau)) et la distribution (réseau secondaire des distributeurs aux usagers) de l'eau potable aux 4 millions d'usagers.

Comme indiqué précédemment, la production d'eau potable, assurée par 3 usines interconnectées et protégée des défaillances électriques par la présence de groupes électrogènes, est très robuste (Voir 3.3). Dans le cadre de son Plan de Préventions des Inondations, le SEDIF a également fortement investi pour protéger les sites de production au risque d'inondation majeure (voir encadré « Zoom sur quelques initiatives… » ci-après). Les canalisations sur le réseau de distribution, quant à elles, ne présentent pas de vulnérabilité particulière aux inondations.
Le réseau de production et de distribution d'eau potable francilien est donc très robuste en cas d'incident sur une usine ou le réseau de distribution, y compris en cas de défaillances du réseau électrique.

Portrait des réseaux d'eau potable et d'assainissement en quelques chiffres-clés

- Le service public de l'assainissement francilien, le SIAAP, gère un réseau de 440 km souterrain et traite les eaux usées de près de 9 millions de franciliens (près de 2,5 millions de m^3 d'eau usée /jour).
- L'approvisionnement de la région francilienne, excepté Paris, en eau potable (soit plus de 4 millions d'usagers) est sous la responsabilité d'un unique acteur, le Syndicat des Eaux d'Ile-de-France (SEDIF), dont le délégataire est Veolia Eau d'Ile-de-France jusqu'à fin 2022. Le réseau du SEDIF est composé d'environ 8 800 km de canalisations (transport et distribution), et de 3 usines de production.
- La Ville de Paris, quant à elle, dispose du meilleur réseau d'eau potable de France, géré par Eau de Paris, avec le rendement maximal de 96.5%. Le réseau est constitué de 1 800 km de conduites et dessert 3 millions de consommateurs.

Source : SIAAP, SEDIF

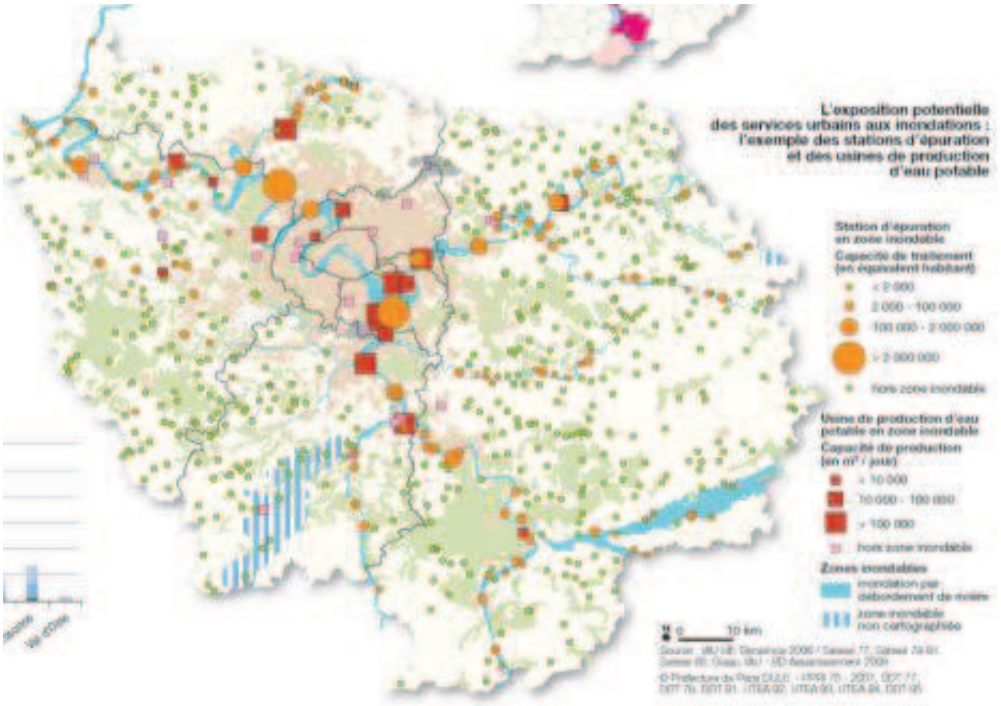
[122] Source : présentation ERDF lors de la rencontre du 1er décembre 2009 dans le cadre de « Seine en partage ».

4.3.2 Exposition, sensibilité et vulnérabilité aux inondations

Une forte exposition aux inondations

La carte ci-après montre que de nombreuses stations d'épuration et autres usines de production d'eau potable sont exposées au risque inondation par débordement car situées sur ces zones. Les stations d'épuration les plus importantes, et notamment Seine aval (Achères) dans les Yvelines, premier site de traitement des eaux usées en Ile-de-France, alimentées par des réseaux gravitaires, sont situées en zone inondable.

Carte 10 - Stations d'épuration et usines de production d'eau potable en zone inondable (Source : IAU ÎdF, Densimos 2006 / Satese 77, Satese 78-91, Satese 95, Siaap, IAU - BD Assainissement 2008)



Une sensibilité faible à très forte

Selon le scénario de crue considéré (cf les 4 scénarios en référence à la crue de 1910), la sensibilité est faible à très forte : le nombre d'habitants privés d'eau potable serait de 25 000 (scénario bas) et jusqu'à 5,46 millions d'habitants (scénario très haut) seraient touchés par des coupures d'eau[123].

Une vulnérabilité moyenne du réseau d'eau potable, du fait d'une forte sensibilité compensée par des mesures de prévention du risque inondation avancées

La vulnérabilité des réseaux d'eau potable aux inondations dépend en premier lieu de l'intensité de la crue et du degré de préparation des gestionnaires du réseau. De ce point de vue, comme indiqué ci-dessous, la vulnérabilité de la production et de l'approvisionnement en eau d'eau potable aux crues majeures apparaît relativement robuste jusqu' à un certain niveau de crue grâce au PPI du SEDIF et au Plan Régional d'Alimentation en Eau Potable (PRAEP) en cas de crise majeure (Voir encadré « Zoom sur quelques initiatives… » ci-après).

[123] Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris (SGZDS).

Une vulnérabilité forte du réseau d'assainissement au risque inondation par crue ou ruissellement et une résilience faible variable selon les secteurs [124]

Les stations d'épuration (STEP) sont uniquement protégées des crues décennales et présentent déjà des difficultés d'exploitation pour celles-ci. Les équipements de la station d'Achères ont été mis hors d'eau, mais la marge de sécurité reste faible. La capacité de réacheminer des charges sur d'autres STEP reste limitée, notamment du fait du fonctionnement en gravitaire et des limites de capacité de chaque station. La station d'Achères récupère habituellement les surplus, ce qui peut poser problème si le dysfonctionnement se situe à son niveau.

En cas d'incident au niveau de l'alimentation électrique, les délais de remise en route varient en fonction des secteurs. Valenton par exemple ne dispose que d'un seul poste d'alimentation électrique qui n'est pas protégé contre la crue centennale. Les systèmes de télétransmission de données ne sont pas non plus protéger contre la crue centennale. Il y a également un risque de perte de l'alimentation électrique pour des crues moins fortes et plus fréquentes. A la station d'Achères, deux turbines à gaz peuvent assurer la sauvegarde des process biologiques en cas de rupture électrique, mais seulement pour quelques heures.

En cas de fortes pluies, la maîtrise des eaux pluviales est un enjeu majeur pour le SIAAP dans le contexte de forte urbanisation. Pour maîtriser les risques d'inondation par ruissellement et de pollution des milieux naturels par le débordement des eaux pluviales, le SIAAP a installé des équipements de stockage et des pompes anti-crues (voir encadré « Zoom sur quelques initiatives… » ci-après).

Mesures d'adaptation	SEDIF	SIAAP
Existence d'un PPRI	oui	Non, mais installation d'équipements de stockage pour les fortes pluies/orages et pompes anti-crues
Niveau d'efficacité du PPRI	Satisfaisant pour les usines de production	
Existence d'un plan de gestion de crise	PRAEP en cas de crise majeure	
Test régulier du plan de crise		
Capacité à maintenir un service minimum (réseaux secondaires, groupes électrogène, interconnections…)	Sécurisation électrique Interconnexion des 3 usines	Turbines à gaz à Achères assurant un secours pour quelques heures en cas de perte de l'alimentation électrique
Travaux de protection/mise à niveau des réseaux contre le risque	Mise à niveau contre le risque de crue centennale	Mise à niveau contre le risque de crue décennale seulement, avec des difficultés d'exploitation, Equipements de stockage et de pompes anti-crues
Prise en compte du risque dans les nouveaux réseaux		

[124] Entretien avec le SIAAP réalisé par le bureau d'études EXPLICIT/SAFEGE dans le cadre de l'étude de la vulnérabilité de la Ville de Paris aux impacts du changement climatique et à la raréfaction des ressources fossiles.

Zoom sur quelques initiatives…

Le Plan de prévention des inondations du SEDIF
Historiquement, les usines du SEDIF ont été construites pour faire face aux crues cinquantennales, selon les critères en vigueur dans les années 1960. Cependant, au regard du risque d'inondation majeure de la Seine en Ile-de-France, le SEDIF a investi 1 million d'euros pour permettre à l'usine de Choisy-le-Roi de fonctionner jusqu'à une crue de la Seine de type 1910, et a approuvé un programme de travaux de 5,5 millions d'euros permettra d'augmenter le niveau de protection de l'usine de Neuilly-sur-Marne contre les crues majeures. L'usine de Méry-sur-Oise est, quant à elle, déjà protégée contre le risque de crue centennale.

Par ailleurs, le plan régional d'alimentation en eau potable (PRAEP) établi par la Préfecture de Région Ile-de-France planifie l'approvisionnement en eau potable en cas de crise majeure imposant l'arrêt de la production ou de la distribution d'eau. Dans ces conditions extrêmes, le dispositif d'ultime secours propre au SEDIF, sous l'autorité du Préfet, prend alors le relais des dispositions habituelles de production, transport et distribution.

Source : Site Internet du SEDIF, http://www.sedif.com/page0001323b.aspx?card=525.

Equipements de stockage du SIAAP face au risque inondation
Pour maîtriser les risques d'inondation et la pollution accidentelle de la Seine ou de la Marne par les débordements d'eaux pluviales, le SIAAP s'est doté, depuis 1997, de 900 000 m3 de capacité de rétention d'eau constitués de 4 tunnels réservoirs et de 8 bassins de stockage.

Seine Centre : Usine de Clichy-la-Garenne dans les Hauts-de-Seine munie de systèmes de pompage anti-crues
Cette usine mise en service en 1998 comprend une station de pompage anti-crues, qui protège la capitale des inondations en permettant l'évacuation dans la Seine des eaux pluviales excédentaires.

Source : SIAAP.

4.4 VULNERABILITE DES RESEAUX DE COMMUNICATION

4.4.1 Les réseaux de communication

Les impacts potentiels d'une inondation sur le réseau de télécommunications sont d'autant plus importants que celui-ci est extrêmement sollicité en période de crise pour le diagnostic des dégâts, l'organisation des secours (aggravation de la crise par l'absence de moyens de communication), et les perturbations de la vie sociale et des activités économiques.

Retour d'expérience : Impact d'inondation par ruissellement sur le réseau de télécommunications

En 1990 à Paris et en Seine-Saint-Denis, la pénétration des eaux de ruissellement dans les sols a provoqué le Dysfonctionnement des circuits de transmission au sein de Météo France le jour de la catastrophe (non transmission du Bulletin météorologique spécial).

Source : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 2005[125].

[125] *Ibid*.

4.4.2 Exposition, sensibilité et vulnérabilité aux inondations

Sensibilité

Dans le cas d'une inondation de type 1910, les liaisons téléphoniques et antennes du réseau mobile seraient coupées[126].

L'interruption des systèmes de communication aurait des conséquences lourdes pour de nombreuses entreprises : le fonctionnement des sièges des grandes entreprises localisées dans le centre de l'agglomération (Paris, la Défense) dont l'activité s'étend bien au-delà des limites administratives de l'Ile-de-France, mais aussi celui des petites et moyennes entreprises dont les commandes et les règlements sont assurés par voie télématique, en serait profondément perturbé. Cela aurait des répercussions lourdes sur les activités économiques.

L'aval des activités économiques est lui aussi concerné : les réseaux bancaires sont liés aux systèmes de compensation entre banques, tous informatisés. Les activités économiques sont ainsi très dépendantes des réseaux de télécommunications. Une telle dépendance des activités économiques (réseaux bancaires et fonctionnement des entreprises), les rend très vulnérables à un risque d'inondation. Indirectement, la baisse des activités économiques pourrait donc s'étendre à toute la France, et aurait des répercussions à l'étranger.

Vulnérabilité

La vulnérabilité des réseaux de communication aux inondations dépend en premier lieu de l'intensité de la crue et du degré de préparation des gestionnaires du réseau.

4.5 VULNERABILITE DES RESEAUX DE TRANSPORTS

4.5.1 L'enjeu des transports franciliens

Pour la première région économique de France et la première destination touristique mondiale, l'intégrité des réseaux de transport franciliens est vitale pour assurer le déplacement des personnes et des marchandises à l'intérieur de la région mais aussi avec le reste du monde.

Portrait des réseaux de transports franciliens en quelques chiffres-clés

- **35 millions de déplacements par jour.**
- **1600 km de voies ferrées dont 210 km de métro**. **Réseau Ferré de France (RFF)** possède et gère le réseau ferroviaire national, la **SNCF** opère dans le transport ferroviaire au niveau national, et gère une partie des transports publics franciliens (réseau SNCF Transilien), la **RATP** exploite une partie des transports en commun de Paris et de sa proche banlieue (métro, tramway, une partie du réseau de bus et des lignes A et B du RER), le **Syndicat des transports d'Ile-de-France (STIF)** est l'Autorité organisatrice des transports publics franciliens.
- Un réseau routier dense fréquenté par 4 millions d'usagers chaque jour, constitué de **2 100 km de routes**, dont 454 km de voies rapides urbaines et 336 km de routes nationales à fort trafic et 22 tunnels représentant 45,5 km gérés par la **Direction des routes Ile-de-France (DiRIF),** et des autoroutes gérées par des sociétés concessionnaires d'autoroutes (COFIROUTE, SAPN, APRR, SANEF, ASFA).
- L'Ile-de-France est la deuxième plateforme fluviale d'Europe avec 70 ports.
- 256 millions de tonnes de marchandises sont acheminées en provenance ou à destination de l'Ile-de-France en 2008 (hors trafic international), dont 90 % transportées par route.

Sources : IAU ÎdF, DiRIF, STIF

[126] Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris (SGZDS).

4.5.2 Exposition, sensibilité et vulnérabilité du réseau

Une exposition élevée

L'exposition des infrastructures de transports franciliens aux inondations est élevée ainsi que l'indique le tableau ci-dessous détaillant la part des zones inondables occupées par les transports, particulièrement à Paris, dans les Hauts-de-Seine et le Val-de-Marne, qui sont des territoires très urbanisés. Cette part est plus faible dans la Grande Couronne. Cependant, l'occupation des sols par les transports augmente de manière significative dans les départements de la Grande Couronne où la tendance forte à l'étalement urbain s'accompagne du développement du réseau de transports francilien, notamment en zone inondable.

Tableau 23 – Sols occupés par les infrastructures de transports en zone inondable en Ile-de-France en 2008 (Source : ARTELIA à partir des données IAU Ile-de-France, 2010[127])

Occupation des sols en zone inondable (ha)	Surface totale en zone inondable (ha)	Transports (réseau routier et ferroviaire, gares, parcs de stationnement…)	Part de la zone inondable occupée par les transports en (%)	Evolution 1982-2008 de l'occupation des sols par les transports
Paris	1148,5	221,9	**19%**	Petite couronne + 40,8
Hauts-de-Seine	2138,4	278,1	**13%**	
Seine-Saint-Denis	682,6	42,2	6%	
Val-de-Marne	4124,3	570,9	**14%**	
Seine-et-Marne	24305,6	265,6	1%	Grande couronne **+ 176,6**
Yvelines	7075,8	194,7	3%	
Essonne	3577,9	209,2	6%	
Val-d'Oise	2969,5	78,8	3%	
Ile-de-France	46022,4	1861,4	4%	+ 217,4

Ainsi, d'après l'IAU ÎdF[128], « les infrastructures de transports (réseau routier et ferroviaire, gares, parcs de stationnement…) représentent environ 4 % (810 ha) des espaces urbanisés en zones inondables ».

Dans le cas d'une crue centennale, environ 70% du réseau métropolitain et express régional seraient touchés et arrêtés pendant une période de 30 à 50 jours, avec des répercussions considérables sur les quelques centaines de milliers de déplacements quotidiens domicile-travail, scolaires ou touristiques. Plus de 840 000 salariés seraient ainsi dans l'impossibilité de travailler, leur lieu de travail étant en zone inondable. Néanmoins, ce chiffre devrait être vu à la hausse : sachant qu'en moyenne un Francilien consacre entre 1h20 et 2h pour ses déplacements par jour[129], la perturbation des réseaux de transports (mais aussi la fermeture de certaines routes et infrastructures), empêcherait de nombreux franciliens à se rendre à leur travail, même si celui-ci ne se situe pas en zone inondée.

Par ailleurs, l'acheminement et la livraison de marchandises se verraient profondément perturbés : des centaines de kilomètres de routes et d'autoroutes, pourraient être inutilisables pour le transport routier. Cela affecterait d'autant plus l'activité économique que la logique de flux tendu et de stocks zéro, très dépendante de la logistique, prend actuellement une place prépondérante pour de nombreux secteurs en Ile-de-France : la grande distribution, la production automobile…

L'activité de l'Ile-de-France reste largement tributaire des réseaux de transports : une longue indisponibilité du système de transports entraînerait alors une profonde désorganisation de la vie économique et sociale, alourdissant les conséquences économiques d'une crue.

[127] IAU ÎdF, « Zones inondables : des enjeux toujours plus importants en Île-de-France, *Note rapide,* n°516, septembre 2010.
[128] *Ibid*.
[129] Sources : Enquête Nationale Transports et Déplacements 2008 ; Enquête de l'Observatoire Régional de Santé au Travail d'Ile-de-France 2009.

Retour d'expérience : impact des inondations par ruissellement suite aux orages du 6 juillet 2001 sur les réseaux urbains franciliens

Les orages du 6 juillet 2001 ont entraîné un record historique de précipitations de 110 mm en 24 heures au Parc de Montsouris à Paris. En plus de milliers d'habitations inondées, d'habitants évacués, d'un effondrement de chaussée, le ruissellement a perturbé le trafic du métro, provoqué la fermeture de routes et d'autoroutes et inondé des tunnels.

Une sensibilité variable

Selon le scénario de crue considéré (cf les 4 scénarios en référence à la crue de 1910), la sensibilité est moyenne à très forte : de 6 ponts (sur la Seine) à 85 ponts infranchissables (sur la Seine, la Marne et l'Oise), 1 à 5 autoroutes impactées, et, à partir d'une cure de type 1910, 140 km de lignes RATP inondées et 41 stations fermées, fermeture de la gare Saint-Lazare et des gares souterraines de Lyon et d'Austerlitz[130].

Au-delà des atteintes directes aux équipements, une inondation majeure entraînerait donc de graves dysfonctionnements (interruption de trafic ferroviaire sur un grand nombre de lignes SNCF et RATP, perturbation des trafics routiers, franchissements des ponts…) avec de lourdes conséquences sur les déplacements domicile-travail, mais aussi sur l'approvisionnement logistique de l'agglomération, ainsi que, pendant la période de crue, sur l'organisation et la gestion des secours.

Vulnérabilité

La vulnérabilité des réseaux de transports franciliens aux inondations dépend donc de l'intensité de l'aléa et du degré de préparation des gestionnaires de réseaux : de ce point de vue, la RATP, à travers son PPRI, a pris la mesure des enjeux liés au changement climatique.
Dans le cadre de son PPRI, la RATP a réalisé un diagnostic de vulnérabilité, identifié les moyens de prévention, y compris via un système de veille et d'alerte, et mis en place une gestion graduée de la crise en fonction du niveau de crue (voir Figure 46). Cependant, au-delà de ce diagnostic de vulnérabilité réalisé sur son propre réseau, la RATP doit également tenir compte de sa dépendance au réseau électrique et donc de sa vulnérabilité indirecte aux impacts des inondations sur le réseau électrique.

Mesures d'adaptation possibles	**Mesures prises par la RATP**
Existence d'un PPRI	Oui (mise à jour régulière)
Niveau d'efficacité du PPRI	Procédures existantes pour différents niveau de crue, avec les mesures à prendre, les organismes, les ressources humaines et matérielles et les sections du réseau à couper bien définies.
Existence d'un plan de gestion de crise	Oui
Test régulier du plan de crise	Oui, chaque année, avec un test des connaissances des procédures auprès du personnel et l'épreuve des mesures planifiées sur le terrain.
Capacité à maintenir un service minimum	Substitution des lignes de métro/RER par des bus ou autres non abordée dans la présentation du PPRI d'octobre 2010[131].
Moyens humains et techniques/Travaux de protection/mise à niveau des réseaux contre le risque	Oui - Moyens techniques : interruption du service voyageur pour mettre en place les protections des infrastructures, portes étanches, stations de pompage, stockage de matériels pour couper les accès d'eau dans des lieux stratégiques en hiver, etc.), Moyens humains : (surveillance, alerte, déclenchement des procédures du PPRI, remise en services suite à la décrue).
Prise en compte du risque dans les nouvelles infrastructures	Oui

[130] Secrétariat Général de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris (SGZDS)
[131] RATP, 2010, Présentation du Plan de Prévention des Risques d'Inondations (PPRI) de la RATP, 17ème Congrès de Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement à la Rochelle, 5-7 octobre 2010. http://www.imdr.fr/docs/Actes%20LM17/textes/lm17_com_2D-6_008_J_Amory.pdf

Préparation de la RATP au risque inondation : PPRI RATP

La grande crue de 1910 a inondé 60 km de lignes de métro. Aujourd'hui, sans prévention, une crue centennale de cette envergure entraînerait des délais de remise en service complète de plusieurs mois, voire plusieurs années pour des coûts estimés à plusieurs milliards d'euros[132].

La RATP a donc mis en place un Plan de Prévention des Risques d'Inondations (PPRI), répertoriant l'ensemble des infrastructures situées en zone inondable et prévoyant les systèmes de vigilance et d'alerte pour différents niveaux de crues, les moyens techniques à mettre en place (interruption du service voyageur pour mettre en place les protections des infrastructures, portes étanches, stations de pompage, stockage de matériels pour couper les accès d'eau dans des lieux stratégiques en hiver, etc.) pour isoler les zones inondées et protéger le reste du réseau, ainsi que les moyens humains pour s'assurer du bon suivi des procédures (surveillance, alerte, déclenchement des procédures du PPRI, remise en services suite à la décrue).

Ce PPRI est mis à jour continuellement en fonction du développement du réseau RATP et de l'évolution des aménagements urbains autour du réseau. Il est également conçu en cohérence avec la gestion du réseau SNCF auquel il est interconnecté (notamment au niveau du RER C).
En fonction des données Météo France de l'état de remplissage des Lacs Réservoirs, le Service de Prévision des Crues de la DIREN IDF surveille les débits des cours d'eau, décide du passage à l'état de vigilance et prévient le cas échéant la Préfecture de Police de Paris qui relaie l'information à la Permanence Générale de la RATP. En cas d'alerte, la Permanence Générale de la RATP transmet l'information en interne[133].

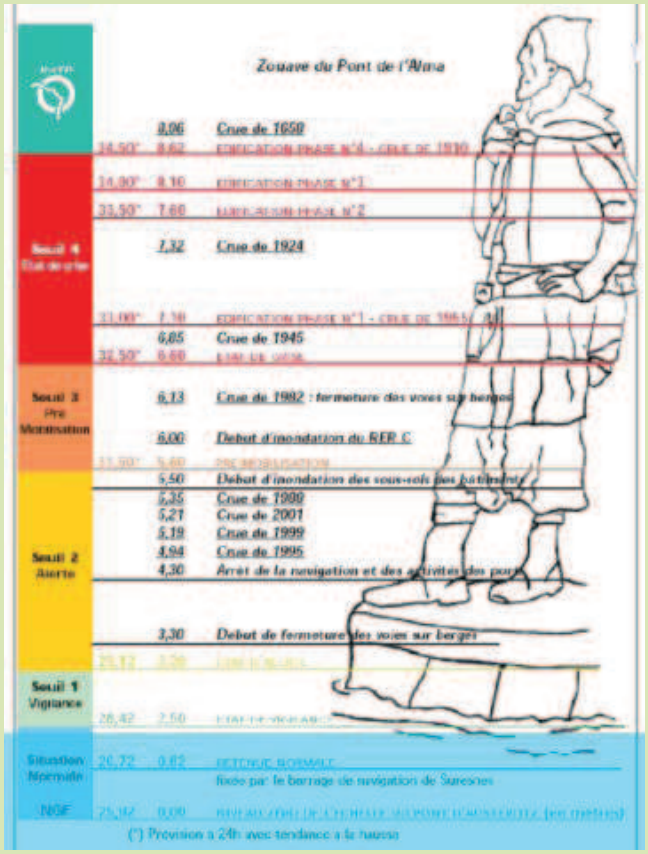


Figure 46 –seuils d'alerte progressifs pour le déclenchement des mesures définies dans le PPRI de la RATP en fonction du niveau de la Seine (Source : RATP, présentation du PPRI RATP, 2011)

[132] *Ibid*.
[133] RATP, PPRI RATP – présentation du dispositif, Cellule PPRI, 18 octobre 2011. http://www.vrme2011.comyr.com/presentations/pre_bro.pdf

4.6 ORGANISER LA GESTION DE CRISE EN CAS DE CRUE MAJEURE

Malgré toutes les mesures techniques visant à réduire la sensibilité des réseaux, en cas de crue majeure de la Seine, il apparaît difficile d'envisager l'atteinte du « risque zéro » en Ile-de-France au regard de l'importance des enjeux humains et socio-économiques.

Un facteur influençant la vulnérabilité future des réseaux aux inondations concerne donc la capacité des gestionnaires de réseaux à absorber la crise, aussi bien pendant la durée de l'inondation (gestion de crise) que par la suite (capacité de résilience). **De ce point de vue, la disposition spécifique du plan zonal de secours spécialisé inondation (voir encadré dispositif ORSEC) est de « préserver prioritairement des réseaux structurants »** qui ont été identifiés, à savoir : la distribution d'eau potable, la fourniture en électricité, les télécommunications, l'acheminement de produits pétroliers.

Des outils pour gérer la crise existent déjà et sont en voie d'amélioration. Tout l'enjeu consistera à les adapter à l'évolution de l'aléa et des vulnérabilités dans le contexte du changement climatique. Cela passe aussi bien par la mise en place d'un plan de gestion de crise à l'échelle régionale, voire du bassin de la Seine, que par la sensibilisation des entreprises et du grand public. Dans le cadre du centenaire de la crue de 1910, un certain nombre d'évènements ont permis de faire connaître les dispositifs existants et de les améliorer. Un exercice de crise – « En Seine 2010 » – a notamment été mené en mars 2010 à l'échelle de l'Ile-de-France, afin de repérer les éventuels dysfonctionnements et d'améliorer la gestion d'une inondation comparable, voire plus importante que celle de 1910.

Pour une meilleure efficacité de la gestion du risque d'inondation, au-delà de la prévention, les solutions d'adaptation doivent pouvoir allier résilience technico-fonctionnelle - grâce à des systèmes combinant des éléments techniques, devant être maintenus en état pour rester fiables malgré leur faible utilisation - ; et résilience socio-organisationnelle - le « facteur humain » étant primordial dans la gestion de crise.

Zoom sur quelques initiatives…

Le Plan Seine

Le Plan Seine, réalisé en 2007 et dont le premier axe stratégique s'intitule : ***« Inondations, définition d'un programme global pluriannuel de réduction des effets d'une crue majeure »*** ; constitue un bon exemple des initiatives réalisées ces dernières années pour amener une réduction de la vulnérabilité du territoire aux crues de la Seine. Organisé sous forme de fiches actions, il permet d'identifier pour chacune d'elle les outils disponibles pour réduire la vulnérabilité, les acteurs susceptibles de la mettre en œuvre et de la financer et un échéancier de mise en œuvre.

Le Projet de Schéma Directeur de la prévision des crues du Bassin Seine Normandie[134] pose quant à lui le cadre institutionnel de la prévision et de la gestion des crues dans le bassin de l'Agence de l'eau du même nom.

Un projet de recherche opérationnelle, « Resilis », a été lancé en 2010 pour l'amélioration de la résilience des villes. Ce projet doit aboutir d'une part à la proposition d'outils technologiques pour le pilotage, le suivi et la gestion des systèmes de réseaux ; et d'autre part, la gestion de la crise, en particulier une crue majeure, vue par une instance gouvernementale.

Le dispositif ORSEC (Organisation de la Réponse de SEcurité Civile) – Disposition Spécifique Inondations

Selon l'importance de la crise et son étendue géographique, l'information et la gestion de la crise remontera les échelons de la chaîne, de la commune au département, puis à la Zone de Défense et de Sécurité (celle de Paris s'étend sur la région Ile-de-France et est dirigée par la Préfecture de Police de Paris), et enfin au niveau national à la Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises (Ministère de l'Intérieur).

[134] Version en consultation, septembre 2011.

En cas de crue majeure sur l'Ile-de-France, la gestion de la crise est placée sous la responsabilité du Préfet de la Zone de Défense et de Sécurité de Paris. La disposition spécifique a pour objectif de « **préserver prioritairement des réseaux structurants** qui ont été identifiés, à savoir : la distribution d'eau potable, la fourniture en électricité, les télécommunications, l'acheminement de produits pétroliers. »[135]

En ce sens, SGZDS s'est fondé sur un scénario de type crue 1910 pour l'élaboration de son plan zonal de secours spécialisé inondation. Suite aux inondations du printemps 2001, le Préfet de la Zone de Défense de Paris a associé tous les grands services publics pour étudier les conséquences économiques et humaines d'une crue majeure sur le bassin de la Seine, ainsi que les dispositions préventives pour limiter les conséquences et permettre un retour rapide à la normale. En 2002, les gestionnaires de réseaux stratégiques (SNCF, la RATP, EDF, GDF, France Télécom, les gestionnaires de réseaux d'eau potable, de chauffage urbain, les réseaux économiques et financiers, etc.) ont réalisé un **diagnostic** précis de leurs installations. Suite à cela, EDF, France Télécom et la RATP notamment ont intégré le risque d'inondation dans leurs nouveaux projets et pris des mesures pour protéger leurs infrastructures. A partir de ce travail commun a été élaboré un **plan zonal de secours spécialisé inondation** pour les huit départements franciliens, pour coordonner les actions des différents opérateurs et planifier et organiser les secours en cas de crue majeure.

[135] SGZDS, Dispositif ORSEC – Disposition spécifique inondations, octobre 2009.

5 LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX TEMPERATURES EXTREMES

Ce qu'il faut retenir…

La région francilienne sera exposée à un risque accru de fortes chaleurs et de canicules à l'avenir. La canicule de 2003 a déjà révélé la **forte vulnérabilité des réseaux franciliens aux risques de canicules**. La vulnérabilité des réseaux franciliens aux épisodes de fortes chaleurs pourraient donc augmenter avec le changement climatique. La **durée de vie longue de ces infrastructures** impose la prise en compte dès aujourd'hui de ces paramètres de températures dans la conception et la maintenance de ces ouvrages.

5.1 ELEMENTS DE CADRAGE : UNE EXPOSITION ACCRUE DU TERRITOIRE FRANCILIEN AUX FORTES TEMPERATURES ET AU RISQUE DE CANICULE EN PERIODE ESTIVALE

La région présente une **exposition élevée au risque canicule,** auquel sont très sensibles les réseaux : l'effet d'îlot de chaleur urbain déjà très présent en Ile-de-France et particulièrement à Paris. Lors de la canicule de 2003, les températures moyennes journalières ont atteint 32°C au cœur de la capitale (voir le chapitre consacré aux impacts sanitaires du changement climatique).
L'exposition aux épisodes de fortes chaleurs va augmenter avec le changement climatique en raison d'une augmentation très significative des températures estivales moyennes (allant jusqu'à +5,7°C selon les scénarios), de l'intensité et de la fréquence du nombre de jours chauds et des périodes de canicule attendus d'ici la fin du siècle. Dans la région Ile-de-France, la fréquence des canicules va augmenter très fortement dans la seconde moitié du siècle (30 jours de mise en alerte en tendance par an), avec une surexposition de Paris, du long de la Seine et du sud de l'Essonne et de la Seine-et-Marne.

Concernant, les feux de forêts, auxquels sont également très sensibles les réseaux électriques, les réseaux de télécommunications et les réseaux de transports, la région est aujourd'hui faiblement exposée à ce risque. Cependant, dans le contexte du changement climatique, l'augmentation attendue des températures ainsi que de la durée et de l'intensité des sécheresses, devrait se traduire par un accroissement significatif de ce risque (voir le chapitre consacré aux risques naturels). Actuellement, seules 37 communes sont classées en risque feux de forêt, pour l'essentiel au sud de la Seine-et-Marne et de l'Essonne.

Les réseaux sont également très sensibles au grand froid, et en particulier à la neige collante. Mais si les projections climatiques indiquent une tendance générale vers des hivers plus doux en France, elles ne donnent aucune indication exploitable quant au risque de grand froid et de précipitations sous forme de neige dite « collante »[136]. Il est toutefois important dans le cadre de cette étude d'analyser la vulnérabilité des réseaux à cet aléa climatique, car, comme indiqué par la suite, de nombreux retours d'expérience montrent les impacts importants qu'il peut provoquer en termes de dégâts matériels et de délais de remise en service. Si les projections climatiques ne donnent aucun résultat pertinent sur l'évolution des épisodes de grand froid, les évènements passés peuvent apporter des indications précieuses sur les mesures à prendre sur ce point.

[136] La neige collante est une neige plus humide qui provoque l'infiltration d'humidité dans les installations électriques, pouvant ainsi provoquer des courts-circuits sur les réseaux.

5.2 LA VULNERABILITE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS AUX CANICULES

5.2.1 Eléments de cadrage

La thématique des transports vis-à-vis du changement climatique est principalement traitée sous l'angle de l'atténuation avec un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre via notamment le développement d'une offre alternative au transport en voiture individuelle.
La vulnérabilité des réseaux de transports urbains (tramway, métro, bus…) et interurbains (routes, autoroutes, voies ferrées) est difficile à évaluer car cette thématique ne fait pas l'objet d'une littérature déclinée au niveau local et régional.

Cependant, le CDC climat a réalisé en 2009 une étude[137] de niveau national sur la vulnérabilité des infrastructures de transports au changement climatique et les possibilités d'adaptation.
L'élévation des températures est le paramètre climatique qui devrait avoir le plus de répercussions sur les infrastructures de transport :

- **Sensibilité du réseau routier aux canicules** : les surfaces bitumées (transport routier, mais également aérien pour les pistes), sensibles aux fortes chaleurs, pourraient montrer une usure plus rapide : en effet, les fortes chaleurs, combinées à l'intensité des flux, provoquent une dégradation de l'asphalte, un phénomène de remontée du bitume à la surface de la chaussée (ressuage) et la formation d'ornières, remettant en jeu la fiabilité des infrastructures et la sécurité des usagers et accroissant la fréquence et les coûts des travaux d'entretien et de maintenance des routes.

- **Sensibilité du réseau ferroviaire aux canicules** : les impacts de la chaleur sont très spécifiques : il s'agit principalement d'une dilatation ou d'une déformation des rails qui provoque des mouvements de voies. Cela se traduit par une baisse des vitesses d'exploitation voire une interruption partielle ou totale du service, selon l'ampleur du phénomène. Selon des études récentes, le type de rails utilisé pour la construction des lignes à grande vitesse (LGV) est moins sujet à une déformation par la chaleur, mais leur robustesse aux températures extrêmes reste à évaluer plus précisément.

Retour d'expérience : Impacts de la canicule de 2003 sur l'exploitation du réseau ferré

La canicule de 2003 a provoqué plusieurs interruptions dans l'exploitation normale des services de la SNCF en raison de la dilatation et de la déformation des rails avec pour conséquences des retards fréquents et significatifs. Durant cette période, la régularité des trains s'est réduite à 77% (contre 85-87% pour la même période de 2001 et 2002). Au-delà des conséquences économiques, une telle situation a entraîné des pertes comprises entre 1 et 3 millions d'euros, découlant des remboursements en relation avec la garantie de ponctualité.

Source : Létard, 2004

La canicule 2003 a entraîné la déformation des rails au sud de Corbeil, rendant impossible la circulation des trains sur la ligne D du RER pendant 3 semaines.

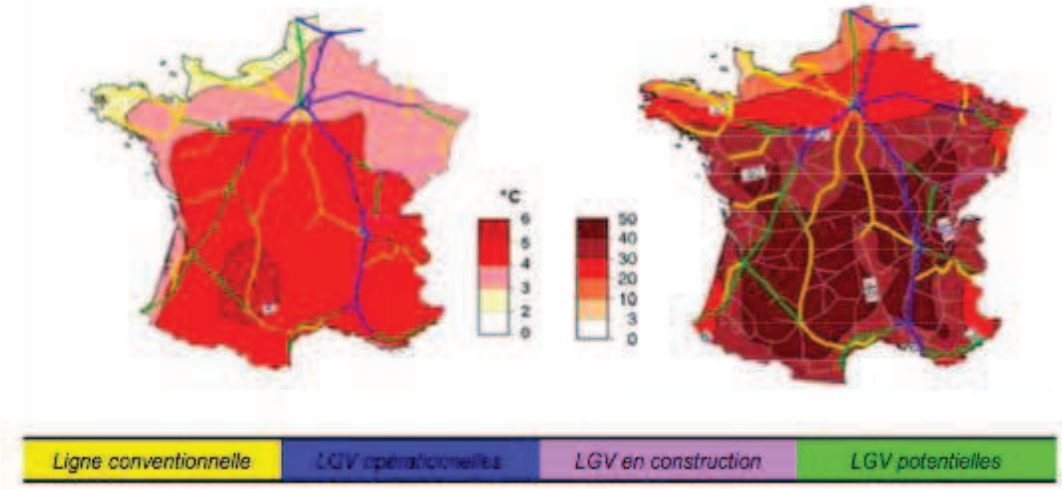
Source : SNCF, 2012[138]

5.2.2 Exposition des infrastructures de transport

Les cartes[139] ci-après représentent l'exposition future des réseaux routiers et ferroviaires au changement climatique. De ce point de vue, l'exposition globale des infrastructures de transport en Ile-de-France, bien que moindre par rapport à d'autres régions, augmentera.

[137] CDC Climat. Etude Climat numéro 18 : infrastructures de transport en France : vulnérabilité au changement climatique et possibilités d'adaptation. 2009.
[138] SNCF, présentation de M. Jourdan du 10 janvier 2012 sur la Vulnérabilité et l'adaptation du système ferroviaire aux phénomènes climatiques. www.gip-ecofor.org/doc/drupal/gicc/liens.../06_SNCF_Jourdan.pdf

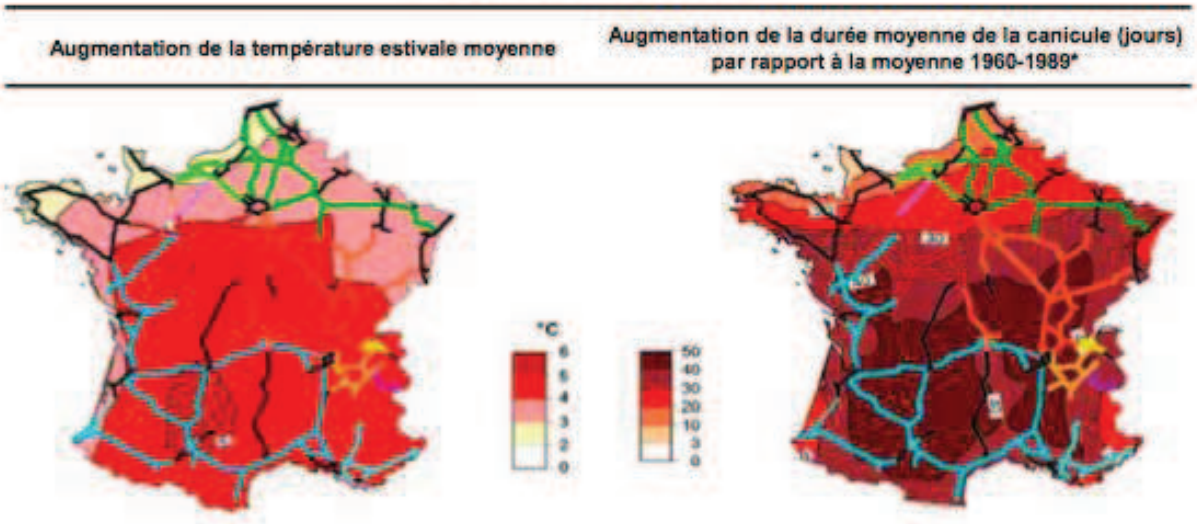
Figure 2 – Infrastructures ferroviaires actuelles et prévisions climatiques estivales pour la période 2070-2099 selon le scénario A2



** Évolution de la durée moyenne de la canicule (nombre de jours par période dans laquelle, dans un intervalle d'au moins six jours consécutifs, la température dépasse de plus de 5 °C la moyenne 1960-1989 sur une fenêtre de cinq jours centrée sur le même jour calendaire) entre les décennies de 2100 et la période 1960-1989.*

Source : Mission Climat de la Caisse des Dépôts d'après Climpact (2005) ; RFF (2009).

Figure 3 – Principales autoroutes actuelles et prévisions climatiques estivales pour la période 2070-2099 selon le scénario A2*



** Les différentes couleurs représentent les divers opérateurs concessionnaires exploitant les infrastructures, les tronçons noirs représentant les sections non concédées.*

*** Évolution de la durée moyenne de la canicule (nombre de jours par période dans laquelle, dans un intervalle d'au moins six jours consécutifs, la température dépasse de plus de 5 °C la moyenne 1960-1989 sur une fenêtre de cinq jours centrée sur le même jour calendaire) entre les décennies de 2100 et la période 1960-1989.*

Source : Mission Climat d'après Climpact (2005); MEEDDAT (2009).

[139] Etude Climat numéro 18 : infrastructures de transport en France : vulnérabilité au changement climatique et possibilités d'adaptation. 2009. CDC Climat.

5.2.3 Une vulnérabilité difficile à évaluer à l'échelle régionale

Même si la vulnérabilité actuelle des réseaux de transport est aujourd'hui limitée, leur exposition pourrait augmenter avec celle des températures moyennes et la multiplication des canicules. La mise en œuvre de mesures d'adaptation des infrastructures de transport est complexe en raison des incertitudes des impacts spécifiques sur les réseaux au niveau local qui pourront faire l'objet d'études spécifiques.
Toujours est-il que la durée de vie longue de ces infrastructures (de 20 ans pour les routes à 50 ans pour les voies ferrées) impose la prise en compte dès aujourd'hui du changement climatique, que ce soit pour l'élaboration des normes et critères de construction nouveaux ou pour les travaux de réhabilitation ou d'entretien.

Elaboration du Plan d'Adaptation au Changement Climatique pour la SNCF : « CLIMAT D-RAIL »

Lancée en octobre 2011, cette initiative comprend une première phase d'identification des impacts du changement climatique (inondations, canicules, neiges collantes, tempêtes), de leurs échéances et de la vulnérabilité des zones, puis une phase d'identification et d'évaluation des mesures d'adaptation prioritaires par une analyse multicritères (sociaux, économiques et environnementaux), pour mener en mars 2012 à la sélection des mesures d'adaptation à mettre en œuvre lors de la phase opérationnelle qui débutera ainsi lors du deuxième trimestre 2012 si le calendrier a bien été suivi. La phase de mise en œuvre comprend la mise en place et le financement des mesures ainsi que le suivi et l'évaluation de ces mesures sur le long-terme.

Ce plan d'adaptation de la SNCF s'intéresse non seulement aux conséquences immédiates des impacts du changement climatique en termes de risques naturels pour les infrastructures et l'offre du service (tenue des voies et caténaires, bulles de chaleur dans les gares…), mais également aux conséquences secondaires présentant des enjeux sur le long terme : effets du changement climatique sur la mobilité de loisirs vers les destinations touristiques, limitation des déplacements, arbitrages énergétiques en cas de pénurie hydrique grave affectant les capacités de production d'électricité. Ce plan s'intéresse également aux enjeux contradictoires entre adaptation et atténuation, notamment au regard des températures en augmentation qui peuvent dans l'avenir nécessité la climatisation des trains et des gares, mesure contraire aux objectifs de réduction de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre.

Source : SNCF, 2012[140]

5.3 POINTS DE VIGILANCE A EXPLORER

Si les sections souterraines des réseaux électriques présentent des avantages en termes de place, d'impacts paysagers, et de vulnérabilité face aux tempêtes, ces sections présentent une forte vulnérabilité à la chaleur dans les sols.

***Retour d'expérience :* la vulnérabilité des réseaux électriques souterrains aux canicules**

« A Paris, la chaleur des sols a entraîné une recrudescence d'incidents sur le réseau souterrain de distribution : au total, 237 000 clients en Ile-de-France ont été concernés par des coupures momentanées. Afin de réduire les désagréments au maximum, des groupes électrogènes ont été installés dans la capitale dans le cadre de la Force d'intervention rapide électricité (FIRE), créée par EDF en 2000 suite à la tempête de décembre 1999. » [141]

Source : Letard, 2004

[140] SNCF, présentation de M. Jourdan du 10 janvier 2012 sur la Vulnérabilité et l'adaptation du système ferroviaire aux phénomènes climatiques. www.gip-ecofor.org/doc/drupal/gicc/liens.../06_SNCF_Jourdan.pdf

[141] Source : « La France et les Français face à la canicule : les leçons d'une crise », Rapport d'information n° 195 (2003-2004) de Mme Valérie LÉTARD, MM. Hilaire FLANDRE et Serge LEPELTIER, Sénateurs, fait au nom de la mission commune d'information, déposé le 3 février 2004, http://www.senat.fr/rap/r03-195/r03-195.html

Comme indiqué dans les éléments de cadrage, les réseaux sont également très sensibles au grand froid. Si les projections climatiques restent très incertaines sur l'évolution des épisodes de grand froid, ce risque doit cependant être pris en compte pour assurer la robustesse des réseaux aux aléas climatiques.

Lutte contre les épisodes de fortes chaleurs (et vagues de froid) chez ERDF

- Remplacement des jonctions entre des câbles papier et des câbles synthétiques qui sont sensibles aux fortes chaleurs ; sol à température élevé (quelques jours d'inertie après une période de fortes chaleurs, la température du sol peut atteindre des températures > 50°C).
- ERDF remplace chaque année 500 boîtes jonctions des câbles papiers-câbles synthétiques, en prévention des épisodes de températures extrêmes (grand froid ou forte chaleur).
- Les boîtes jonctions peuvent être sensibles également aux épisodes de grand froid.
- Sensibilité des postes sous chaussées: protection des ventilations nécessaires au rafraichissement de la pièce où se situe le transformateur

Source : entretien ERDF réalisé par Explicit-Safège

Retour d'expérience : impacts du brusque refroidissement des rivières en décembre 2007 sur le réseau d'eau potable du SEDIF

En décembre 2007, un brusque refroidissement des rivières, et donc de l'eau s'écoulant dans les conduites, alors même que le sol restait à un niveau de température relativement doux, a fragilisé les canalisations. Pour certains matériaux, en particulier la fonte grise (posée dans les années 30), ce choc thermique fut la cause d'un nombre exceptionnel de casses sur le réseau public d'eau potable. Le SEDIF a dû assurer Jusqu'à une centaine d'interventions par jour entre le 17 et le 29 décembre 2007 pour réparer 347 ruptures de canalisations, 600 fuites sur conduites et branchements d'eau, soit un total de près d'un millier d'incidents (cinq fois plus que les chiffres habituels à cette époque de l'année). Les événements de décembre 2007 sont de nature décennale et sont donc susceptibles de se renouveler relativement souvent.

Source : SEDIF, 2008[142]

5.4 LA VULNERABILITE DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT AUX FORTES TEMPERATURES ET AUX SECHERESSES

Le réseau d'assainissement de la Région Ile-de-France est particulièrement vulnérable au risque de diminution du débit d'eau pour transporter les charges à traiter. Il est en effet bâti autour d'un très grand réseau d'égouts par gravitation qui a besoin de grandes quantités d'eau pour fonctionner. La baisse des volumes d'eaux pour transporter les déchets entraîne des risques de dépôt des matières en suspension, de dégradation du système de collecte et de détérioration de l'environnement plus importants : dépôts, pullulation de rats, risques sanitaires notamment pour le personnel (émanations de sulfure d'hydrogène et de méthane dans les réseaux impliquant des odeurs nauséabondes, accentuées par l'augmentation des températures, et un danger d'exploitation)[143].

Cette diminution de l'eau disponible dans les réseaux ne serait pas seulement due à un risque de diminution du débit de la Seine ou de la pluviométrie, mais également à une diminution de la consommation d'eau par les habitants. Selon le SIAAP, il y a une tendance à la baisse des consommations moyennes d'eau potable par habitant de 71 m^3/hab./an en 1999 à environ 61 m^3/hab./an en 2009. Avec le scénario tendanciel, il y aurait une stabilisation des volumes en 2030 pour une consommation unitaire de 56 m^3/hab./an.

[142] SEDIF, magazine *inf'eau* n°68, mars 2008.
http://www.sedif.com/imageProvider.aspx?private_resource=1351&fn=infeau_68.pdf

[143] Entretien réalisé par le bureau d'études EXPLICIT/SAFEGE auprès du SIAAP dans le cadre de l'étude de vulnérabilité de la Ville de Paris au changement climatique et à la raréfaction des ressources fossiles.

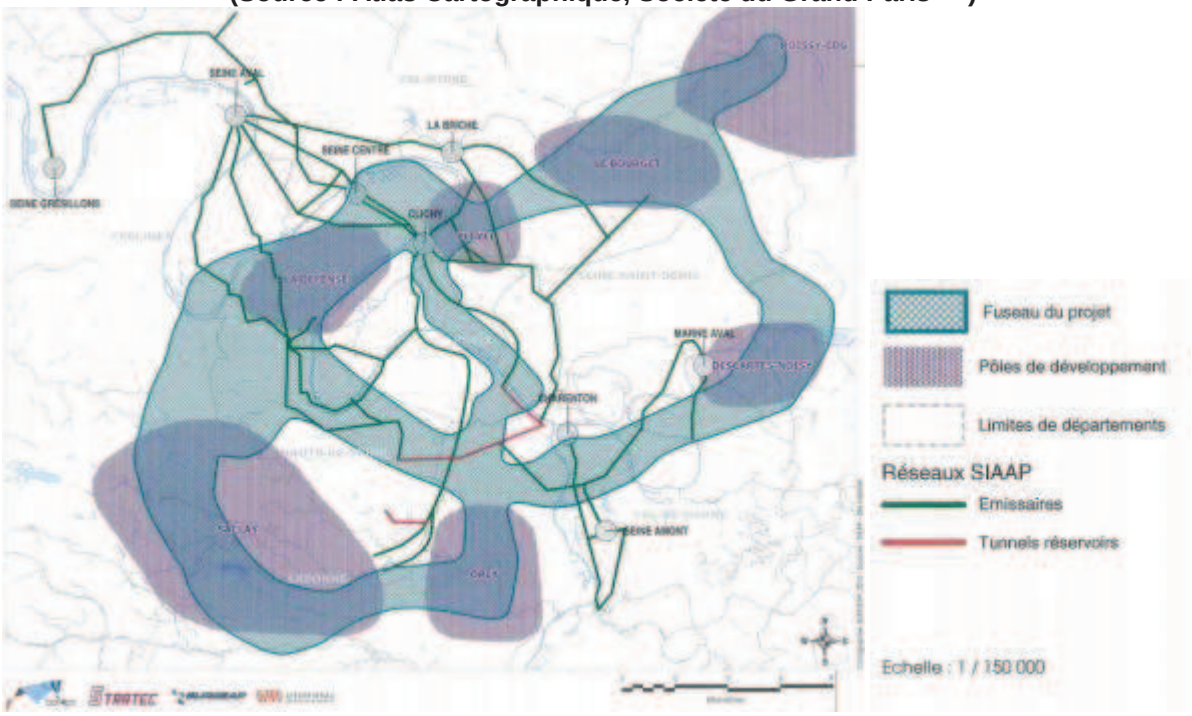
À ce problème s'ajoute celui de la pression démographique en augmentation accompagnée d'une urbanisation croissante et donc d'une imperméabilisation croissante des sols, avec notamment le projet du Grand Paris, impliquant des charges polluantes de plus en plus importantes à traiter. Les capacités d'épuration vont être très sollicitées au-delà de leur charge nominale d'après les estimations du SIAAP : le développement du Grand Paris, par seul effet structurel, aura pour conséquence d'augmenter les charges à traiter. Cependant, ce facteur de vulnérabilité est difficile à évaluer, car la capacité réelle des usines n'est pas bien connue. Les performances de l'usine Seine Centre par exemple, fonctionnant à 140% de sa charge, sont tout à fait acceptables mais les limites sont atteintes au niveau du traitement des boues. Ce dernier point constitue en effet un facteur limitant dans le traitement des eaux usées.

Les futurs pôles de développement du Grand Paris nécessitent une anticipation de la part du SIAAP de ses réseaux d'assainissement et des capacités de ses centres de traitement. Le SIAAP possède 5 usines de dépollution des eaux usées en fonctionnement, un sixième site devant être fonctionnel en 2012 à Seine Morée en Seine-Saint-Denis (Carte 10).

Cette nouvelle usine localisée au Mesnil-Blanc est envisagée pour traiter les eaux usées des pôles de développement du Grand Paris du Bourget et de Roissy Charles-De-Gaulle (Carte 11). Néanmoins, le SIAAP devra nécessairement agrandir son réseau dans le cadre du Grand Paris, plusieurs pôles du Grand Paris n'étant pas pour l'instant traversés par les réseaux du SIAAP, comme par exemple Saclay ou Roissy Charles-De-Gaulle. Comme ce fut le cas pour le réseau électrique, un séminaire sur le développement du réseau d'assainissement dans le cadre du Grand Paris est prévu en 2012.

Carte 11 – Réseau d'assainissement du SIAAP (Source : SIAAP)

Carte 12 – Réseau d'assainissement du SIAAP et pôles de développement du Grand Paris (Source : Atlas Cartographique, Société du Grand Paris[144])



Par ailleurs, dans le contexte du changement climatique, il pourrait y avoir un durcissement des normes de rejet en sortie de station d'épuration en cas de baisse des capacités de dilution de la Seine. Le SIAAP a modélisé deux cas de figures pour tester les capacités de traitement de 2009 face au risque de diminution du débit de la Seine :

- Baisse de débit de 15% avec conservation des concentrations de la Seine et de la Marne en entrée du modèle et les conditions de rejet actuelles ;
- Baisse de débit de 30% en tenant compte de la conséquence de cette baisse en termes de concentration en amont de la Seine, de la Marne et de l'Oise.

Dans les deux cas, on ne respecte pas le bon état au niveau des rejets. De plus, l'hydrosystème aura des difficultés à recevoir les charges polluantes du Grand Paris. Des questions se posent donc sur les technologies d'assainissement au regard des impacts potentiels du changement climatique sur le débit des cours d'eau.

[144] http://www.debatpublic-reseau-grandparis.org/site/DEBATPUBLIC_GRANDPARIS_ORG/_SCRIPT/NTSP_DOCUMENT_FILE_DOWNLOADD329.PDF?document_id=61&document_file_id=63

6 LA VULNERABILITE DES RESEAUX AUX TEMPETES

Ce qu'il faut retenir…

Les projections climatiques restent incertaines concernant l'évolution du risque de tempête. Cependant, les réseaux franciliens, et en particulier les lignes aériennes des réseaux électriques et de communication, l'alimentation électrique des lignes ferroviaires ainsi que l'accessibilité des voies de transports ferroviaires et routières, sont très sensibles aux tempêtes, et en particulier aux chutes d'arbres, de pylônes et de poteaux. Il s'agit donc d'un risque naturel important à prendre en compte.

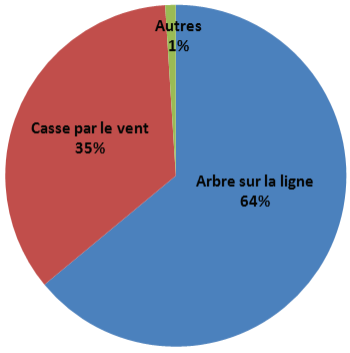
La **vulnérabilité des réseaux franciliens aux tempêtes est fortement liée à celle du réseau électrique**, du fait de leur dépendance à l'alimentation électrique. Or, en réponse aux dégâts causés par les tempêtes de 1999 et plus récemment par la tempête Xynthia, **ERDF a engagé de nombreux efforts pour améliorer la robustesse des réseaux de distribution de l'électricité aux tempêtes.** A ce titre, la vulnérabilité des réseaux de distribution électrique aux tempêtes est en cours de réduction.

6.1 EXPOSITION ET SENSIBILITE ACTUELLES

L'alimentation électrique en Ile-de-France présente une structure unique, comme présenté dans la partie consacrée au risque inondation. La région est effectivement ceinturée par une première boucle aérienne très haute tension à 400 000 Volts. Cette première boucle située en périphérie de la région est complétée par une seconde boucle intérieure à 225 000 volts. Des câbles souterrains, les « radiales », acheminent l'électricité jusqu'au centre de Paris (voir figure 1 sur la structure du réseau électrique).

Les « radiales » pour l'alimentation parisienne sont enterrées et ne présentent pas de vulnérabilité particulière aux vents forts. Cependant, elles peuvent être affectées par des inondations par ruissellement pouvant accompagner les tempêtes. Les boucles aériennes sont, par contre, fortement sensibles aux vents forts. La principale cause de coupure de réseau en cas de tempête est liée aux chutes d'arbres sur les lignes aériennes, comme l'indique le graphique ci-dessous relatif à la tempête Klaus de janvier 2009. De même, lors de la tempête de 1999, 90% des dégâts intervenus sur le réseau étaient causés par des chutes d'arbres[145]. Il est néanmoins nécessaire de préciser que si les tempêtes sont responsables de la dégradation des réseaux électriques, l'état des infrastructures ainsi que les investissements consacrés à leur renouvellement sont également des facteurs importants de vulnérabilité / de capacité d'adaptation.

Figure 47 – Origine des incidents sur le réseau Haute tension lors de la tempête Klaus (Source : ERDF)



[145] Bellec, Sauvalle, Boye, Rochas, 2010. ***Rapport relatif à la limitation de l'impact des événements climatiques majeurs sur le fonctionnement des réseaux de distribution d'électricité***. CGIET, CGEDD. La Documentation Française.

Retour d'expérience : Impacts des tempêtes de 1999 et de la tempête Klaus de 2009 sur le réseau ERDF

« Les tempêtes de 1999 ont entraîné la coupure de 4 millions de clients, pour une électricité non distribuée de 415 GWh. Les coûts de réparation et de reconstruction du réseau de distribution ont été évalués à 1 milliards d'euros.
En 2008-2009, les coupures d'électricité ont concerné 1.7 millions de clients pour la tempête Klaus (24 janvier 2009) dans le Sud-Ouest de la France, 109 000 clients pour l'épisode de neige collante du 14 décembre 2008 dans le Massif Central, et 924 000 clients pour la tempête Quentin le 10 février 2009. ERDF évalue à 300 M€ le coût de reconstruction du réseau à la suite de la tempête Klaus, dont 150 M€ déjà engagés.
S'agissant de la tempête Xynthia du 28 février 2010, un total de 1.3 millions de clients a subi des coupures d'électricité. 34 départements ont eu plus de 10 000 clients privés d'électricité. En Charente Maritime, 37 % des clients LRDF ont subi des coupures. L'énergie non distribuée lors de la tempête Xynthia est estimée à 17 GWh par ERDF. Les pertes de recette pour les producteurs et distributeurs d'électricité liées à l'interruption de l'alimentation causée par les tempêtes de 2008-2009 sont donc de l'ordre de 7 M€ et peuvent en conséquence être considérées comme extrêmement modestes au regard des dommages matériels causés au réseau ».

Source : Conseil Général de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies, Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, Rapport relatif à la limitation de l'impact des évènements climatiques majeurs sur le fonctionnement des réseaux de distribution de l'électricité, juin 2010, pp. 28-29.

6.2 EXPOSITION ET SENSIBILITE FUTURES : UNE EVOLUTION INCONNUE DU RISQUE DE TEMPETE, MAIS UNE EXTREME SENSIBILITE DES RESEAUX AUX VENTS FORTS

L'évolution du régime des évènements extrêmes de type tempêtes ou neiges collantes, en relation avec le changement climatique, reste très incertaine et fait toujours l'objet de travaux de modélisation : il n'est pas possible à ce jour d'évaluer l'exposition future des réseaux à ces risques. Pour ce qui concerne la sensibilité future, les programmes de sécurisation à horizon 2020 en cours devraient permettre de réduire la sensibilité aux tempêtes.

Zoom sur quelques initiatives…

Sécurisation du réseau RTE face au risque de tempête
A la suite des tempêtes de 1999, RTE a lancé en 2002 un programme de sécurisation du réseau face aux aléas climatiques pour renforcer les infrastructures afin de pouvoir établir l'alimentation électrique du réseau sous 5 jours maximum en cas d'évènement climatique exceptionnel. Ce programme, qui s'achèvera en 2017, prévoit le déploiement de pylônes anti-cascades, le renforcement des fondations de certains pylônes et la réalisation de l'élargissement des zones d'entretien de la végétation présente sous et aux abords des lignes. En 2010, en Ile-de-France, RTE a installé 34 pylônes anti-cascades et tous les pylônes prévus seront installés à la fin de l'année 2012 dans la région. RTE a également sécurisé 270 km de lignes en 2010 et prévoit d'en sécuriser environ 920 km en 2011.

Ces travaux ont montré leur efficacité lors de la tempête Xynthia qui a frappé la France le 28 février 2010. En effet, le réseau de haute et très haute tension a très bien résisté, aucune coupure de courant n'a été constatée.

Source : RTE, Bilan électrique 2010 et actualité en IDF, mars 2010.

La Force d'Intervention Rapide Electricité (FIRE), organisation mise en place à la suite des tempêtes de 1999

FIRE permet de mobiliser rapidement les moyens nationaux d'EDF et de ses prestataires (ressources humaines, stocks de matériels, parcs électrogènes) pour intervenir rapidement sur les zones sinistrées. Elle a été mobilisée lors des tempêtes de 2008-2010. Elle a permis d'accélérer les cadences de rétablissement de l'alimentation électrique. Cependant, cette comparaison entre les tempêtes de 1999 et les tempêtes 2008-2010 est limitée par le fait que les tempêtes de 1999 étaient nettement plus intenses.

Le Plan Aléa Climatique (PAC) d'ERDF limité

Comme demandé dans le Contrat de Service Public, ERDF a finalisé le 1er juin 2006 un plan de traitement des zones de fragilité appelé «Plan Aléa Climatique» (PAC) effectuant une analyse de l'ensemble du réseau au regard des risques climatiques (tempête, inondation, neige collante et canicule) et définissant une hiérarchisation des réseaux à risque. Ce plan prévoit l'enfouissement de 33 000 km de lignes en 10 ans. Or, les chiffres disponibles concernant les travaux d'enfouissement d'ERDF montrent des résultats insuffisants au regard des objectifs, ainsi qu'une tendance à la diminution, ce qui laisse penser que le PAC n'a pas entraîné de réelle modification des pratiques d'ERDF.

Source : Conseil Général de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies, Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable, Rapport relatif à la limitation de l'impact des évènements climatiques majeurs sur le fonctionnement des réseaux de distribution de l'électricité, juin 2010.

7 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE

Impact	*Territoires les plus concernés*	*Exposition actuelle et future*	*Sensibilité des enjeux*	*Capacité d'adaptation*	*Evaluation de la vulnérabilité*	*Perception de la gravité de l'impact ? (+, ++, +++)*	*Niveau de priorité de l'impact dans le cadre de l'adaptation au changement climatique (1, 2, 3)*
AUGMENTATION DE LA DEMANDE ENERGETIQUE ESTIVALE (ET HIVERNALE ?)	Toute la région	Exposition actuelle : faible pour la chaleur et forte pour le froid Probabilité d'occurrence : moyenne à élevée Exposition future : en augmentation pour la chaleur et moyenne pour le froid	Elevée : forte dépendance énergétique de la région Ile-de- France (climatisation, mobilité, Data centers, etc.) + Diminution possible de l'offre électrique estivale (cf. refroidissement/maintenance des centrales Donc précarité énergétique	-Gouvernance et interactions entre les différents réseaux ; -Politiques de maîtrise de la demande énergétique (économie d'énergie, etc.) ; -Aménagement urbain visant à réduire les EICU (limite la consommation d'énergie pour la climatisation) ; -Robustesse du réseau électrique. -Développement d'un mix énergétique limitant le recours à l'électricité centralisée (EnR locales et autres réseaux)	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée	**++(+)**	**1**

Difficultés sur le système de production et les réseaux AEP (raréfaction et qualité des eaux)	Toute la région Dans une moindre mesure sur les axes régulés (Seine + Marne)	Exposition actuelle : faible Probabilité d'occurrence : faible à moyenne Exposition future : incertaine	Moyenne : gestion centralisée de la production et des réseaux AEP et autres, avec de lourds investissements pour préserver le bon fonctionnement du système de production et des réseaux	-Robustesse du système de production AEP ; -Sécurisation de l'alimentation électrique du réseau AEP (groupes électrogènes) Implication des opérateurs (lourds investissements) + impératif réglementaire	Vulnérabilité actuelle : moyenne (effet exponentiel) Vulnérabilité future : moyenne	**+**	**2**
SITUATION DE CRISE SUR LES RESEAUX DANS LE CADRE D'UNE INONDATION MAJEURE, AVEC EFFETS DOMINO SUR TOUS LES RESEAUX	Toute la région	Exposition actuelle : moyenne à élevée Probabilité d'occurrence : certaine Exposition future : certaine	Elevée dès l'atteinte de 60% du débit de la Seine en 1910. Sensibilité liée en grande partie à l'interdépendance des réseaux.	-Plans de gestion de crise -Réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité des infrastructures ; -Mise en œuvre d'un programme de lutte contre le risque débuté en 2003. Bonne prise de conscience des opérateurs	Vulnérabilité actuelle : élevée Vulnérabilité future : élevée	**+++**	**1**

DEGRADATION DES RESEAUX LIEE AUX FORTES CHALEURS ET CANICULES (NOTAMMENT POUR LES TRANSPORTS)	Toute la région	Exposition actuelle : faible Probabilité d'occurrence : moyenne à élevée Exposition future : en augmentation	Moyenne à élevée : les réseaux ont une durée de vie longue et n'ont pas été conçus pour faire face à des vagues de chaleur prolongées et répétées. Inadaptation par rapport aux contraintes futures	-Prise en compte du risque dans la conception et la maintenance des réseaux.	Vulnérabilité actuelle : faible Vulnérabilité future : moyenne à élevée	+++	1
DEGRADATION DES RESEAUX LIEE AUX TEMPETES + NEIGE + REMONTEE DE NAPPE EN CAS DE CRUE DE LA SEINE LONGUE	Toute la région	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : certaine Exposition future : en augmentation	Elevée pour les réseaux aériens (électricité, télécommunications, etc.) et les réseaux de transports.	-Travaux d'amélioration de la robustesse des réseaux électriques en cours (RTE/ERDF + opérateurs de réseaux) Interaction entre les réseaux (gouvernance de système à prendre en compte)	Vulnérabilité actuelle : élevée Vulnérabilité future : élevée	++	1
BAISSE DU CONFORT THERMIQUE DANS LES TRANSPORTS	Toute la région	Exposition actuelle : faible à moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée				++	1

SECTION 6 BATI ET TISSU URBAIN

Table des matières

1 LA VULNERABILITE DU BATI ET DU TISSU URBAIN AUX CANICULES 160
1.1 ELEMENTS DE CADRAGE : DE LA QUALITE THERMIQUE DU BATI AUX EICU 160
1.2 LA VULNERABILITE DU BATI AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ILE-DE-FRANCE 160
1.2.1 LA QUALITE THERMIQUE ACTUELLE DES BATIMENTS EN ILE-DE-FRANCE 161
1.2.2 L'EXPOSITION FUTURE DE L'ILE-DE-FRANCE AUX EPISODES DE CANICULES 163
1.2.3 UNE FORTE VULNERABILITE DU BATI AUX CANICULES EN ILE-DE-FRANCE 163
1.3 VERS UNE AUGMENTATION DE LA VULNERABILITE A L'EFFET ILOT DE CHALEUR URBAIN (EICU) ? 165
1.3.1 LA VULNERABILITE ACTUELLE A L'EICU 165
1.3.2 LA VULNERABILITE A L'EICU DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 167
2 L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA VULNERABILITE DU BATI AU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES.....169
3 L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA VULNERABILITE DU BATI AUX INONDATIONS 171
4 QUEL IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA COUVERTURE ASSURANTIELLE DES BATIMENTS ? 173
5 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE 176

1 LA VULNERABILITE DU BATI ET DU TISSU URBAIN AUX CANICULES

1.1 ELEMENTS DE CADRAGE : DE LA QUALITE THERMIQUE DU BATI AUX EICU

Directement soumis aux aléas climatiques, le cadre bâti a pour fonction d'assurer la protection des personnes et de leurs biens. Dans le contexte du changement climatique, les normes et pratiques de construction et de rénovation devront évoluer, afin d'assurer le confort thermique des populations face à l'augmentation des températures moyennes et des épisodes de canicule[146].
La multiplication des équipements en climatiseurs, en particulier suite à la canicule de 2003, ne saurait en effet constituer une solution de long terme face aux impacts du changement climatique. Elle est en effet incompatible avec les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. D'autre part, la capacité de production d'énergie en été aurait bien des difficultés à faire face à une telle hausse de la consommation[147].

Au-delà de la qualité thermique du bâtiment lui-même, son environnement (urbain ou rural) détermine également son exposition aux fortes chaleurs. En milieu urbain, la minéralisation de l'espace, le fonctionnement des appareils ménagers et de production de froid (climatiseurs) et l'activité économique en général (industrie, transport, etc.), favorisent ainsi l'accumulation de la chaleur diurne et sa restitution nocturne, conduisant à une réduction notable de l'amplitude thermique journalière. On parle de l'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU).
Les bâtiments situés en milieu urbain dense – quelle que soit leur qualité thermique propre – sont donc davantage exposés aux épisodes de canicules que les bâtiments en milieu rural.

L'objectif de ce chapitre est d'évaluer la vulnérabilité du bâti et du tissu urbain au changement climatique en Ile-de-France. Cette analyse s'appuiera donc sur deux éléments :

- La vulnérabilité liée à la qualité thermique des bâtiments ;
- La vulnérabilité liée à l'aménagement du territoire, notamment en milieu urbain dense (EICU).

1.2 LA VULNERABILITE DU BATI AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ILE-DE-FRANCE

Ce qu'il faut retenir…

L'exposition du bâti aux fortes chaleurs pourrait augmenter avec le changement climatique, en raison de l'augmentation des températures moyennes estivales, ainsi que de la fréquence et de l'intensité des épisodes de canicule.
En l'absence de mesures d'adaptation, la **vulnérabilité du bâti – aujourd'hui moyenne – pourrait augmenter en Ile-de-France et devenir élevée,** avec des conséquences sur la **qualité de vie** (baisse du confort thermique) susceptibles d'aller jusqu'à remettre en cause la **sécurité sanitaire** des populations les plus fragiles. **La longue durée de vie des bâtiments** demande une **prise en compte** de cette augmentation des températures dans les opérations de construction ou de rénovation thermique. Il s'agit notamment de développer une nouvelle approche de la construction fondée sur la notion de « bioclimatisme ».

[146] La remise en cause du confort thermique peut aller jusqu'au risque sanitaire pour les populations fragiles (voir le chapitre consacré aux impacts sanitaires du changement climatique – la canicule d'août 2003 s'est traduite par une surmortalité observée en particulier chez les personnes âgées).
[147] Voir la partie consacrée à l'énergie, dans le chapitre « réseaux ».

1.2.1 La qualité thermique actuelle des bâtiments en Ile-de-France

Ce paragraphe vise à caractériser la vulnérabilité actuelle des bâtiments en Ile-de-France, au regard de leur qualité thermique, donc de leur capacité à faire face aux extrêmes de température.

1.2.1.1 ELEMENTS DE CADRAGE SUR LA RESISTANCE DU BATI A LA CHALEUR

Ces dernières années, la résistance aux températures élevées de différents types de bâtiments a été étudiée. Cette analyse a notamment permis de démontrer l'effet bénéfique des modes d'habitat traditionnels dans la lutte contre les risques associés aux canicules. En France, les bâtiments construits entre 1950 et 1975 – date de la première Réglementation Thermique (RT) – sont considérés comme les plus sensibles au froid et à la chaleur.

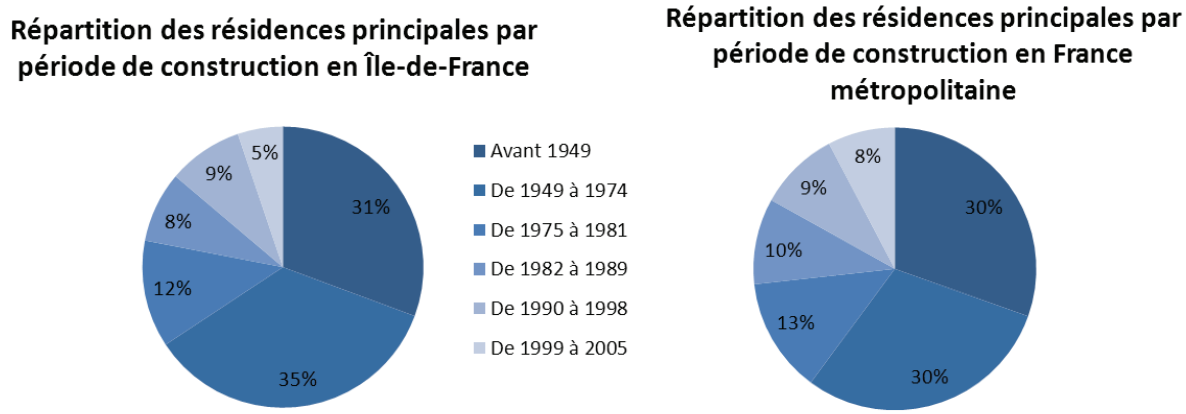
Le retour d'expérience de la canicule de 2003 fournit des informations intéressantes quant à la résistance des différents types de bâtiments aux extrêmes de températures. Ainsi, on a constaté que :

- Les maisons anciennes, construites avec des murs épais, ont davantage résisté aux fortes chaleurs ;
- Les effets de la canicule ont été moindres dans le Sud de la France, grâce aux équipements spécifiques des habitations (tels que les volets à jalousie) ;
- Les bâtiments (résidentiels et tertiaires) caractérisés par d'importantes surfaces vitrées exposées ont connu des températures particulièrement élevées[148] ;
- La surmortalité a été plus élevée dans les étages supérieurs des immeubles, en raison principalement de la mauvaise isolation des toitures, qui favorise la pénétration des apports caloriques du rayonnement solaire direct[149].

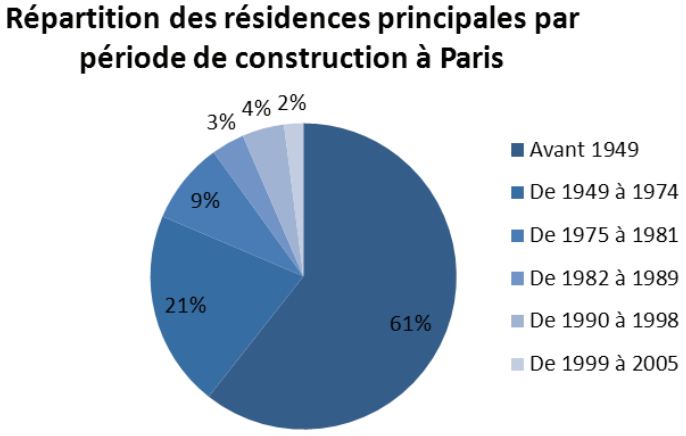
1.2.1.2 QUALITE DU BATI EN ILE-DE-FRANCE VIS-A-VIS DE LA CHALEUR

Le diagramme ci-après dresse un bilan du bâti résidentiel en Ile-de-France et à Paris en fonction des périodes de construction des bâtiments. Ce bilan nous renseigne sur la forte sensibilité globale aux extrêmes de température.

Figure 48 - Ancienneté des résidences principales construites avant 2006 dans Paris, dans la région Ile-de-France et à l'échelle nationale (Source : Artelia, d'après les données INSEE, RP2008 exploitation principale)



[148] ONERC, *Villes et adaptation au changement climatique*, 2010.
[149] AFSSET, *Impacts sanitaires des installations en climatisation – Contribution au Plan Canicule*, 2004.



Le bâti ancien (construit avant 1949) dispose souvent d'une qualité thermique plus élevée que les standards actuels de construction, en particulier en matière de confort d'été. En Ile-de-France, la répartition des logements par période de construction est sensiblement la même qu'à l'échelle nationale, avec un pourcentage cependant plus élevé de bâtiments construits avant 1974 (avant la RT 1975) en Ile de France (66% contre 60% à l'échelle nationale). Au regard de ce critère d'analyse, on peut donc dire que la qualité thermique globale du bâti résidentiel est médiocre en Ile-de-France, dans des proportions plus élevées qu'à l'échelle nationale, compte tenu notamment de la part du parc résidentiel francilien à l'échelle nationale.

La plupart des logements à Paris ont été construits dans la seconde moitié du XIXème siècle et présentent une meilleure qualité thermique que les bâtiments construits à posteriori (en particulier pour ceux construits entre 1949 et 1974). Ce premier constat doit cependant être nuancé. En l'absence de travaux de rénovation thermique, les appartements situés sous les combles des immeubles haussmanniens présentent par exemple une forte vulnérabilité aux extrêmes climatiques.

À l'échelle de l'Ile-de-France, on notera également une vulnérabilité plus importante des logements individuels par rapport aux logements collectifs. Le nombre de surfaces en contact direct avec l'extérieur y est par exemple plus important, de même que les ouvertures.

Une « culture de la chaleur » peu développée malgré l'expérience de la canicule de 2003

Au-delà de cette analyse statistique, la forte vulnérabilité du bâti aux épisodes caniculaires s'explique pour la région Ile-de-France par une faible exposition passée à ce type d'évènements, comparativement à d'autres régions françaises, comme celles du Grand Sud-est.
La « culture de la chaleur » reste peu développée. Côté offre, la formation des professionnels du bâtiment à la qualité thermique estivale du bâti est encore peu développée, à l'instar de leur sensibilisation aux impacts et à l'adaptation au changement climatique. De même, la demande sur ce point est encore relativement faible.
Suite à la canicule de 2003, un Plan Canicule a été mis en place en 2004 et s'est révélé efficace lors des étés 2005 et 2006 sur le plan sanitaire. Cependant, ce plan porte essentiellement sur la dimension comportementale (bien s'hydrater, se protéger du soleil, rester dans des pièces fraîches, veiller sur les personnes fragiles, etc.). Il ne comporte pas de mesure concernant l'urbanisme ou les méthodes de construction. D'un point de vue technique sur le rafraîchissement, le recours spontané à la climatisation en période de forte chaleur reste de l'ordre comportemental.

Source : Entretien réalisé auprès de M. Salagnac, du CSTB, 2012.

1.2.2 L'exposition future de l'Ile-de-France aux épisodes de canicules

En ce qui concerne l'Ile-de-France, le scénario A2 (scénario dit « pessimiste ») envisage une hausse importante des températures moyennes d'ici la fin du siècle, avec des étés très chauds (allant jusqu'à + 5,7°C), accompagnée d'une baisse des précipitations en période estivale. Le scénario A1B (médian) se traduit quant à lui à la fin du siècle par une hausse des températures moyennes pouvant atteindre +4,7°C en été et une baisse importante des précipitations (-30,4mm en juin). Même dans le cas du scénario B1, le plus optimiste, la hausse des températures moyennes en été pourrait atteindre près de 3°C d'ici la fin du siècle[150].

Le nombre annuel de jours chauds (température maximale supérieure à 25°C) pourrait également augmenter. Il est aujourd'hui compris entre 30 et 50 jours par an en Ile-de-France (il peut se rapprocher des 60 jours pour Paris et la vallée de la Seine). Ce nombre augmentera dans tous les cas par rapport à la situation actuelle : entre 50 et 60 jours par an à horizon 2030, entre 50 et 70 jours à horizon 2050 et entre 50 et plus de 100 jours à horizon 2080, selon les projections de Météo-France[151] Cette augmentation des jours chauds devrait se traduire mécaniquement par une augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de canicules, en particulier à partir de l'horizon 2050.

1.2.3 Une forte vulnérabilité du bâti aux canicules en Ile-de-France

Au regard des projections climatiques existantes et en l'absence de mesures d'adaptation, la vulnérabilité du bâti francilien aux canicules, aujourd'hui moyenne, augmenterait avec de probables conséquences sur la qualité de vie (inconfort thermique) et la sécurité sanitaire des populations[152].

L'un des enjeux principaux consiste à améliorer la performance énergétique du bâti, en vue notamment d'améliorer le confort d'été. En effet, si la notion de performance énergétique s'impose progressivement dans les normes de construction et de rénovation (formalisation de critères de performance dans le cadre de la réglementation thermique notamment), la notion de confort d'été en relation avec le changement climatique est en pratique peu prise en compte, y compris sur les constructions nouvelles dites « exemplaires », ainsi que le démontre l'étude menée par l'ADEME Languedoc-Roussillon (voir encadré ci-après). La réglementation thermique de 2012 devrait cependant permettre une meilleure prise en compte de cette question avec : ***« l'introduction d'une exigence d'efficacité énergétique minimale du bâti pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage artificiel. Cette exigence prendra en compte l'isolation thermique et permettra de promouvoir la conception bioclimatique d'un bâtiment. »***[153]

[150] Région Ile-de-France, *Plan Régional pour le Climat, Livre Vert : Etat des lieux des enjeux climatiques*, 2010.
[151] Cf Livre Vert du PRC
[152] Voir le chapitre consacré à la santé.
[153] http://www.plan-batiment.legrenelle-environnement.fr/index.php/actualites-du-plan/grands-dossiers/121-comprendre-la-reglementation-thermique-2012#principes

Des bâtiments BBC mis en défaut vis-à-vis du confort estival

En 2009, la direction régionale Languedoc-Roussillon de l'ADEME a commandé une étude visant à évaluer le comportement thermique de 10 bâtiments actuellement retenus (de nature et de localisation différentes) dans le cadre des appels à projets « Bâtiments Basse Consommation d'énergie - BBC », dans les conditions climatiques attendues pour 2030 et 2050 afin d'interroger la pertinence des choix techniques basés initialement sur la performance des bâtiments du point de vue des consommations énergétiques, en particulier hivernales, pour affronter les défis climatiques à venir.

Les résultats sont les suivants :

En situation climatique moyenne actuelle, neuf projets sur les dix étudiés présentent un très bon niveau de confort estival. Une bonne isolation, caractéristique des bâtiments BBC, n'est donc pas incompatible avec un niveau acceptable de confort d'été. Pour cela il faut impérativement l'associer à de bonnes protections solaires et des modalités de décharge thermique nocturne.

Dès 2030 cependant, il n'y en a plus que cinq qui auraient un inconfort acceptable. Deux présenteraient un inconfort modéré (entre 50 et 100 heures avec des températures intérieures supérieures à 28 °C) et trois un inconfort significatif (>100 heures). En 2050, seuls deux projets garantiraient une durée d'inconfort inférieure à 100 heures.

Avec ce type d'approche comparative, on constate que les performances de certains types de bâtiment se dégradent plus ou moins fortement en réponse à une accentuation des contraintes climatiques. Ainsi, les bâtiments présentant des configurations techniques moins adaptées atteignent rapidement leur limite et l'épisode caniculaire de 2003 aurait été notablement ressenti dans tous les bâtiments résidentiels, avec des durées d'inconfort importantes, proches de celles estimées pour 2050. Seules les deux rénovations arrivent à les contenir dans des limites inférieures à 200 heures.

Des améliorations constructives du bâti permettent de limiter la durée de ces périodes d'inconfort, toujours dans la mesure où sont respectés tous les principes de base de la construction basse consommation (orientation favorable du bâtiment, protection solaire, ventilation nocturne, apports internes maîtrisés, ...). Elles concernent en particulier :

- le renforcement de l'inertie de la toiture, des parois extérieures et des cloisons intérieures,
- le renforcement de l'isolation, en privilégiant l'isolation par l'extérieur,
- une construction sur terre-plein plutôt que sur vide sanitaire,
- l'utilisation d'équipements performants gérés de façon optimale.

Source : ADEME Languedoc-Roussillon, 2010. Evaluation du comportement des bâtiments BBC dans les conditions climatiques prévues à l'échéance 2030 et 2050 en Languedoc-Roussillon.

En Ile-de-France, certains projets urbains exemplaires intègrent une conception bioclimatique des bâtiments. C'est le cas de quelques éco-quartiers en cours de construction. Ainsi, le règlement de la ZAC des Docks de Ris-Orangis dans l'Essonne intègre une architecture bioclimatique des bâtiments, en travaillant notamment sur l'isolation, la forme et l'orientation des bâtiments.

Cette conception bioclimatique du bâtiment, relativement nouvelle en France, s'inscrit donc le plus souvent dans le cadre d'opérations de renouvellement ou d'extension urbaine. Elle dépasse donc le cadre de la qualité thermique du bâtiment lui-même pour s'intéresser à son environnement urbain, en vue notamment de réduire l'exposition aux EICU. C'est tout l'objet des paragraphes qui suivent.

1.3 VERS UNE AUGMENTATION DE LA VULNERABILITE A L'EFFET ILOT DE CHALEUR URBAIN (EICU) ?

Ce qu'il faut retenir

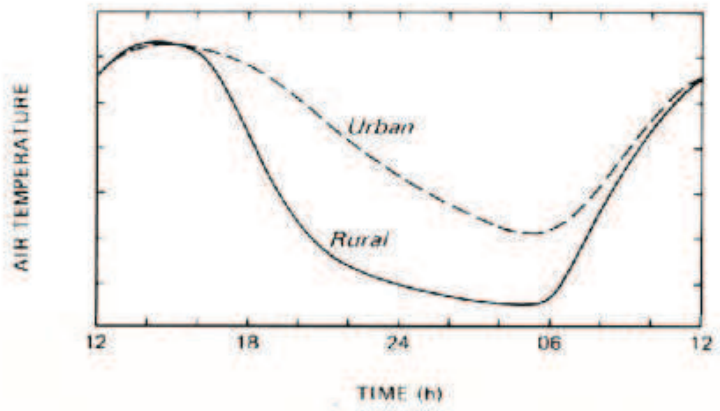
L'Ile-de-France présente déjà une vulnérabilité moyenne à l'**EICU**, en raison de l'importance et de la densité de l'agglomération parisienne. Dans le contexte du changement climatique et en l'absence de mesures d'adaptation visant à réduire les îlots de chaleur urbains, cette **vulnérabilité pourrait augmenter et devenir élevée** avec des conséquences importantes sur le plan de qualité de vie et sur celui des risques sanitaires.
L'évolution du confort thermique dans l'agglomération parisienne dépendra de la capacité à apporter **des réponses en matière d'aménagement et d'urbanisme** prenant en compte le changement climatique, tout en recherchant l'équilibre entre réduction des îlots de chaleur urbains, densification et approche environnementale de l'urbanisme.

1.3.1 La vulnérabilité actuelle à l'EICU[154]

En milieu urbain, la densité du bâti, la minéralisation de l'espace, le fonctionnement des appareils ménagers et de production de froid (climatiseurs) et l'activité économique en général (industrie, transport, etc.), favorisent l'accumulation de la chaleur diurne et sa restitution nocturne, conduisant à une réduction notable de l'amplitude thermique journalière. On parle de l'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU).

La faiblesse des espaces végétalisés en ville limite fortement le rafraîchissement nocturne lié à l'évapotranspiration des végétaux. Comme le montre la Figure 1, l'aggravation de l'exposition à la canicule par les EICU est liée avant tout à une amplitude thermique plus faible qu'en milieu rural.

Figure 1 - Evolution des températures journalières selon l'occupation du sol (Source : CNRM)

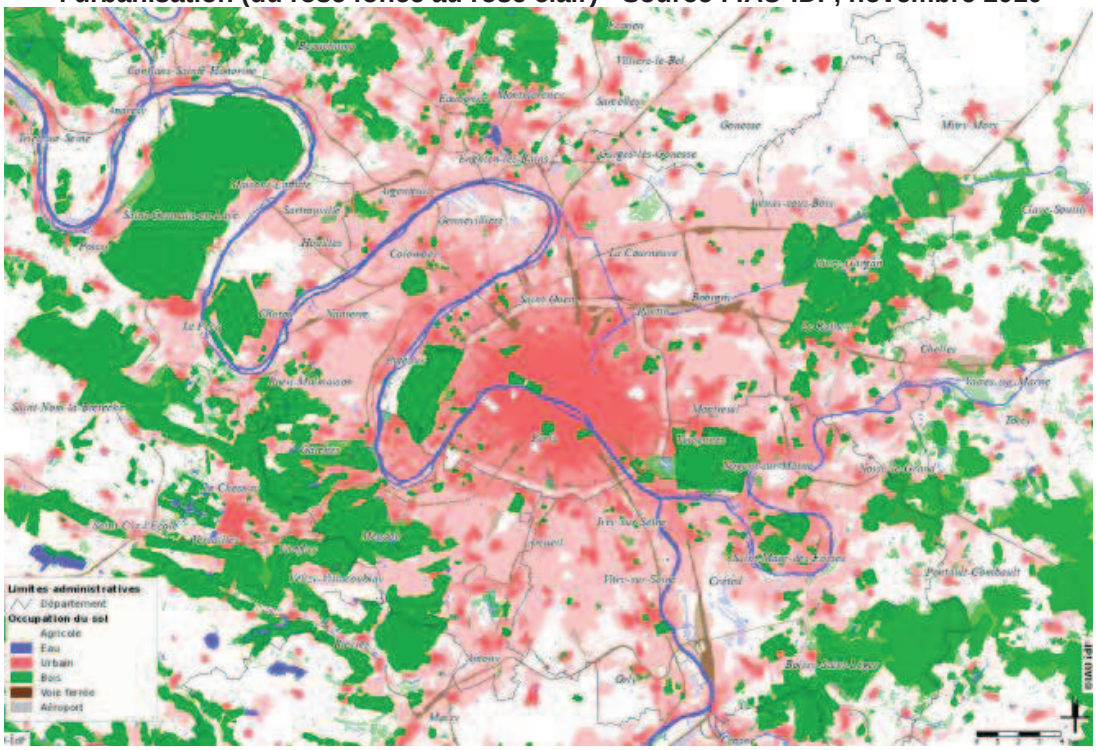


En Ile-de-France, ce phénomène concerne surtout Paris et la Petite Couronne. Une étude de l'Institut de Veille Sanitaire, réalisée suite à la canicule de 2003 en s'appuyant sur le retour d'expérience de cet évènement pour neuf villes françaises, indique que Paris a été l'une des villes les plus touchées par la canicule du point de vue des températures minimales journalières (jusqu'à +25,7°C), ce qui révèle cette faible amplitude thermique liée à l'EICU à Paris et en Petite Couronne.

En l'état actuel des espaces urbains franciliens et compte tenu du retour d'expérience de la canicule d'août 2003, la vulnérabilité actuelle à l'EICU peut être qualifiée de moyenne. Comme l'illustre la carte qui suit, l'extension et la densification de l'agglomération parisienne, du XVIIIème à aujourd'hui, se sont traduites par une augmentation de la vulnérabilité à l'EICU.

[154] Voir également le chapitre consacré à la santé, qui comporte plus de détail sur l'EICU.

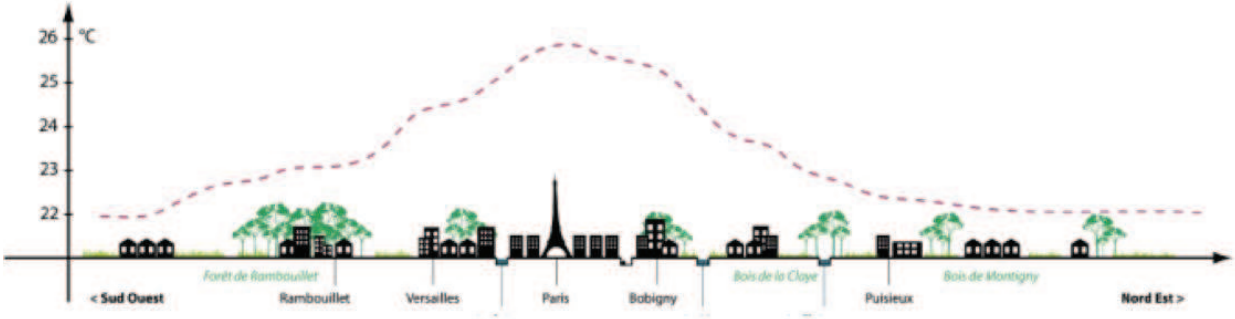
Figure 49 - L'urbanisation de la région parisienne du XVIIIème siècle à nos jours : Etapes de l'urbanisation (du rose foncé au rose clair) - Source : IAU-IDF, novembre 2010



Au-delà de cette croissance de l'agglomération, les caractéristiques propres à cette dernière expliquent sa vulnérabilité actuelle à l'EICU[155] :

- Une très forte densité de population dans la capitale, comparativement à d'autres grandes métropoles ;
- Une très forte densité du bâti, notamment à Paris. Cette densité, ainsi que la présence de nombreux monuments historiques ou secteurs protégés, limitent considérablement les possibilités d'intervention sur le tissu urbain ;
- Un étalement urbain qui s'est traduit, d'une part, par une minéralisation accrue de l'espace et, d'autre part, par le développement de l'usage de la voiture individuelle ;

Figure 50 – Schéma de l'îlot de chaleur urbain au-dessus de l'agglomération parisienne (IAU-IDF, 2010, à partir de Descartes, 2009)



[155] *Ibid*.

Zoom sur le projet Epicea

L'EICU a été particulièrement bien étudié sur l'agglomération parisienne dans le cadre du projet EPICEA (Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement Climatique à l'échelle de l'Agglomération parisienne). La première phase de cette étude a permis de quantifier son impact à l'échelle de la ville ainsi que l'influence du bâti sur le climat urbain.
Entré dans sa phase finale, ce projet a pour finalité d'établir des relations quantitatives entre l'aménagement d'un territoire, son climat urbain et les facteurs associés aux risques sanitaires, afin d'intégrer les enjeux du climat urbain dans les différents moyens d'intervention sur la ville. Ce travail de recherche est fondamental, car il devrait permettre de fournir des arguments scientifiques indispensables à la prise de décision en matière d'urbanisme et de déterminer les meilleures solutions à adopter: végétalisation, réouverture de l'espace urbain, rétablissement de l'eau dans la ville, traitement des surfaces (toitures, voirie…).

1.3.2 La vulnérabilité à l'EICU dans le contexte du changement climatique

En l'absence de mesures d'adaptation, le changement climatique devrait se traduire par une augmentation de la vulnérabilité à l'EICU. L'évolution de cette vulnérabilité – déjà ponctuellement élevée – dépendra de la capacité à apporter **des réponses en matière d'aménagement, d'urbanisme** (bâti, végétalisation des espaces urbains, traitement des surfaces, etc.), de gestion des ressources (notamment la ressource en eau) et d'architecture, pour une réelle prise en compte du changement climatique dans les formes urbaines.

L'urbanisme est un secteur pour lequel les investissements sont réalisés sur le long terme. Les mesures doivent donc être prises dès aujourd'hui, d'où l'importance de développer des stratégies sans regret pour faire face à l'incertitude scientifique.

L'Approche Environnementale de l'Urbanisme (AEU) conduit à une densification du bâti. Mal comprise, cette approche peut conduire à des projets d'aménagement contre-productifs en termes d'adaptation au changement climatique. Un important travail reste à mener pour la recherche d'un équilibre entre réduction des îlots de chaleur, densification urbaine et AEU, en particulier dans le contexte géographique de l'agglomération parisienne.

Améliorer le confort thermique en zone urbaine

Il sera très difficile d'empêcher l'adaptation spontanée, notamment par des climatiseurs installés dans de mauvaises conditions de fonctionnement (fenêtres ouvertes par exemple). Les effets de l'adaptation spontanée pourraient contribuer au réchauffement dans les villes, par le rejet de l'air chaud dans les rues. L'adaptation spontanée se fera d'autant plus que le confort thermique est important pour le secteur du tourisme.
Pour pallier cette adaptation spontanée, il s'agira de chercher des solutions pour améliorer le confort thermique par la modification des propriétés de surface, la réalisation d'espaces verts arrosés ou la modification de la morphologie de la ville. Cette dernière mesure sera particulièrement difficile, voire impossible en région parisienne.
La mise en œuvre de ces mesures suppose la mobilisation de dispositifs incitatifs et la mise en place de moyens de maintenance et d'entretien garants de la pérennité des performances escomptées.
En complément de ces mesures techniques, dont certaines peuvent avoir un impact sur la perception visuelle du paysage urbain, des mesures comportementales (habillement adapté, hydratation, niveau d'activité,...) seront à promouvoir.

Source : Entretien réalisé auprès de M. Salagnac, du CSTB.

Le programme de végétalisation urbaine de la ville de Paris[156]

La troisième orientation d'adaptation du Plan Climat de Paris vise précisément à réduire les îlots de chaleur urbains en valorisant la végétalisation des espaces publics et du bâti, en particulier dans les projets d'aménagement urbains. Plusieurs cibles sont visées :

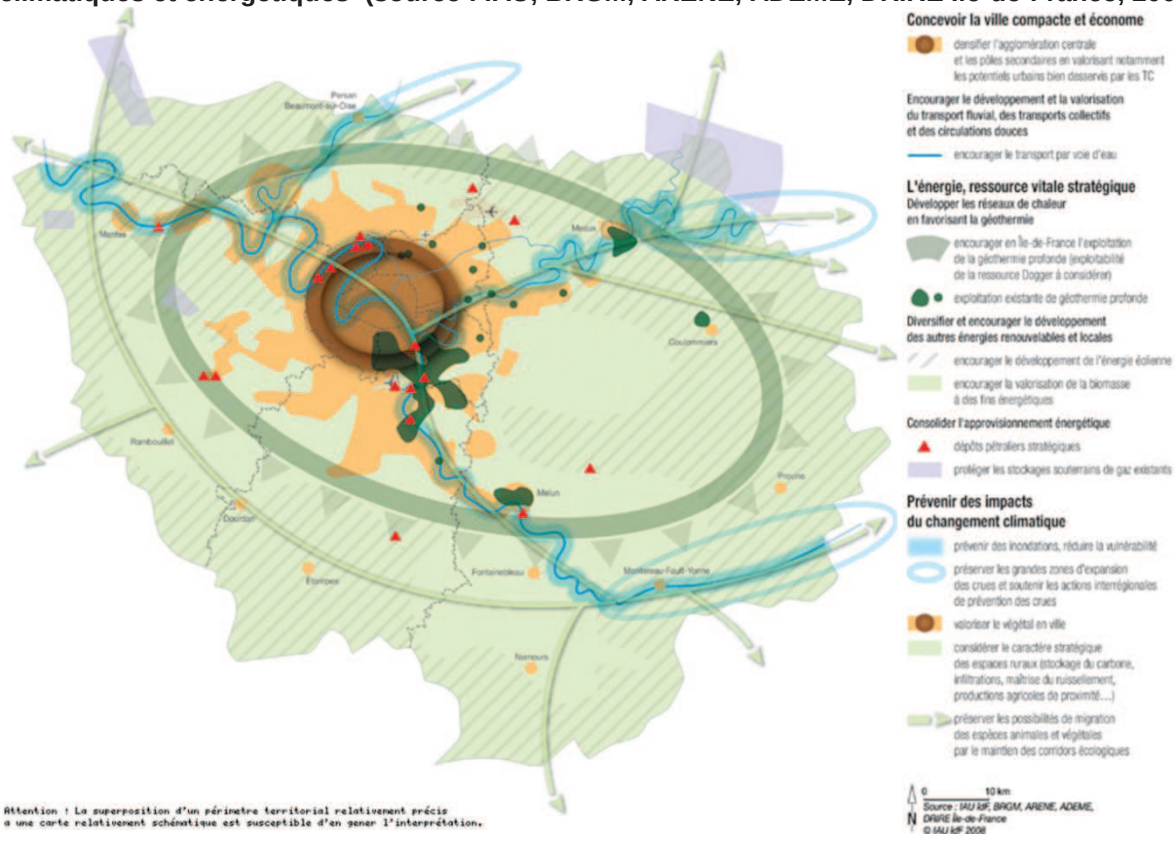
- Créer davantage de jardins partagés ;
- Végétaliser les bâtiments publics et privés, en particulier les toitures.

Une telle orientation révèle de nombreux co-bénéfices en matière d'adaptation du bâti et de la ville aux impacts du changement climatique. Ainsi, la végétalisation urbaine favorise aussi l'adaptation de la biodiversité et les continuités écologiques en milieux urbains. Elle peut également permettre une meilleure régulation des eaux pluviales (les toitures végétalisées peuvent être conçues afin de jouer un rôle de rétention limitant le ruissellement en milieu urbain). Au-delà, le développement d'espaces verts et/ou de jardins partagés permet d'améliorer la qualité de vie des habitants. De plus, le rafraîchissement « doux » des espaces urbains présente une synergie avec l'atténuation. Un point de vigilance cependant : le choix des espèces végétales devra écarter systématiquement les espèces allergisantes, tout en privilégiant les espèces résistantes à la chaleur et présentant de bonne capacités de rafraîchissement.

Un défi du SDRIF : « Promouvoir une organisation urbaine anticipant les mutations climatiques et énergétiques »

Comme l'illustre la carte ci-après du projet de SDRIF, ce dernier tient également compte du confort thermique en ville. Parallèlement aux objectifs de densification répondant aux enjeux d'atténuation, il prévoit en effet une valorisation du végétal en milieu urbain dans les mêmes secteurs. Densification et végétalisation sont donc considérés comme allant de pair.

Figure 51 - Carte Défi du SDRIF : Promouvoir une organisation urbaine anticipant les mutations climatiques et énergétiques (source : IAU, BRGM, ARENE, ADEME, DRIRE Ile-de-France, 2008)



[156] Observatoire de l'ADEME, PCET de la ville de Paris (http://observatoire.pcet-ademe.fr/action/fiche/67)

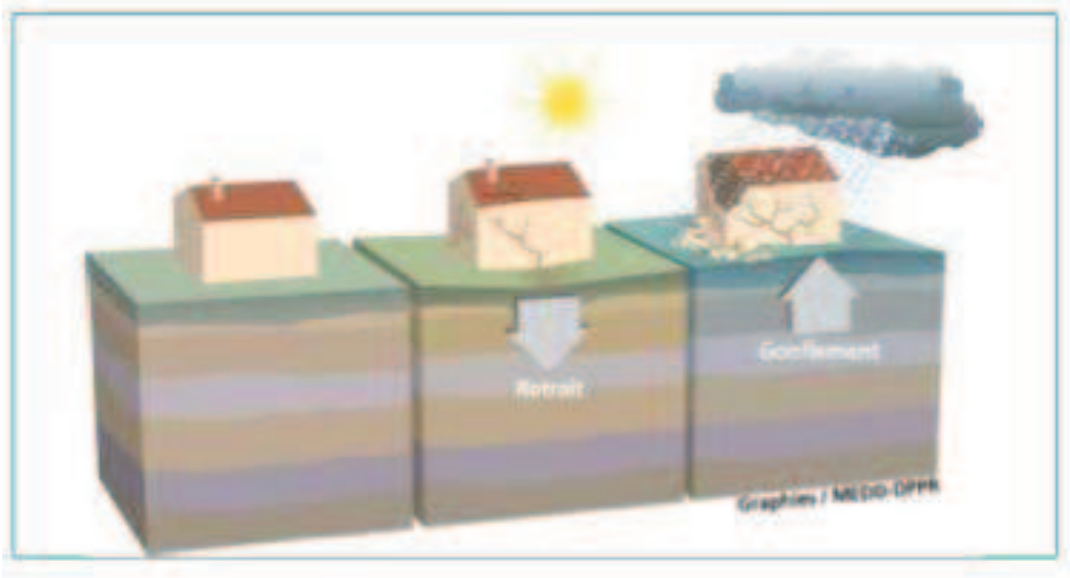
2 L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA VULNERABILITE DU BATI AU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES[157]

Ce qu'il faut retenir

L'augmentation de la fréquence des épisodes de sécheresse dans le contexte du changement climatique devrait conduire à **une vulnérabilité accrue des bâtiments construits sur des sols argileux en Ile-de-France**.
Aujourd'hui moyenne, cette vulnérabilité pourrait devenir élevée à l'avenir.

L'exposition au risque de retrait-gonflement des argiles est très diffuse en Ile-de-France, en raison de la présence de secteurs argileux disséminés sur tout le territoire. L'alternance sécheresse/précipitations se traduit par des mouvements de rétraction/extension des sols argileux, fragilisant les fondations des bâtiments.

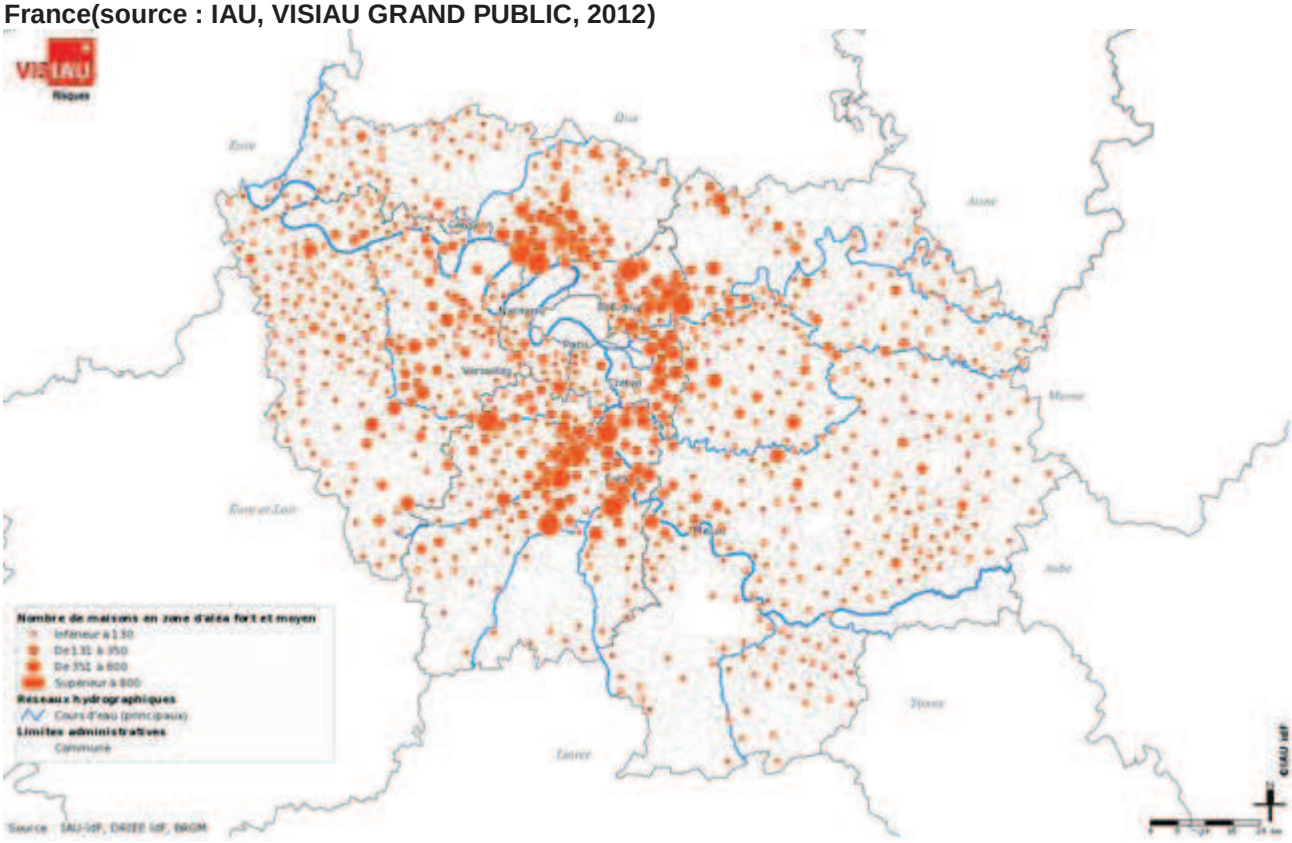
Figure 52 - L'impact du retrait-gonflement des argiles sur le bâti (source : DDT du Val de Marne)



Comme l'illustre le schéma ci-avant, l'impact de ce risque est souvent différé : la succession des épisodes de sécheresse et de précipitation fragilise peu à peu le bâti.
Dans le contexte du changement climatique, la plus grande récurrence des épisodes de sécheresses estivales, associée à une stabilité ou une faible diminution des précipitations hivernales, pourrait accroître ce risque, avec une dégradation plus rapide du bâti et des infrastructures dans les zones exposées.

[157] Voir le chapitre consacré aux risques naturels pour plus de détails.

Figure 53 – Nombre de bâtiments individuels RdC et R+1 en zone d'aléas fort et moyen en Ile de France(source : IAU, VISIAU GRAND PUBLIC, 2012)



La vulnérabilité à ce risque, actuellement moyenne, pourrait en l'absence de mesures d'adaptation adéquates devenir élevée[158].

[158] Des données plus précises sur le risque de retrait-gonflement des argiles en Ile-de-France sont fournies dans le chapitre consacré aux risques naturels.

3 L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA VULNERABILITE DU BATI AUX INONDATIONS

Ce qu'il faut retenir…

Le changement climatique pourrait accroître **l'exposition du bâti** aux risques naturels et à l'évolution des moyennes climatiques (précipitations et températures) avec des **impacts directs, liés à la survenance d'inondations, glissements de terrain et coulées de boue.** Comme évoqué dans le chapitre consacré aux risques naturels, l'évolution de ces évènements est très incertaine dans le contexte du changement climatique.
Deux types d'impacts potentiels se distinguent :

- Les **impacts indirects relevant**, en l'absence de mesure d'adaptation, **des techniques de construction et des matériaux utilisés.**
- Les **impacts directs relevant de l'exposition directe du bâti** aux inondations, et des éventuelles mesures de protection.

La vulnérabilité du territoire francilien aux risques d'inondation est décrite dans le chapitre consacré aux risques naturels[159]. En termes d'occupation des sols en zone inondable :

- 13,1 % des zones exposées sont occupées par du bâti résidentiel ;
- 6,3 % le sont par des zones d'activités (industrielles, artisanales ou commerciales).

Le premier facteur influençant la vulnérabilité future du bâti francilien aux inondations, c'est la maîtrise de l'urbanisation. Dans les départements de l'agglomération parisienne, le renouvellement urbain déjà amorcé constituera un enjeu majeur pour la gestion du risque inondation. En témoignent aujourd'hui les nombreux projets de ZAC en bord de Seine, visant notamment à reconvertir d'anciennes zones d'activités en zones résidentielles (mutation et densification du tissu urbain) : ZAC des docks de Ris-Orangis, des docks de Saint-Ouen, de l'Île-Saint-Denis, pour n'en citer que quelques-uns.

La question de l'urbanisation en zone inondable est donc un enjeu important. Selon les différentes données à disposition, il apparaît qu'il n'est à ce jour pas pertinent de proscrire totalement la construction en zones inondables mais de mieux l'encadrer, afin de favoriser la mise en place de bâtiments adaptés dans les zones exposées, ou qui pourraient le devenir dans le contexte du changement climatique. Les entretiens menés auprès de l'EIVP et du CSTB ont montré l'importance de mettre en place des mesures de sensibilisation des aménageurs et des constructeurs quant au risque inondation. En effet, si les technologies permettant une construction adaptée en zones inondables existent, le risque reste insuffisamment pris en compte dans les projets de renouvellement ou d'extension urbaine.

[159] Le chapitre consacré aux risques naturels analyse la vulnérabilité de la région francilienne pour l'ensemble des enjeux exposés aux risques naturels en Ile-de-France. Dans un souci de synthèse et de cohérence, les paragraphes ci-dessous ne considèrent l'évolution des risques naturels dans le contexte du changement climatique qu'au regard de la vulnérabilité du bâti.

L'impact des catastrophes naturelles sur le bâti et les contraintes de court terme, freins à la reconstruction

Les dommages de catastrophes naturelles telle une inondation en Ile-de-France ou bien encore les tempêtes hivernales comme celle de 1999, concernent directement le bâti et les constructions urbaines. Les coûts liés à la reconstruction après une catastrophe sont cependant souvent sous-évalués.
En effet, les contraintes de court terme sont souvent peu prises en compte dans les modèles économiques, élaborés sur du long terme. En négligeant ces contraintes, les modèles économiques suggèrent que la reconstruction et la réhabilitation des zones sinistrées ne durerait que quelques mois, y compris pour les plus grandes catastrophes. Or, l'observation d'évènements passés (tempêtes de l'hiver 1999 ou les inondations de 2002 en Europe) prouve le contraire.

Les contraintes sont en réalité diverses :

- Contraintes financières : lorsque les ménages ou les entreprises ne peuvent payer la reconstruction dans l'immédiat. Les capacités financières des assureurs sont aussi mises à mal puisque ceux-ci ne disposent pas du capital suffisant en réserve pour dédommager rapidement l'ensemble des sinistrés ***au même moment***.
- Contraintes techniques : lorsque le nombre de travailleurs qualifiés et d'équipements de construction ne sont pas suffisants, pouvant très souvent être dépassé par la demande importante. Il peut alors s'en suivre une inflation du prix des biens et des services indispensables pour la reconstruction. Le cas de la catastrophe AZF à Toulouse en est un bon exemple : le nombre de fenêtres endommagées a dépassé la capacité de réparation des vitriers, et ce malgré l'arrivée de vitriers de toute la France, ralentissant la construction et renchérissant par conséquent les coûts de réparation.

Ces contraintes peuvent augmenter considérablement le coût total, en ralentissant la durée de la période de reconstruction, puisqu'il faut ajouter le coût de la perte de production pendant le délai réel de reconstruction, pouvant atteindre plusieurs années. Par exemple, dans le cas d'une entreprise ou d'une usine touchée par une inondation, il est nécessaire de rajouter les pertes de production pendant toute la durée de reconstruction. Dans le cas du bâti résidentiel, le coût total est égal à la reconstruction du bâti, auquel il faut ajouter le coût du « service logement » produit au cours de cette même période. Les coûts réels peuvent alors être très élevés, surtout lorsque ce « service logement » est lié à des besoins fondamentaux : logement, santé, emploi, etc.
Les contraintes de court terme peuvent également être un frein à la prise en compte des catastrophes naturelles, permettant une construction adaptée. Les réparations amènent généralement à reconstruire à l'identique : la nécessité de restaurer le plus rapidement possible ne favorise pas d'une part les transitions techniques de construction, et d'autre part, les destructions étant rarement totales, la possibilité de sauver une partie du capital en le réparant rend souvent l'utilisation de nouvelles techniques moins intéressantes. Or, si la construction est faite à l'identique, les chocs sont alors amplifiés, le retour à la normale étant plus lent.

Ceci doit cependant être nuancé, un risque naturel pouvant aussi être le moteur d'une modernisation et d'une adaptation a posteriori des infrastructures, permettant alors de réduire la vulnérabilité future et les conséquences d'un prochain évènement extrême.

Source : Stéphane HALLEGATTE, Patrice DUMAS, « Impact macroéconomique des catastrophes naturelles : mécanismes d'amplification et frein au développement », in Rapport 2010 de l'Académie des Sciences, « Evènements climatiques extrêmes, réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux », sous la direction d'Henri Décamps.

4 QUEL IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA COUVERTURE ASSURANTIELLE DES BATIMENTS[160] ?

Ce qu'il faut retenir…

Aucun constat chiffré ne permet aujourd'hui d'affirmer que la fréquence et l'intensité des aléas climatiques ont récemment augmentés, ou de savoir si les aléas climatiques observés relèvent davantage de la variabilité ou d'un changement climatique.
Néanmoins, les assureurs ont conscience de ne pouvoir se contenter de regarder le passé pour envisager le futur. Beaucoup s'attendent, avec le changement climatique, à une sorte de rupture. Que celle-ci soit déjà engagée ou se manifeste dans une cinquantaine d'années, il s'agit dans tous les cas de prendre conscience qu'il ne suffit plus de se reposer sur l'expérience passée pour définir les produits d'assurance.

Le système actuel de couverture des catastrophes naturelles est inadapté face aux risques liés au changement climatique. Dans la perspective des risques qu'induirait le changement climatique, de nouveaux produits d'assurance pourraient être développés.

Consciente des enjeux liés au changement climatique, la Fédération Française des Sociétés d'Assurance (FFSA) a lancé une étude pour déterminer la viabilité des produits d'assurance face aux impacts potentiels du changement climatique, selon un scénario climatique médian au cours des vingt prochaines années.

Selon cette étude, au cours des 20 dernières années, les catastrophes naturelles ont coûté plus de 30 milliards d'euros aux assurés en France. Sur la période 1988-2007, la répartition de ce coût par type d'aléa a été la suivante :

- 17 milliards d'euros liés aux effets du vent ;
- 11 milliards d'euros pour les dégâts liés à l'eau et aux inondations ;
- 6 milliards d'euros pour ceux liés aux sécheresses.

Plus globalement, à l'échelle mondiale, les 25 catastrophes les plus coûteuses pour le secteur de l'assurance depuis 1970 sont toutes arrivées après 1987, dont plus de la moitié d'entre elles après 2001. Par ailleurs, hormis les attaques terroristes du 11 septembre 2001 et le séisme de 1994 en Californie, ces catastrophes étaient toutes des évènements climatiques.

Les raisons de cette évolution sont multiples[161] et s'expliquent par différents facteurs, qui se retrouvent également à l'échelle du territoire francilien :

- L'accroissement de la population dans les zones urbaines exposées ;
- L'accroissement des valeurs dans ces mêmes zones à risque ;
- La dégradation des habitats naturels ;
- L'impact (possible) d'un changement de climat sur l'occurrence d'évènements climatiques plus intenses.

[160] Cette partie consacrée aux enjeux liés aux effets du changement climatique sur le secteur des assurances a été rédigée à partir de l'entretien réalisé avec la Fédération Française des Sociétés d'Assurance (FFSA).
[161] Voir sous chapitre 5.1 « Couverture financière des évènements climatiques extrêmes », in Rapport 2010 de l'Académie des Sciences, *Evènements climatiques extrêmes, réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux*, sous la direction d'Henri Décamps.

Retours d'expériences sur le coût des dégâts sur le bâti engendrés par les catastrophes climatiques en France

Quelques chiffres par tempêtes
- Lothar et Martin (1999) : 6,5 milliards d'euros ;
- Klaus (2009) : 1,5 milliard d'euros ;
- Xynthia (2010) : environ 1,5 milliard d'euros. Si le nombre de personnes touchées est inférieur que dans le cas de la tempête Klaus, les dégâts ont été bien plus importants en raison de la submersion marine.

En Ile-de-France, on peut relever deux retours d'expériences majeurs :
- La tempête de décembre 1999, dont le coût a été très élevé ;
- La sécheresse de 2003, qui a causé d'importants dégâts dans les secteurs nord et est de l'agglomération parisienne en raison de l'importance des sols argileux.

Bilan par type d'évènement sur le bâti :
- Une tempête touche un grand nombre de personnes, mais le coût des dégâts est généralement plus faible que pour les autres évènements climatiques ;
- Une inondation touche moins de personnes, mais le coût des dégâts est souvent élevé, en particulier pour les inondations par submersion ou par ruissellement. L'existence d'un Plan de Sauvegarde limite en général ce coût ;
- Le phénomène de retrait-gonflement des argiles coûte environ 15 à 20 000 euros par maison touchée et jusqu'à 100 000 euros si la maison doit être rebâtie.

Source : Entretien réalisé auprès de M. Penet, de la direction des assurances de biens et de responsabilité à la FFSA, 2012.

Une légère rupture au cours des vingt prochaines années – accroissement relatif des évènements climatiques – se traduirait, selon l'étude de la FFSA, par un doublement du coût des dégâts en France. En vue de scénariser cette évolution des coûts au cours des vingt prochaines années, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- Application des évènements climatiques de ces vingt dernières années à un profil territorial projeté, obtenu d'après les tendances d'évolution socio-économiques (croissance démographique, urbanisation croissante le long des fleuves et sur les littoraux, etc.). La pertinence des hypothèses retenues – en particulier une croissance démographique plus forte dans les zones exposées – ont été validées par le CEMAGREF et Météo-France au regard de leur cohérence avec les conclusions du GIEC ;

- Pour les évènements climatiques locaux, les hypothèses retenues sont :
  - Pour le phénomène de retrait-gonflement des argiles : l'augmentation de la fréquence des sécheresses de 10% se traduit par une augmentation de ce risque, en particulier pour le croissant argileux qui s'étend du sud-est au sud-ouest de la région parisienne ;
  - Inondations : augmentation de 15% de la fréquence des évènements ;
  - Tempêtes : augmentation de 10% de la fréquence des évènements.

Les impacts du changement climatique dans ce scénario engendreraient un **doublement de la part des assurances dans le budget des ménages (actuellement de 16%)**. On note également que dans un tel scénario, le système actuel de couverture des catastrophes naturelles basé sur la solidarité (réparations couvertes en partie ou en totalité par l'Etat) ne fonctionnerait plus.

La seule variable d'ajustement pour éviter cette situation, c'est la prévention, via les normes de construction et la sensibilisation des populations. Pour la FFSA, les politiques publiques en la matière demeurent aujourd'hui insuffisantes au regard des enjeux. La plupart de ces politiques de prévention sont exercées à un niveau local (notamment via les Plans de Prévention des Risques). La FFSA observe ainsi un manque de vision systémique des enjeux liés aux risques naturels à l'échelle nationale, qui couvrirait tous les types de risques naturels et leurs conséquences sur les différents secteurs.

Quelques Initiatives

La création d'un observatoire national des risques naturels

Le Ministère de l'Environnement va lancer un observatoire des risques naturels. Il ne s'agit pas d'une mesure prise dans le cadre du PNACC, mais d'une initiative professionnelle portée par le MEDDTL, les assureurs et le réassureur de l'Etat (CCR – Caisse Centrale de Réassurance).
Ces acteurs iront consulter les observatoires régionaux. L'idée n'est pas de se substituer à eux, mais de créer une vision systémique, nationale et non plus locale au fil des évènements climatiques.

La mission des Risques Naturels

Créée au début des années 2000, la MRN (Mission Risques Naturels, http://www.mrn.asso.fr/) est un organisme financé par la FFSA et le GEMA (Groupement des Entreprises Mutuelles d'Assurances), ayant pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance des risques naturels et de permettre à la profession de l'assurance d'apporter une contribution technique aux politiques de prévention. Elle est constituée de géomaticiens et de climatologues travaillant sur l'appréciation des risques naturels et en collaboration étroite avec le service de la prévention des risques du MEDDTL..

Travaux de l'IAU

A noter aussi les nombreux travaux de diagnostic et de cartographie de menés par l'IAU (Visiau Risque) sur la connaissance des risques naturels (inondations, tempête 1999, RGA…)

Source : Entretien réalisé auprès de M. Penet, de la direction des assurances de biens et de responsabilité à la FFSA, 2012.

5 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE

Impact	*Territoires les plus concernés*	*Exposition actuelle et future*	*Sensibilité des enjeux*	*Capacité d'adaptation*	*Evaluation de la vulnérabilité*	*Perception de la gravité de l'impact ? (+, ++, +++)*	*Niveau de priorité de l'impact dans le cadre de l'adaptation au changement climatique (1, 2, 3)*
DEGRADATION DU BATI LIEE AUX INONDATIONS	Vallées de la Seine et de ses affluents	Exposition actuelle : élevée Probabilité d'occurrence : certaine Exposition future : certaine	Elevée : nombreuses constructions en zones inondable + non adaptées pour fonctionner dans l'eau	-Encadrement de l'urbanisation en zone inondable (PPR, Plan de sauvegarde, etc.) : pas grand-chose sur le parc existant -Adaptation du bâti (presque illusoire) et de l'urbanisme au risque dans les projets d'aménagement urbain (ZAC des docks de St Ouen, de Ris Orangis, de l'Ile St Denis, etc.). Manque de prise en compte dans le Grand Paris et les écoquartiers.	Vulnérabilité actuelle : très élevée Vulnérabilité future : élevée	+++	1

Dégradation du bâti sous l'effet du retrait-gonflement des argiles	Toute la région (risque diffus)	Exposition actuelle : moyenne à élevée (ça dépend des secteurs) Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée (augmentation de la fréquence/durée des sécheresses	Elevée : peu de prise en compte de l'exposition au risque dans les normes de construction.	-Zonage de l'aléa réalisé par le BRGM (IPGC ?) ; -Campagne de sensibilisation des particuliers quant à la vulnérabilité des maisons individuelles.	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée	+	3
Impact des tempêtes / canicules sur le bâti	Toute la région	Moyenne à élevée Certaine En augmentation	moyenne	-Révision des normes de construction ; -Prise en compte dans les nouvelles constructions -Adaptation de l'espace public (végétalisation, etc.).) - Cartographie des dégâts de la tempête de 1999 sur les forêts en Ile-de-France - Analyses de l'IAU	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : moyenne	++	2

BAISSE DU CONFORT THERMIQUE DANS LES BATIMENTS	Zone urbaine	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée	Elevée : forte concentration de logements individuels de faible qualité thermique (construits entre 1949 et 1974) Trop réducteur : concerne plus globalement et essentiellement les logements isolés par l'intérieur	-Rénovation thermique des logements encore faible ; Prise en compte du confort thermique d'été dans la rénovation (réglementation à venir) -Normes de construction tenant peu compte du confort thermique estival, malgré la RT 2012. Réglementation de la construction prenant en compte le confort thermique dans le neuf	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée	+++	1
AUGMENTATION DE L'EICU ET DE L'INCONFORT THERMIQUE (CONCERNE L'ESPACE PUBLIC, LES PLACES, ETC.)	Paris et petite couronne	Exposition actuelle : moyenne à élevée (en fonction de la densité et de la minéralisation de l'espace) Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée	Elevée : très forte densité de population et de bâti pour Paris et la Petite Couronne.	-Projets de végétalisation de l'espace urbain ; -Prise en compte du bioclimatisme dans les nouveaux projets d'aménagement urbains, en particulier dans le cadre de l'urbanisme de projet (ZAC, éco-quartiers). -Une recherche active pour quantifier l'EICU.	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée	+++	1

PRESSION ACCRUE SUR LA DEMANDE ENERGETIQUE	Zone urbaine dense ou Toute la région ?					++	1
BAISSE DU CONFORT THERMIQUE DANS LES TRANSPORTS EN COMMUN	Toute la région	Forte En augmentation		-Adaptation du matériel roulant (climatisation / ventilation) -Gestion du trafic via des horaires adaptés (lien avec les impacts sur le travail)		++	1

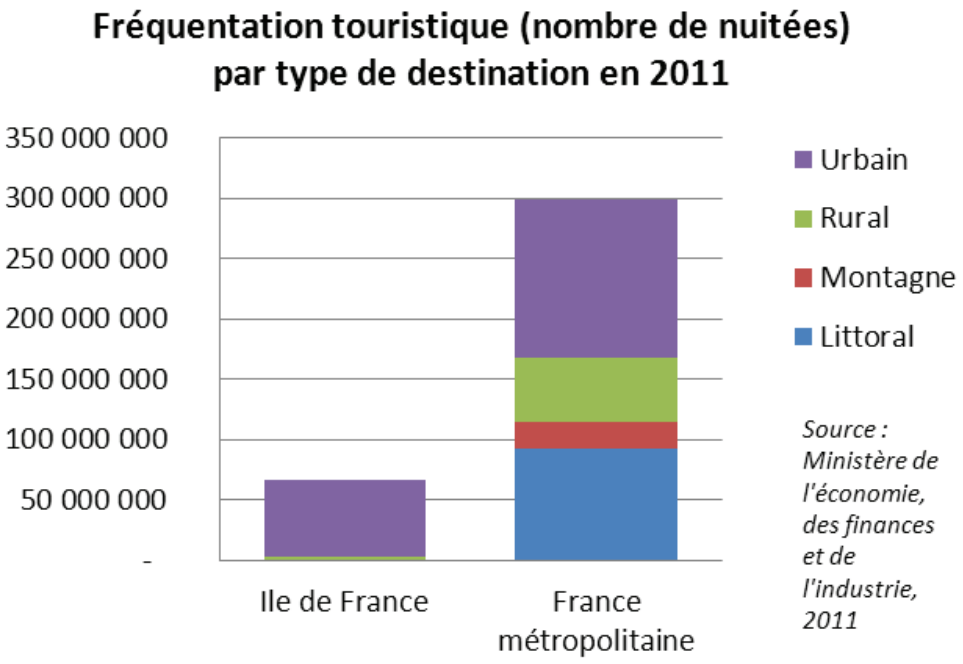
SECTION 7 TOURISME

Table des matières

1 LE TOURISME EN ILE-DE-FRANCE : ELEMENTS DE CONTEXTE 181
2 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ACTIVITES TOURISTIQUES EN ILE-DE-FRANCE 183
2.1 UNE VULNERABILITE MAL CONNUE ET DES ACTEURS PEU SENSIBILISES 183
2.2 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES INFRASTRUCTURES TOURISTIQUES 184
2.2.1 INFRASTRUCTURES TOURISTIQUES ET CONFORT THERMIQUE 184
2.2.2 PATRIMOINE CULTUREL BATI ET CHANGEMENT CLIMATIQUE 185
2.3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES DONT DEPENDENT LES ACTIVITES TOURISTIQUES 185
2.3.1 LA PROBLEMATIQUE DE L'EAU 185
2.3.2 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE TOURISME VERT 186
3 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE 187

1. LE TOURISME EN ILE-DE-FRANCE : ELEMENTS DE CONTEXTE

Figure 54 - répartition des nuitées (hôtels et campings) par type de destination en 2011 (source : Artelia, d'après les données du Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie)



L'Ile-de-France est la première destination touristique au monde (INSEE, 2010), autant en termes de tourisme de loisirs que de tourisme d'affaires. Il s'agit pour l'essentiel d'un tourisme urbain, culturel et patrimonial, largement concentré sur Paris. Sur les 32 millions de visiteurs annuels en Ile-de-France, 28 millions passent l'essentiel de leur séjour à Paris et plus précisément dans les quatre à cinq quartiers les plus attractifs : Le Marais, Montmartre, l'Ile de la Cité, Le Louvre, etc.). Hormis une légère baisse de fréquentation en novembre et en février, ce tourisme urbain se caractérise par une absence de saisonnalité marquée.

Au-delà, plusieurs sites se distinguent par leur attractivité en Petite Couronne, Grande Couronne et au-delà, selon une logique de bassin d'attractivité touristique dépassant le cadre administratif :

- Tourisme récréatif, lié aux parcs d'attraction : Disneyland, Parc des félins (77), Zoo et Parc de Thoiry (78), Parc Astérix (Oise), etc.
- Tourisme culturel et patrimonial : Château et jardins de Versailles, de Fontainebleau, d'Auvers sur Oise, de Vaux le Vicomte, etc.

Un tourisme urbain centré sur Paris

Avec un déficit estimé à 8 000 chambres d'hôtel sur Paris, le secteur du tourisme cherche à développer les séjours dans la Grande Couronne. Cependant, l'accent reste sur la destination de Paris.
En termes d'identité, les touristes ne voient pas la région Ile-de-France, mais la ville de Paris. Le tourisme en centre urbain est majoritaire (28 millions de visiteurs à Paris sur 32 millions en IDF). Les touristes « repeaters » (qui reviennent fréquemment au même endroit) et « heavy repeaters » (pour la 5ème et 6ème fois ne viennent que pour Paris et ne vont pas au-delà de Paris intra-muros. Attraction majeure (et souvent unique) du séjour, Paris représente donc une marque d'excellence pour les visiteurs.

Des études (pour la Ville de Paris…) montrent que les lieux les plus fréquentés par les touristes dans la capitale sont les espaces verts : les touristes éprouvent le besoin de se ressourcer, de respirer, notamment au regard des températures en période estivale. Les espaces verts doivent donc être préservés.
Les Parcs naturels régionaux (PNR) franciliens ont leur dynamique propre et mènent déjà des réflexions en ce sens. Ils intègrent donc l'enjeu du changement climatique (notamment dans la révision de leurs chartes) sous différentes formes. Par exemple, Certains se sont lancés dans une réflexion autour de la démarche de bilan carbone :

- Le PNR de Haute Vallée Chevreuse réalise actuellement son Bilan Carbone ainsi que l'évaluation de son empreinte environnementale ;
- Le PNR de Vexin lancera prochainement son Bilan Carbone en interne ;
- Le PNR de Gâtinais mène une réflexion sur la forme que prendra son diagnostic environnemental ;
- Etc.

Source : entretien réalisé auprès de Mme Csepeli, responsable développement durable du Comité Régional du Tourisme d'Ile-de-France, 2012.

Malgré un tourisme urbain largement majoritaire, l'Ile-de-France présente également un tourisme vert (ou rural) et de loisir, plus diffus, situé en Grande Couronne. Il s'agit d'un tourisme de villégiature s'adressant pour l'essentiel à une population issue de l'agglomération parisienne, en quête d'activités de plein air de fin de semaine ou de quelques jours : baignade, promenade en forêt, etc.

2. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ACTIVITES TOURISTIQUES EN ILE-DE-FRANCE

Ce qu'il faut retenir…

L'Ile-de-France est la première destination touristique à l'échelle mondiale. Essentiellement urbain, le tourisme dans la région ne présente aucune saisonnalité particulière. L'attractivité touristique n'étant pas liée à l'évolution climatique interannuelle, la **sensibilité des acteurs du secteur aux impacts du changement climatique est très faible**. Dans ce cadre, il n'existe que peu d'informations quant à la vulnérabilité des activités touristiques à ces impacts à l'échelle régionale.

Trois éléments principaux peuvent toutefois retenir l'attention :
- Le caractère essentiellement urbain du tourisme en Ile-de-France le rend **potentiellement vulnérable aux canicules** : la dégradation du confort thermique de l'hébergement et dans les transports pourrait s'avérer négatif pour l'attractivité de la région ;
- **La vulnérabilité potentielle des sites touristiques** aux impacts du changement climatique : les espaces verts urbains, les parcs (Versailles, etc.) mais aussi les zones de baignade, constituent des lieux privilégiés du tourisme estival en Ile-de-France. Leur dégradation possible dans le cadre d'une réduction de la disponibilité des ressources en eau pourrait également avoir un impact sur l'attractivité touristique.
- L'impact éventuel du changement climatique sur le patrimoine historique bâti reste encore très incertain.

2.1. UNE VULNERABILITE MAL CONNUE ET DES ACTEURS PEU SENSIBILISES

En l'absence de saisonnalité des activités touristiques et devant l'importance de la fréquentation annuelle, les acteurs du tourisme sont peu sensibilisés aux impacts du climat sur leurs activités. En effet, quelles que soient la météorologie ou la période de l'année, le taux de remplissage des hôtels reste très élevé, autour de 85%. Malgré la canicule de 2003, qui a nécessairement touché un tourisme essentiellement urbain, ces acteurs confondent encore souvent variabilité et changement climatique.

Par ailleurs, une grande majorité des acteurs du tourisme ont beaucoup de difficultés à se projeter au-delà de 15 à 20 ans, ce qui constitue un horizon de court terme pour une réelle prise en compte des impacts du changement climatique.

Dans ce contexte de faible dépendance des activités à l'évolution du climat, il n'existe à ce jour aucune étude ou publication évaluant la vulnérabilité des activités touristiques franciliennes aux impacts du changement climatique.

Lancement d'une étude régionale sur les enjeux liés au changement climatique pour le secteur touristique en Ile-de-France

Le Comité Régional du Tourisme (CRT) vient de lancer une étude sur les enjeux liés au changement climatique pour le secteur du tourisme. Il s'agit d'identifier ces enjeux aussi bien sur le plan de l'atténuation que de l'adaptation : vulnérabilité à la raréfaction des énergies fossiles, impacts des mesures d'atténuation et vulnérabilité du secteur aux impacts du changement climatique. Le projet comprend un comité technique restreint et un comité de pilotage constitué d'acteurs du secteur (Accord, Disney, etc.). Le cahier des charges a été lancé en mai à une dizaine de cabinets.

Le CRT est aux prémices d'une réflexion sur le changement climatique. Il s'agit d'une problématique plus que majeure pour ce secteur très dépendant de l'environnement et du climat, aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. Les résultats de l'étude sont attendus début 2013.

Cette étude restera technique (techniciens, spécialistes, institutionnels). Il faudra ensuite que le CRT la vulgarise, pour donner une vision prospective aux acteurs et leur fournir ainsi un outil d'aide à la décision.
Les professionnels du tourisme ne peuvent pas se projeter sur 80-100 ans. Il en est de même pour tous les acteurs économiques. En conséquence, l'étude restera cantonnée à l'horizon 2030-2040.

Source : entretien réalisé auprès de Mme Csepeli, responsable développement durable du Comité Régional du Tourisme d'Ile-de-France, 2012.

2.2. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES INFRASTRUCTURES TOURISTIQUES

2.2.1. Infrastructures touristiques et confort thermique

La canicule d'août 2003 n'a fait l'objet d'aucun retour d'expérience quant à son impact sur les activités touristiques en Ile-de-France. Devant l'absence d'information spécifique sur la vulnérabilité des infrastructures touristiques aux impacts du changement climatique, il est toutefois possible d'en dessiner les grandes lignes.

L'essentiel des activités et de l'hébergement touristiques est concentré en zone urbaine dense. Dans la perspective d'une augmentation des températures estivales et d'un accroissement de la fréquence et de l'intensité des épisodes de canicule, les populations touristiques se trouveraient confrontées comme le reste de la population au phénomène d'îlot de chaleur urbain.
Si ce phénomène semble avoir eu peu d'incidence sur la fréquentation touristique de la capitale en 2003, la répétition de ce type d'épisode climatique pourrait se traduire ***in fine*** par une réduction de l'attractivité touristique régionale en été. Ceci reste cependant à nuancer dans la mesure où certaines destinations touristiques urbaines et patrimoniales (Athènes par exemple) restent très attractives malgré leur caractère très chaud.
À l'inverse, cette attractivité pourrait augmenter en période hivernale et en intersaison. Toutefois, l'absence de saisonnalité des activités touristiques rend toute projection difficile sur ce point.

Dans la perspective d'une augmentation des températures et d'une exposition accrue aux épisodes caniculaires, le confort thermique dans les réseaux de transport franciliens utilisés par les touristes pourrait également se dégrader.

Actuellement, la principale réponse aux fortes chaleurs consiste à climatiser les hébergements et les réseaux de transport, afin de préserver le confort des touristes. Une telle mesure se trouve en contradiction directe avec les enjeux d'atténuation du changement climatique. Au-delà, la chaleur produite par le fonctionnement des climatiseurs en milieu urbain dense aggrave l'effet îlot de chaleur urbain.
L'étude qui sera menée par le CRT visera également à répondre à ce type de contradiction, inhérente à la prise en compte des enjeux du changement climatique.

Conflits potentiels adaptation/atténuation concernant la climatisation

Les conflits potentiels entre adaptation (adaptation spontanée aux fortes chaleurs par la climatisation pour convenir aux exigences de confort thermique des touristes) et atténuation (réduction de la consommation d'énergie) n'étaient pas encore apparus au CRT. Le CRT s'est déplacé à Londres pour réaliser un benchmark sur les JO (dans le cadre d'une étude de Benchmarking européen, menée dans 11 destinations d'envergure, en collaboration avec le cabinet Deloitte, en 2010), et ils ont pu observer que chaque chambre d'hôtel est climatisée. La climatisation est un phénomène très culturel dans les pays anglo-saxons, où elle est considérée comme un besoin de base. Il n'y a pas la même perception de ce besoin à Paris. Selon Mme Csepeli, cela ne devrait pas changer sur le moyen-terme, la climatisation ne faisant pas partie de la culture hôtelière parisienne. Le CRT pourra peut-être approfondir ce point dans le cadre de son étude.

Source : entretien réalisé auprès de Mme Csepeli, responsable développement durable du Comité Régional du Tourisme d'Ile de France, 2012.

La question de l'impact des fortes chaleurs sur les infrastructures des parcs d'attraction devra également se poser. La vulnérabilité de ces derniers aux impacts du changement climatique reste encore peu connue. Des travaux sont néanmoins en cours en Floride.

2.2.2. Patrimoine culturel bâti et changement climatique

La prise en compte des impacts du changement climatique sur le tourisme en Ile-de-France amène à se poser la question du patrimoine culturel bâti, élément central de l'attractivité régionale. Cette problématique spécifique n'a pas fait l'objet d'une évaluation particulière dans le cadre des travaux du GIEC.

La vulnérabilité du patrimoine culturel bâti fait toutefois l'objet d'un programme de recherche financé par l'Union Européenne et intitulé « Climat pour la culture »[162]. Les résultats de ce programme sont attendus en 2014. Ils permettront d'identifier les risques et les coûts d'entretiens des sites en relation avec le changement climatique et de proposer des stratégies d'adaptation.
Il conviendra de les prendre en compte, étant donné l'importance de ce patrimoine pour l'économie touristique régionale.

2.3. LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES DONT DEPENDENT LES ACTIVITES TOURISTIQUES

2.3.1. La problématique de l'eau

L'alimentation en eau potable représente environ 70% des prélèvements d'eau en Ile-de-France. La part du tourisme reste difficile à évaluer mais ne saurait être considérée comme négligeable.

La vulnérabilité actuelle des activités touristiques sur ce point est très faible. Néanmoins, l'augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse pourrait conduire à une réduction de la disponibilité des ressources en eau, avec un certain nombre de conséquences possibles pour les activités touristiques :

- Restriction des usages récréatifs de l'eau : la limitation de l'arrosage des espaces verts aurait notamment un impact non négligeable, les jardins de la capitale constituant des lieux très fréquentés par les touristes en période estivale. En Grande Couronne, l'interdiction du remplissage des piscines ou de l'arrosage des golfs aurait également une influence sur le tourisme, surtout en zone périurbaine ;

- Dégradation de la qualité des eaux de baignade : la baisse du débit d'étiage des cours d'eau en Grande Couronne pourrait conduire à une interdiction de la baignade pour des raisons sanitaires.

[162] http://www.climateforculture.eu/

L'eau est également un enjeu essentiel, avec notamment des problèmes de sécheresse en Seine-et-Marne, département le plus touché.

Là encore, l'absence d'études ou de données à l'échelle régionale ne permet pas de distinguer clairement et de quantifier l'impact du changement climatique sur les activités touristiques, en relation avec une réduction possible de la disponibilité des ressources en eau.

Zoom sur Les activités et les sites de loisirs nautiques en Ile-de-France
(Extrait du chapitre ressource en eau)

L'Ile-de-France compte en tout 128 sites de loisirs nautiques en extérieur, où il est possible d'exercer des activités diverses. Les activités nautiques et la baignade se pratiquent surtout dans les rivières ou dans d'anciennes carrières. La viabilité de ces activités dépend donc à la fois du débit des cours d'eau, ainsi que de la quantité et la qualité des eaux stagnantes au sein des points d'eau.

L'Ile-de-France compte une offre importante en termes de sites de loisirs nautique. Un effet ciseau est à craindre entre des sites qui pâtissent de la raréfaction de la ressource en eau et des besoins qui augmentent face aux fortes chaleurs estivales. La sur-fréquentation des sites peut elle aussi avoir des impacts néfastes, comme la dégradation de la qualité de l'eau ou l'augmentation de risques sanitaires. Par exemple, la shigellose ou dysenterie bacillaire, qui sévit surtout dans les régions tropicales mais dont une espèce est prévalente dans les pays industrialisés. La shigellose étant par excellence une maladie de l'insuffisance d'hygiène, il est peu probable qu'elle se développe à l'avenir en Ile-de-France, mais il faut toutefois noter que des Shigelles ont été observées dans le Parc des Chanteraines à Gennevilliers durant l'été 2003. De même, des toxines cyanobactériennes et des fleurs d'eau avaient été également observées à la base de loisirs de Souppes-sur-Loing en Seine-et-Marne au cours de l'été 2003.

Il est en réalité très difficile d'analyser l'évolution future des activités nautiques et les risques ou impacts qui peuvent en découler, entre risques sanitaires et raréfaction de la ressource en eau en période estivale. Ce qui semble toutefois certain, c'est que le besoin en baignade l'été risque d'augmenter. Reste à savoir si l'offre actuelle sera en capacité de répondre à l'évolution future de ce besoin, ou s'il faudra développer des alternatives pour répondre au besoin de se rafraîchir, pour les populations passant l'été en Ile-de-France.

2.3.2. Les impacts du changement climatique sur le tourisme vert

L'attractivité du tourisme vert en Ile-de-France dépend essentiellement de la qualité des paysages et des sites naturels. Les différents impacts du changement climatique – hausse des températures moyennes annuelles et perturbation du régime annuel des précipitations – pourraient avoir un impact non négligeable sur ces derniers.

Comme évoqué dans les chapitres consacrés à la forêt et à la biodiversité, le changement climatique devrait entraîner une modification de l'aire de répartition des espèces végétales et animales.

Ces impacts sur la biodiversité, les milieux et les paysages sont en eux-mêmes souvent très incertains. Les conséquences de ces évolutions sur le tourisme constituent un degré d'incertitude complémentaire. Au regard des enquêtes réalisées auprès des touristes à l'échelle nationale, bien que la beauté des paysages et des sites naturels soit identifiée comme un élément essentiel de l'attractivité touristique d'un territoire, il semblerait que le maintien de certaines activités soient prioritaires pour le choix des destinations : la baignade en particulier.[163]
Toutefois, il est raisonnable de penser que l'attractivité touristique de la Grande Couronne et de certains sites en particulier (forêt de Fontainebleau, jardins de Versailles, etc.), puisse être affectée par une dégradation de la qualité des paysages et des milieux naturels.

[163] *Adaptation au changement climatique et développement durable du tourisme*, TEC, 2006.

3. TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE

Impact	*Territoires les plus concernés*	*Exposition actuelle et future*	*Sensibilité des enjeux*	*Capacité d'adaptation*	*Evaluation de la vulnérabilité*	*Perception de la gravité de l'impact ? (+, ++, +++)*	*Niveau de priorité de l'impact dans le cadre de l'adaptation au changement climatique (1, 2, 3)*
DEGRADATION DU CONFORT THERMIQUE (HEBERGE-MENTS ET TRANSPORTS)	Paris et Petite couronne	Exposition actuelle : moyenne à élevée Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée	Faible à court terme, en raison de l'absence de saisonnalité. (En augmentation en cas de répétition des épisodes de canicules de plus en plus long, principalement pour les 14 millions de touristes réguliers (repeaters) mais pas pour les courts séjours ponctuels.	-Climatisation (mal-adaptation) ; -Végétalisation des espaces urbains denses	Vulnérabilité actuelle : moyenne Vulnérabilité future : élevée	+++	1

Dégradation des espaces verts et sites naturels liée à la raréfaction des ressources en eau	Espaces « aménagés » et « naturels » Espaces verts, parcs (Versailles, etc.) et sites naturels (Fontainebleau, etc.) PNR, Parcs intra-muros (Buttes Chaumont, etc.)	Exposition actuelle : faible Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : moyenne à élevée	Elevée : en cas de restriction d'eau pour l'arrosage des espaces verts et/ou de sécheresse prolongée, la dégradation des jardins et sites naturels aura un impact sur l'attractivité touristique régionale.	-Renforcer la sensibilisation aux usages -Peu d'études permettant d'évaluer l'impact de cet impact sur les activités touristiques. -Utilisation des eaux de pluies, récupération des eaux usées, etc. (mobilisation de nouvelles ressources)	Vulnérabilité actuelle : faible Vulnérabilité future : moyenne à élevée	++	2
Dégradation de la qualité des eaux de baignade (loisir)	Grande couronne Bases de plein air de loisirs	Exposition actuelle : faible Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : moyenne à élevée	Moyenne à élevée	-Soutien à l'étiage des cours d'eau.	Vulnérabilité actuelle : faible Vulnérabilité future : moyenne à élevée	+	3
PATRIMOINE BATI ET CHANGEMENT CLIMATIQUE	Toute la région Essentiellement Paris intramuros (musées et monuments classés en particulier)	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : incertaine Exposition future : certaine	Certaine : chaleur, inondation, RGA, pathologies du bâti (thermites, champignons, etc.), pollution de l'air, etc.	-Recherche en cours pour évaluer la vulnérabilité du patrimoine culturel bâti aux impacts du changement climatique (programme « climat et culture » financé par l'UE, étude CSTB…) Planification en prévision de gestion de crise + maintenance. Point de vigilance : blocage ABF pour les modifications extérieures du patrimoine.	Vulnérabilité actuelle : faible Vulnérabilité future : incertaine	++	1

SECTION 8 AGRICULTURE ET FORETS

Table des matières

1 L'AGRICULTURE FRANCILIENNE 190
1.1 ELEMENTS DE CONTEXTE : ENTRE GRANDES CULTURES ET AGRICULTURE DE PROXIMITE 190
1.2 VULNERABILITE ACTUELLE DE L'AGRICULTURE AUX EVENEMENTS CLIMATIQUES 194
1.2.1 LE DECALAGE DES STADES PHENOLOGIQUES 194
1.2.2 SECHERESSE, IRRIGATION ET RENDEMENTS AGRICOLES 194
1.3 VULNERABILITE FUTURE AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 195
1.3.1 DES EFFETS POSITIFS A COURT TERME POUR LES RENDEMENTS 195
1.3.2 DES EFFETS POSITIFS CONTREBALANCES PAR LES STRESS HYDRIQUE ET THERMIQUE 196
1.3.3 L'AMPLIFICATION DE L'IMPACT DES BIOAGRESSEURS SUR LES CULTURES 198
1.3.4 IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE MARAICHAGE 199
2 LA FORET EN ILE-DE-FRANCE 201
2.1 ELEMENTS DE CONTEXTE 201
2.2 VULNERABILITE ACTUELLE DES FORETS D'ILE-DE-FRANCE A L'EVOLUTION DU CLIMAT 202
2.3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES FORETS FRANCILIENNES 203
2.3.1 LES IMPACTS PHYSIOLOGIQUES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'ARBRE 203
2.3.2 IMPACT SUR L'EVOLUTION DES FEUX DE FORET 203
2.3.3 L'IMPACT DES BIOAGRESSEURS SUR LA FORET D'ILE-DE-FRANCE 204
3 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE 205

1 L'AGRICULTURE FRANCILIENNE

Ce qu'il faut retenir

L'agriculture francilienne présente un double visage :
- L'essentiel de la SAU francilienne est occupée par les grandes cultures (principalement céréalières), alimentant un marché international dépassant largement le cadre régional. Son caractère intensif (monoculture et uniformité génétique) constitue un facteur de risque important face aux aléas climatiques et aux ravageurs.
- 18% des 5 000 exploitations de la région vendent leurs produits en circuit court, ou via un seul intermédiaire. Il s'agit pour l'essentiel de **production maraîchère**, très développée en raison de la proximité du marché parisien.

L'augmentation **des températures et du taux de CO_2 dans l'atmosphère observée actuellement a un effet globalement positif sur les rendements agricoles**. Cependant, comme l'illustrent les retours d'expérience issus d'épisodes de sécheresse passés, cet **effet positif se trouve annulé en situation de sécheresse,** le manque d'eau entraînant une chute ponctuelle des rendements lors des années sèches (en particulier pour les sols à faible réserve utile). Pour le moment, le lissage pluriannuel des revenus agricoles permet de compenser ces pertes ponctuelles, qui diffèrent selon la taille des exploitations. La vulnérabilité actuelle du **système agricole francilien** (en particulier pour les grandes cultures) à la variabilité climatique **peut donc être qualifiée de moyenne en raison de sa sensibilité à la sécheresse.**
Avec le **changement climatique**, la poursuite tendancielle de l'augmentation des rendements liée à celle des températures et du taux de CO_2 dans l'atmosphère pourrait être **atténuée voire annulée dès l'horizon 2030 par des besoins accrus en eau des cultures et par l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses estivales.** L'augmentation du stress hydrique et thermique lors de la phase végétative aurait en effet un impact très négatif **sur les rendements agricoles franciliens**.
On notera que cet impact négatif sera différencié selon les types de cultures et la qualité des sols. De même, les **zones agricoles où les pressions sur les ressources en eau sont déjà fortes lors des années sèches** (notamment en Beauce) **sont particulièrement vulnérables à une telle évolution**. Cependant, si les **leviers de l'adaptation** face aux sécheresses futures sont **potentiellement nombreux**, la **vulnérabilité du système agricole francilien pourrait augmenter** en raison même de son caractère très intensif (monoculture et uniformité génétique) qui exacerbe sa sensibilité face aux aléas climatiques directs (sécheresse, risque de gel) et indirects (augmentation de la pression des ravageurs).
Très dépendante de la disponibilité des ressources en eau, la production maraîchère serait également très vulnérable à une augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse. Au regard des données disponibles, une qualification plus précise de cette vulnérabilité paraît aujourd'hui difficile.

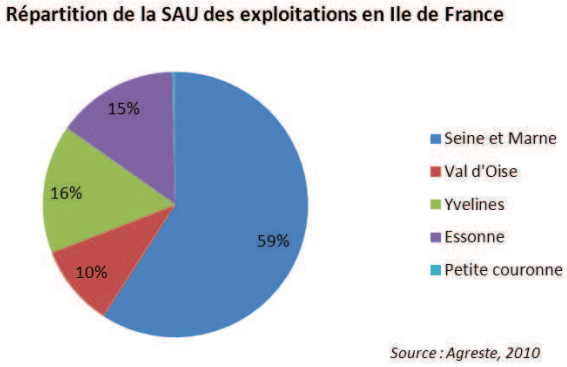
NB : La vulnérabilité du territoire à l'impact des tempêtes ne sera pas traitée ici, d'importantes incertitudes subsistant quant aux effets du changement climatique sur l'occurrence et l'ampleur de ces évènements climatiques extrêmes.

1.1 ELEMENTS DE CONTEXTE : ENTRE GRANDES CULTURES ET AGRICULTURE DE PROXIMITE[164]

L'agriculture occupe près de 48% du territoire francilien (voir Figure 55 ci-dessous), essentiellement dans les départements de la Grande Couronne. Ce secteur économique représente en Région Ile-de-France 5 000 exploitations pour environ 11 400 emplois.

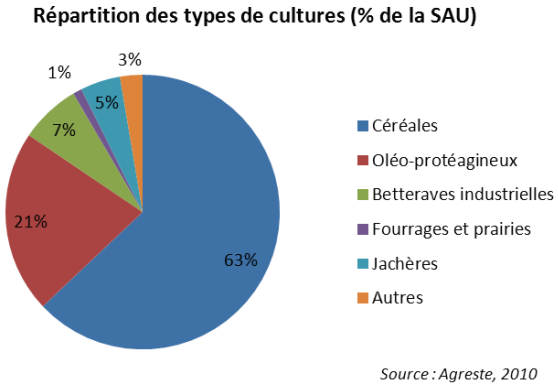
[164] La majeure partie des données utilisées dans ce paragraphe sont issues du Recensement agricole de 2010, repris dans une note de la DRIAFF d'Ile-de-France (Premiers résultats du recensement agricole francilien – Bilan de ces 10 dernières années : le nouveau visage de l'agriculture régionale).

Figure 55 - Répartition de la sau des exploitations en Ile-de-France (source : Agreste, 2010)



L'essentiel de la production en volume est constitué de céréales et d'oléo-protéagineux, principales cultures du bassin parisien. L'importance de ces cultures s'explique historiquement par la proximité de Paris d'une part, et par la présence des sols fertiles (limon des plateaux) et d'un relief de plaines et de plateaux favorables au développement d'espaces agricoles ouverts (openfield) d'autre part.

Figure 56 - Répartition des différents types de cultures en Ile-de-France - % de la SAU (source : Agreste, 2010)



L'Ile-de-France se trouve de ce fait au cœur d'un espace agricole d'envergure européenne et internationale, présentant parmi les rendements les plus élevés au monde.

Toutefois, la prépondérance de ces grandes cultures en termes de surface utilisée ne doit pas occulter l'importance économique, voire stratégique, de certaines productions à l'emprise foncière plus modeste mais caractéristiques de l'Ile-de-France.

C'est le cas en particulier des cultures maraîchères, qui alimentent pour une grande part le marché parisien. Ces cultures, concentrées notamment dans les plaines alluviales fertiles de la vallée de la Seine, représentent près de 10% des surfaces cultivées dans les départements de la Petite Couronne. Cette organisation schématique de l'agriculture francilienne – ceinture maraîchère proche de l'agglomération et prédominance des grandes cultures en périphérie – s'explique par l'importance du marché local. 18% des exploitations franciliennes vendent leurs produits en circuit court, ou avec un seul intermédiaire, ce qui révèle, parallèlement à la dimension internationale des grandes cultures, une véritable agriculture de proximité. Le développement récent des Associations pour le Maintien de l'Agriculture Paysanne (AMAP) constitue l'un des exemples les plus emblématiques de cette situation.

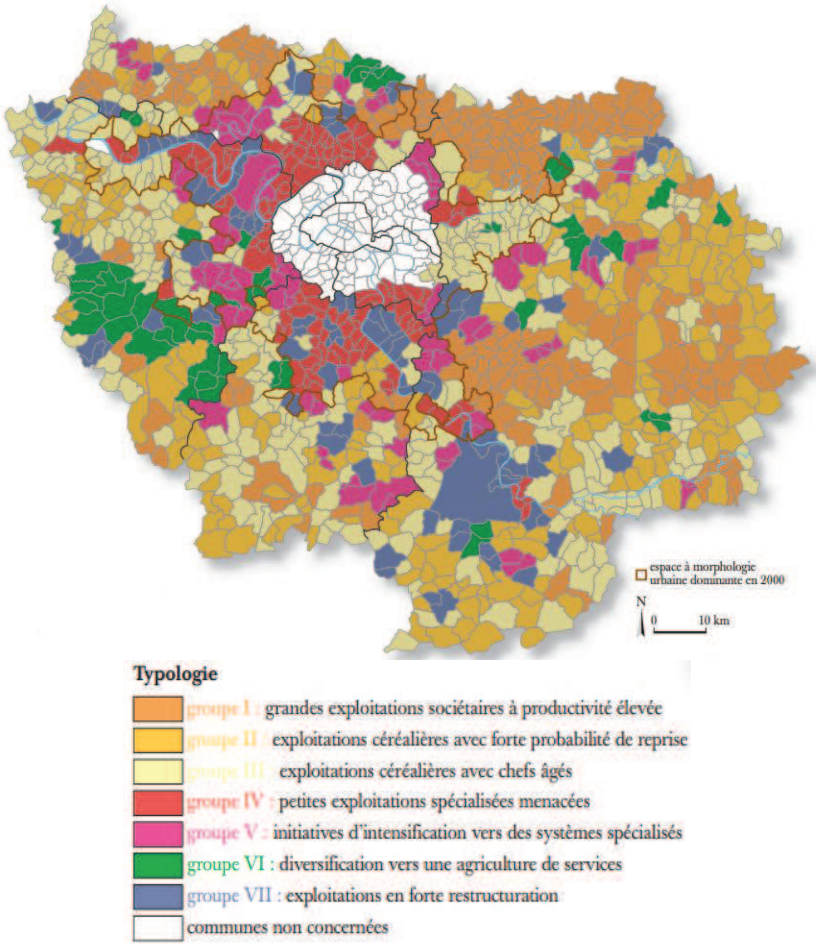
Concernant l'évolution actuelle de l'agriculture en Ile-de-France – sur la période 2000-2010 – nous pouvons relever trois points majeurs :

- Le regroupement des exploitations : le nombre d'exploitations en Ile-de-France est passé de 6 500 à 5 000. Dans le même temps, leur taille moyenne s'est accrue d'environ 26%, de même que leur potentiel de production (augmentation d'un tiers). Ainsi, en 2010, 58% des grandes exploitations (exploitations présentant un potentiel de production de plus de 100 000 euros) représentaient 88% du potentiel régional de production agricole ;

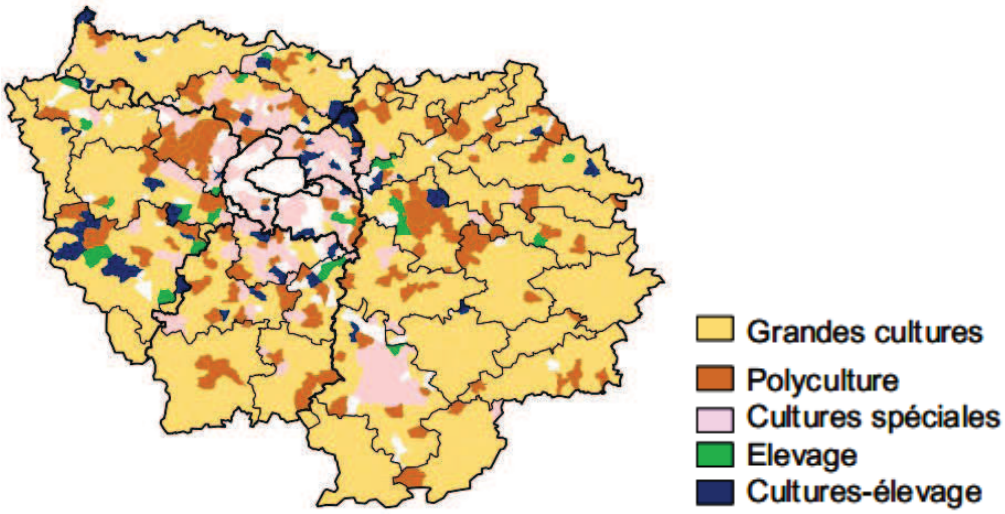
- L'une des conséquences majeures de ce regroupement, c'est la spécialisation des exploitations. On note ainsi un développement de la monoculture céréalière. La production maraîchère tend à se maintenir pour alimenter le marché de proximité. Les exploitations de petite taille et/ou à la production mixte régressent globalement.

- Enfin, contrairement à certaines idées reçues, on relève une certaine stabilité de la SAU depuis une dizaine d'années. L'urbanisation continue cependant à progresser, aux dépens des espaces agricoles.

Carte 13 – Types d'exploitations agricoles en Ile-de-France (source : IAURIF, 2000)



Carte 14 – Types d'agriculture dominante par commune en Ile-de-France (source : SCEES, recensement agricole 2000)



Ce panorama général ne doit pas occulter une réalité locale parfois plus diverse. L'Ile-de-France compte également un certain nombre d'exploitations d'élevage, en particulier en Seine-et-Marne. L'horticulture et l'arboriculture sont également bien implantées, notamment dans les Yvelines.

Zoom sur les évolutions futures de l'agriculture francilienne : filières, modes de production et place de l'agriculture en Ile-de-France

Entre 1980 et 2010, l'Ile-de-France a vu la structuration de ses superficies agricoles évoluer sensiblement, avec le développement des cultures céréalières tandis que d'autres types d'agriculture (maraîchage, cultures fruitières et arboricoles, etc.) ont reculé dans la région, avec la diminution de leur part des superficies consacrées. Si ces tendances devaient se poursuivre, il est possible d'envisager à terme une Ile-de-France ne présentant qu'un paysage de grandes cultures. Cela poserait alors des problèmes de diversité des paysages, mais également de préservation de la biodiversité, d'approvisionnement local, d'emploi, etc.

Néanmoins, d'autres facteurs doivent être pris en considération. En premier lieu, la proximité du marché de l'agglomération parisienne favorise le maintien d'une agriculture maraîchère périurbaine de proximité, avec le développement en parallèle de filières de circuit court. Le Conseil Régional d'Ile-de-France notamment, aide à l'installation de jeunes agriculteurs, particulièrement dans ce type d'exploitations. Il participe également au développement des filières courtes de proximité, mais aussi à la diversification des « services verts » et des activités agricoles (voir Figure 57).

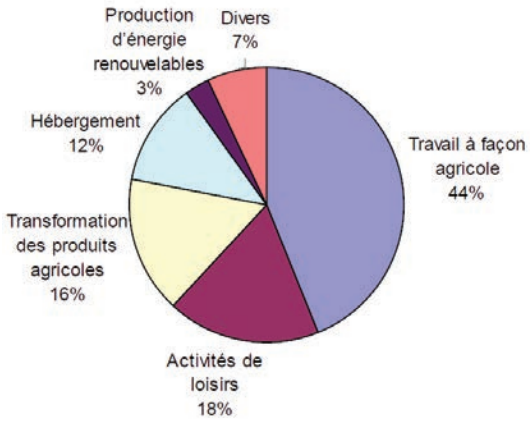
Cette tendance est aussi accentuée par le développement de l'agriurbanisme[165], l'Ile-de-France étant pionnière dans ce domaine, articulant agriculture et urbanisme dans un projet territorial global, partagé entre la ville et l'agriculture. L'un des impacts du changement climatique sur les pratiques agricoles franciliennes pourrait être de favoriser une approche « agriurbaniste durable », le renforcement d'une agriculture périurbaine diversifiée et le développement des filières courtes de proximité.
Les réformes de la Politique Agricole Commune Européenne doivent également être prises en compte pour envisager les évolutions futures de l'agriculture en Ile-de-France. Déjà, le second pilier de la PAC, axé sur le développement rural et une approche environnementale, a été renforcé depuis 2003. Un focus sur les innovations du secteur agricole a également été mis en avant au sein de la PAC. De nombreux agriculteurs dépendant des subventions européennes, les évolutions de la PAC impactent directement l'avenir de l'agriculture dans les territoires ruraux, notamment en Ile-de-France. Une prochaine réforme de la PAC est en train de voir le jour pour la prochaine programmation 2014-2020, renforçant probablement encore plus les tendances actuelles de la PAC.

Néanmoins, quelles que soient les évolutions futures, il est difficile d'affirmer qu'elles bouleverseront le paysage agricole francilien. L'Ile-de-France est historiquement une « région céréalière » : sols fertiles, propices aux cultures céréalières. Les enjeux économiques du secteur agroalimentaire en Ile-de-France sont par ailleurs considérables, impactant sur la fonctionnalité agricole du territoire francilien et l'importance de grandes exploitations céréalières spécialisées et rentables.
Enjeux économiques et pratiques agricoles culturellement tournées vers les céréales en font un paradigme difficile à changer : l'Ile-de-France est - et risque de rester selon certains spécialistes – une vaste région agricole dédiée aux cultures céréalières.

Sources : Les politiques agricoles périurbaines en Ile-de-France, état des lieux et analyses de leurs évolutions, Rapport d'étude décembre 2010, Terres en Villes ; Roland VIDAL, André FLEURY, article sur l'Ile-de-France : « Aménager les relations entre la ville et l'agriculture. De nouveaux enjeux territoriaux et une nouvelle approche « agriurbaniste » », Les Cahiers du Développement Urbain Durable, 2009

[165] L'agriurbanisme consiste à prendre en compte, dans un même projet territorial, les besoins et les désirs de la ville autant que ceux de l'agriculture, en évitant de s'éloigner des réalités sociales, économiques, culturelles et environnementales de ces deux mondes – CERAPT, Collectif d'Enseignement et de Recherche en Agriurbanisme et Projet de Territoire.

Figure 57 - Les activités de diversification en Ile-de-France (source : DRIAAF Ile-de-France, Premiers résultats du recensement agricole 2010)



1.2 VULNERABILITE ACTUELLE DE L'AGRICULTURE AUX EVENEMENTS CLIMATIQUES

1.2.1 Le décalage des stades phénologiques

En Ile-de-France comme dans la plupart des autres régions françaises, agriculteurs et chercheurs s'accordent pour confirmer un décalage phénologique des cultures : les dates de semis et de récoltes sont ainsi en moyenne de plus en plus précoces.
Cette situation s'explique, d'une part, par l'augmentation des températures moyennes durant la période de croissance des végétaux et, d'autre part, par l'accroissement du taux de CO_2 dans l'atmosphère.

Toutefois, ce constat globalement positif doit être mis en perspective au regard notamment de la pollution de l'air à l'ozone, particulièrement importante en Ile-de-France et qui continue d'augmenter. Cette pollution à l'ozone a des conséquences non négligeables sur la croissance des cultures, susceptible de contrebalancer, voire d'annuler les conséquences positives évoquées plus haut.

Pollution à l'ozone : quelles conséquences pour l'agriculture francilienne ?

L'impact de la pollution de l'air à l'ozone sur la production agricole est peu visible directement. Un rapport européen[166] a cependant mis en évidence les impacts de cette pollution sur les rendements agricoles, au-delà d'une concentration atmosphérique en ozone de 40 ppb.
En Ile-de-France, alors que la pollution atmosphérique diminue, la pollution à l'ozone tend à augmenter : elle était de 35 ppb en 1991 et atteint aujourd'hui près de 55 ppb, dépassant le seuil des 40 ppb évoqué plus haut. Ce dépassement a une incidence sur la santé des plantes (diminution de la photosynthèse et de la surface foliaire), qui se traduit par une réduction des rendements évaluée entre 5 et 20%. Au niveau européen, cette perte de rendement est évaluée à 26,9 millions de tonnes. L'Ile-de-France est une région particulièrement touchée à l'échelle européenne, susceptible de poser à terme un problème de sécurité alimentaire.

Source : Entretien réalisé auprès de M. Cellier, directeur de recherche en environnement et grandes cultures à l'INRA.

1.2.2 Sécheresse, irrigation et rendements agricoles

Au-delà de l'impact lié à la pollution à l'ozone, les effets positifs de l'élévation des températures et de l'augmentation du taux de CO_2 se trouvent annulés en situation de manque d'eau. Les récents épisodes de sécheresse ont été marqués par des mesures de restrictions d'eau de plus en plus précoces et fréquentes, se traduisant par une baisse parfois importante des rendements agricoles.

[166] Rapport de l'Agence Européenne de l'Environnement, *Air pollution by ozone across Europe*, 2011.

Cette évolution récente révèle une vulnérabilité actuellement moyenne de l'agriculture, dans les secteurs où la tension sur les ressources en eau est forte. C'est le cas notamment dans la Beauce : des volumes prélevables pour l'agriculture ont ainsi été définis pour la nappe qui porte son nom et dont dépend l'agriculture irriguée non seulement en Ile de France, mais également en région Centre, où les surfaces irriguées sont plus important.

En l'absence d'irrigation, le stress hydrique limite fortement – voire stoppe – la croissance des végétaux, avec des conséquences sur les rendements et le revenu des agriculteurs. Or, c'est pour parer à la sécheresse qu'ont été mis en place les réseaux d'irrigation. En Ile-de-France, la part des cultures irriguées dans la SAU des exploitations est passée de 3,2% en 2000 à près de 6% en 2010.

La raison principale de ce développement récent de l'irrigation est économique. Elle permet en effet de maintenir de bons rendements agricoles sur l'ensemble des parcelles de façon homogène (quel que soit le bilan hydrique et la qualité des sols). Pour beaucoup d'exploitations, et en particulier pour les grandes cultures, il s'agit d'une « irrigation assurance ».

Sensibilité à la sécheresse et qualité des sols

La question de la résilience des sols est très importante. Lors de la sécheresse de 2003, les rendements en Ile-de-France ont été globalement faibles, mais avec de grandes disparités liées à la qualité des sols : les sols les plus profonds, « vivants » et présentant une importante réserve hydrique, réduisent considérablement la sensibilité des cultures aux épisodes de sécheresse.
En année normale, les différences de rendements sont gommées par les intrants en azote et en phytosanitaires, ce qui n'est pas le cas en année de sécheresse, au cours desquelles les pertes sont très importantes pour les sols de qualité moyenne ou faible. La vulnérabilité aux sécheresses apparaît donc d'autant plus forte pour les cultures irriguées en cas de tension sur les ressources en eau conduisant à des restrictions d'usage.

Source : Entretien réalisé auprès de M. Guiomar, ingénieur en charge des questions de politique agricole locale, AgroParisTech.

Au-delà, le développement de l'irrigation depuis une quarantaine d'année a permis de développer certaines cultures plus spécifiques, mais à forte valeur ajoutée, comme la betterave industrielle, qui représente aujourd'hui près de 7% de la production agricole francilienne[167].

Dès lors, de remède à la sécheresse, l'irrigation est susceptible de se muer en facteur de vulnérabilité supplémentaire, l'équilibre économique de certaines exploitations en dépendant désormais directement. Dans ce cadre, la vulnérabilité actuelle des cultures irriguées peut être qualifiée de moyenne, les situations de restrictions d'eau n'ayant pour le moment pas atteint un seuil critique remettant fondamentalement en cause les pratiques culturales. La sensibilité aux épisodes de sécheresse n'en demeure pas moins élevée, en raison de la dépendance économique accrue à la disponibilité des ressources en eau.

1.3 VULNERABILITE FUTURE AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

1.3.1 Des effets positifs à court terme pour les rendements…

Croissance du taux de CO_2 et augmentation des rendements

Toutes choses égales par ailleurs, la poursuite de l'augmentation du taux de CO_2 dans l'atmosphère devrait se traduire par une augmentation tendancielle des rendements des cultures.
Toutefois, cette évolution positive n'est valable qu'en deçà d'un certain seuil, lui-même variable selon le type de culture. Comme le soulignent les chercheurs, le blé profiterait ainsi davantage et plus longtemps de cette augmentation du taux de CO_2 que le maïs[168].

[167] Cirad, Cemagref, Diataé, G-eau, *Impact des restrictions d'eau sur les filières agro-alimentaires – Nappe de la Beauce*, rapport intermédiaire, juin 2011.
[168] INRA, ADEME, Projet Climator, *Livre vert*, 2007-2010.

Augmentation des températures moyennes annuelles et décalage des stades phénologiques

Le décalage progressif des stades phénologiques observé actuellement devrait se poursuivre dans le contexte du changement climatique. Les modèles utilisés dans le cadre du projet Climator le soulignent à l'échelle nationale et interrégionale (zone Centre-Nord).
La poursuite de ces décalages devrait avoir de multiples effets, dont les diverses conséquences possibles apparaissent difficiles à prévoir. Parmi les principales d'entre elles, on retiendra :

- La plus grande précocité de la phase de remplissage des grains devrait réduire les effets du déficit hydrique estival et limiter les risques d'échaudage. Dans le même temps, cette phase de remplissage des grains devrait se trouver réduite pour certaines cultures, avec un impact sur les rendements ;

- Cette précocité pourrait augmenter les impacts liés au gel (au moins à court terme), notamment pour les cultures permanentes.

Eléments d'information par type de culture issus du projet Climator

Impact du changement climatique sur le blé :
Le blé (tendre et dur) profite fortement de l'augmentation du CO_2 dans l'atmosphère, qui permet d'augmenter les rendements et de limiter l'effet du stress hydrique. Il est cependant très sensible au stress thermique de fin de cycle. Le changement climatique pourrait donc se traduire par une augmentation des rendements plus forte pour les variétés précoces que pour les variétés plus tardives. A court, moyen et long terme, le modèle CERES indique une stabilité globale des rendements pour la région Centre-Nord.

Impact du changement climatique sur le maïs et le sorgho :
Le maïs et le sorgho profite beaucoup moins de l'augmentation du CO_2 dans l'atmosphère. La région Centre-Nord est cependant la seule inter-région pour laquelle les rendements du maïs devraient augmenter à court et moyen terme (sous réserve d'une augmentation des apports d'eau, ce qui limite la pertinence de son maintien dans la région). À long terme, cette évolution est plus incertaine et dépendra du choix des variétés cultivées.
Le sorgho, mieux adapté à la sécheresse, devrait voir ses rendements augmenter significativement. Il est à ce jour très peu cultivé en Île-de-France.

Le renforcement de la pollution à l'ozone

Le rapport de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) cité plus haut précise qu'un lien de causalité a été établi entre le changement climatique et l'augmentation de la concentration d'ozone dans l'atmosphère, en relation notamment avec l'augmentation des températures moyennes, les températures permettant la formation de l'ozone se situant au-delà de 25°C.

1.3.2 Des effets positifs contrebalancés par les stress hydrique et thermique

Comme le soulignent les résultats du programme RexHySS, la modélisation de l'évolution des précipitations sur le territoire francilien indique deux évolutions majeures :

- Une réduction des précipitations en moyenne annuelle de l'ordre de 6% à l'horizon 2050 et de 12% à l'horizon 2100 ;

- Une modification de la répartition interannuelle des précipitations vers un accroissement des contrastes saisonniers, avec notamment une augmentation attendue de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse estivale.

Les épisodes de sécheresse estivale devraient donc augmenter durant la période végétative de nombreux végétaux, contrebalançant – voire annulant lors des années les plus sèches – les effets positifs liés au décalage phénologique des cultures.

Eléments d'information du rapport interministériel sur l'évaluation des coûts des impacts du changement climatique – Rapport du groupe agriculture[169]

Toutes choses égales par ailleurs, l'augmentation du CO_2 dans l'atmosphère se traduira, quel que soit le scénario du GIEC retenu, par une augmentation des rendements agricoles – et donc des revenus d'exploitation des agriculteurs – à l'horizon 2050, voire 2100 (scénario B2), en particulier pour le blé et avec plus d'incertitude pour le maïs. Au-delà, la tendance s'inverse.

Toutefois, cette analyse ne tient pas compte de la disponibilité des ressources en eau et doit donc être mise en perspective au regard du coût des épisodes passés de sécheresse.
« En France, la sécheresse/canicule de 2003 s'est traduite par des pertes de rendement de l'ordre de -16% pour le blé et de - 20% pour le maïs grain, en comparaison à une année « normale » (l'année 2002). […] Dans le scénario A2, on aboutirait sur la période 2001-2100 à un coût pour le blé compris entre -20 et -33 milliards d'€ et entre -12 et -19 milliards d'€ pour le maïs. Le coût annuel moyen serait ainsi compris entre -209 et -334 millions d'€ pour le blé et entre -120 et -192 millions d'€ pour le maïs. Dans le scénario B2, le coût annuel moyen serait compris entre -118 et -163 millions d'€ pour le blé et entre -68 et -94 millions d'€ pour le maïs ».

La réduction des précipitations estivales, associée à l'augmentation des températures moyennes de cette même saison, se traduirait par une augmentation importante des besoins en eau des cultures, en particulier pour les parcelles situées sur des sols à faible réserve utile et/ou dépendantes de l'irrigation. Comme le souligne le programme RExHySS, l'évapotranspiration potentielle (ETP) devrait ainsi augmenter de 16% à l'horizon 2050 et de 23% à l'horizon 2100.

L'évapotranspiration renvoie à l'émission de la vapeur d'eau par les végétaux (exprimée en millimètres) et résulte de deux phénomènes : l'évaporation de l'eau et la transpiration des plantes. Ce phénomène naturel permet de réguler la température des plantes. Le taux d'évapotranspiration est plus important en climat chaud et sec qu'en climat humide[170]. Ainsi, en situation de stress hydrique, l'évapotranspiration augmente. En cas de chaleur persistante et d'absence d'apport en eau, l'activité photosynthétique des végétaux diminue, de même que leur capacité de rafraîchissement, conduisant in fine à leur mort.

La pression sur les ressources en eau étant déjà localement forte en période estivale (notamment dans la Beauce), il semble difficile d'envisager un recours plus important à l'irrigation. En l'absence de mesure d'adaptation, l'augmentation de la demande climatique et la réduction des ressources disponibles conduiraient à une augmentation du risque de stress hydrique impactant directement les rendements, donc les revenus des agriculteurs.

Leviers pour réduire la dépendance aux ressources en eau

Préserver les sols disposant d'une réserve utile élevée
Pour faire face à la réduction des ressources en eau disponibles et à l'augmentation des besoins en eau des cultures, un premier levier consiste à préserver les terres agricoles à haute valeur agronomique et en particulier pour ceux présentant des sols profonds. On parle d'agro-écologie : il s'agit de valoriser le potentiel naturel du milieu pour s'adapter à l'évolution du climat. Des outils d'aménagement existent pour répondre à cet enjeu. C'est le cas par exemple des Zones Agricoles Protégées (ZAP), annexées aux PLU.

Préconisation : prendre en compte la valeur agronomique des sols dans le SDRIF pour une déclinaison dans les SCoT et les PLU. On notera que les terres aux qualités agronomiques moindres peuvent présenter d'autres atouts dont le SDRIF doit également tenir compte (ceinture verte, etc.).

[169] *Evaluation du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*, Rapport de seconde phase, Partie III – Rapports des groupes sectoriels, 2009.
[170] Portail internet du CNRS http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/usages/eauPlant.html

Sélectionner et cultiver des variétés mieux adaptées au manque d'eau

Le second levier consiste à cultiver des variétés plus résistantes au manque d'eau et à l'augmentation des températures. Cela peut passer par la recherche variétale : sélection d'espèces, hybridation, OGM, etc. ; ou par la culture de variétés issues de régions plus méridionales.

Dans tous les cas, de telles mesures doivent passer par des travaux de recherche, afin de réduire au préalable les incertitudes quant à l'adaptabilité des nouvelles variétés aux conditions locales. La sélection variétale s'est pour l'instant focalisée sur d'autres critères que la résistance à la chaleur et à la sécheresse (teneur en protéines, résistance à certaines maladies, etc.) : de nombreux programmes de recherche sont en cours sur le sujet à l'INRA notamment.

Adapter les pratiques culturales

Pour finir, l'adaptation de l'agriculture francilienne à l'évolution de la disponibilité et des besoins en eau pourrait également passer par une évolution des pratiques culturales.

La fragmentation partielle des paysages agricoles (implantation d'arbres, de haies, de mares, etc.) pourrait ainsi permettre de favoriser la régulation hydrique et thermique des cultures, tout en bénéficiant à la biodiversité (création de corridors écologiques).

Plus globalement, la diversification des cultures et l'évolution des assolements sont autant de leviers permettant de réduire et de répartir les risques en période de sécheresse.

Sources : Entretiens réalisés auprès de M. Cellier (INRA) et de M. Guiomar (AgroParisTech), 2012

1.3.3 L'amplification de l'impact des bioagresseurs sur les cultures

Définition : bioagresseur

Selon le « Dictionnaire des Sciences Animales » publié en ligne par le Cirad, un bioagresseur est un organisme vivant tel qu'un virus, une bactérie, un champignon ou un parasite.

Source : Meyer C., ed. sc., 2012, Dictionnaire des Sciences Animales. [On line]. Montpellier, France, Cirad http://dico-sciences-animales.cirad.fr/

La relation entre le changement climatique d'une part et l'apparition et/ou le développement de bioagresseurs d'autre part, est relativement complexe et difficile à évaluer. Les observations des chercheurs de l'INRA mettent en évidence quelques éléments d'évolution tendancielle, liés ou non à un contexte de changement climatique :

- L'aire de répartition de certains ravageurs devrait s'étendre vers le nord et atteindre l'Ile-de-France, en raison de l'augmentation des températures moyennes, en particulier en hiver (favorisant leur survie) ;
- La mondialisation des flux favorise l'apparition de ravageurs et de maladies : une fois implantés, le changement climatique pourrait favoriser leur développement ;
- L'évolution climatique pourrait favoriser la prolifération et la résistance d'organismes (bactéries, virus, parasites,…) à l'origine de…maladies et ravageurs.

De plus, l'impact négatif de ces bioagresseurs pourrait être renforcé par le caractère intensif de l'agriculture francilienne, qui s'est accru au cours des dix dernières années : en effet, la faible diversité des cultures (monoculture) et des variétés (uniformité génétique) augmente la vulnérabilité du système agricole francilien face aux impacts du changement climatique, et en particulier à l'augmentation des bioagresseurs (maladies et ravageurs).

Par ailleurs, la réduction tendancielle du recours aux produits phytosanitaires devrait se traduire par une sensibilité accrue des cultures à ces nouveaux ravageurs et maladies.

Diversifier les cultures pour mieux répartir les risques

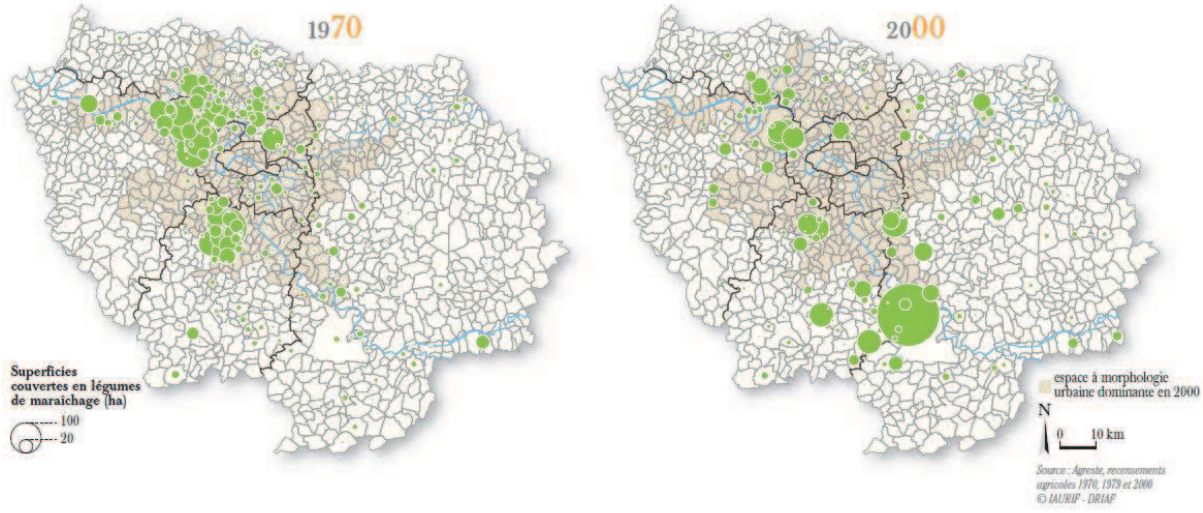
L'agriculture en Ile-de-France constitue un système de plus en plus industrialisé, présentant des parcelles en monoculture de plus en plus grandes. 82% de la SAU est occupée par les grandes cultures non irriguées où ne sont représentées que quelques espèces : dont 41% de blé tendre (230 000 ha) par exemple. Cela multiplie les risques liés aux aléas climatiques directs (40% de la production de cresson a été détruite par le gel en 2012 ; chute des rendements agricoles lors de la sécheresse de 2003) et indirects (l'apparition de bioagresseurs sur de grandes surfaces en monoculture et openfield est très difficile à stopper).
Le risque d'une multiplication des accidents liés au changement climatique peut donc mettre en danger près de 41% de la SAU francilienne.
Dans ce cadre, la diversification de l'agriculture en Ile-de-France constitue un enjeu fondamental pour réduire sa vulnérabilité aux impacts du changement climatique.

Source : Entretien réalisé auprès de M. Guiomar, ingénieur en charge des questions de politique agricole locale, AgroParisTech.

3.1.1. Impacts du changement climatique sur le maraîchage

Les cultures maraîchères, qui ne représentent actuellement que 10% des surfaces agricoles, principalement localisées en Grande Couronne, sont fortement vulnérables aux stress hydrique et thermique. Les superficies des cultures maraîchères ont sensiblement évolué au cours des dernières décennies, subissant une forte érosion. La plaine de Chailly-en-Bière, dans le sud-ouest de la Seine-et-Marne est par ailleurs devenue la principale zone maraîchère par sa surface, grâce aux cultures de salades, comme le montre la carte 3 ci-dessous.

Carte 15 – le maraîchage en Ile-de-France : évolution des Superficies cultivées (source : Atlas rural et agricole de l'Ile-de-France, 2004, Agreste, IAURIF et DRIAF)



De nombreux légumineux, comme par exemple la salade, le cresson, les haricots verts, etc., sont très sensibles aux variations de température et ont un besoin en eau assez important. L'augmentation des températures et la diminution des ressources en eau, en particulier lors de périodes de sécheresse et de canicules, impacteront la production maraîchère, et donc par conséquent la rentabilité de telles exploitations.

A titre d'exemple, on observe une baisse de rendement des tomates lorsque les températures dépassent le seuil de 35-36°C. Bien plus, la culture de la tomate est rendue impossible dès le mois de juin dans la région d'Almeria en Espagne, en raison de la chaleur. Des températures trop élevées en Ile-de-France pourraient donc rendre impossible le maraîchage des cultures légumières. Sans aucune adaptation, les évolutions climatiques provoquant des accidents sur les cultures maraîchères pourraient entraîner leur déclin.

Face à la hausse des températures, des solutions adaptatives existent déjà, comme par exemple la production sous serres en verre et les abris froids, qui permettent de contrôler les conditions climatiques en évitant une augmentation trop importante de la température. Néanmoins, ces systèmes de production pour les cultures maraîchères demandent un apport énergétique important. Cette solution pourrait donc vite devenir non viable économiquement pour les maraîchers.

D'autres impacts peuvent également être pressentis, comme par exemple la modification du calendrier de récolte, qui se verrait alors concentré sur une période plus courte, notamment la salade qui risquerait de pousser plus tôt en automne. Bien plus, la modification du calendrier de récolte pourrait obliger les maraîchers à s'orienter vers un cycle unique de production annuelle pour certains légumineux, même cultivés sous serres en verre et en abris froids. Une telle orientation diminuerait d'une part leur rentabilité, mais risquerait d'avoir des conséquences sur l'alimentation des franciliens d'autre part, rendant impossible un apport de légumes locaux toute l'année.

Enfin, les rendements maraîchers risquent également de diminuer du fait même de l'augmentation des bioagresseurs.

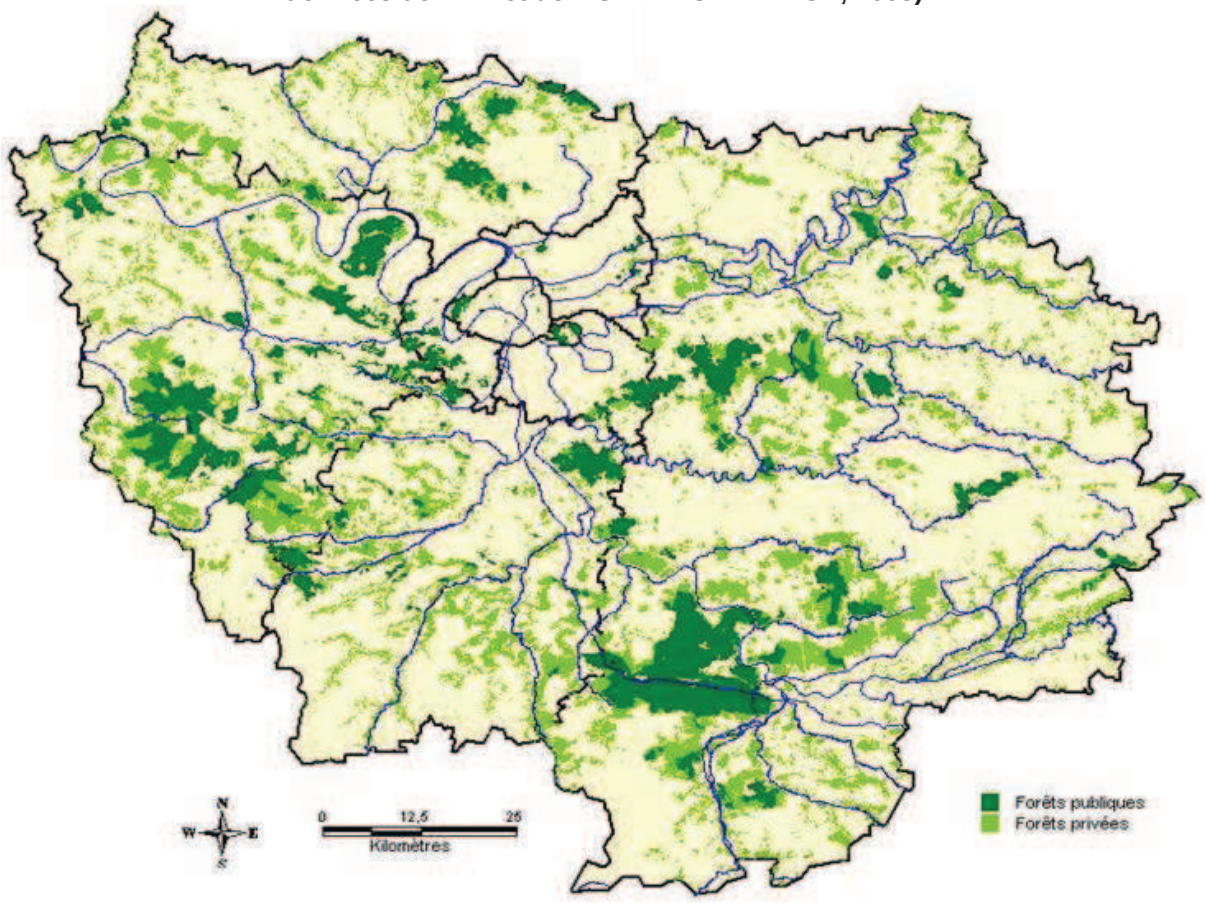
2 LA FORET EN ILE-DE-FRANCE

Ce qu'il faut retenir

Le couvert forestier en région Ile-de-France, hormis quelques grands massifs comme la forêt de Fontainebleau, est relativement dispersé.
La **vulnérabilité actuelle des forêts** franciliennes est **relativement faible.**
Dans le contexte du changement climatique, les forêts connaîtront à **court terme une hausse de productivité** liée aux concentrations plus importantes de CO_2 dans l'atmosphère (on notera que cette hausse ne sera pas la même selon le type de sol forestier). Toutefois, l'intensification et la plus grande récurrence des épisodes de sécheresses pourraient avoir un **impact négatif** sur la physiologie des arbres (dépérissement) et le risque de feux de forêt, avec des conséquences économiques non négligeables sur la filière bois, la biodiversité ou encore sur le tourisme et la demande sociale des Franciliens (loisirs). La **vulnérabilité** des espaces forestiers **pourrait donc augmenter à l'avenir.**

2.1 ELEMENTS DE CONTEXTE

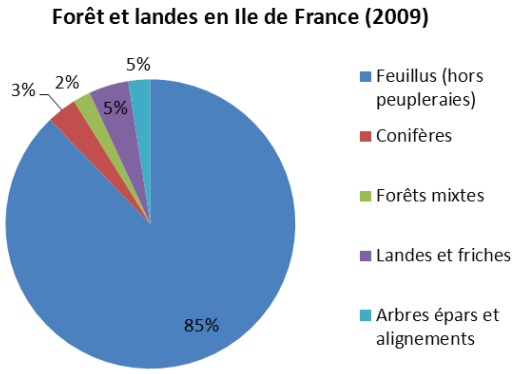
Carte 16 - La forêt publique et privée en Ile-de-France (source : DRIAF Ile-de-France, d'après les données de l'IFN et de l'IGN-BD CARTHAGE, 2003)



L'analyse de la carte ci-dessus (Carte 16) et du diagramme ci-après (Figure 58) permet de distinguer les principales caractéristiques de la forêt francilienne[171] :

- La forêt francilienne couvre environ 23% du territoire régional, ce qui est proche de la moyenne nationale (26%). Cette couverture forestière est inégalement répartie, en raison principalement de l'urbanisation dense de l'agglomération centrale (Paris et petite couronne). Hormis quelques grands massifs (Fontainebleau et Rambouillet par exemple), cette forêt est très dispersée ;
- 90 % de la forêt francilienne est constituée de feuillus. Les essences les plus présentes sont le chêne sessile (32% en volume), le chêne pédonculé et le châtaignier (12% pour chacune de ces deux essences) ;
- En termes de milieu naturel, la forêt francilienne se trouve au carrefour de plusieurs domaines biogéographiques. Située à la limite Est du domaine atlantique, elle est marquée au sud par des influences méridionales (Beauce et Gâtinais) et à l'est par des influences continentales (Brie).

Figure 58 - Répartition des types d'espaces boisés en Ile-de-France (source : Artelia, d'après la base de données Eider du MEDDTL, 2009)



Source : Artelia, d'après la base Eider, MEDDTL, 2009

2.2 VULNERABILITE ACTUELLE DES FORETS D'ILE-DE-FRANCE A L'EVOLUTION DU CLIMAT

Certains effets du changement climatique sont d'ores et déjà observés en Ile-de-France. L'augmentation des températures moyennes et du taux de CO_2 dans l'atmosphère favorise ainsi la croissance des arbres en accélérant notamment le processus de photosynthèse, ce qui se traduit in fine par une augmentation de la productivité des forêts.

Au-delà de ces aspects positifs, les forêts franciliennes ont déjà été touchées par des épisodes de sécheresse estivale plus ou moins longs. La répétition simultanée de deux à trois années sèches, telles que 2003, 2004 et 2005 induit un stress hydrique qui fragilise certaines essences, comme le hêtre, dominant en forêt de Fontainebleau.
Sur le plan du risque de feux de forêt, la sensibilité des espaces forestiers reste actuellement relativement faible, comparativement aux régions du Sud de la France. La progression de la forêt, lorsqu'elle n'est pas maîtrisée, se traduit toutefois par une présence accrue de matériaux combustibles (landes, broussailles, etc.), ce qui est ponctuellement le cas en Ile-de-France, où le couvert forestier progresse depuis une trentaine d'années.

La vulnérabilité actuelle de la forêt francilienne aux impacts climatiques est donc faible à moyenne, si l'on prend en compte sa sensibilité au stress hydrique en période de sécheresse.

[171] L'essentiel des données citées ici sont issues d'un document de synthèse réalisé par la DRIAF Ile-de-France en 2007 sur la forêt francilienne.

2.3 LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES FORETS FRANCILIENNES

2.3.1 Les impacts physiologiques du changement climatique sur l'arbre

Comme pour les cultures, la forêt francilienne devrait bénéficier de l'augmentation de la concentration en CO_2 dans l'atmosphère et des températures moyennes, toutes choses égales par ailleurs, avec une augmentation de la productivité forestière à court et moyen terme. À plus long terme (horizon 2100), la situation paraît plus incertaine.
Par ailleurs, une telle évolution est largement dépendante de la disponibilité des ressources en eau. Pour certaines espèces comme le hêtre, l'augmentation attendue de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse pourrait s'avérer particulièrement négative.
Le stress hydrique entraîne en effet un dérèglement du fonctionnement biologique de l'arbre, le rendant plus fragile et sensible aux évènements extrêmes et aux bioagresseurs. À terme, le dépérissement des espèces les moins adaptées devrait favoriser l'implantation ou le développement d'espèces plus résistantes au manque d'eau.
Les conséquences d'une telle évolution restent encore incertaines mais seront multiples. Les arbres sont le support de la biodiversité et du paysage, donc de services éco-systémiques, d'un espace vécu, etc.
L'impact du stress hydrique va donc bien au-delà du dépérissement de l'arbre et du territoire forestier et de son effet sur la valorisation économique du bois, pour s'étendre au tourisme et aux autres activités récréatives, à la biodiversité, la production de biomasse, le stockage du carbone, etc. Sur ce dernier exemple, on notera que le stress hydrique et thermique causé par la canicule de 2003 a conduit à annuler environ 4 ans de stockage de carbone pour la forêt francilienne[172]. On notera que l'évènement a inégalement touché les écosystèmes forestiers, en fonction notamment de la nature des sols.

2.3.2 Impact sur l'évolution des feux de forêt[173]

Les prévisions de Météo-France, quel que soit le scénario retenu, indiquent une augmentation significative de ce risque dans le contexte du changement climatique.

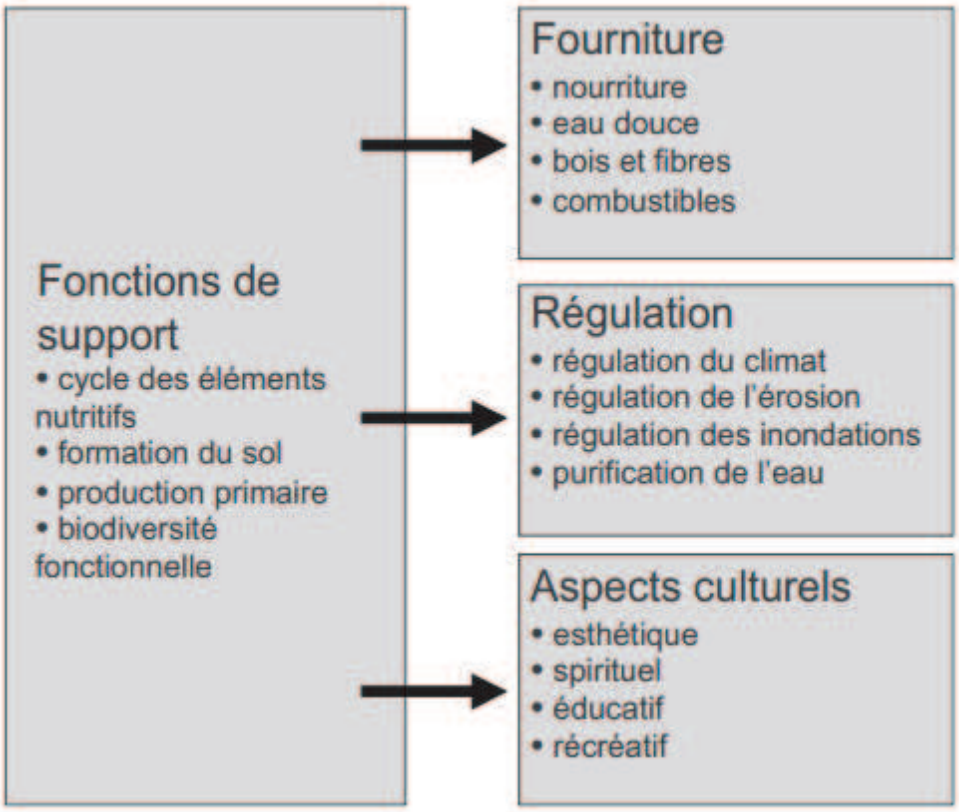
Le risque incendie est issu de la conjonction de deux éléments :

- Climatique : la sécheresse et les températures élevées ;
- Humain : la baisse de vigilance quant à l'aménagement et l'occupation des espaces forestiers.

Les conséquences sociales, économiques et psychologiques des grands incendies de forêt ne sont pas négligeables. L'impact va en effet bien au-delà de la destruction d'un espace forestier pour toucher de nombreux secteurs, à commencer par le tourisme. L'ensemble des services fournis par les systèmes forestiers se verrait donc impacté avec de nombreuses conséquences indirectes : activités socio-économiques, activités de régulation, etc. La Figure 5 ci-dessous résume les services fournis par les forêts qui se verraient indirectement impactés par la vulnérabilité des forêts franciliennes.

[172] Atelier de validation du diagnostic de vulnérabilité, juin 2012.
[173] Voir également le chapitre consacré aux risques naturels.

Figure 59 - Services fournis par les écosystèmes forestiers (source : évènements climatiques extrêmes, réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux, rapport sur la science et la technologie n°29, 2010, adapté d'après Millenium Ecosystem Assessment)



2.3.3 L'impact des bioagresseurs sur la forêt d'Ile-de-France

L'incertitude quant à l'évolution des parasites est importante. Deux certitudes cependant :

- Les parasites se déplacent plus vite que les arbres : actuellement, on constate dans l'hémisphère Nord l'arrivée de parasites favorisée par l'évolution du climat, mais aussi par la mondialisation des échanges ;
- Les impacts physiologiques du changement climatique (liés à des sécheresses plus longues et plus intenses) renforcent la vulnérabilité des arbres à ces parasites.

3 TABLEAU DE SYNTHESE THEMATIQUE

Impact	*Territoires les plus concernés*	*Exposition actuelle et future aux aléas*	*Sensibilité des enjeux*	*Capacité d'adaptation*	*Evaluation de la vulnérabilité*	*Perception de la gravité de l'impact ? (+, ++, +++)*	*Niveau de priorité de l'impact dans le cadre de l'adaptation au changement climatique (1, 2, 3)*
Hausse de la productivité des cultures à court terme (à mettre en regard avec d'autres éléments : génétique, etc.)	Grande Couronne	Exposition actuelle : moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée (hausse des températures et du taux de CO2 dans l'atmosphère)	Moyenne Variable selon les types de cultures	-Elevée, mais dépendante de la disponibilité des ressources en eau	Opportunité actuelle moyenne Opportunité à nuancer en fonction des disponibilités en eau		3
REDUCTION DES RESSOURCES EN EAU DISPONIBLES / AUGMENTATION DES BESOINS D'IRRIGATION[174]	Grande Couronne (notamment la Beauce)	Exposition actuelle : faible à moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée	Elevée Réduction des rendements lors de canicules et de sécheresses	-Adaptation spontanée constatée durant les années de sécheresse -Nombreux travaux de recherche pour développer des cultures et des pratiques culturales mieux adaptées	Vulnérabilité actuelle moyenne Vulnérabilité future élevée	Localisé	1

[174] Voir le chapitre consacré aux ressources en eau.

AUGMENTATION DE L'IMPACT DES BIOAGRESSEURS (MALADIES, RAVAGEURS, ETC.) SUR LES CULTURES ET LES FORETS	Toute la région (surtout la Grande Couronne)	Exposition actuelle : faible Probabilité d'occurrence : incertaine Exposition future : incertaine	Moyenne (NB : la sensibilité aux maladies pourra augmenter avec la réduction de l'usage des produits phytosanitaires).	-Travaux de recherche en cours sur le sujet (INRA)	Vulnérabilité actuelle faible Vulnérabilité future incertaine	Observation à mettre en place	1
DIMINUTION A TERME DE LA PRODUCTIVITE DES FORETS LIEE AU STRESS HYDRIQUE ET THERMIQUE, A L'AUGMENTATION DU RISQUE FEUX DE FORETS ET A L'ETAT DE LA QUALITE DE L'AIR	Grands massifs (Fontainebleau, etc.)	Exposition actuelle : faible à moyenne Probabilité d'occurrence : élevée Exposition future : élevée	Moyenne à élevée selon les essences. La sensibilité est d'autant plus élevée que les épisodes de sécheresse sont répétés. Cette sensibilité doit être mise en relation avec les services écosystémiques rendus par la forêt : - Biomasse énergie ; - Stockage carbone (2003 = 4 ans de stockage carbone annulés)	-Prise en compte du changement climatique dans la gestion des espaces forestiers -Dépendra du choix des essences forestières - Prise en compte de l'augmentation du risque feux de forets	Vulnérabilité actuelle faible Vulnérabilité future incertaine (peut constituer une opportunité selon le choix des essences)		1

ANNEXE 2 - Eléments d’analyse pour un chiffrage du coût des impacts

Table des matières

INTRODUCTION : ELEMENTS DE CADRAGE SUR LE CHIFFRAGE ECONOMIQUE DES COUTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 3
1.1. DES APPROCHES DIVERGENTES 3
1.2. CHOIX METHODOLOGIQUES ET PERIMETRE DE L'EVALUATION 4
1.3. PRINCIPALES LIMITES DE L'EXERCICE 5
1. ELEMENTS DE COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE EN ILE-DE-FRANCE : LE CAS DES ANNEES CANICULAIRES 6
1.1. LE RETOUR D'EXPERIENCE DE 2003 6
1.2. L'EVOLUTION DES CANICULES « DE TYPE 2003 » SOUS CLIMAT MODIFIE 8
1.3. EXTRAPOLATION DU RETOUR D'EXPERIENCE 8
1.4. TRADUCTION EN TERMES MONETAIRES 8
2. ELEMENTS DE COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE CADRE BATI EN ILE-DE-FRANCE : RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES ET MAISONS INDIVIDUELLES 10
2.1. LES ZONES ARGILEUSES EN ILE-DE-FRANCE 10
2.2. LE COUT DE LA CANICULE DE 2003 12
2.3. L'EVOLUTION DES CANICULES « DE TYPE 2003 » SOUS CLIMAT MODIFIE 13
2.4. EXTRAPOLATION DU RETOUR D'EXPERIENCE 13
2.5. PRISE EN COMPTE DE L'URBANISATION 14
2.6. ADAPTATION 14
3. ELEMENTS DE COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT EN ILE-DE-FRANCE : LE CAS DES CANICULES SUR LE RESEAU ROUTIER 15
3.1. LE COUT D'UNE CANICULE SUR LE RESEAU DE TRANSPORT ROUTIER 15
3.2. L'EVOLUTION DES CANICULES « DE TYPE 2003 » SOUS CLIMAT MODIFIE 16
3.3. EXTRAPOLATION DU RETOUR D'EXPERIENCE 16
4. ELEMENTS DE COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SANTE EN ILE-DE-FRANCE : HAUSSE DES TEMPERATURES ET MORTALITE ESTIVALE 17
4.1. EVALUATION DU COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE 17
4.2. MISE EN PERSPECTIVE : VIEILLISSEMENT DE LA POPULATION ET CANICULE DE 2003 18
5. ELEMENTS DE COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE CADRE BATI EN ILE-DE-FRANCE : LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE EN ETE 19
5.1. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ACTUELLES POUR LA CLIMATISATION DANS LE RESIDENTIEL 19
5.2. ESTIMATION DE LA CONSOMMATION FUTURE 20

INTRODUCTION : ELEMENTS DE CADRAGE SUR LE CHIFFRAGE ECONOMIQUE DES COUTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La question du coût du changement climatique et de l'adaptation est un sujet de recherche émergent. Face aux nombreux impacts du changement climatique auxquels devront faire face les acteurs de toutes échelles et de tous les secteurs ; et étant donnée la variété de mesures d'adaptation applicables, la question économique représente un élément clé, un outil d'aide à la décision central pour les acteurs.

A l'échelle internationale, plusieurs travaux ont proposé des méthodes permettant d'estimer les coûts. En revanche, au niveau local, les exercices d'évaluation économique sont relativement récents et se heurtent à certaines difficultés méthodologiques : incertitude sur le changement climatique et ses impacts à l'échelle locale, hétérogénéité des méthodes, manque de données chiffrées…

L'objectif de ce rapport est de proposer, à partir de méthodes simples, des premiers éléments de chiffrage du coût des impacts du changement climatique en Ile-de-France, compte tenu des données disponibles directement. Au préalable, nous présentons un bref état des lieux des connaissances et démarches en matière de chiffrage économique du changement climatique.

1.1. DES APPROCHES DIVERGENTES

Très schématiquement, on peut distinguer deux grands types d'approches de quantification :

- La première, dite **« *Top-down* »**, principalement utilisée pour les évaluations d'échelle large (Banque Mondiale, OCDE…) repose, d'après la définition qui en est faite par le CGDD, sur l'estimation d'un surcoût – généralement de l'ordre de 10% - sur les investissements réalisés chaque année dans les secteurs sensibles au climat[1]. Cette approche présente l'intérêt d'aboutir à des estimations agrégées du coût du changement climatique. C'est en se fondant sur ce type d'approche que le rapport Stern (2006) chiffre la perte économique liée à l'inaction entre 5 et 20% du PIB mondial.

- La seconde approche, dite **« *Bottom-up* »**, repose sur l'utilisation de méthodologies différentes selon les secteurs. Les estimations des coûts de l'inaction et des coûts d'investissements nécessaires à l'adaptation sont établies en fonction de l'impact considéré, en se fondant sur les relations connues / modélisées entre les paramètres climatiques et les secteurs. Ce type de méthodes, davantage adapté aux échelles locales, présente l'intérêt d'être davantage précis et transparent, mais empêche toute agrégation des résultats : les hypothèses et méthodologies sectorielles ne sont pas forcément cohérentes les unes avec les autres.

C'est à partir d'une approche « Bottom-up » que le Groupe interministériel « Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France » a rendu ses conclusions en 2009[2], proposant des éléments de chiffrage secteur par secteur. Si ce travail comporte un certain nombre de limites (hypothèses simplificatrices, incertitude, évaluations partielles), il présente plusieurs résultats forts, notamment un impact global négatif du changement climatique, avec des coûts pouvant atteindre plusieurs centaines de millions d'euros par an pour plusieurs secteurs en cas d'adaptation insuffisante.

Dans le cadre de notre exercice, nous prenons appui sur les résultats et les méthodes développées par le Groupe interministériel.

[1] De Perthuis, Hallegatte, Lecocq, 2010
[2] ONERC, 2009. Changement climatique : coût des impacts et pistes d'adaptation

1.2. CHOIX METHODOLOGIQUES ET PERIMETRE DE L'EVALUATION

Les évaluations réalisées ici reposent sur trois types de méthodologies, présentées dans le tableau ci-dessous.

Approche méthodologique	Description	Avantages / principales limites
Analogues historiques	Se fonder sur un retour d'expérience d'événement climatique marquant pour mettre en évidence l'impact d'une augmentation / diminution de ce type d'événements	Simplicité, disponibilité de données terrain MAIS : - Non prise en compte de l'adaptation spontanée - Non prise en compte des effets cumulatifs d'un événement extrême
Transposition d'études / résultats de modèles	Utiliser des modèles (ou résultats de modèles) complexes liant le secteur aux paramètres climatiques	Qualité des modèles (prise en compte de relations complexes), prise en compte possible de l'adaptation MAIS : - Résultats pas toujours disponibles - Limites inhérentes à la modélisation
Hypothèses ad-hoc	Développer des scénarios spécifiques d'évolution du secteur en lien avec le changement climatique, en fonction des relations empiriques entre secteur et paramètres climatiques	Simplicité, permet de pallier le manque de connaissances MAIS : - Simplification et limite des hypothèses

Cinq évaluations sont présentées ci-après. Elles concernent l'agriculture, la santé, l'habitat, les infrastructures de transport routier et l'énergie. Pour chaque secteur, un impact spécifique a été sélectionné pour l'évaluation, en fonction de la pertinence de l'impact pour la région, de la disponibilité de méthodes et de la disponibilité des données.

Approche méthodologique	Secteur	Description de la quantification
Analogues historiques	Agriculture	REX de la canicule de 2003, comparaison des rendements 2002-2003
	Cadre bâti	REX de la canicule de 2003, régionalisation du coût CatNat observé à l'échelle nationale Adaptation des fondations des nouvelles maisons individuelles construites d'ici 2030
	Infrastructures routières	Transposition de résultats d'un retour d'expérience mené au Royaume-Uni; estimation de l'impact sur le budget annuel d'entretien des routes
Transposition d'études / résultats de modèles	Santé	Utilisation de résultats d'une étude européenne (PESETA), modélisant les relations températures / santé Prise en compte des spécificités franciliennes en exploitant les observations de 2003
Hypothèses ad-hoc	Energie	Hypothèses d'évolution de l'équipement en climatiseurs dans le résidentiel suite au changement climatique ; et de consommations unitaires des climatiseurs

1.3. PRINCIPALES LIMITES DE L'EXERCICE

Si les quantifications réalisées présentent l'intérêt de poser un premier pas dans l'évaluation économique des impacts du changement climatique à l'échelle régionale, de nombreuses limites y sont associées, qui doivent être gardées à l'esprit à la lecture du document.

La première concerne **le périmètre restreint de l'évaluation**. Bien que l'importance du secteur pour la région ait orienté la sélection des secteurs étudiés, c'est au final la disponibilité de méthodes et de données mobilisables qui a guidé le choix des quantifications réalisées. Plusieurs thématiques d'importance pour l'Ile-de-France n'ont pas fait l'objet de quantification ici (par exemple, la biodiversité, le tourisme, …). De la même manière, au sein de chaque secteur étudié, l'évaluation est partielle : pour le cadre bâti, on ne s'intéresse qu'à l'impact du RGA sur les maisons individuelles ; pour l'énergie, l'évaluation concerne uniquement la climatisation dans le résidentiel…

La seconde limite, inhérente à tout travail les impacts du changement climatique, prend encore davantage d'importance lorsqu'il s'agit de chiffrage. Il s'agit de **l'incertitude,** qui porte sur la vitesse et l'ampleur du changement climatique à l'échelle globale et locale, sur la nature et l'importance des impacts, sur les coûts qui y seront associés. Afin de prendre la mesure de cette incertitude, les résultats sont systématiquement présentés sous forme de fourchette, et non d'une valeur unique. Si l'on ajoute à cette incertitude le manque de données locales ayant conduit à d'importantes approximations, **les résultats doivent être considérés comme des ordres de grandeur uniquement.**

Enfin, afin d'isoler l'impact du changement climatique de celui des autres évolutions que connaîtra le territoire au long du XXIe siècle, nous adoptons **un raisonnement à économie constante**, « toutes choses égales par ailleurs ». Ce choix, qui permet de ne pas ajouter d'incertitudes socioéconomiques sur les incertitudes climatiques, est particulièrement limitant pour certains secteurs dont on sait qu'ils sont extrêmement dépendants des évolutions sociales et politiques (l'agriculture par exemple). Ici, lorsque cela était possible, nous avons intégré à l'analyse les tendances lourdes d'évolution (vieillissement de la population, urbanisation) à moyen terme (2030).

1. ELEMENTS DE COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE EN ILE-DE-FRANCE : LE CAS DES ANNEES CANICULAIRES

Les impacts du changement climatique sur les productions agricoles sont difficiles à cerner : ils dépendront de la localisation géographique, des filières développées, de l'ampleur des évolutions du climat.
Certains modèles de croissance des plantes – notamment les modèles utilisés dans le cadre du projet CLIMATOR (ADEME, INRA 2010) soulignent, pour les régions de la moitié nord de la France, des impacts potentiellement positifs de la hausse des températures moyennes sur la croissance des plantes[3], résultant, au moins à moyen terme, en une hausse de la productivité de cultures telles que le blé, le maïs, ou encore les prairies.
Mais ces modèles rendent difficilement compte de l'impact de l'évolution des extrêmes climatiques – et notamment des canicules et des sécheresses, susceptibles d'inverser ces effets positifs.

La canicule de 2003, sans chercher à l'imputer à un changement climatique, fournit des indications intéressantes quant à l'effet, pour l'agriculture, de périodes caniculaires et d'années sèches, dont les modèles climatiques projettent une hausse de fréquence significative au long du XXIe siècle. C'est sur ce retour d'expérience que nous fondons notre évaluation. Le principal biais de cette méthode concerne la non prise en compte de l'adaptation spontanée des agriculteurs.

Evaluation du coût de l'inaction

L'évaluation du coût du changement climatique est donc basée sur l'extrapolation du retour d'expérience de la canicule de 2003. Notons que les résultats que nous obtenons doivent être interprétés comme des ordres de grandeur : ils ne tiennent pas compte de l'adaptation spontanée des agriculteurs (évolution des pratiques, adaptations à la marge), ni d'une adaptation planifiée.

1.1. LE RETOUR D'EXPERIENCE DE 2003

En premier lieu, afin de prendre la mesure de l'impact de la canicule de 2003 sur l'agriculture francilienne, nous comparons les rendements de 2003 avec les rendements de l'année 2002, année considérée comme « normale ». Ici, ce ne sont pas les volumes absolus qui nous intéressent, mais bien le pourcentage d'évolution observé.

Le graphique ci-dessous, réalisé à partir des statistiques annuelles AGRESTE, montre bien que pour la grande majorité des cultures, les productions de 2003 ont été largement inférieures à celles de 2002.

[3] CLIMATOR

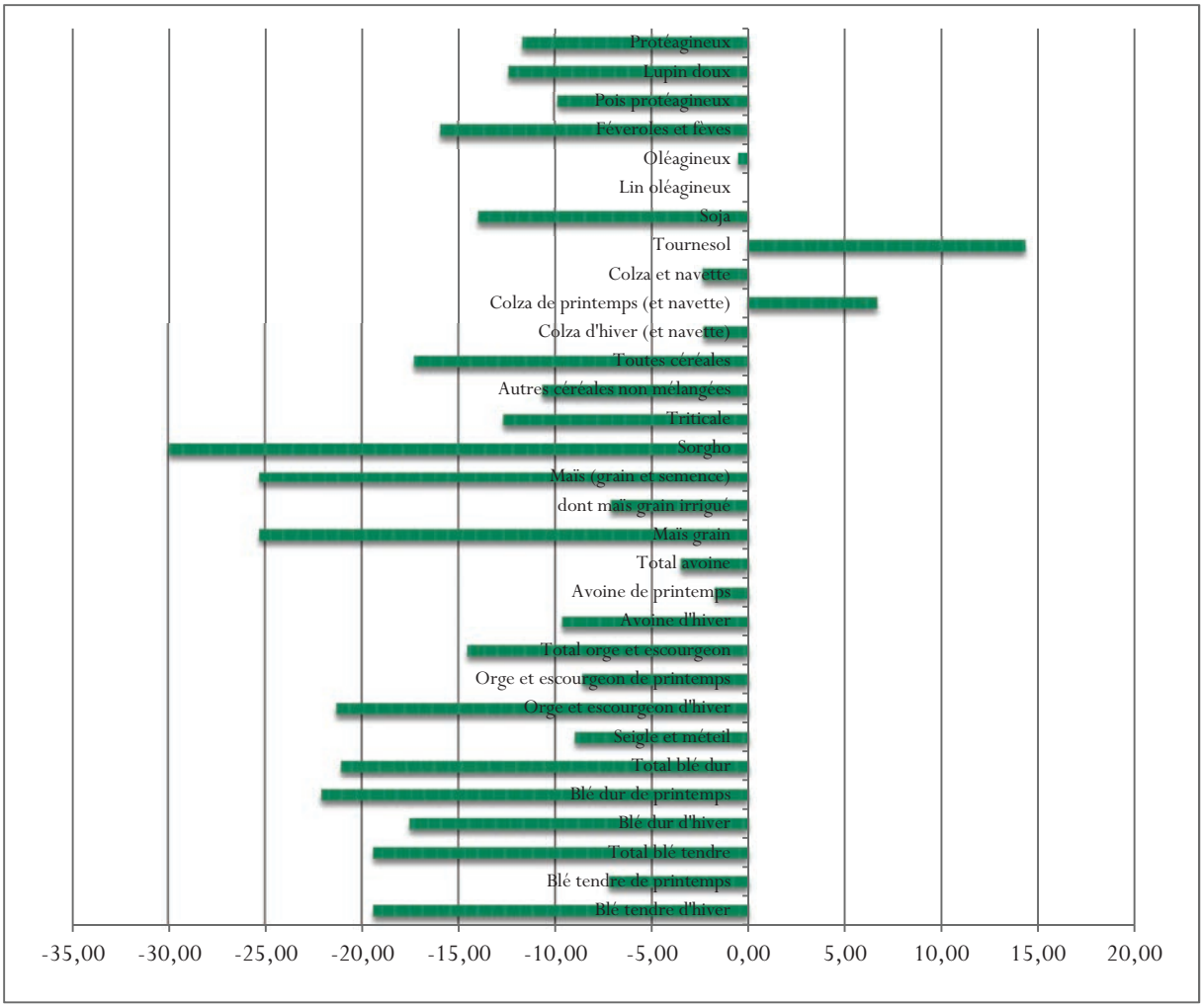


Figure 1 – Evolution 2002-2003 des rendements des productions végétales en Ile-de-France (en %) (Agreste, statistiques agricoles annuelles)

Pour notre exercice, nous nous concentrerons sur cinq productions : le blé tendre, le maïs, le sorgho, la laitue et les prairies.

Tableau 1 – Evolutions des rendements de cinq productions végétales entre 2002 et 2003 en Ile-de-France (Agreste, statistiques agricoles annuelles)

	2002			2003			Evolution 2002-2003 (%)
	Surface (ha)	Production (q)	Rendement	Surface (ha)	Production (q)	Rendement	
Blé tendre	243948,0	20285660	83,2	239123,0	16012957	67,0	-19%
Maïs	45771,0	551396	12,0	39433	367100	9,3	-23%
Sorgho	28,0	1400	50,0	26,0	910	35	-30%
Laitue	1271	340732	268,1	1287	279017	216,8	-19%
Prairies	22096,0	1477032,0	66,8	21788,0	916508,0	42,1	-37%

Pour les cinq productions sélectionnées, on a constaté en 2003 un impact significatif de la canicule. Entre 2002 et 2003, les diminutions de rendement ont été de l'ordre de 20% pour le blé tendre, le maïs et la laitue, et jusqu'à 37% pour la production de matière sèche des prairies franciliennes.

1.2. L'EVOLUTION DES CANICULES « DE TYPE 2003 » SOUS CLIMAT MODIFIE

D'après les projections de Météo-France et de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL), les deux organismes de modélisation climatique en France participant aux travaux du GIEC, le changement climatique entrainera une hausse de fréquence des vagues de chaleur au cours du XXIe siècle. Ce qui nous intéresse pour cette évaluation, c'est l'évolution des vagues de chaleur « de type 2003 », exceptionnelle par sa durée et son intensité. Dans le cadre du Groupe interministériel sur le changement climatique, les coûts associés et l'adaptation en France (ONERC, 2009), un exercice de dénombrement des canicules de type 2003 que l'on estime, d'après les projections climatiques, pouvoir se produire aux horizons 2030, 2050 et 2100 a été réalisé pour deux scénarios : A2 et B2.

Tableau 2 – Dénombrement des canicules de type 2003 au XXIe siècle (Groupe interministériel, 2009)

	2000-2030	2030-2050	2050-2100
A2	0 - 3	2 - 11	32 - 51
B2	0- 1	1 - 4	18 - 25

D'après le scénario A2, on recenserait, entre 2000 et 2030, jusqu'à 3 canicules de type 2003, de 2 à 11 entre 2030 et 2050, et de 32 à 51 entre 2050 et 2100. Les données sont moins pessimistes pour le scénario B2.

1.3. EXTRAPOLATION DU RETOUR D'EXPERIENCE

En extrapolant les diminutions de rendements observés en 2003 avec les projections du nombre d'événements de type 2003 au cours du XXIe siècle, on obtient les pourcentages de diminution de rendements suivants, en moyenne annuelle :

Tableau 3 – Evolutions moyennes annuelles des rendements causées par les canicules de type 2003 (%)

	A2			B2		
	2000-2030	2030-2050	2050-2100	2000-2030	2030-2050	2050-2100
Blé tendre	0 ; -2	-2 ; -11	-12 ; -20	0 ; -1	-1 ; -4	-7 ; -10
Maïs	0 ; -2	-2 ; -12	-15 ; -23	0 ; -1	-1 ; -5	-8 ; -11
Sorgho	0 ; -3	-3 ; -17	-19 ; -31	0 ; -1	-2 ; -6	-8 ; -11
Laitue	0 ; -2	-2 ; -11	-12 ; -20	0 ; -1	-1 ; -4	-7 ; -10
Prairies	0 ; -4	-4 ; -20	-24 ; -38	0 ; -1	-2 ; -7	-13 ; -19

D'après ces estimations, la recrudescence des canicules de type 2003 au XXIè siècle entrainerait, à l'horizon fin de siècle, une diminution moyenne annuelle des rendements de l'ordre de 13 à 38% pour les prairies, de 7 à 20% pour le blé tendre et la laitue, de 8 à 23% pour le maïs et de 8 à 31% pour le sorgho, toutes choses égales par ailleurs.

1.4. TRADUCTION EN TERMES MONETAIRES

Pour la traduction de ces évolutions en termes monétaires, nous devons poser une hypothèse très restrictive : le raisonnement à « économie constante ». Nous ne considérons pas d'évolutions des volumes produits ni des prix, ou des politiques agricoles. Les résultats donnés ci-après sont présentés à titre indicatif.

L'hypothèse que nous prenons, si elle permet de ne pas ajouter d'incertitudes socioéconomiques aux incertitudes climatiques, est particulièrement limitante pour le cas de l'agriculture où les évolutions du marché pourraient entrainer des changements plus significatifs que le climat lui-même. Elle permet néanmoins d'isoler l'impact du changement climatique des autres évolutions que le monde agricole connaîtra au XXIe siècle.
Il est également à noter que les déterminants de l'impact économique du changement climatique - pour l'exploitant Francilien – ne seront certainement pas uniquement liés aux impacts locaux du changement climatique. Une sécheresse subie dans les grandes régions productrices à l'échelle mondiale influe en effet sur les prix du marché de manière significative.

Nous appliquons les pourcentages d'évolutions de rendements aux volumes actuellement produits (en moyenne sur la période 2007-2011), et utilisons les prix de marché (en moyenne sur les dernières années disponibles – 2005-2009) pour estimer les pertes monétaires.

D'après les données Eurostat, les prix moyens du blé et du maïs sur la période 2005-2009 en France s'établissent respectivement à 133 et 130 euros/tonne. Pour le Sorgho, on pose une hypothèse d'un prix de 100€/tonne et de l'ordre de 60€/tonne de matière sèche pour la prairie. Nous ne disposons pas du prix de vente à la tonne de la laitue.

Selon ces estimations, le coût annuel moyen des canicules de type 2003 pourrait atteindre en **2030, jusqu'à 6 millions d'euros pour les quatre productions étudiées**. Il s'élèverait entre **3 et 35 millions d'euros annuels entre 2030 et 2050** et **entre 23 et 65 millions d'euros annuels entre 2050 et 2100**. Ces résultats sont à mettre en perspective avec le chiffre d'affaires actuel du secteur pour ces productions, qui, selon nos données peut être estimé à 310 millions d'euros annuels. Ces estimations monétaires ne comprennent pas la production de laitue, pour laquelle le prix de vente à la tonne n'est pas disponible

2. ELEMENTS DE COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE CADRE BATI EN ILE-DE-FRANCE : RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES ET MAISONS INDIVIDUELLES

Le retrait-gonflement des argiles constitue un risque significatif en Ile-de-France : la région présente en effet de nombreuses couches argileuses, dont le volume est particulièrement sensible aux variations de teneur en eau du sol. Lorsque l'humidité est importante, ces argiles gonflent, puis se rétractent en cas de sécheresse, causant des dommages sévères sur les bâtiments construits dans ces zones.

Suite aux sécheresses qu'a connues la région ces dernières années, et en particulier suite à la canicule de 2003, les dommages sur le bâti se sont multipliés en Ile-de-France, avec un coût important pour le régime d'assurance et pour les particuliers impactés. Notre évaluation se base sur l'extrapolation du retour d'expérience de l'été 2003 et concerne les maisons individuelles, principal type d'habitat touché par le risque.

Evaluation du coût de l'inaction :

2.1. LES ZONES ARGILEUSES EN ILE-DE-FRANCE

Le retrait-gonflement des argiles constitue d'ores et déjà une préoccupation à l'échelle régionale : 75% de la surface de la région Ile-de-France est localisée en zone argileuse, comme l'indique le graphique ci-dessous. La moitié de la surface est en zone classée en aléa « faible », tandis que 16% se situe en zone d'aléa « moyen » et 7% en zone d'aléa « fort ».

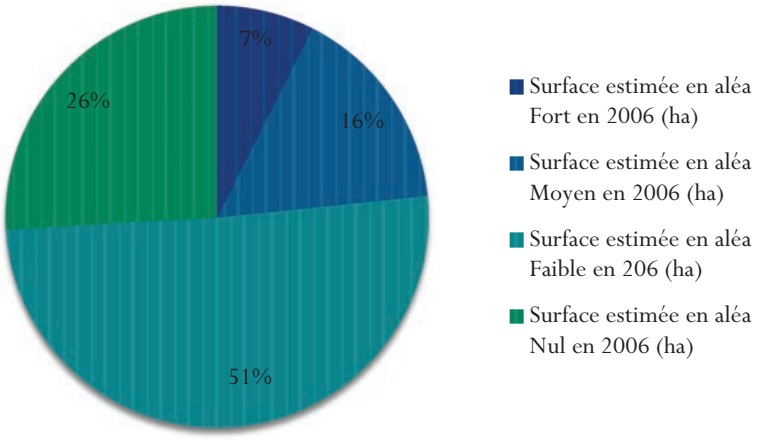


Figure 2 – Répartition de la surface de la région Ile-de-France par intensité d'aléa RGA en Ile-de-France en 2006 (SOeS)

Pour évaluer le coût de l'impact du retrait-gonflement des argiles, c'est davantage les enjeux exposés qui nous intéressent, et en particulier, les maisons individuelles, premières impactées par le retrait-gonflement.

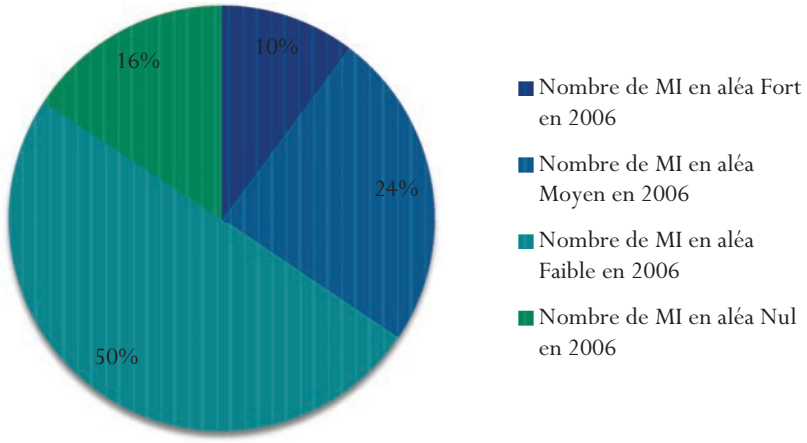


Figure 3 – Répartition des maisons individuelles par zone d'intensité d'aléa en Ile-de-France 2006 (SOeS)

D'après le graphique ci-dessus, on voit que si seulement 7% de la surface régionale est en zone d'aléa fort, celle-ci recouvre 10% des maisons individuelles. De même, si 16% de la surface régionale est en zone d'aléa « moyen », ces surfaces abritent 24% des maisons individuelles d'Ile-de-France.
Il est intéressant de constater que sur 18 325 sinistres géoréférencés en Ile-de-France, 28% se trouvent dans une zone d'aléa fort et 42%, la majorité, sont situés en zone d'aléa moyen et 29% sont en zone d'aléa faible[4].

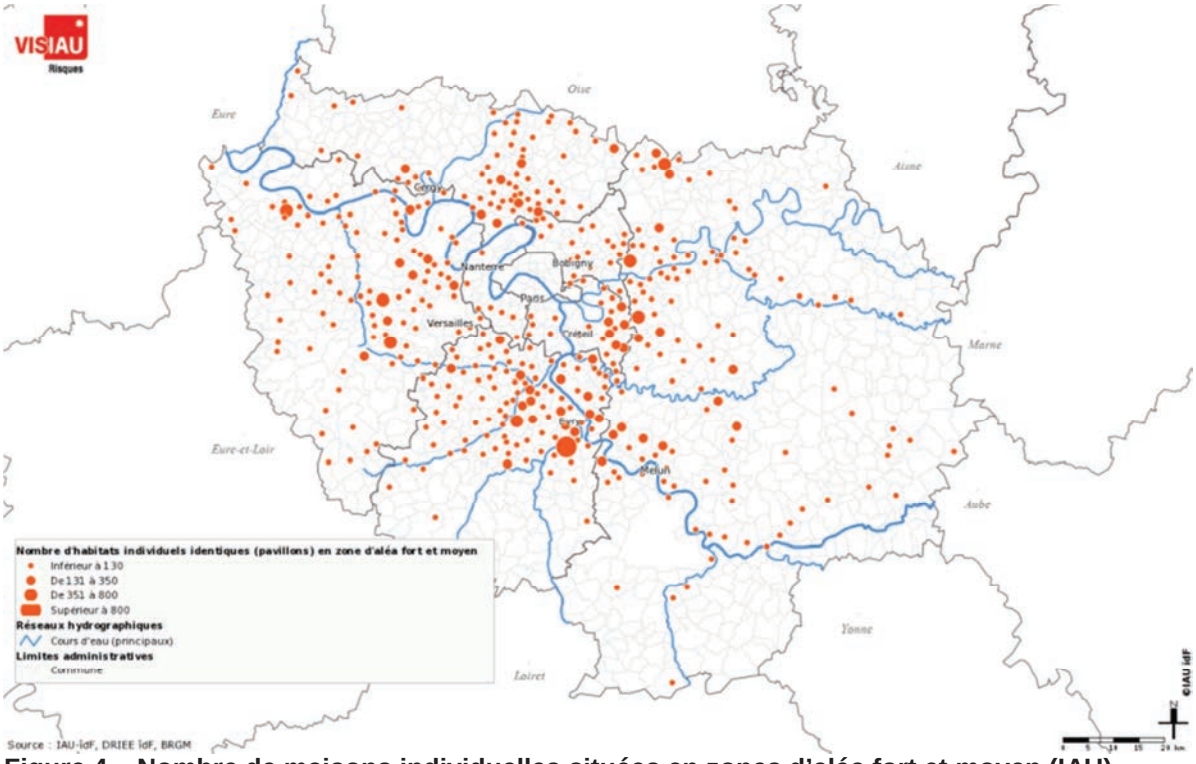


Figure 4 – Nombre de maisons individuelles situées en zones d'aléa fort et moyen (IAU)

[4] Source : IAU

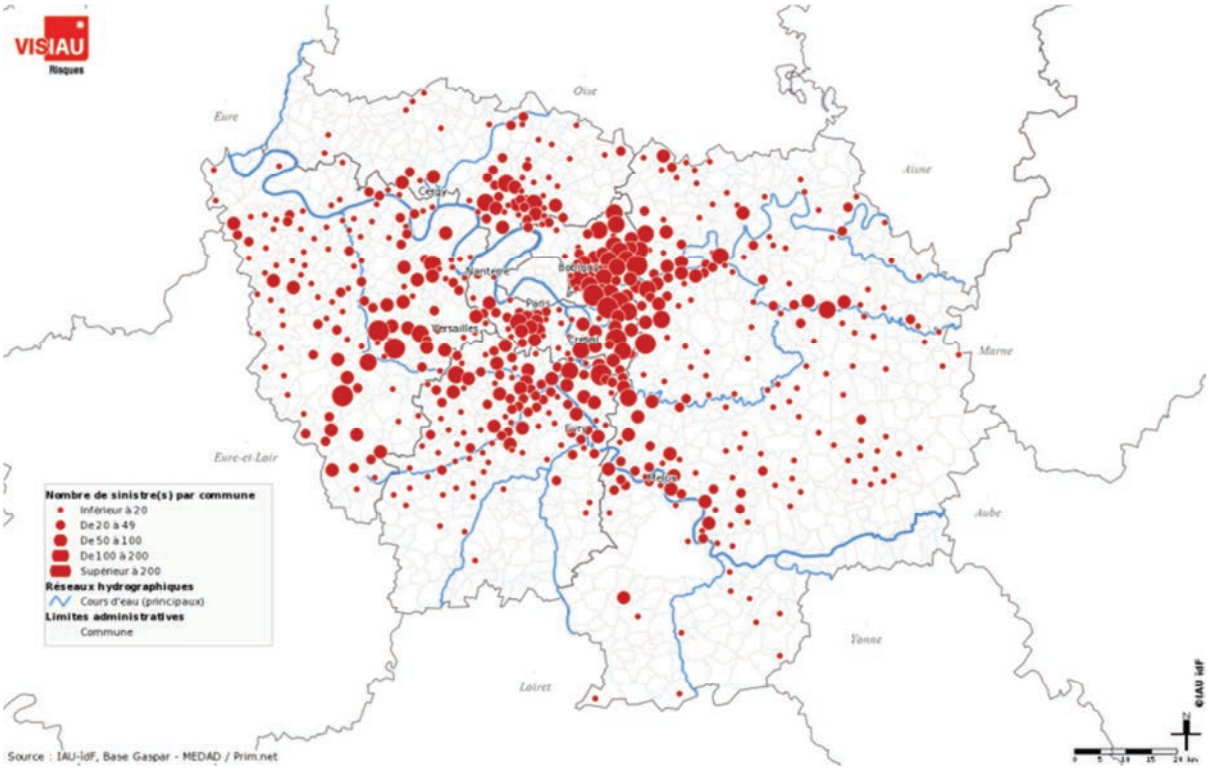


Figure 5 – Nombre de sinistres RGA répertoriés par commune (IAU)

2.2. LE COUT DE LA CANICULE DE 2003

La canicule de 2003 a eu des répercussions significatives pour le régime CatNat, au titre du retrait-gonflement des argiles.
A l'échelle nationale, le Groupe interministériel sur les impacts du changement climatique et le coût associé (ONERC, 2009) indique qu'en 2003, **la canicule a engendré un coût CatNat de 1,305 milliard d'euros**, alors qu'une année « normale » coûte 200 millions d'euros au régime CatNat pour l'aléa RGA. En supposant que la canicule de 2003 est aujourd'hui un événement centennal (ayant une chance sur 100 de se produire chaque année), le coût du RGA sur la période de référence (sans changement climatique), peut s'évaluer à 211,5 millions d'euros (moyenne annuelle pour une période de 100 ans en considérant 99 années « normales » et une année de type 2003).

Ne disposant pas de données régionalisées sur le coût d'une canicule et d'une année « normale », nous utiliserons les maisons individuelles en zone argileuse comme clé de répartition du coût national. D'après les données du SOeS, en 2006, **15% des maisons individuelles françaises en zone d'aléa moyen et fort se situent en Ile-de-France**. Nous posons donc l'hypothèse simplificatrice selon laquelle 15% du coût CatNat relatif au RGA est imputable à l'indemnisation de dommages survenus dans la région.

Selon cette hypothèse, le coût d'une année « normale » pour le régime CatNat en Ile-de-France s'élèverait à 30 millions d'euros ; le coût d'une canicule de type 2003 s'élèverait à 205 millions d'euros environ. Le coût pour une année de référence (en considérant la canicule de 2003 comme un événement centennal) s'élève à 32 millions d'euros environ.

2.3. L'EVOLUTION DES CANICULES « DE TYPE 2003 » SOUS CLIMAT MODIFIE

D'après les projections de Météo-France et de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL), les deux organismes de modélisation climatique en France participant aux travaux du GIEC, changement climatique entrainera une hausse de fréquence des vagues de chaleur au cours du XXIe siècle. Ce qui nous intéresse pour cette évaluation, c'est l'évolution des vagues de chaleur « de type 2003 », exceptionnelle par sa durée et son intensité. Dans le cadre du Groupe interministériel sur le changement climatique, les coûts associés et l'adaptation en France (ONERC, 2009), un exercice de dénombrement des canicules de type 2003 que l'on estime, d'après les projections climatiques, pouvoir se produire aux horizons 2030, 2050 et 2100 a été réalisé pour deux scénarios : A2 et B2.

Tableau 4 – Dénombrement des canicules de type 2003 au XXIe siècle (Groupe interministériel, 2009)

	2030	2050	2100
A2	0 - 3	2 - 11	32 - 51
B2	0- 1	1 - 4	18 - 25

D'après le scénario A2, on recenserait, entre 2000 et 2030, jusqu'à 3 canicules de type 2003, de 2 à 11 entre 2030 et 2050, et de 32 à 51 entre 2050 et 2100. Les données sont moins pessimistes pour le scénario B2.

2.4. EXTRAPOLATION DU RETOUR D'EXPERIENCE

L'estimation du surcoût annuel moyen de la hausse de fréquence des canicules de type 2003 au XXIe siècle est présentée ci-après. Pour cette extrapolation, on raisonne « toutes choses égales par ailleurs » : on ne considère pas l'évolution du nombre de maisons individuelles en zone argileuse, ce qui conduit à une sous-estimation du coût.

Tableau 5 – Surcoût annuel moyen de la recrudescence des canicules de type 2003 en Ile-de-France

	2030	2050	2100
A2	0 ; 15,1	15,1 ; 90,5	105,6; 169,9
B2	0 ; 3,9	6,7 ; 31,8	58,7 ; 82,1

D'après cette estimation, en considérant le stock de bâtiments constant et sans adaptation, le surcoût annuel moyen de la recrudescence des canicules de type 2003 pour le régime CatNat pourrait atteindre **jusqu'à 15 millions d'euros en 2030, de 7 à 90 millions d'euros entre 2030 et 2050 et de l'ordre de 60 à 170 millions d'euros en fin de siècle** pour les maisons individuelles. Ces résultats sont à mettre en relation avec le coût moyen actuel du RGA pour le régime CatNat, estimé à 32 millions d'euros.

2.5. PRISE EN COMPTE DE L'URBANISATION

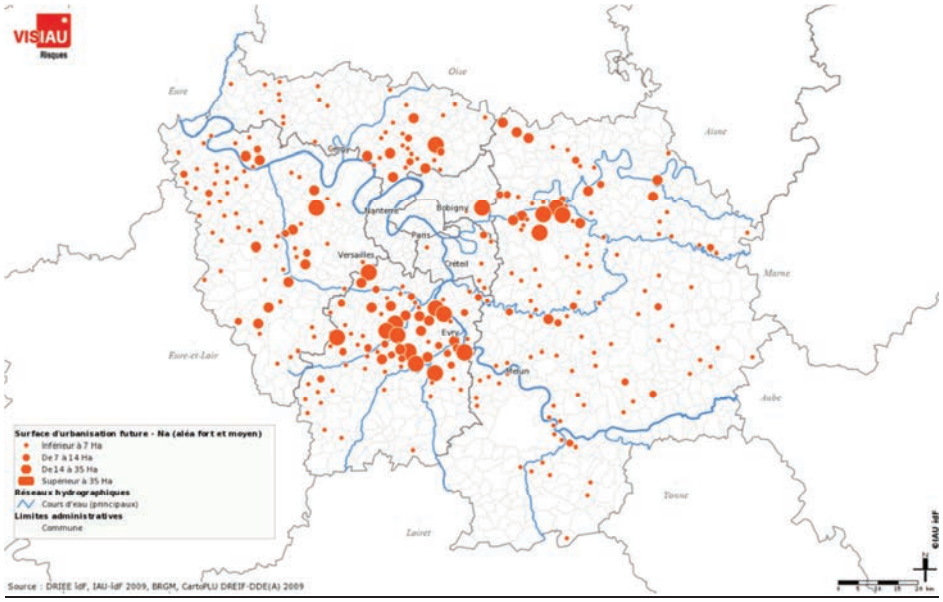


Figure 6 – Surfaces d'urbanisation future en zones d'aléa fort et moyen (IAU)

Le même calcul est effectué en tenant compte de l'évolution de l'urbanisation. Pour cette estimation, on pose l'hypothèse selon laquelle le taux de croissance annuel moyen des maisons individuelles observé entre 1999 et 2006 se poursuit jusqu'à 2030, soit 0,96% par an. On supposera que ce taux ne diffère pas selon les zones d'aléa.

On suppose par ailleurs que le taux de sinistralité (% de maisons individuelles sinistrées en cas de sécheresse) reste constant, de même que le coût moyen d'un sinistre.

Tableau 6 : Surcoût lié à la recrudescence des canicules de type 2003 en tenant compte de l'évolution de l'urbanisation

	2030
A2	0 ; 20,9
B2	0 ; 5,4

La prise en compte de l'urbanisation conduit à une hausse du surcoût potentiel, celui-ci pourrait atteindre 20,9 millions d'euros annuellement en 2030 selon le scénario le plus pessimiste, soit une hausse de l'ordre de 38% par rapport à un scénario avec urbanisation constante.

2.6. ADAPTATION

D'après le Groupe interministériel, l'adaptation des fondations des nouvelles maisons individuelles pour se prémunir des impacts du RGA engendrerait un coût représentant 15% du coût de construction de la maison.

En Ile-de-France, le coût moyen pour la construction d'une maison individuelle neuve s'établissait en 2010 à 158 300 €[5].
En considérant ce coût constant, **l'adaptation de toutes les nouvelles maisons individuelles construites entre 2012 et 2030 situées en zone d'aléa fort représenterait un coût de l'ordre d'un milliard d'euros.** Il est inférieur au coût cumulé de l'aléa RGA à l'horizon 2030, mais celui-ci englobe également les maisons existantes.

[5] « Le prix des terrains à bâtir », Chiffres & statistiques, N°279, décembre 2011, Commissariat général du développement durable.

3. ELEMENTS DE COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT EN ILE-DE-FRANCE : LE CAS DES CANICULES SUR LE RESEAU ROUTIER

Les vagues de chaleur ont un impact direct sur les infrastructures de transport, vitales pour le développement économique et social d'une région. Avec l'augmentation des températures moyennes, mais surtout des extrêmes climatiques, on pourrait observer des dommages sur les réseaux routiers (dégradation de l'asphalte et des fondations routières) et sur le réseau ferroviaire (mouvements des rails, déformations). Pourtant, en France, peu d'études ont été menées pour mesurer l'ampleur des impacts de ces phénomènes climatiques sur les réseaux.

L'évaluation proposée ici se concentre sur le réseau routier. Les données à disposition ne nous permettent que de considérer le réseau national (routes nationales, autoroutes) : les routes départementales et communales sont exclues de l'analyse, ce qui constitue une limite considérable, étant donnée leur importance dans le réseau routier régional et national.

Tableau 7 : Linéaire du réseau routier en 2010, en km (INSEE)

	Ile de France	France métropolitaine
Autoroutes	**605**	**11163**
RN	**487**	**9768**
RD	9744	377984
Routes communales	26611	642254

Evaluation du coût de l'inaction :

3.1. LE COUT D'UNE CANICULE SUR LE RESEAU DE TRANSPORT ROUTIER

Une manière d'estimer le coût d'une canicule pour les réseaux de transport est d'estimer le surcoût budgétaire alloué à l'entretien des routes suite à un événement caniculaire. Nous n'avons pas identifié de données de retour d'expérience disponible pour la France. Néanmoins, au Royaume-Uni, une étude menée sur la région de Cambridgeshire County a estimé le surcoût de la canicule de 2003 à 4,6 millions de £, ce qui représente **24% du budget annuel alloué à l'entretien du réseau routier**.
Par ailleurs, dans le cadre des travaux du Groupe interministériel sur le coût des impacts du changement climatique, **une hypothèse de surcoût correspondant 15% du budget annuel d'entretien des routes a été posée**. Nous retenons ces deux valeurs, en supposant qu'elles sont transposables au cas de l'Ile-de-France.

Le budget annuel alloué à l'entretien des routes du réseau national n'est pas disponible à l'échelle régionale. A l'échelle nationale, il s'élevait en 2007-2008 à 440 millions d'euros environ, soit de l'ordre de 20 000 euros par km. En posant l'hypothèse simplificatrice selon laquelle ce budget est uniformément réparti sur l'ensemble du réseau, on obtient **un budget annuel d'entretien en Ile-de-France de 23 millions d'euros environ**.
Les tableaux suivants présentent le surcoût annuel d'une canicule de type 2003 pour l'entretien des routes du réseau national en Ile-de-France.

Tableau 8 : Surcoût estimatif d'une canicule de type 2003

	Surcoût estimé (M€)
Fourchette basse (15%)	**3,5**
Fourchette haute (24%)	**5,5**

D'après ces estimations, une canicule de type 2003 engendrerait un surcoût pour l'entretien et la maintenance du réseau routier national en Ile-de-France de l'ordre de 3,5 à 5,5 millions d'euros.

3.2. L'EVOLUTION DES CANICULES « DE TYPE 2003 » SOUS CLIMAT MODIFIE

D'après les projections de Météo-France et de l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL), les deux organismes de modélisation climatique en France participant aux travaux du GIEC, changement climatique entrainera une hausse de fréquence des vagues de chaleur au cours du XXIe siècle. Ce qui nous intéresse pour cette évaluation, c'est l'évolution des vagues de chaleur « de type 2003 », exceptionnelle par sa durée et son intensité. Dans le cadre du Groupe interministériel sur le changement climatique, les coûts associés et l'adaptation en France (ONERC, 2009), un exercice de dénombrement des canicules de type 2003 que l'on estime, d'après les projections climatiques, pouvoir se produire aux horizons 2030, 2050 et 2100 a été réalisé pour deux scénarios : A2 et B2.

Tableau 9 – Dénombrement des canicules de type 2003 au XXIe siècle (Groupe interministériel, 2009)

	2000-2030	2030-2050	2050-2100
A2	0 - 3	2 - 11	32 - 51
B2	0- 1	1 - 4	18 - 25

D'après le scénario A2, on recenserait, entre 2000 et 2030, jusqu'à 3 canicules de type 2003, de 2 à 11 entre 2030 et 2050, et de 32 à 51 entre 2050 et 2100. Les données sont moins pessimistes pour le scénario B2.

3.3. EXTRAPOLATION DU RETOUR D'EXPERIENCE

En extrapolant ces hypothèses, on obtient les coûts annuels moyens suivants :

Tableau 10 : Surcoût annuel moyen des canicules de type 2003 pour le réseau routier national en Ile-de-France

	2000-2030	2030-2050	2050-2100
A2	0 ; 0,6	0,3 ; 3,0	2,2 ; 5,6
B2	0 ; 0,2	0,2 ; 1,1	1,2 ; 2,8

A l'horizon **2030, le surcoût annuel moyen des canicules pourrait atteindre 0,6 millions d'euros. Entre 2030 et 2050, il s'établirait entre 0,2 et 3 millions d'euros en moyenne annuelle ; et entre 2050 et 2100, entre 1,2 et 5,6 millions d'euros en moyenne par an**, sans adaptation et en considérant le linéaire routier constant. Ces chiffres sont à mettre en relation avec le budget annuel pour l'entretien des routes du réseau national en Ile-de-France, estimé à 23 millions d'euros.

4. ELEMENTS DE COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SANTE EN ILE-DE-FRANCE : HAUSSE DES TEMPERATURES ET MORTALITE ESTIVALE

La canicule de 2003 a mis en avant la vulnérabilité des populations aux fortes chaleurs estivales. En France métropolitaine, plus de 14000 décès surnuméraires ont été observés entre le 1er et le 20 août 2003, liés directement aux fortes températures et à la pollution à l'ozone associée aux conditions climatiques caniculaires. L'Ile-de-France a été la région française la plus touchée, enregistrant près de 5000 décès en excès, soit un ratio de surmortalité (mortalité observée/mortalité attendue) de 2,7[6].
Les personnes âgées ont été les plus touchées par la canicule : à l'échelle française, les personnes âgées de plus de 75 ans ont représenté 83% des décès.

Suite à cet événement, les pouvoirs publics se sont organisés, avec la mise en place du Plan Canicule, déclenché dès lors qu'un seuil météorologique critique est dépassé. D'après une enquête de l'INSERM sur la canicule de 2006, le Plan Canicule – ainsi que l'adaptation spontanée des populations, fortes de l'expérience de 2003, ont permis d'éviter plus de 4000 décès en France : 68% des décès « attendus » si le lien entre les températures et la mortalité en 2006 était identique à celui de la période 1975-2003, ne se sont pas produits.

4.1. EVALUATION DU COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les relations entre températures et santé ont fait l'objet de nombreuses études, y compris dans la perspective d'un changement climatique. Pour notre estimation, nous nous basons sur les résultats du projet européen PESETA « Impacts of Climate Change in Europe », dont une section spécifique est dédiée à l'impact de la hausse des températures sur la santé humaine (mortalité).

Le modèle développé dans le cadre PESETA s'appuie sur plusieurs scénarios de changement climatique, et deux méthodes pour estimer l'impact du changement climatique sur la mortalité : (i) l'estimation de l'impact en extrapolant les relations statistiques observées entre températures moyennes journalières et mortalité en différentes localisation ; (ii) l'utilisation, lorsque disponibles, d'études épidémiologiques menées dans certains pays. Le modèle prend en compte l'évolution de la structure de la population (vieillissement, accroissement démographique) et fournit des résultats pour plusieurs grandes régions européennes. Nous reprenons les résultats de la région « Europe Centrale – Sud », qui englobe la France. Les données présentées correspondent aux bornes inférieures et supérieures des résultats : la valeur « 6 » correspond au modèle et scénario le plus optimiste à l'horizon proche ; la valeur « 8 » correspond au modèle et scénario le plus pessimiste.

Tableau 11 – Excès de décès en moyenne annuelle pour 100 000 habitants en raison de la chaleur (PESETA project)

	2011-2040	2071-2100
Décès /100000hab	6 - 8	9-33

Afin d'estimer le nombre de décès annuels moyens liés à la chaleur en Ile-de-France, nous appliquons ces ratios aux projections de population régionale. On obtient, pour l'horizon 2040, **une mortalité en excès estimée entre 765 et 1020** personnes en moyenne annuelle. En l'absence de données au-delà de 2040, le futur lointain n'est pas étudié ici.

[6] INSERM, 2004

Mais ces données ne tiennent pas compte de l'adaptation déjà en place en France, via le Plan Canicule, qui on l'a vu, a conduit à changer les relations connues entre chaleur et mortalité. **Si l'on considère l'efficacité du Plan Canicule comme constante, c'est-à-dire permettant de diminuer les décès de 68%, la mortalité en excès à l'horizon 2040 est estimée entre 245 et 330 personnes en moyenne.**

Pour le cas de l'Ile-de-France, ces résultats sous-estiment sans doute l'importance de l'impact : les conditions spécifiques à Paris (ilot de chaleur) ne sont pas prises en compte explicitement.

Afin de tenir compte de la spécificité francilienne, on estime la surmortalité annuelle moyenne d'échelle nationale à laquelle nous appliquons la part des décès observés en Ile-de-France dans la surmortalité nationale en 2003 (33% environ).
On obtient pour la région, entre 1385 et 1850 décès en excès par an, sans adaptation. **En tenant compte du Plan Canicule, on obtient entre 440 et 590 décès annuels liés à la chaleur**.

4.2. MISE EN PERSPECTIVE : VIEILLISSEMENT DE LA POPULATION ET CANICULE DE 2003

L'exercice que nous réalisons ci-après ne vise pas à « prédire » le nombre de décès qu'engendrerait la recrudescence des canicules de type 2003 à l'horizon 2040 : en effet, une telle estimation nécessiterait d'une part de tenir compte de l'évolution de la mortalité de référence compte-tenu de l'augmentation moyenne des températures ; et d'autre part, de tenir compte de la mise en œuvre du Plan Canicule.

Il s'agit plutôt d'évaluer quel aurait été l'impact de la canicule de 2003 en termes de mortalité si la structure de la population avait été celle projetée en 2040 (vieillissement de la population).

A cette échéance, d'après les projections de l'INSEE, les personnes de plus de 75 ans, les plus fragiles face aux canicules, représenteront 11% de la population francilienne (contre 8% actuellement).

En maintenant constants les taux de mortalité par tranche d'âge, et toutes choses égales par ailleurs, **la canicule de 2003 aurait généré plus de 10 000 décès en excès** en Ile-de-France, soit **un ratio de surmortalité de 2,9 à l'échelle régionale ;** contre 2,7 observés en 2003.

Estimation du coût de la mise en œuvre du Plan Canicule à l'horizon 2040

Dès 2003, une stratégie d'adaptation aux fortes chaleurs a été mise en œuvre, sous la forme du système d'alerte canicule et santé (SACS), qui, nous l'avons vu, a permis d'éviter plus de 4000 décès en France lors de la canicule de 2006.

Nous disposons, grâce à l'étude du Groupe interministériel sur les coûts du changement climatique, d'une estimation du coût du déclenchement du SACS une année donnée (en 2005).

Tableau 12 : Coût de la mise en œuvre du SACS en France, en 2005 (euros)

Coût de préparation	286 933
Coût de fonctionnement réglementaire du 1/06 au 31 /08	454 006
Total	740 939

Rapporté à la population de plus de 75 ans en 2005 (la principale concernée par le dispositif), on obtient un ratio de 0,15 euros par personne de plus de 75 ans.

Compte tenu du vieillissement démographique, la mise en œuvre du SACS à l'horizon 2040 en Ile-de-France s'établirait à **215 milliers d'euros**. Actuellement, il peut être évalué à 109 milliers d'euros.

5. ELEMENTS DE COUT DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE CADRE BATI EN ILE-DE-FRANCE : LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE EN ETE

Le changement climatique entrainera, si aucune adaptation n'est mise en œuvre, une hausse des besoins en rafraichissement dans les bâtiments ; résidentiel et tertiaire.
Si aujourd'hui, l'équipement en climatisation est relativement faible, on observe, dans l'ensemble de la France, une hausse de l'équipement suite à des étés particulièrement chauds, comme cela a pu être le cas en 2003.

Suivant une recommandation du Plan National d'Adaptation au changement climatique, le Ministère chargé de l'environnement a sollicité la communauté scientifique française en climatologie pour produire des simulations climatiques de référence sur l'ensemble de la France[7]. Les degrés-jours de climatisation (DJC) constituent l'un des indices simulés dans le cadre de cet exercice. Les résultats sont sans appel : alors que dans la zone « Centre » de la France, comprenant la région Ile-de-France, les degrés-jours de climatisation s'établissent en moyenne annuelle à 118 sur la période 1961-1990, on atteindrait entre 159 et 291 DJC en sur la période 2021-2050 et entre 288 et 709 DJC sur la période 2071-2100.

Evaluation du coût de l'inaction :

L'estimation que nous proposons ne concerne que le secteur résidentiel. Il s'agit d'estimer, en transposant les hypothèses prises par le Groupe interministériel (2009), les consommations d'énergie supplémentaires engendrées par le changement climatique, si aucune adaptation n'est mise en œuvre. Les bâtiments tertiaires, qui représentent un potentiel d'accroissement des consommations significatif, n'ont pas pu être intégrés à l'analyse, faute de données.

5.1. ESTIMATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ACTUELLES POUR LA CLIMATISATION DANS LE RESIDENTIEL

D'après le Groupe interministériel, actuellement, 3% du parc de logements en France serait équipé de dispositifs de climatisation. Ce taux agrégé masque des différences régionales importantes : on peut supposer que c'est dans le Sud de la France, où le climat estival est déjà particulièrement chaud, que l'on retrouve une grande partie des logements équipés. Cette considération nous amène à adopter une hypothèse plus faible pour la région Ile-de-France **: nous supposerons que 2% des logements sont actuellement équipés en climatiseurs**.

Pour estimer les consommations d'énergie actuelles pour la climatisation dans le secteur résidentiel, nous appliquons l'hypothèse issue des travaux du Groupe interministériel selon laquelle **la consommation énergétique unitaire des climatiseurs s'établit à 500kwh/an**.

En considérant les 5,3 millions de logements individuels recensés en Ile-de-France en 2006 (INSEE), **ces hypothèses conduisent à une estimation de consommation engendrée par la climatisation de 0,05TWh/an.** Il est à noter que dans le secteur tertiaire, les consommations d'énergie pour la climatisation s'élèvent à 1,2TWh/an en 2005[8].

[7] Jouzel, 2012
[8] Projet SRCAE Ile-de-France, version juin 2012

5.2. ESTIMATION DE LA CONSOMMATION FUTURE

Pour cette estimation, nous raisonnerons à parc de logements constant. Cette hypothèse simplificatrice, permet d'isoler l'impact du changement climatique de celui des évolutions socioéconomiques sur le territoire.

L'estimation des consommations d'énergie pour la climatisation sous climat modifié revient à répondre aux deux questions suivantes : (i) quelle sera le taux d'équipement en climatiseurs en fin de siècle ? et (ii) quelle sera la consommation unitaire des climatiseurs lorsque les étés seront plus chauds ?

Pour évaluer l'évolution de l'équipement des ménages en climatiseurs, nous pouvons nous fonder sur ce qui est actuellement observé dans les régions connaissant aujourd'hui un climat possiblement « analogue » au climat de l'Ile-de-France en fin de siècle. **En région PACA, le taux d'équipement se situe autour de 12%[9], tandis que dans les pays méditerranéens limitrophes (Espagne, Italie), il s'établit à 30% environ**[10]. Ces deux valeurs correspondront aux bornes de notre évaluation.

Tableau 13 – Nombre de logements équipés en climatiseurs selon les différentes hypothèses

	2012	Fin de siècle	
	2%	Hypothèse basse (PACA)	Hypothèse haute (Espagne, Italie)
Nombre de logements équipés	106180,2	663626,3	1619248,1

Pour évaluer les consommations d'énergie qui en résultent, nous reprenons l'hypothèse du Groupe interministériel d'une augmentation de 50% de la consommation annuelle d'un climatiseur moyen. **Celle-ci s'établit donc à 750kwh/an.**

Ci-après, les consommations d'énergie qui en résultent.

	2012	Fin de siècle	
	2%	Hypothèse basse (PACA)	Hypothèse haute (Espagne, Italie)
Consommations d'énergie (TWh/an)	0,05	0,5	1,21

D'après ces hypothèses, toutes choses égales par ailleurs et en l'absence de mesures d'adaptation (des logements, des équipements de rafraîchissement), **le changement climatique engendrerait une hausse de consommations énergétiques pour la climatisation, comprise entre 0,45 et 1,15 TWh/an.** Pour un prix du KWh estimé à 11,8 centimes d'euros, cette hausse représenterait un coût pour le consommateur de l'ordre de 50 à 135 millions d'euros.

[9] Hypothèse Artelia.
[10] Groupe interministériel.

ANNEXE 3 - Territorialisation du diagnostic de vulnérabilité

SECTION 1 TERRITORIALISATION DU DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ÎLE-DE-FRANCE PAR DEPARTEMENT FRANCILIEN

Pourquoi une territorialisation par département ?

Le **territoire francilien est hétérogène**. Les différents départements, les différentes populations et les différents territoires ne sont pas égaux devant les perspectives du changement climatique.
Un outil synthétique récapitulant les informations par département parait alors pertinent et opérationnel, afin que chaque acteur local puisse saisir plus rapidement la caractérisation des enjeux qui le concernent.

L'échelon départemental ne se suffit pas pour autant à lui-même, en raison de l'interdépendance des territoires franciliens et le caractère systémique de l'Ile-de-France. L'agglomération parisienne dépasse par exemple les frontières de Paris, tandis que la Seine constitue un fil conducteur à travers la région, toute modification en amont pouvant avoir des répercussions en aval. Les départements franciliens peuvent donc avoir à faire face aux mêmes enjeux, avec toutefois une distinction importante entre départements de la Petite et de la Grande Couronne. Enfin, bien que de nombreux enjeux soient similaires, la distinction entre départements peut se jouer au niveau de leur sensibilité.

Réalisation des fiches par département

L'objectif de cette territorialisation n'est pas de fournir des éléments nouveaux à cette étude, mais bien de réorganiser les différents constats et enjeux présents dans le diagnostic de vulnérabilité régional. L'intérêt est de pouvoir synthétiser les éléments du diagnostic pour chaque département, afin de permettre aux acteurs locaux de mieux s'y retrouver et de commencer à entrevoir les spécificités propres à leur territoire.

Il convient de préciser que la territorialisation de Paris n'a pas été réalisée : la Ville de Paris réalisant déjà une étude de vulnérabilité face au changement climatique, une fiche synthétique focalisée sur Paris dans le cadre de ce rapport n'aurait pas apporté une grande plus-value.

Ces fiches réunissent donc l'ensemble des éléments du diagnostic réalisé à l'échelle régionale. Toutefois, **quelques spécificités territoriales peuvent être présentes dans ces fiches sans être mentionnées dans le diagnostic complet**. En effet, tous les éléments de territorialisation n'ont pas été intégrés au diagnostic global pour permettre une meilleure lisibilité, mais peuvent se retrouver dans les fiches départementales lorsque cela était pertinent et permettait de mieux dessiner les spécificités des territoires.

L'ensemble des informations présentes dans ces fiches sont issues des mêmes sources précisées dans le rapport complet, auxquelles s'ajoutent des précisions (notamment concernant la description des spécificités de chaque territoire) **issues des sites Internet des Conseils Généraux franciliens**.

Ces fiches synthétiques constituent **une première ébauche de territorialisation de la vulnérabilité face au changement climatique par département**. Elles peuvent permettre aux différents acteurs locaux franciliens de se familiariser avec les spécificités de leur territoire. Une étude plus précise et détaillée, comme celle réalisée par le Conseil Général de Seine-et-Marne dans le cadre du volet territorial du Plan Climat seine-et-marnais, pourrait être pertinente à réaliser pour chaque département francilien.

Structuration des fiches

Afin de favoriser une plus grande compréhension et appropriation, **le choix a été fait de garder la même structure que le diagnostic de vulnérabilité du territoire francilien**, par thématiques transversales et thématiques sectorielles.

Par ailleurs, **la définition de la vulnérabilité par territoire reprend la méthodologie employée, en fonction des trois concepts permettant d'évaluer le degré de vulnérabilité d'un territoire** : son exposition à l'aléa climatique, sa sensibilité à cet aléa, et enfin sa capacité d'adaptation.

La structuration de chaque fiche départementale a donc été réalisée sous forme de **tableaux synthétiques** et non exhaustifs, récapitulant l'ensemble **des approches transversales et sectorielles** en fonction des éléments de vulnérabilité : **exposition**, **sensibilité**, **capacité d'adaptation**.

FICHE TERRITOIRE – Seine-et-Marne

Thématique	Les spécificités de la Seine-et-Marne	Les vulnérabilités du département de la Seine-et-Marne		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE TRANSVERSALE				
Risques naturels	**Risque inondations** Département le plus concerné en termes de surface inondable en raison de l'importance de son réseau hydrographique : 24 362 ha de surface estimée en zone inondable en 2008, soit 4% du territoire. Zones inondables : principalement rurales, elles constituent une zone d'expansion des crues en amont de l'agglomération parisienne. **Retrait-gonflement des argiles** 8% du département est couvert par des sols exclusivement argileux-marneux. 161 communes concernées, sur 514. **Risque de feux de forêts** La Région Ile-de-France est actuellement peu concernée. La Seine-et-Marne, plus boisée, connaît un plus grand nombre d'incendies, en particulier dans sa partie sud. Entre 2000 et 2009, 10 incendies en moyenne ont été recensés annuellement, avec une surface incendiée moyenne de 11,7 ha.	**Inondations** Une augmentation potentielle du risque (incertitude importante), dans l'hypothèse d'une évolution des précipitations en quantité et en intensité. **Retrait-gonflement des argiles** Une augmentation du risque dans les zones pédologiques concernées, en raison d'une alternance plus intense entre sécheresses / fortes pluies (tendance robuste). **Risque de feux de forêts** La vulnérabilité est aujourd'hui faible mais pourrait augmenter avec le changement climatique, en raison de l'accroissement de l'intensité de la durée des épisodes de sécheresse et de la fragilisation des écosystèmes forestiers.	**Inondations** La Seine-et-Marne semble peu sensible à l'aléa inondation des crues de la Seine et de ses affluents, plus de 80% des zones inondables étant occupées par des zones naturelles ou agricoles. Néanmoins, le département concentre un certain nombre non négligeable de zones résidentielles exposées à l'aléa inondation (1347 ha), étant le deuxième département le plus vulnérable à ce titre. La vulnérabilité face aux inondations par ruissellement pourrait augmenter en période hivernale, érodant davantage les sols dans un territoire fortement agricole où les grandes cultures dominent. **Retrait-gonflement des argiles** La Seine-et-Marne est actuellement classée en troisième position nationale par rapport au coût cumulé des sinistres retrait-gonflements indemnisés. **Feux de forêts** A l'horizon 2050, près de la moitié des surfaces des landes et forêts de l'Ile-de-France devraient connaître un niveau élevé de l'aléa. Ce risque concernerait majoritairement la Seine-et-Marne, recouverte par un quart d'espaces boisés, dont le Massif de Fontainebleau.	**Inondations** La vulnérabilité future face aux inondations dépend des choix d'aménagements. En amont de la Seine-et-Marne, 4 grands lacs réservoirs permettent de réguler les réseaux hydrographiques. Un cinquième ouvrage d'aménagement d'expansion des crues dans le secteur de la Bassée, permettra de réduire davantage cette vulnérabilité. Par ailleurs, plusieurs PPRI prescrits et approuvés peuvent être dénombrés en Seine-et-Marne. Face à la vulnérabilité « systémique » de l'Ile-de-France à l'aléa, il apparaît essentiel de créer une culture du risque par l'ensemble des acteurs. Ces dernières années, plusieurs initiatives ont été entreprises, de la mise en place d'un « Plan Seine » à l'aménagement de zones concertées, voire des exercices de crise (En Seine 2010). La sensibilisation des populations doit être poursuivie, afin de responsabiliser les habitants, la « mémoire du risque » étant difficile à maintenir. **Retrait-gonflement des argiles** La diminution de la vulnérabilité dépend de la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme mais aussi dans les méthodes de construction. Une sensibilisation des particuliers et des professionnels est également nécessaire. **Feux de forêts** La diminution de l'urbanisation diffuse en zone forestière est une réponse adaptative. La mise en place d'une bonne gestion des espaces boisés peut également permettre de réduire la vulnérabilité.
Ressources en eaux	**Le territoire est traversé par de nombreux cours d'eau** : la Seine, la Marne, l'Yerres, le Grand Morin, etc. Comme tous les départements de Grande Couronne, le volume des précipitations efficaces semble très	A l'heure actuelle, **la situation des ressources en eau est peu problématique en Seine-et-Marne**. Le dispositif de régulation du bassin de la Seine, ainsi	**La dépendance à la nappe souterraine de Champigny risque d'augmenter la vulnérabilité d'approvisionnement**, les ressources souterraines étant déjà fortement sollicitées alors même que leur renouvellement est plus lent. Les cours d'eau qui traversent le département devraient voir **leur débit réduit**,	Concernant la diminution des débits des cours d'eau et le prolongement des débits d'étiage, une bonne régulation par les grands lacs de Seine, dans la limite de leur capacité, peut constituer une réponse efficace en termes de gestion. **En ce sens, le futur projet de La Bassée en Seine-et-Marne pourra être un atout non négligeable**.

	faible par rapport au volume de précipitations totales, en comparaison de l'agglomération parisienne. Ce contraste est en réalité lié à la notion de pluies efficaces, qui inclut les eaux de ruissellement. Or, les surfaces artificialisées de l'agglomération parisienne favorisent les eaux de ruissellement. L'une des trois principales masses d'eau souterraines, la nappe de Beauce, recouvre le Sud-ouest de la Seine-et-Marne. Le département est également très fortement dépendant de la nappe de Champigny dans le Val-de-Marne pour son alimentation en eau potable. Le **rechargement de la nappe des calcaires de Champigny** est par ailleurs en partie conditionné par les précipitations en Seine-et-Marne. Or, **le département connaît un volume moyen de précipitations total et de précipitations dites efficaces inférieur à la moyenne régionale**. Ceci peut s'expliquer par un taux d'artificialisation moins élevé que l'agglomération parisienne où les eaux de ruissellement sont plus importantes. **Les prélèvements des ressources en eau sont essentiellement destinés à l'alimentation en eau potable**, mais **l'agriculture, très développée en Seine-et-Marne, est également consommatrice d'eau**. Cette consommation reste inférieure aux usages domestiques mais les deux types d'usage dépendent en partie des mêmes ressources souterraines (nappes de Beauce et de Champigny).	que le contrôle des prélèvements des eaux souterraines permettent un bon approvisionnement de la ressource en eau. L'Ile-de-France dispose en outre d'un bon réseau de distribution. **Pour autant, par effet structurel, les besoins et les prélèvements augmentent**, tandis que des activités (principalement l'agriculture) dégradent la ressource. **Le changement climatique devrait néanmoins engendrer une diminution des précipitations moyennes** (principalement en été), **davantage de sécheresses**, et une **part plus importante de précipitations tombant sous forme de fortes pluies en hiver**. Parallèlement, la hausse des températures augmentera l'évapotranspiration, résultant en une diminution de l'eau disponible, tant pour les eaux de surface que pour les nappes.	surtout en été, voire connaître **des périodes de sécheresse problématiques en termes de gestion des étiages**. La Seine-et-Marne sera le département le plus touché par ces phénomènes à cause d'un effet structurel lié à l'augmentation de la population. **En termes qualitatifs**, les objectifs de maintien du bon état écologique aujourd'hui fixés à 2027 pour certains cours d'eau pourraient être dégradés, du fait d'une baisse du débit des cours d'eau et de l'augmentation de la population. **L'assainissement pour l'alimentation en eau potable sera un enjeu majeur**. **La diffusion des pollutions agricoles par ruissellement peut également constituer un risque élevé**. A l'heure actuelle, la nappe des calcaires de Brie n'est plus exploitable pour l'alimentation en eau potable, tandis que la nappe de Beauce semble de plus en plus touchée par les pollutions (dont l'origine n'est pas exclusive à la Seine-et-Marne, la majorité de la nappe étant localisée en Région Centre). Le **partage des prélèvements des nappes souterraines entre plusieurs territoires** (notamment nappe de Beauce) **pourrait devenir problématique dans un contexte de raréfaction des ressources et d'une augmentation des besoins de prélèvement**. Le report des prélèvements vers les eaux de surface constituerait une pression supplémentaire. Les différentes pressions et conflits sur les ressources entraîneront une augmentation du prix. U**n autre effet ciseau pourrait advenir.** Les sites de loisirs pourraient en effet connaître une sur-fréquentation liée aux besoins accrus de rafraîchissement, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau, voire des problèmes sanitaires avec l'augmentation des températures (ex : toxines cyanobactériennes et des fleurs d'eau observées à la base de loisirs de Souppes-sur-Loing durant la canicule de 2003).	Néanmoins, **seule une diminution des prélèvements des nappes d'eau souterraines constitue une réponse adaptée à leur baisse de niveau**, si toutefois le niveau d'eaux pluviales est suffisant pour permettre un certain rechargement. Pour pallier à cela, **des mesures d'économie d'eau seront nécessaires sur tous les usages** : cela passe par une modification des pratiques agricoles notamment pour réduire les besoins, mais aussi à une sensibilisation et une éducation des populations afin d'éviter tout gaspillage. Enfin, **l'amélioration de la qualité des eaux ne pourra se faire sans une diminution des émissions de produits toxiques** (principalement dans l'agriculture) et **une amélioration des techniques de traitement et d'assainissement**. L'enjeu pour la Seine-et-Marne sera par ailleurs de réussir à gérer l'augmentation de la demande en eau, d'arbitrer entre différents conflits d'usage potentiels en mettant en place un bon système de gestion, tout en disposant d'un réseau d'assainissement adéquat pour prendre en charge les futurs besoins supplémentaires.

	Au sein de la région, la Seine-et-Marne est le département avec le plus grand nombre de sites de loisirs nautiques (46 des 128 sites régionaux).			
Milieux et écosystèmes	La Seine-et-Marne représente 49% du territoire francilien et est le département le moins urbanisé. A ce titre, la **présence de milieux naturels est importante** : - De nombreux espaces boisés, dont le Massif de Fontainebleau ; - Des zones humides (vallée de la Seine, en particulier la plaine alluviale de la Bassée, les mares de platières du Massif de Fontainebleau) ; - Une composition de mosaïques agricoles très présente sur le territoire ; - Des pelouses sèches calcicoles dans le Sud du département La Seine-et-Marne connaît donc une riche biodiversité, source de nombreux services « écosystémiques ». Comme dans le reste de l'Ile-de-France, l'érosion des milieux et des écosystèmes, plus largement de la biodiversité, est due à **des pressions anthropiques** : urbanisation et étalement urbain, spécialisation de l'agriculture vers les grandes cultures intensives, fragmentation des milieux par les infrastructures, etc.	Bien que difficile à évaluer, l'impact du changement climatique constitue une pression supplémentaire sur les milieux et les écosystèmes. Situés à la limite est de la région biogéographique atlantique, les milieux franciliens sont en effet exposés à toute variation du climat (augmentation des températures, évolution du régime des précipitations, événements extrêmes). Ainsi, il est possible d'anticiper **une évolution de l'aire de répartition des espèces et une fragilisation des espaces sensibles, notamment à cause d'une évolution physiologique de plusieurs espèces mais aussi le développement d'espèces invasives.**	De **nombreux espaces naturels sensibles au changement climatique** : - Les **zones humides**, comme les mares de platières de Fontainebleau, mais aussi la vallée de la Seine, sont très sensibles au changement climatique (températures, sécheresses). La vulnérabilité future de ces zones dépendra des choix d'aménagement et de la prise en compte des enjeux environnementaux, particulièrement dans le projet de la Bassée. Par ailleurs, les milieux humides de la Beauce (dont le Massif de Fontainebleau constitue la limite est), déjà fragilisés, dépendent des nappes pour leur alimentation. Le maintien de ces espaces dépendra des arbitrages avec d'autres usages des ressources en eau. - Les **coteaux secs calcaires** du Sud du département constituent un refuge pour de nombreuses espèces thermophiles, leur préservation permettrait ainsi de faciliter l'adaptation de ces espèces. D'autres milieux ouverts, comme les mosaïques agricoles, peuvent constituer un atout futur pour l'adaptation de certaines espèces. La **sensibilité future des espèces animales et végétales** dépendra de leur capacité d'adaptation notamment en termes d'aire de répartition. Ainsi, des espèces comme le hêtre (très présent à Fontainebleau) pourraient connaître un dépérissement suite à des épisodes de sécheresse. Un risque de **prolifération d'espèces invasives**, principalement le long du réseau hydrographique. Enfin, la Seine-et-Marne se situe à l'extrême limite orientale de la région biogéographique atlantique, la Brie connaissant une influence continentale non négligeable. Par ailleurs,	Le territoire dispose de nombreux atouts pour favoriser l'adaptation des milieux et des écosystèmes : - De **nombreux périmètres de protection** (ZNIEFF 1 et 2, Natura 2000, etc.) sont présents en Seine-et-Marne, le Parc naturel régional du Gâtinais couvre également une partie du Sud-ouest du département. - La publication du S**chéma Régional de Cohérence Ecologique** d'Ile-de-France vise par ailleurs à définir une stratégie régionale pour l'aménagement de continuités écologiques. L'enjeu est d'augmenter la résilience des écosystèmes, en couplant protection des espaces naturels sensibles et présentant un intérêt remarquable en termes de biodiversité avec une logique d'aménagement des continuités écologiques, afin d'éviter une fragmentation trop importante des milieux et favoriser la dispersion des espèces.

			l'influence méridionale se fait sentir dans le Sud (Gâtinais). Il s'agit donc d'**un carrefour biogéographique fragile, les écosystèmes étant très vulnérables à toute variation climatique.**	
Santé	**La Seine-et-Marne compte 5,5% de personnes âgées de plus de 75 ans**, soit moins que la moyenne nationale (8,8%), voire moins que d'autres départements franciliens (principalement Paris et les départements de la Petite Couronne, exceptée la Seine-Saint-Denis). Un **déficit de médecins généralistes au sein des espaces ruraux et périurbains** du département : une réelle problématique d'offre de soins libérale. **En termes de qualité de l'air, la Seine-et-Marne semble moins exposée**, grâce à la présence de nombreux espaces naturels. Néanmoins, certains axes et infrastructures de transports majeurs peuvent constituer des sources de nuisance.	**L'augmentation des températures moyennes**, particulièrement en été, ainsi qu'une hausse des vagues de chaleur, impacteront la santé humaine et **augmenteront la vulnérabilité aux épisodes de canicules**, en particulier des personnes âgées vivant seules. La Seine-et-Marne est **moins exposée que le reste de l'Ile-de-France aux effets d'îlot de chaleur urbain** (EICU) de par la présence de nombreux boisements et surfaces agricoles. Pour autant, **le Sud de la Seine-et-Marne et le long de la Seine seront concernés par une surexposition à la fréquence des canicules** par rapport à d'autres territoires franciliens.	Même si le département est moins exposé aux EICU, les principales agglomérations y seront vulnérables : Melun, Provins, Sénart, Val d'Europe, Meaux, Torcy… Les populations sont inégales face aux épisodes de forte chaleur. La vulnérabilité dépend à la fois de l'âge, de l'isolement social, des inégalités sociales, du niveau de culture de la chaleur, etc. Bien qu'étant un « département jeune »**, la population de personnes âgées de 75 ans ou plus aura doublé en 2030**. Cette forte augmentation concerne l'ensemble des départements de la Grande Couronne. Le nombre de personnes âgées dépendantes sera également supérieur en Grande Couronne. **L'Est et le Sud du département concentrent des populations peu aisées, souvent âgées, ce qui augmente davantage leur vulnérabilité**. Par ailleurs, bien que la tendance soit moins prononcée que dans le cœur de l'agglomération parisienne, le nombre de personnes vivant seules et celui de familles monoparentales augmenteront. Concernant **la sensibilité des populations face aux pollutions atmosphériques, elle risque également d'augmenter en Seine-et-Marne**, principalement au niveau des agglomérations. Elle restera cependant inférieure à l'agglomération parisienne. Quant à l'augmentation des maladies allergiques, qui touchent principalement les populations en milieu urbain, elle touchera la Seine-et-Marne, avec un niveau de pollinisation plus précoce et plus long.	Les inégalités en matière d'équipements de santé et d'accès aux soins représentent une fragilité au regard du changement climatique. Celui-ci vient renforcer **une problématique déjà identifiée au niveau régional**, avec la nécessité d'augmenter l'offre de prise en charge, d'aidants pour répondre aux besoins des personnes âgées dépendantes. La **mise en place du Plan Canicule depuis l'été 2003** permet de limiter l'effet sanitaire des fortes chaleurs sur le territoire. Par ailleurs, l'Observatoire Régional de la Santé a lancé en 2012 **un programme d'études sur les risques sanitaires liés au changement climatique** et les impacts au niveau régional.

Thématique	Les spécificités de la Seine-et-Marne	Les vulnérabilités du département de la Seine-et-Marne		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE SECTORIELLE				
Réseaux et énergie	Comme dans le reste de l'Ile-de-France, les différents réseaux en Seine-et-Marne sont denses et interdépendants. Les réseaux sont logiquement moins denses dans les zones rurales. Les différents réseaux concernés sont : - **Les réseaux électriques et énergétiques** La Seine-et-Marne bénéficie du maillage dense en radiales de l'Ile-de-France pour l'approvisionnement de l'agglomération parisienne. Le département importe une bonne partie de ses besoins énergétiques. A noter que les centrales électriques thermiques de Vaires-sur-Marne et de Montereau permettent de répondre aux pics de demandes en hiver. - **Les réseaux d'approvisionnement et d'assainissement de l'eau** - **Les réseaux de transports** - **Les réseaux de télécommunications** - **Les réseaux de collecte et de traitement des déchets**	La vulnérabilité des réseaux aux aléas climatiques est forte malgré des infrastructures relativement robustes, accentuée par leur interdépendance responsable d'un « effet domino ». Le changement climatique exercera une double pression sur ces réseaux : - Une pression sur les infrastructures elles-mêmes ; - Une pression sur la demande et les services attendus. Les réseaux énergétiques, particulièrement les réseaux électriques, constituent les réseaux les plus vulnérables : la dépendance énergétique constitue le plus grand facteur de vulnérabilité au vu des différents usages de l'énergie, notamment pour le bon fonctionnement de l'ensemble des réseaux. Les vagues de chaleur, les évènements climatiques extrêmes (inondations, tempêtes…), mais aussi l'évolution de la demande	**La demande énergétique** Le changement climatique aura un impact sur la demande saisonnière en énergie : une probable augmentation de la demande estivale pour le rafraîchissement et une diminution de la demande hivernale. La centrale de Vaires-sur-Marne pourrait alors être utilisée pour satisfaire les pics de consommation en été. Son utilisation pourrait s'avérer primordiale : lors de la canicule de 2003, un manque de production d'énergie électrique s'est fait sentir pour les centrales, confrontées à des difficultés de refroidissement. Par ailleurs, pour permettre l'alimentation électrique du Grand Paris et la hausse structurelle de la demande, 2 nouveaux postes sources seront construits en Seine-et-Marne, au niveau de Marne la Vallée. L'installation de ces postes ne sert qu'à couvrir les besoins structurels du Grand Paris, sans considération des impacts du changement climatique, qui tendront à augmenter la demande électrique. **La demande en eau** Le climat mais aussi les habitudes de consommation influencent directement les besoins en eau, ce qui se répercute sur les réseaux de distribution. Le réseau de production d'eau potable est assuré au niveau régional (excepté Paris) et semble très robuste aux différents aléas. Cependant, la raréfaction et la dégradation de la ressource en eau causées par le changement climatique impacteraient les réseaux d'eaux. **Vulnérabilité des réseaux au risque inondation** En Seine-et-Marne, la sensibilité au risque inondation semble assez limitée. Pour autant en zone urbaine et périurbaine, les réseaux de distribution d'énergie sont principalement enterrés. Les réseaux énergétiques paraissent plus vulnérables, en s'éloignant de la capitale. De nombreuses centrales dont dépend l'approvisionnement électrique de la Seine-et-Marne sont en zones inondables. Bien que le réseau de distribution ne soit pas directement affecté, le	Les capacités d'adaptation des différents réseaux doivent être pensées à une échelle régionale voire au-delà. La vulnérabilité des réseaux face aux aléas climatiques extrêmes dépend de l'intensité de l'aléa et du degré de préparation des gestionnaires des réseaux, pour la sécurisation des réseaux (en alimentation électrique, mais aussi en termes de maîtrise de l'évolution future de la demande). Concernant l'énergie, Les impacts du changement climatique confortent l'intérêt d'un positionnement précoce dans le domaine des énergies nouvelles, et d'une **diversification des sources d'énergie, en particulier la biomasse et l'éolien pour la Seine-et-Marne**. L'enjeu est donc d'assurer une bonne gouvernance entre tous les acteurs et des interactions suffisantes entre les différents réseaux.

		pourront à l'avenir affecter davantage les réseaux.	territoire peut connaître des fragilités électriques en cas d'inondation ou de crue. Les réseaux d'eau potable sont considérés moyennement vulnérables au risque inondation, tandis que les réseaux d'assainissement paraissent très vulnérables. Enfin, les réseaux de transports sont très peu exposés au risque inondation en Seine-et-Marne. Néanmoins, le département serait indirectement affecté : en cas de crue centennale, 70% du réseau métropolitain et express régional seraient touchés. **Vulnérabilité aux évènements climatiques extrêmes** Il est aujourd'hui **difficile d'évaluer la sensibilité future des réseaux aux évènements climatiques extrêmes**. Pour autant, elle risque fortement d'augmenter. Ainsi, les réseaux électriques et de télécommunications aériens sont sensibles aux tempêtes, tandis que les réseaux enterrés peuvent subir des dommages suite à l'augmentation des températures. Les réseaux d'assainissement peuvent par ailleurs être affectés par une diminution de l'étiage des différents cours d'eau (Seine et Marne principalement). Enfin, les réseaux de transports sont sensibles aux températures élevées (écartement des rails mais aussi dégradation du confort thermique pour les usagers).	
Urbanisme et cadre bâti	**Un « modèle pavillonnaire » très développé en Seine-et-Marne** : la part de l'individuel dans la construction neuve est deux fois plus élevée qu'en Ile-de-France. La Seine-et-Marne paraît logiquement moins minéralisée que les autres départements franciliens. **Un cadre bâti fortement touché par le phénomène de retrait-gonflement des argiles**.	Le modèle pavillonnaire présente une moins forte exposition aux effets d'îlot de chaleur urbain, en comparaison de l'agglomération parisienne. Seules les zones urbaines sont plus exposées : Melun, Fontainebleau, Torcy, Meaux… Les zones urbanisées sont peu exposées au	**L'habitat individuel est plus sensible vis-à-vis des températures extrêmes** que l'habitat collectif. **La vulnérabilité du bâti**, notamment face aux canicules, **augmentera sensiblement**, avec des conséquences sur la **qualité de vie** (inconfort thermique) et la **sécurité sanitaire des populations**. **Le phénomène de retrait-gonflement des argiles augmentera, avec un impact sur la couverture assurantielle des bâtiments** et une hausse du prix des assurances. Avec une augmentation de 10% de la fréquence des sécheresses, la part des assurances dans le budget des ménages pourrait doubler.	La Réglementation Thermique de 2012 devrait permettre **une meilleure prise en compte des critères de performance énergétique et de confort d'été**. L'isolation thermique sera donc mieux prise en compte et permettra notamment de promouvoir la conception bioclimatique des bâtiments. Mais un travail sur le patrimoine bâti existant reste à développer. Dans les zones urbaines concernées par l'EICU, **un aménagement adéquat permettrait de réduire la vulnérabilité** : bioclimatisation, végétalisation des espaces urbains, etc. Concernant le phénomène de retrait-gonflement des argiles, **des campagnes de sensibilisation** quant à la vulnérabilité

		risque inondation, sauf ponctuellement, dans les zones urbaines le long des cours d'eau inondables.	La **sensibilité du bâti par rapport à d'autres phénomènes comme les tempêtes sera** également **supérieure**.	des maisons individuelles sont nécessaires. La prévention, via la sensibilisation mais aussi les normes de construction et la sensibilisation, est en effet actuellement insuffisante.
Tourisme	C'est le **second secteur d'activité économique** en Seine-et-Marne. **2ème département le plus touristique après Paris** : - Disneyland Paris : 15,6 millions de visiteurs en 2009 - D'autres sites de renommée nationale voire internationale : Provins, Fontainebleau Une **offre** importante **de tourisme de nature**. Une **clientèle majoritairement régionale** : 68% de touristes franciliens.	Au regard du changement climatique, le tourisme sera principalement affecté par l'élévation des températures et l'évolution de la ressource en eau disponible.	**L'offre touristique est variée et paraît peu dépendante des conditions climatiques.** L'attractivité du territoire ne serait donc pas ou peu affectée par le changement climatique, qui pourrait même **conforter son attrait comme destination de proximité pour la recherche de fraîcheur** : nombreux sites naturels (forêt de Fontainebleau), futur projet Villages Nature dès 2015… Il pourrait alors en découler **un risque de saturation dans certains lieux touristiques** (espaces naturels) et de conflits d'usage sur l'eau, notamment en raison de la forte présence de la filière agricole : cela concerne l'ensemble des 6 sites de baignade seine-et-marnais, mais aussi le futur Villages Nature, qui pourraient connaître des périodes d'étiage sévères pénalisant la pratique de loisirs nautiques et générer des risques de pollution plus importants sur les plans d'eau et rivières.	**Une anticipation de hausse de la fréquentation touristique** est nécessaire : gestion des volumes sur les sites touristiques, hébergements, préservation des paysages et des ressources naturelles et de la ressource en eau, prévention contre les risques. Le Conseil Général mène déjà une réflexion sur le tourisme, au travers de son Schéma départemental du tourisme 2009-2013, dans une optique de développement durable, dans un souci de diversification de l'offre de tourisme et de loisirs. Pour autant, la problématique de l'adaptation au changement climatique ne semble à l'heure actuelle pas prise en compte.
Agriculture et forêts	Les terres agricoles et les espaces forestiers occupent une place prépondérante dans l'économie et le paysage de la Seine-et-Marne. **Agriculture** 60% du département est constitué de zones agricoles, qui représentent également 60% des surfaces agricoles utiles de l'Ile-de-France. L'essentiel de la production en volume est constitué de céréales et d'oléo-protéagineux. Un certain nombre non négligeable d'exploitations d'élevage est également observé	**Les aléas qui vont toucher l'agriculture** (hausse des températures, sécheresses plus fréquentes, diminution de l'eau disponible) **ont tous une probabilité élevée d'occurrence** dans un secteur fondamentalement sensible face aux variations climatiques. **La forêt est l'un des écosystèmes les plus exposés au changement climatique** : augmentation des	**Agriculture** L'augmentation des températures moyennes durant la période de croissance des végétaux et l'accroissement du taux de CO_2 ont pour conséquence le décalage des stades phénologiques des cultures. **A court terme, cela aura un impact positif sur les rendements**, particulièrement les cultures de blé qui profitent d'une augmentation du CO_2. Néanmoins, la fréquence des sécheresses, les besoins croissants en irrigation annuleront les effets positifs. **La succession des stress hydriques et thermiques auront des effets néfastes pour l'agriculture** en impactant les rendements, et par conséquence les revenus des agriculteurs. Les cultures maraîchères, comme la plaine de Chailly-en-Bière, sont très sensibles à ces stress, des températures trop élevées et un déficit en eau pouvant rendre impossible ce type de culture.	**Agriculture** **Plusieurs leviers peuvent être utilisés pour réduire la dépendance aux ressources en eau**, dans un contexte où l'irrigation ne constitue pas une réponse adaptée à long terme, en raison des conflits d'usage : - Préserver les sols disposant d'une réserve utile élevée ; - Sélectionner et cultiver des variétés mieux adaptées au manque d'eau ; - Adapter les pratiques culturales. Par ailleurs, la **diversification des cultures permettraient de mieux répartir les risques** et de réduire la vulnérabilité de l'agriculture. **Forêts** La **prise en compte du changement climatique dans la gestion** des espaces forestiers permettrait de réduire la vulnérabilité. Une meilleure **prise en compte de l'augmentation du risque de feux de forêts** pourrait

	sur le territoire. Le maraîchage est aussi présent, comme par exemple sur la plaine de Chailly-en-Bière dans le Sud-ouest du département. **Forêts** Un quart du département est couvert par les forêts, soit 130 000 ha, dont le Massif de Fontainebleau, plus grande forêt d'Ile-de-France (17 205 ha).	températures, évolution des régimes de précipitations, sécheresses et canicules plus fréquentes sont susceptibles d'impacter la forêt en profondeur, résultant en des évolutions de productivités et un déplacement géographique des aires favorables aux différentes essences forestières.	L'évolution climatique et la modification de l'aire de répartition pourraient **favoriser l'émergence de bioagresseurs**. Le caractère intensif de l'agriculture francilienne renforcerait par ailleurs leur impact négatif. **Forêts** De même que pour l'agriculture, les forêts connaîtront **à court terme une hausse de productivité** liée aux concentrations plus importantes de CO_2. Pour autant, **la succession de sécheresses et de stress hydrique peut fragiliser la croissance des forêts**, notamment le hêtre, dominant dans le Massif de Fontainebleau. **L'impact des bioagresseurs sur les forêts sera plus important**, le changement climatique impactant physiologiquement les arbres, les rendant plus vulnérables. Par ailleurs, **une augmentation du risque de feux de forêts**, principalement dans le Sud du département, est plus que certaine. Les différents impacts négatifs causés sur les forêts auront **des répercussions importantes**, sur l'économie et la filière-bois, la biodiversité, le tourisme et les activités récréatives, la production de biomasse, le stockage du carbone, la qualité de l'air, etc. C'est donc **l'ensemble des fonctions de la forêt et des services éco-systémiques rendus qui se verront impacter**.	également être bénéfique. Par ailleurs, la capacité d'adaptation des forêts dépendra en partie du **choix des essences forestières**.

FICHE TERRITOIRE – Yvelines

Thématique	Les spécificités des Yvelines	Les vulnérabilités du département des Yvelines		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE TRANSVERSALE				
Risques naturels	**Risque inondations** En termes de surface inondable, Département le plus concerné après la Seine-et-Marne avec 7 097 ha en zones inondables en 2008. Pour autant, cela ne représente que 3% du territoire. Zones inondables : principalement localisées au nord le long de la Seine et de l'Oise, mais également à proximité d'autres cours d'eau, comme la Mauldre. **Retrait-gonflement des argiles** Plus de la moitié du territoire est concerné par ce phénomène (aléa faible à moyen). Cependant, il convient de noter une forte exposition dans la partie nord du département, au Sud de la Seine. **Risque de feux de forêts** La Région Ile-de-France est actuellement peu concernée. Le département des Yvelines est, après la Seine-et-Marne, le département de la Grande Couronne avec le plus de surfaces boisées (landes, maquis, garrigues inclus), soit plus de 78 000 ha, ce qui représente près de 30% du territoire. Plusieurs espaces forestiers d'importance, dont le Massif de Rambouillet, sont en effet présents sur le territoire. Entre 2000 et 2009, 3 incendies en moyenne ont été	**Inondations** Une augmentation potentielle du risque (incertitude importante), dans l'hypothèse d'une évolution des précipitations en quantité et en intensité. **Retrait-gonflement des argiles** Une augmentation du risque dans les zones pédologiques concernées, en raison d'une alternance plus intense entre sécheresses / fortes pluies (tendance robuste). **Risque de feux de forêts** La vulnérabilité est aujourd'hui faible mais pourrait augmenter avec le changement climatique, en raison de l'accroissement de l'intensité de la durée des épisodes de sécheresse et de la fragilisation des écosystèmes forestiers.	**Inondations** Le département des Yvelines semble relativement peu sensible à l'aléa inondation des crues de la Seine et de ses affluents, plus de 60% des zones inondables étant occupée par des zones naturelles ou agricoles. Néanmoins, le département concentre un certain nombre non négligeable de zones résidentielles exposées à l'aléa inondation (presque 10% des surfaces inondables), mais également un nombre important d'activités et d'équipements vulnérables à ce risque non négligeable (environ 480), constituant principalement des activités en tissu urbain mixte ou d'entreposage à l'air libre. Par ailleurs, outre les crues de Seine relativement lentes, le territoire est exposé aux crues d'autres cours d'eau de moindre importance, mais dont le niveau peut augmenter rapidement en quelques heures suite à des précipitations d'intensité exceptionnelle. Concernant le risque d'inondations par ruissellement, le département y est moyennement sensible, ce phénomène étant surtout localisé le long des cours d'eau. Mais la sensibilité des Yvelines face à ce phénomène risque fortement d'augmenter. **Retrait-gonflement des argiles** Le risque de RGA semble assez important dans les Yvelines, représentant un coût d'indemnisation important dans la moitié des communes du département. **Feux de forêts** A l'horizon 2050, près de la moitié des surfaces des landes et forêts de l'Ile-de-France devraient	**Inondations** La vulnérabilité future face aux inondations dépend des choix d'aménagements, en particulier en amont de l'agglomération parisienne et au-delà de l'Ile-de-France. Ainsi, les grands lacs réservoirs gérés par l'EPTB Grands Lacs de Seine jouent un rôle non négligeable. Par ailleurs, plusieurs PPRI prescrits et approuvés peuvent être dénombrés dans les Yvelines. Face à la vulnérabilité « systémique » de l'Ile-de-France à l'aléa, il apparaît essentiel de créer une culture du risque par l'ensemble des acteurs. Ces dernières années, plusieurs initiatives ont été entreprises, de la mise en place d'un « Plan Seine » à l'aménagement de zones concertées, voire des exercices de crise (En Seine 2010). La sensibilisation des populations doit être poursuivie, afin de responsabiliser les habitants, la « mémoire du risque » étant difficile à maintenir. **Retrait-gonflement des argiles** La diminution de la vulnérabilité dépend de la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme mais aussi dans les méthodes de construction. Une sensibilisation des particuliers et des professionnels est également nécessaire. **Feux de forêts** La diminution de l'urbanisation diffuse en zone forestière est une réponse adaptative. La mise en place d'une bonne gestion des espaces boisés peut également permettre de réduire la vulnérabilité.

	recensés annuellement, avec une surface incendiée moyenne de 5,1ha.		connaître un niveau élevé de l'aléa. Au vu des surfaces boisées, les Yvelines seraient particulièrement concernées.	
Ressources en eaux	**Le bassin hydrographique de la Mauldre occupe une position centrale dans le département.** **Le territoire est traversé par de nombreux autres cours d'eau** : la Seine dont la vallée est élargie par des méandres, l'Orge, l'Epte, l'Yvette… De nombreuses petites rivières prennent leur source dans le Massif de Rambouillet. Comme tous les départements de Grande Couronne, le volume des précipitations efficaces semble très faible par rapport au volume de précipitations totales, en comparaison de l'agglomération parisienne. Ce contraste est en réalité lié à la notion de pluies efficaces, qui inclut les eaux de ruissellement. Or, les surfaces artificialisées de l'agglomération parisienne favorisent les eaux de ruissellement. L'une des trois principales masses d'eau souterraines de l'Ile-de-France, la nappe de Beauce, recouvre la partie sud des Yvelines. Elle est du type nappe libre ou superficielle dans les Yvelines. Les prélèvements des ressources en eau sont essentiellement destinés à l'alimentation en eau potable. Le secteur de l'énergie, deuxième poste de prélèvement d'eau en Ile-de-France, est	A l'heure actuelle, **la situation des ressources en eau est peu problématique dans les Yvelines**. Le dispositif de régulation du bassin de la Seine, ainsi que le contrôle des prélèvements des eaux souterraines permettent un bon approvisionnement de la ressource en eau. L'Ile-de-France dispose en outre d'un bon réseau de distribution. **Pour autant, par effet structurel, les besoins et les prélèvements augmentent**, tandis que des activités (principalement l'agriculture) dégradent la ressource. Le cas de la nappe de Beauce apparaît déjà aujourd'hui comme le plus problématique. **Le changement climatique devrait néanmoins engendrer une diminution des précipitations moyennes** (principalement en été), **davantage de sécheresses**, et une **part plus importante de**	La Grande Couronne dépend davantage de ce type de prélèvement que l'agglomération parisienne, mais **les Yvelines sont le département où les prélèvements en eaux souterraines sont les plus importants**. Cela accentue davantage sa vulnérabilité, dans la mesure où les quantités des eaux souterraines sont limitées avec un rechargement lent. Les ressources en eaux souterraines doivent par ailleurs être partagées entre plusieurs territoires en-dehors de l'Ile-de-France (notamment la Région Centre pour la nappe de Beauce). Il peut donc y avoir **un enjeu d'approvisionnement à plus long-terme**. Les ressources souterraines sont en effet déjà **très sollicitées**. En ce qui concerne les eaux de surface, les cours d'eau qui traversent le département devraient voir **leur débit réduit**, surtout en été, voire connaître **des périodes de sécheresse problématiques en termes de gestion des étiages**. **En termes qualitatifs**, certains cours d'eau pourraient être dégradés, du fait d'une baisse du débit des cours d'eau et de l'augmentation de la population. **L'assainissement pour l'alimentation en eau potable sera un enjeu majeur**. **La diffusion des pollutions agricoles par ruissellement peut également constituer un risque élevé**, en particulier pour la nappe de la Beauce, en eaux superficielles sur le territoire. A l'heure actuelle, la nappe des calcaires de Brie n'est plus exploitable pour l'alimentation en eau potable, tandis que la nappe de Beauce semble de plus en plus touchée par les pollutions. Le **partage des prélèvements des nappes**	Concernant la diminution des débits des cours d'eau et le prolongement des débits d'étiage, une bonne régulation par les grands lacs de Seine, dans la limite de leur capacité, peut constituer une réponse efficace en termes de gestion. Seule une gestion commune à l'ensemble des territoires, voire au niveau du Bassin de Seine-Normandie pourrait permettre de réduire la vulnérabilité des effets du changement climatique sur les ressources hydrographiques. Néanmoins, **seule une diminution des prélèvements des nappes d'eau souterraines constitue une réponse adaptée à leur baisse de niveau**, si toutefois le niveau d'eaux pluviales est suffisant pour permettre un certain rechargement. Pour pallier à cela, **des mesures d'économie d'eau seront nécessaires sur tous les usages** : cela passe par une modification des pratiques agricoles notamment pour réduire les besoins, mais aussi à une sensibilisation et une éducation des populations afin d'éviter tout gaspillage. Enfin, **l'amélioration de la qualité des eaux ne pourra se faire sans une diminution des émissions de produits toxiques** (principalement dans l'agriculture) et **une amélioration des techniques de traitement et d'assainissement**. L'enjeu pour les Yvelines sera par ailleurs de réussir à gérer l'augmentation de la demande en eau, d'arbitrer entre différents conflits d'usage potentiels en mettant en place un bon système de gestion, tout en disposant d'un réseau d'assainissement adéquat pour prendre en charge les futurs besoins supplémentaires.

	également important dans les Yvelines, notamment avec la centrale thermique de Porcheville. Enfin, l'agriculture est un poste relativement important de prélèvement d'eau, en comparaison de l'agglomération parisienne. Pour autant, l'agriculture est dépendante des prélèvements de la nappe souterraine de Beauce, dont le renouvellement est lent. Après la Seine-et-Marne, les Yvelines sont le département avec le plus grand nombre de sites de loisirs nautiques (28 au total), principalement des rivières utilisées pour les activités sportives (nautisme).	**précipitations tombant sous forme de fortes pluies en hiver**. Parallèlement, la hausse des températures augmentera l'évapotranspiration, résultant en une diminution de l'eau disponible, tant pour les eaux de surface que pour les nappes.	**souterraines entre plusieurs territoires** (notamment nappe de Beauce) **pourrait devenir problématique dans un contexte de raréfaction des ressources et d'une augmentation des besoins de prélèvement**. Le report des prélèvements vers les eaux de surface constituerait une pression supplémentaire. Les différentes pressions et conflits sur les ressources entraîneront une augmentation du prix. U**n autre effet ciseau pourrait advenir.** Les sites de loisirs pourraient en effet connaître une sur-fréquentation liée aux besoins accrus de rafraîchissement, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau, voire des problèmes sanitaires avec l'augmentation des températures.	
Milieux et écosystèmes	Environ 70% du territoire des Yvelines est recouvert par des espaces naturels, boisés et agricoles. A ce titre, la **présence de milieux naturels est importante** : - De nombreux espaces boisés, dont le Massif de Rambouillet ; - Des zones humides, au sein du Massif de Rambouillet mais aussi dans les méandres de la Seine ; - Une composition de mosaïques agricoles très présente sur le territoire ; - Des pelouses sèches calcicoles au Nord des Yvelines. Les Yvelines connaissent donc une riche biodiversité, source de nombreux services « écosystémiques ».	Bien que difficile à évaluer, l'impact du changement climatique constitue une pression supplémentaire sur les milieux et les écosystèmes. Situés à la limite est de la région biogéographique atlantique, les milieux franciliens sont en effet exposés à toute variation du climat (augmentation des températures, évolution du régime des précipitations, événements extrêmes). Ainsi, il est possible d'anticiper **une évolution**	De **nombreux espaces naturels sensibles au changement climatique** : - Les **zones humides**, comme les tourbières de Rambouillet, mais aussi la vallée de la Seine, sont très sensibles au changement climatique (températures, sécheresses). La vulnérabilité de ces zones dépendra des choix d'aménagement et de la prise en compte des enjeux environnementaux, mais aussi de l'assèchement ou non lors d'épisodes de sécheresse : certaines espèces (ex : Orchidées) ne sont pas réapparues lors du déficit hydrique au printemps 2012. Les milieux humides de la Beauce (délimitée au nord par le Massif de Rambouillet), fragilisés, dépendent des nappes pour leur alimentation. Leur maintien dépendra des arbitrages avec d'autres usages des ressources en eau. - Les **sommets des buttes des forêts des Yvelines,** dont les formations géologiques permettent la présence localisée de milieux frais	Le territoire dispose de nombreux atouts pour favoriser l'adaptation des milieux et des écosystèmes : - De **nombreux périmètres de protection** (ZNIEFF 1 et 2, Natura 2000, etc.) sont présents dans les Yvelines ; A noter la présence du Parc naturel régional de la Haute-vallée de Chevreuse et du Parc naturel régional du Vexin qui couvre également une partie du Nord-ouest du département. - La publication du S**chéma Régional de Cohérence Ecologique** d'Ile-de-France vise par ailleurs à définir une stratégie régionale pour l'aménagement de continuités écologiques. L'enjeu est d'augmenter la résilience des écosystèmes, en couplant protection des espaces naturels sensibles et présentant un intérêt remarquable en termes de biodiversité avec une logique d'aménagement des continuités écologiques, afin d'éviter une fragmentation trop importante des milieux et favoriser la dispersion des espèces.

	Comme dans le reste de l'Ile-de-France, l'érosion des milieux et des écosystèmes, plus largement de la biodiversité, est due à **des pressions anthropiques** : urbanisation et étalement urbain, spécialisation de l'agriculture vers les grandes cultures intensives, fragmentation des milieux par les infrastructures, etc.	**de l'aire de répartition des espèces et une fragilisation des espaces sensibles, notamment à cause d'une évolution physiologique de plusieurs espèces mais aussi le développement d'espèces invasives.**	à froid, abritant des espèces à distribution circumboréale ou sub-montagnardes. - Les pelouses calcaires le long de la vallée de la Mauldre. la **sensibilité future des espèces animales et végétales** dépendra de leur capacité d'adaptation notamment en termes d'aire de répartition. Un risque de **prolifération d'espèces invasives**, principalement le long du réseau hydrographique.	
Santé	**Une espérance de vie plus importante dans les Yvelines** (dans les Hauts-de-Seine et à Paris également) **en comparaison des autres départements franciliens.** **Une population qui vieillit,** mais qui reste relativement jeune. Elle est cependant moins jeune que les autres départements de la Grande Couronne. Un plus grand nombre de médecins généralistes et spécialistes que dans les autres départements de la Grande Couronne. Néanmoins, il peut exister des disparités au sein du département, voire un **déficit de médecins généralistes, particulièrement à l'Est du département.** **En termes de qualité de l'air, les Yvelines semblent moins exposées**, grâce à la présence de nombreux espaces naturels. Néanmoins, certains axes et infrastructures de transports	**L'augmentation des températures moyennes**, particulièrement en été, ainsi qu'une hausse des vagues de chaleur, impacteront la santé humaine et **augmenteront la vulnérabilité aux épisodes de canicules**, en particulier des personnes âgées vivant seules. Les Yvelines sont **moins exposées que le reste de l'Ile-de-France aux effets d'îlot de chaleur urbain** (EICU) de par la présence de nombreux boisements, dont le Massif de Rambouillet, et des surfaces agricoles. Pour autant, **le long de la Seine est concerné par une surexposition à la fréquence des**	Même si le département est moins exposé aux EICU, les principales agglomérations y seront vulnérables, d'autant plus si elles se situent en bord de Seine : Mantes-la-Jolie, Versailles, Sartrouville, Saint-Germain-en-Laye, Saint-Quentin en Yvelines… Les populations sont inégales face aux épisodes de forte chaleur. La vulnérabilité dépend à la fois de l'âge, de l'isolement social, des inégalités sociales, du niveau de culture de la chaleur, etc. Bien qu'étant un « département jeune »**, la population de personnes âgées de 75 ans ou plus aura doublé en 2030**. Cette forte augmentation concerne l'ensemble des départements de la Grande Couronne. Le nombre de personnes âgées dépendantes sera également supérieur en Grande Couronne. Le département concentre peu de ménages aux revenus modestes ou pauvres, ce qui le rend moins vulnérable par rapport à d'autres territoires. Pour autant, le Nord-ouest des Yvelines paraît plus vulnérable, puisque s'y concentrent des populations moins aisées. **Le Nord-est des Yvelines à proximité de l'agglomération parisienne, mais aussi le centre du département, concentrent une population plus âgée.** Ces territoires peuvent donc voir leur vulnérabilité augmenter.	Les inégalités en matière d'équipements de santé et d'accès aux soins représentent une fragilité au regard du changement climatique. Celui-ci vient renforcer **une problématique déjà identifiée au niveau régional**, avec la nécessité d'augmenter l'offre de prise en charge, d'aidants pour répondre aux besoins des personnes âgées dépendantes. La **mise en place du Plan Canicule depuis l'été 2003** permet de limiter l'effet sanitaire des fortes chaleurs sur le territoire. Par ailleurs, l'Observatoire Régional de la Santé a lancé en 2012 **un programme d'études sur les risques sanitaires liés au changement climatique** et les impacts au niveau régional.

	majeurs peuvent constituer des sources de nuisance.	**canicules** par rapport à d'autres territoires franciliens.	Par ailleurs, bien que la tendance soit moins prononcée que dans le cœur de l'agglomération parisienne, le nombre de personnes vivant seules et celui de familles monoparentales augmenteront. Concernant **la sensibilité des populations face aux pollutions atmosphériques, elle risque également d'augmenter dans les Yvelines**, principalement au niveau des agglomérations, particulièrement lors des épisodes de forte chaleur. Elle restera cependant inférieure à l'agglomération parisienne. Quant à l'augmentation des maladies allergiques, qui touchent principalement les populations en milieu urbain, elle touchera les Yvelines, avec un niveau de pollinisation plus précoce et plus long : ceci peut concerner les plantations en milieu urbain mais aussi les grands massifs forestiers comme Rambouillet.	

Thématique	Les spécificités des Yvelines	Les vulnérabilités du département des Yvelines		
		Exposition	**Sensibilité**	**Capacité d'adaptation**
APPROCHE SECTORIELLE				
Réseaux et énergie	Comme dans le reste de l'Ile-de-France, les différents réseaux dans les Yvelines sont denses et interdépendants. Les réseaux sont logiquement moins denses dans les zones rurales. Les différents réseaux concernés sont : - **Les réseaux électriques et énergétiques** Les Yvelines bénéficient du maillage dense en radiales de l'Ile-de-France pour l'approvisionnement de l'agglomération parisienne. Le département importe une bonne partie de ses besoins énergétiques. Une seule centrale de production électrique est localisée dans le département à Porcheville. Elle permet de répondre rapidement aux pics de demandes en hiver. - **Les réseaux d'approvisionnement et d'assainissement de l'eau :** le site de Seine Aval (Achères) dans les Yvelines, premier site de traitement des eaux usées en Ile-de-France. - **Les réseaux de transports :** le développement du Grand Paris et du futur métro automatique impactera le Nord-est du	La vulnérabilité des réseaux aux aléas climatiques est forte malgré des infrastructures relativement robustes, accentuée par leur interdépendance responsable d'un « effet domino ». Le changement climatique exercera une double pression sur ces réseaux : - Une pression sur les infrastructures elles-mêmes ; - Une pression sur la demande et les services attendus. Les réseaux énergétiques, particulièrement les réseaux électriques, constituent les réseaux les plus vulnérables : la dépendance énergétique constitue le plus grand facteur de vulnérabilité au vu des différents usages de l'énergie, notamment pour le bon fonctionnement de l'ensemble des réseaux. Les vagues de chaleur, les évènements	**La demande énergétique** Le changement climatique aura un impact sur la demande saisonnière en énergie : une probable augmentation de la demande estivale pour le rafraîchissement et une diminution de la demande hivernale. La centrale de Porcheville pourrait alors être utilisée pour satisfaire les pics de consommation en été. Son utilisation pourrait s'avérer primordiale : lors de la canicule de 2003, un manque de production d'énergie électrique s'est fait sentir pour les centrales, confrontées à des difficultés de refroidissement. Par ailleurs, pour permettre l'alimentation électrique du Grand Paris et la hausse structurelle de la demande, un nouveau poste source sera construit dans l'Ouest des Yvelines. L'installation de ce poste ne sert qu'à couvrir les besoins structurels du Grand Paris, sans considération des impacts du changement climatique, qui tendront à augmenter la demande électrique. **La demande en eau** Le climat mais aussi les habitudes de consommation influencent directement les besoins en eau, ce qui se répercute sur les réseaux de distribution. Le réseau de production d'eau potable est assuré au niveau régional (excepté Paris) et semble très robuste aux différents aléas. Cependant, la raréfaction et la dégradation de la ressource en eau causées par le changement climatique impacteraient les réseaux d'eaux. **Vulnérabilité des réseaux au risque inondation** Dans les Yvelines, la sensibilité au risque inondation semble relativement limitée, mis à part quelques secteurs dans le Nord du	Les capacités d'adaptation des différents réseaux doivent être pensées à une échelle régionale voire au-delà. La vulnérabilité des réseaux face aux aléas climatiques extrêmes dépend de l'intensité de l'aléa et du degré de préparation des gestionnaires des réseaux, pour la sécurisation des réseaux (en alimentation électrique, mais aussi en termes de maîtrise de l'évolution future de la demande). Concernant l'énergie, Les impacts du changement climatique confortent l'intérêt d'un positionnement précoce dans le domaine des énergies nouvelles, et d'une **diversification des sources d'énergie** (géothermie, éolien, biomasse…). L'enjeu est donc d'assurer une bonne gouvernance entre tous les acteurs et des interactions suffisantes entre les différents réseaux.

	département des Yvelines. - **Les réseaux de télécommunications** - **Les réseaux de collecte et de traitement des déchets**	climatiques extrêmes (inondations, tempêtes…), mais aussi l'évolution de la demande pourront à l'avenir affecter davantage les réseaux.	département, en aval de la Seine. Pour autant en zone urbaine et périurbaine, les réseaux de distribution d'énergie sont principalement enterrés. Les réseaux énergétiques paraissent plus vulnérables, en s'éloignant de la capitale. De nombreuses centrales dont dépend l'approvisionnement électrique des Yvelines sont en zones inondables. Bien que le réseau de distribution ne soit pas directement affecté, le territoire peut connaître des fragilités électriques en cas d'inondation ou de crue. Les réseaux d'eau potable sont considérés moyennement vulnérables au risque inondation, tandis que les réseaux d'assainissement paraissent très vulnérables. Ainsi, la marge de sécurité de la station d'épuration d'Achères est assez limitée : les équipements ont été aménagés hors d'eau, mais la capacité de réacheminement du surplus d'eaux usées du site est très faible. Cela est d'autant plus problématique si le dysfonctionnement se situe au niveau du site d'Achères. Par ailleurs, la station d'Achères ne peut assurer son fonctionnement que pendant quelques heures en cas de rupture électrique. Enfin, les réseaux de transports sont peu exposés au risque inondation dans le Val d'Oise. Néanmoins, en cas de crue centennale, l'ensemble du département serait impacté, puisque 70% du réseau métropolitain et express régional seraient touchés. **Vulnérabilité aux évènements climatiques extrêmes** Il est aujourd'hui **difficile d'évaluer la sensibilité future des réseaux aux évènements climatiques extrêmes**. Pour autant, elle risque fortement d'augmenter. Ainsi, les réseaux électriques et de télécommunications aériens sont sensibles aux tempêtes, tandis que les réseaux enterrés	

			peuvent subir des dommages suite à l'augmentation des températures. Les réseaux d'assainissement peuvent par ailleurs être affectés par une diminution de l'étiage des différents cours d'eau. Enfin, les réseaux de transports sont sensibles aux températures élevées (écartement des rails mais aussi dégradation du confort thermique pour les usagers).	
Urbanisme et cadre bâti	**Un « modèle pavillonnaire » très développé dans les Yvelines, peu dense** : la densité de population est inférieure à celle de l'Ile-de-France, mais supérieure à la moyenne nationale**.** **Un cadre bâti fortement touché par le phénomène de retrait-gonflement des argiles**, particulièrement dans la partie nord des Yvelines, à proximité de la Seine.	Le modèle pavillonnaire présente une moins forte exposition aux effets d'îlot de chaleur urbain, en comparaison de l'agglomération parisienne. Seules les zones urbaines sont plus exposées, particulièrement dans le Nord-ouest des Yvelines. Les zones urbanisées sont peu exposées au risque inondation, sauf ponctuellement, dans les zones urbaines le long des cours d'eau inondables.	**L'habitat individuel est plus sensible vis-à-vis des températures extrêmes** que l'habitat collectif. **La vulnérabilité du bâti**, notamment face aux canicules, **augmentera sensiblement**, avec des conséquences sur la **qualité de vie** (inconfort thermique) et la **sécurité sanitaire des populations**. La faible densité, ainsi que la présence de massifs forestiers comme Rambouillet ou de points d'eau, réduisent la vulnérabilité à l'EICU. Pour autant, individuellement, chaque habitat individuel peut être fortement exposé et sensible aux températures extrêmes, en fonction de son isolation, du comportement des usagers, etc. **Le phénomène de retrait-gonflement des argiles augmentera, avec un impact sur la couverture assurantielle des bâtiments** et une hausse du prix des assurances. Avec une augmentation de 10% de la fréquence des sécheresses, la part des assurances dans le budget des ménages pourrait doubler. La **sensibilité du bâti par rapport à d'autres phénomènes comme les tempêtes sera** également **supérieure**.	La Réglementation Thermique de 2012 devrait permettre **une meilleure prise en compte des critères de performance énergétique et de confort d'été**. L'isolation thermique sera donc mieux prise en compte et permettra notamment de promouvoir la conception bioclimatique des bâtiments. Mais un travail sur le patrimoine bâti existant reste à développer. Dans les zones urbaines concernées par l'EICU, **un aménagement adéquat permettrait de réduire la vulnérabilité** : bioclimatisation, végétalisation des espaces urbains, etc. Concernant le phénomène de retrait-gonflement des argiles, **des campagnes de sensibilisation** quant à la vulnérabilité des maisons individuelles sont nécessaires. La prévention, via la sensibilisation mais aussi les normes de construction et la sensibilisation, est en effet actuellement insuffisante.
Tourisme	Un **tourisme de proximité** prédominant. Le tourisme dans le département est fortement marqué par la **présence du château de**	Au regard du changement climatique, le tourisme sera principalement affecté par l'élévation des températures et	**L'offre touristique (patrimoine, culture, nature, etc.) est variée et paraît peu dépendante des conditions climatiques.** L'attractivité du territoire ne serait donc pas ou peu affectée par le changement climatique, qui pourrait même **conforter son attrait comme**	**La sensibilité des acteurs du secteur touristique aux impacts du changement climatique est encore très faible**. A ce titre, il est difficile d'évaluer les impacts du changement climatique dans les départements de la Grande Couronne comme les Yvelines, sachant que le tourisme en Ile-de-France est avant tout urbain et centralisé sur Paris.

	Versailles et de ses jardins. D'autres sites patrimoniaux ou de loisirs (zoo et parc de Thoiry) connaissent également une forte fréquentation. La **Forêt de Rambouillet**, ainsi que d'autres sites naturels (PNR, plans d'eau) constituent également **une offre non négligeable en matière de tourisme de nature**.	l'évolution de la ressource en eau disponible.	**destination de proximité pour la recherche de fraîcheur** : nombreux sites naturels (forêt de Rambouillet), parcs et jardins, notamment au château de Versailles, etc. Il pourrait alors en découler **un risque de saturation dans certains lieux touristiques** (espaces naturels) et de conflits d'usage sur l'eau, notamment en raison de la forte présence de la filière agricole : Cela concerne l'ensemble des 3 sites de plein air yvelinois.	Néanmoins, les impacts du changement climatique pourront impacter le tourisme de proximité, des habitants des zones urbaines vers les espaces naturels (recherche de fraîcheur). **Une anticipation de hausse de la fréquentation touristique** est nécessaire, notamment en matière de tourisme de proximité (recherche de fraîcheur des populations de l'agglomération parisienne) : gestion des volumes sur les sites touristiques, hébergements, préservation des paysages et des ressources naturelles et de la ressource en eau, prévention contre les risques.
Agriculture et forêts	Les terres agricoles occupent une place prépondérante dans l'économie et le paysage des Yvelines. Les forêts et espaces naturels occupent également une place non négligeable. Les terres agricoles et les forêts occupent 70% du territoire yvelinois. **Agriculture** En termes de Surface Agricole Utile (SAU 2010, selon Agreste), **les Yvelines sont l'un des départements franciliens les plus agricoles après la Seine-et-Marne, avec 16%** de la SAU francilienne. L'agriculture occupe environ 91 000 ha, soit 43% de la superficie totale du département. 93% des exploitations de grandes cultures sont spécialisées en céréales et oléoprotéagineux. L'Ouest et le Centre, mais également l'extrême-sud des Yvelines sont les principaux	**Les aléas qui vont toucher l'agriculture** (hausse des températures, sécheresses plus fréquentes, diminution de l'eau disponible) **ont tous une probabilité élevée d'occurrence** dans un secteur fondamentalement sensible face aux variations climatiques. **La forêt est l'un des écosystèmes les plus exposés au changement climatique** : augmentation des températures, évolution des régimes de précipitations, sécheresses et canicules plus fréquentes sont susceptibles d'impacter la forêt en profondeur, résultant en des évolutions de productivités et un	**Agriculture** L'augmentation des températures moyennes durant la période de croissance des végétaux et l'accroissement du taux de CO_2 ont pour conséquence le décalage des stades phénologiques des cultures. **A court terme, cela aura un impact positif sur les rendements**, particulièrement les cultures de blé, très développées dans le département, qui profitent d'une augmentation du CO_2. Néanmoins, la fréquence des sécheresses, les besoins croissants en irrigation annuleront les effets positifs. **La succession des stress hydriques et thermiques auront des effets néfastes pour l'agriculture** en impactant les rendements, et par conséquence les revenus des agriculteurs. L'évolution climatique et la modification de l'aire de répartition pourraient **favoriser l'émergence de bioagresseurs**. Le caractère intensif de l'agriculture francilienne renforcerait par ailleurs leur impact négatif. **Forêts** De même que pour l'agriculture, les forêts connaîtront **à court terme une hausse de productivité** liée aux concentrations plus importantes de CO_2. Pour autant, **la succession**	**Agriculture** **Plusieurs leviers peuvent être utilisés pour réduire la dépendance aux ressources en eau**, dans un contexte où l'irrigation ne constitue pas une réponse adaptée à long terme, en raison des conflits d'usage : - Préserver les sols disposant d'une réserve utile élevée ; - Sélectionner et cultiver des variétés mieux adaptées au manque d'eau ; - Adapter les pratiques culturales. Par ailleurs, la **diversification des cultures permettraient de mieux répartir les risques** et de réduire la vulnérabilité de l'agriculture. **Forêts** La **prise en compte du changement climatique dans la gestion** des espaces forestiers permettrait de réduire la vulnérabilité. Une meilleure **prise en compte de l'augmentation du risque de feux de forêts** pourrait également être bénéfique. Par ailleurs, la capacité d'adaptation des forêts dépendra en partie du **choix des essences forestières**.

	territoires agricoles. **Forêts** Plusieurs massifs d'importance : forêt de Rambouillet, Saint-Germain-en-Laye, Marly, Versailles, Rosny, Moisson… **Les forêts des Yvelines couvrent environ 78 000 ha**, soit 33,9% des espaces agricoles et naturels et 27,1% de la superficie totale. Le taux de boisement du département est donc proche du taux moyen national. **Les Yvelines sont ainsi le département francilien le plus boisé**. Les forêts privés sont majoritaires, avec plus de 50 000 ha, mais apparaissent très morcelées.	déplacement géographique des aires favorables aux différentes essences forestières.	**de sécheresses et de stress hydrique peut fragiliser la croissance des forêts**, notamment dans les zones de tourbières de Rambouillet. **L'impact des bioagresseurs sur les forêts sera plus important**, le changement climatique impactant physiologiquement les arbres, les rendant plus vulnérables. Par ailleurs, **la sensibilité du territoire au risque de feux de forêts pourrait augmenter**, principalement dans les massifs forestiers du Sud des Yvelines (Rambouillet) mais aussi dans les espaces forestiers du Nord-est, où les enjeux humains sont très importants au vu de la forte urbanisation. Les différents impacts négatifs causés sur les forêts auront **des répercussions importantes**, sur l'économie et la filière-bois, la biodiversité, le tourisme et les activités récréatives, la production de biomasse, le stockage du carbone, la qualité de l'air, etc. C'est donc **l'ensemble des fonctions de la forêt et des services éco-systémiques rendus qui se verront impacter**.	

FICHE TERRITOIRE – Essonne

Thématique	Les spécificités de l'Essonne	Les vulnérabilités du département de l'Essonne		
		Exposition	**Sensibilité**	**Capacité d'adaptation**
APPROCHE TRANSVERSALE				
Risques naturels	**Risque inondations** Département le moins concerné après le Val d'Oise en termes de surface inondable : 3 585 ha de surface estimée en zone inondable en 2008, soit 2% du territoire. Zones inondables : situées principalement au Nord du département, traversé par la Seine. **Retrait-gonflement des argiles** La moitié nord de l'Essonne est particulièrement touchée **Risque de feux de forêts** La Région Ile-de-France est actuellement peu concernée. L'Essonne connaît cependant un risque plus élevé, derrière la Seine-et-Marne, notamment dans le Sud du département. Entre 2000 et 2009, 6 incendies en moyenne ont été recensés annuellement, avec une surface incendiée moyenne de 8,8 ha.	**Inondations** Une augmentation potentielle du risque (incertitude importante), dans l'hypothèse d'une évolution des précipitations en quantité et en intensité. **Retrait-gonflement des argiles** Une augmentation du risque dans les zones pédologiques concernées, en raison d'une alternance plus intense entre sécheresses / fortes pluies (tendance robuste). **Risque de feux de forêts** La vulnérabilité est aujourd'hui faible mais pourrait augmenter avec le changement climatique, en raison de l'accroissement de l'intensité de la durée des épisodes de sécheresse et de la fragilisation des écosystèmes forestiers.	**Inondations** L'Essonne est le département de la Grande Couronne le plus sensible à l'aléa inondation des crues de la Seine et de ses affluents. En effet, seulement 40% des surfaces inondables sont occupées par des zones naturelles ou agricoles, l'habitat (principalement individuel) représentant 22% des zones inondables. Une crue centennale toucherait directement sur le territoire plus de 50 000 habitants et 1 800 entreprises. Par ailleurs, la vulnérabilité face aux inondations par ruissellement pourrait augmenter en période hivernale, le Nord de l'Essonne y étant déjà très exposé. Cette partie du territoire a en effet connu une forte urbanisation depuis 1982. **Retrait-gonflement des argiles** Le risque de cet aléa est considéré comme moyen à fort dans toute la partie nord du département. Dans cette zone, la sensibilité à l'aléa augmentera. **Feux de forêts** A l'horizon 2050, près de la moitié des surfaces des landes et forêts de l'Ile-de-France devraient connaître un niveau élevé de l'aléa. Ce risque concernerait particulièrement l'Essonne, dont 22% du territoire est recouvert par des surfaces boisées.	**Inondations** La vulnérabilité future face aux inondations dépend des choix d'aménagements, en particulier en amont de l'Essonne, en Seine-et-Marne et au-delà de l'Ile-de-France. Ainsi, les grands lacs réservoirs gérés par l'EPTB Grands Lacs de Seine jouent un rôle non négligeable. L'enjeu de l'aménagement est également important en Essonne, puisque d'anciennes zones d'activités vulnérables au risque d'inondations sont reconverties en zones résidentielles sous la pression du renouvellement urbain, comme la ZAC des docks de Ris-Orangis. Par ailleurs, plusieurs PPRI prescrits et approuvés peuvent être dénombrés en Essonne. Face à la vulnérabilité « systémique » de l'Ile-de-France à l'aléa, il apparaît essentiel de créer une culture du risque par l'ensemble des acteurs. Ces dernières années, plusieurs initiatives ont été entreprises, de la mise en place d'un « Plan Seine » à l'aménagement de zones concertées, voire des exercices de crise (En Seine 2010). La sensibilisation des populations doit être poursuivie, afin de responsabiliser les habitants, la « mémoire du risque » étant difficile à maintenir. Cela est d'autant plus important en Essonne, où une part non négligeable d'habitats individuels, et donc de la population, est vulnérable au risque d'inondations. **Retrait-gonflement des argiles** La diminution de la vulnérabilité dépend de la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme mais aussi dans les méthodes de construction. Une sensibilisation des particuliers et des professionnels est également nécessaire. **Feux de forêts** La diminution de l'urbanisation diffuse en zone forestière est une réponse adaptative. La mise en place d'une bonne gestion des espaces boisés peut également permettre de réduire la vulnérabilité.

Ressources en eaux	**Le territoire est traversé par de nombreux cours d'eau** : la Seine, l'Essonne, la Juine, l'Orge, etc. L'une des trois principales masses d'eau souterraines, la nappe de Beauce, est en partie présente en Essonne, en tant que nappe libre ou superficielle. La nappe de l'Albien-Néocomien est également présente, comme dans une grande partie du territoire francilien. Enfin, la nappe calcaire de Champigny alimente une partie du territoire en eau potable (environ 170 000 Essonniens). **Les prélèvements des ressources en eau sont essentiellement destinés à l'alimentation en eau potable**, ce qui oblige à un certain seuil de qualité élevé des ressources en eaux, mais **l'agriculture, est également consommatrice d'eau**. Cette consommation reste inférieure aux usages domestiques mais les deux types d'usage dépendent en partie des mêmes ressources souterraines (nappes de Beauce). L'Essonne compte seulement 11 sites de loisirs nautiques, ce qui est en moyenne deux fois moins que les autres départements de la Grande Couronne. Ces sites sont principalement utilisés pour des activités de nautisme.	A l'heure actuelle, **la situation des ressources en eau est peu problématique en Essonne**. Le dispositif de régulation du bassin de la Seine, ainsi que le contrôle des prélèvements des eaux souterraines permettent un bon approvisionnement de la ressource en eau. L'Ile-de-France dispose en outre d'un bon réseau de distribution. **Pour autant, par effet structurel, les besoins et les prélèvements augmentent**, tandis que des activités (principalement l'agriculture) dégradent la ressource. Le cas de la nappe de Beauce apparaît déjà aujourd'hui comme le plus problématique. **Le changement climatique devrait néanmoins engendrer une diminution des précipitations moyennes** (principalement en été), **davantage de sécheresses**, et une **part plus importante de précipitations tombant sous forme de fortes pluies en hiver**. Parallèlement, la hausse	**La dépendance relative aux nappes souterraines (Beauce, Champigny…) risque d'augmenter la vulnérabilité d'approvisionnement**, les ressources souterraines étant déjà fortement sollicitées alors même que leur renouvellement est plus lent. Les cours d'eau qui traversent le département devraient voir **leur débit réduit**, surtout en été, voire connaître **des périodes de sécheresse problématiques en termes de gestion des étiages**. En termes quantitatifs, l'effet structurel lié à l'augmentation de la population, couplé à une diminution des ressources et à une augmentation des besoins (surtout en période estivale) pourrait augmenter la vulnérabilité du territoire. **En termes qualitatifs**, certains cours d'eau pourraient être dégradés, du fait d'une baisse du débit des cours d'eau et de l'augmentation de la population. **L'assainissement pour l'alimentation en eau potable sera un enjeu majeur**. **La diffusion des pollutions agricoles par ruissellement peut également constituer un risque élevé,** en particulier pour la nappe de la Beauce, en eaux superficielles sur le territoire. A l'heure actuelle, la nappe des calcaires de Brie n'est plus exploitable pour l'alimentation en eau potable, tandis que la nappe de Beauce semble de plus en plus touchée par les pollutions. Le **partage des prélèvements des nappes souterraines entre plusieurs territoires** (notamment nappe de Beauce) **pourrait devenir problématique dans un contexte de raréfaction des ressources et d'une augmentation des besoins de prélèvement**. Le report des prélèvements vers les eaux de surface constituerait une pression supplémentaire. Les différentes pressions et conflits sur les ressources entraîneront une augmentation du prix.	Concernant la diminution des débits des cours d'eau et le prolongement des débits d'étiage, une bonne régulation par les grands lacs de Seine, dans la limite de leur capacité, peut constituer une réponse efficace en termes de gestion. Seule une gestion commune à l'ensemble des territoires, voire au niveau du Bassin de Seine-Normandie pourrait permettre de réduire la vulnérabilité des effets du changement climatique sur les ressources hydrographiques. Néanmoins, **seule une diminution des prélèvements des nappes d'eau souterraines constitue une réponse adaptée à leur baisse de niveau**, si toutefois le niveau d'eaux pluviales est suffisant pour permettre un certain rechargement. Pour pallier à cela, **des mesures d'économie d'eau seront nécessaires sur tous les usages** : cela passe par une modification des pratiques agricoles notamment pour réduire les besoins, mais aussi à une sensibilisation et une éducation des populations afin d'éviter tout gaspillage. Enfin, **l'amélioration de la qualité des eaux ne pourra se faire sans une diminution des émissions de produits toxiques** (principalement dans l'agriculture) et **une amélioration des techniques de traitement et d'assainissement**. L'enjeu en Essonne sera par ailleurs de réussir à gérer l'augmentation de la demande en eau, d'arbitrer entre différents conflits d'usage potentiels en mettant en place un bon système de gestion, tout en disposant d'un réseau d'assainissement adéquat pour prendre en charge les futurs besoins supplémentaires.

		des températures augmentera l'évapotranspiration, résultant en une diminution de l'eau disponible, tant pour les eaux de surface que pour les nappes.		
Milieux et écosystèmes	L'Essonne est constituée d'une grande variété d'espaces naturels grâce à ses marais, ses plateaux, ses vallées et ses forêts (celles-ci représentant 23% de son territoire). **Plusieurs milieux naturels d'importance sont à noter sur le territoire** : - De nombreux espaces boisés et plusieurs forêts domaniales, dont la Forêt des Trois Pignons (appartenance au Massif de Fontainebleau), la Forêt de Verrières-le-Buisson au Nord du département, etc. ; - Des zones humides (les Hautes vallées de la Juine et de l'Essonne) ; - Une composition de mosaïques agricoles très présente sur le territoire ; - Des pelouses sèches calcicoles dans le Sud du département L'Essonne connaît donc une riche biodiversité, source de nombreux services « écosystémiques ». Comme dans le reste de l'Ile-de-France, l'érosion des milieux et des écosystèmes, plus largement de la biodiversité, est due à **des**	Bien que difficile à évaluer, l'impact du changement climatique constitue une pression supplémentaire sur les milieux et les écosystèmes. Situés à la limite est de la région biogéographique atlantique, les milieux franciliens sont en effet exposés à toute variation du climat (augmentation des températures, évolution du régime des précipitations, événements extrêmes). Ainsi, il est possible d'anticiper **une évolution de l'aire de répartition des espèces et une fragilisation des espaces sensibles, notamment à cause d'une évolution physiologique de plusieurs espèces mais aussi le développement d'espèces invasives.**	De **nombreux espaces naturels sensibles au changement climatique** : - Les **zones humides et formations tourbeuses**, dans le Centre-est et le long des vallées de l'Essonne et de la Juine, sont très sensibles au changement climatique (températures, sécheresses). La vulnérabilité future de ces zones dépendra des choix d'aménagement et de la prise en compte des enjeux environnementaux, mais aussi de l'assèchement ou non lors d'épisodes de sécheresse : déjà, certaines espèces ne sont pas réapparues lors du déficit hydrique au printemps 2012. Par ailleurs, les milieux humides de la Beauce, déjà fragilisés, dépendent des nappes pour leur alimentation. Le maintien de ces espaces dépendra des arbitrages avec d'autres usages des ressources en eau. - Les **coteaux secs calcaires** du Sud constituent un refuge pour de nombreuses espèces thermophiles, leur préservation facilitant leur adaptation. D'autres milieux ouverts, comme les mosaïques agricoles, peuvent constituer un atout futur pour l'adaptation des espèces. la **sensibilité future des espèces animales et végétales** dépendra de leur capacité d'adaptation notamment en termes d'aire de répartition. Ainsi, des espèces comme le hêtre (très présent dans le Massif de Fontainebleau dont une partie est localisée en Essonne) pourraient connaître un dépérissement suite à	Le territoire dispose de nombreux atouts pour favoriser l'adaptation des milieux et des écosystèmes : - De **nombreux périmètres de protection** (ZNIEFF 1 et 2, Natura 2000, etc.) sont présents en Essonne, le Parc naturel régional du Gâtinais couvre également une partie du Sud-est du département. - La publication du S**chéma Régional de Cohérence Ecologique** d'Ile-de-France vise par ailleurs à définir une stratégie régionale pour l'aménagement de continuités écologiques. L'enjeu est d'augmenter la résilience des écosystèmes, en couplant protection des espaces naturels sensibles et présentant un intérêt remarquable en termes de biodiversité avec une logique d'aménagement des continuités écologiques, afin d'éviter une fragmentation trop importante des milieux et favoriser la dispersion des espèces.

	pressions anthropiques : urbanisation et étalement urbain, spécialisation de l'agriculture vers les grandes cultures intensives, fragmentation des milieux par les infrastructures, etc.		des épisodes de sécheresse. Par ailleurs, le Carex Halleriana (espèce végétale) est de plus en plus observé sur les coteaux secs du Sud de l'Essonne, signe d'une remontée vers le nord de l'aire de répartition des espèces. Un risque de **prolifération d'espèces invasives**, principalement le long du réseau hydrographique. Enfin, l'Essonne peut connaître une influence méridionale dans le Sud du département (Gâtinais). Par ailleurs, l'influence méridionale se fait sentir dans le Sud (Gâtinais). Il s'agit donc d'**un carrefour biogéographique fragile, les écosystèmes étant très vulnérables à toute variation climatique.**	
Santé	**En 2008, l'Essonne compte 5,92% de personnes âgées de plus de 75 ans**, soit moins que la moyenne nationale (8,8%) et régionale (6,31%). Mais la part des personnes âgées entre 60 et 74 ans est plus importante que la moyenne francilienne. **L'Essonne est l'un des départements franciliens avec le plus de personnes âgées de plus de 75 ans vivant en collectivité**, soit 12%, contre une moyenne régionale de 8%. Il y a donc une meilleure offre en maisons de retraite. Un **déficit de médecins généralistes au sein des espaces ruraux et périurbains** du département, particulièrement dans les territoires de la Ferté-Alais et de saint-Chéron : une	**L'augmentation des températures moyennes**, particulièrement en été, ainsi qu'une hausse des vagues de chaleur, impacteront la santé humaine et **augmenteront la vulnérabilité aux épisodes de canicules**, en particulier des personnes âgées vivant seules. L'Essonne est **moins exposée que le reste de l'Ile-de-France aux effets d'îlot de chaleur urbain** (EICU) de par la présence de nombreux boisements et surfaces agricoles.	Même si le département est moins exposé aux EICU, les principales agglomérations y seront vulnérables : Etampes, Evry, Massy-Palaiseau, Courtabœuf… Les impacts d'une canicule ne dépendent pas uniquement de la chaleur : en effet, lors de la canicule de 2003, la surmortalité en Essonne a été plus importante qu'à Paris, alors même que les températures y étaient inférieures. La sensibilité de l'Essonne à cette vulnérabilité dépend donc d'autres facteurs. Les populations sont inégales face aux épisodes de forte chaleur. La vulnérabilité dépend à la fois de l'âge, de l'isolement social, des inégalités sociales, du niveau de culture de la chaleur, etc. Bien qu'étant un « département jeune »**, la population de personnes âgées de 75 ans ou plus aura doublé en 2030**. Cette forte augmentation concerne l'ensemble des départements de la Grande Couronne. Le nombre de personnes âgées dépendantes sera également supérieur en Grande Couronne.	Les inégalités en matière d'équipements de santé et d'accès aux soins représentent une fragilité au regard du changement climatique. Celui-ci vient renforcer **une problématique déjà identifiée au niveau régional**, avec la nécessité d'augmenter l'offre de prise en charge, d'aidants pour répondre aux besoins des personnes âgées dépendantes. La **mise en place du Plan Canicule depuis l'été 2003** permet de limiter l'effet sanitaire des fortes chaleurs sur le territoire. Par ailleurs, l'Observatoire Régional de la Santé a lancé en 2012 **un programme d'études sur les risques sanitaires liés au changement climatique** et les impacts au niveau régional.

	réelle problématique d'offre de soins libérale. **En termes de qualité de l'air, l'Essonne semble moins exposée**, grâce à la présence de nombreux espaces naturels. Néanmoins, certains axes et infrastructures de transports majeurs peuvent constituer des sources de nuisance.	Pour autant, **le Sud de l'Essonne est concerné par une surexposition à la fréquence des canicules** par rapport à d'autres territoires franciliens.	**Contrairement au Nord-Ouest et au Centre, le Nord et le Sud du département concentrent des populations peu aisées, souvent âgées, ce qui augmente davantage leur vulnérabilité**. Par ailleurs, bien que la tendance soit moins prononcée que dans le cœur de l'agglomération parisienne, le nombre de personnes vivant seules et celui de familles monoparentales augmenteront. Concernant **la sensibilité des populations face aux pollutions atmosphériques, elle risque également d'augmenter en Essonne**, principalement au niveau des agglomérations, particulièrement pendant les épisodes de forte chaleur. Elle restera cependant inférieure à l'agglomération parisienne. Quant à l'augmentation des maladies allergiques, qui touchent principalement les populations en milieu urbain, elle touchera l'Essonne, avec un niveau de pollinisation plus précoce et plus long.	

Thématique	Les spécificités de l'Essonne	Les vulnérabilités du département de l'Essonne		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE SECTORIELLE				
Réseaux et énergie	Comme dans le reste de l'Ile-de-France, les différents réseaux en Essonne sont denses et interdépendants. Les réseaux sont logiquement moins denses dans les zones rurales. Les différents réseaux concernés sont : - **Les réseaux électriques et énergétiques** L'Essonne bénéficie du maillage dense en radiales de l'Ile-de-France pour l'approvisionnement de l'agglomération parisienne. Le département importe une bonne partie de ses besoins énergétiques, aucun site de production d'électricité n'étant localisé dans le département. - **Les réseaux d'approvisionnement et d'assainissement de l'eau** - **Les réseaux de transports :** le développement du Grand Paris et du futur métro aérien auront un impact sur le Nord du département (plateau de Saclay, Massy-Orly…). - **Les réseaux de télécommunications** - **Les réseaux de collecte et de traitement des déchets**	La vulnérabilité des réseaux aux aléas climatiques est forte malgré des infrastructures relativement robustes, accentuée par leur interdépendance responsable d'un « effet domino ». Le changement climatique exercera une double pression sur ces réseaux : - Une pression sur les infrastructures elles-mêmes ; - Une pression sur la demande et les services attendus. Les réseaux énergétiques, particulièrement les réseaux électriques, constituent les réseaux les plus vulnérables : la dépendance énergétique constitue le plus grand facteur de vulnérabilité au vu des différents usages de l'énergie, notamment pour le bon fonctionnement de l'ensemble des réseaux. Les vagues de chaleur, les évènements	**La demande énergétique** Le changement climatique aura un impact sur la demande saisonnière en énergie : une probable augmentation de la demande estivale pour le rafraîchissement et une diminution de la demande hivernale. Il existe un véritable besoin de production d'énergie électrique pour satisfaire les futurs pics : lors de la canicule de 2003, un manque de production d'énergie électrique s'est fait sentir pour les centrales, confrontées à des difficultés de refroidissement. Par ailleurs, pour permettre l'alimentation électrique du Grand Paris et la hausse structurelle de la demande, un nouveau poste source sera construit en Essonne, au niveau du plateau de Saclay. Ce poste ne sert qu'à couvrir les besoins du Grand Paris, sans considération des impacts du changement climatique, qui tendront à augmenter la demande. Le développement du Grand Paris présente de forts enjeux en termes de réseaux. **La demande en eau :** Le climat mais aussi les habitudes de consommation influencent les besoins en eau, ce qui se répercute sur les réseaux de distribution. Le réseau de production d'eau potable est assuré au niveau régional (excepté Paris) et semble robuste aux différents aléas. Cependant, la raréfaction et la dégradation de la ressource en eau causées par le changement climatique impacteraient les réseaux d'eaux. **Vulnérabilité des réseaux au risque inondation** En zone urbaine et périurbaine, les réseaux de distribution d'énergie sont enterrés. Les réseaux énergétiques paraissent plus vulnérables, en	Les capacités d'adaptation des différents réseaux doivent être pensées à une échelle régionale voire au-delà. La vulnérabilité des réseaux face aux aléas climatiques extrêmes dépend de l'intensité de l'aléa et du degré de préparation des gestionnaires des réseaux, pour la sécurisation des réseaux (en alimentation électrique, mais aussi en termes de maîtrise de l'évolution future de la demande). Le développement du Grand Paris dans le Nord du département nécessite une cartographie et une évaluation localisée à une échelle territoriale fine pour permettre une meilleure prise en compte des risques et de la vulnérabilité induits par la construction du futur réseau automatique et le développement structurel des réseaux qui y sont associés. Concernant l'énergie, Les impacts du changement climatique confortent l'intérêt d'un positionnement précoce dans le domaine des énergies nouvelles, et d'une **diversification des sources d'énergie** (géothermie, éolien, biomasse…). L'enjeu est donc d'assurer une bonne gouvernance entre tous les acteurs et des interactions suffisantes entre les différents réseaux.

		climatiques extrêmes (inondations, tempêtes…), mais aussi l'évolution de la demande pourront à l'avenir affecter davantage les réseaux.	s'éloignant de la capitale. De nombreuses centrales dont dépend l'approvisionnement électrique de l'Essonne sont en zones inondables. Bien que le réseau de distribution ne soit pas directement affecté, le territoire peut connaître des fragilités électriques en cas d'inondation ou de crue. Les réseaux d'eau potable sont considérés moyennement vulnérables au risque inondation, tandis que les réseaux d'assainissement paraissent très vulnérables. Les réseaux de transports sont exposés au risque inondation dans le Nord et dans les interconnexions avec l'agglomération parisienne. L'Essonne est le département de la Grande Couronne avec la part de la zone inondable occupée par les transports la plus importante (6%). En cas de crue centennale, l'ensemble du département serait impacté, 70% du réseau métropolitain et express régional seraient touchés. **Vulnérabilité aux évènements climatiques extrêmes** Il est aujourd'hui **difficile d'évaluer la sensibilité future des réseaux aux évènements climatiques extrêmes**. Pour autant, elle risque d'augmenter. Les réseaux électriques et de télécommunications aériens sont sensibles aux tempêtes, tandis que les réseaux enterrés peuvent subir des dommages suite à l'augmentation des températures. Les réseaux d'assainissement peuvent par ailleurs être affectés par une diminution de l'étiage. Les réseaux de transports sont sensibles aux températures élevées (écartement des rails, déjà observé en 2003 sur la ligne D du RER au Sud de Corbeil, mais aussi dégradation du confort thermique pour les usagers).	

Urbanisme et cadre bâti	**Un « modèle pavillonnaire » relativement développé en Essonne**. **Un cadre bâti fortement touché par le phénomène de retrait-gonflement des argiles**, dans toute la moitié Nord du département.	Le modèle pavillonnaire présente une moins forte exposition aux effets d'îlot de chaleur urbain. Seules les zones urbaines sont plus exposées : Evry, Etampes, Massy-Palaiseau, et plus globalement le Nord de l'Essonne, intégré à l'aire urbaine parisienne. Les zones urbanisées sont peu exposées au risque inondation, sauf ponctuellement, dans les zones urbaines le long des cours d'eau inondables.	**L'habitat individuel est plus sensible vis-à-vis des températures extrêmes** que l'habitat collectif. **La vulnérabilité du bâti**, notamment face aux canicules, **augmentera sensiblement**, avec des conséquences sur la **qualité de vie** (inconfort thermique) et la **sécurité sanitaire des populations**. **Le phénomène de retrait-gonflement des argiles augmentera, avec un impact sur la couverture assurantielle des bâtiments** et une hausse du prix des assurances. Avec une augmentation de 10% de la fréquence des sécheresses, la part des assurances dans le budget des ménages pourrait doubler. La **sensibilité du bâti par rapport à d'autres phénomènes comme les tempêtes sera** également **supérieure**.	La Réglementation Thermique de 2012 devrait permettre **une meilleure prise en compte des critères de performance énergétique et de confort d'été**. Mais un travail sur le patrimoine bâti existant reste à développer. Dans les zones urbaines concernées par l'EICU, **un aménagement adéquat permettrait de réduire la vulnérabilité** : bioclimatisation, végétalisation des espaces urbains, etc. La ZAC des Docks de Ris-Orangis dans l'Essonne prévoit dans son règlement l'intégration de l'architecture bioclimatique des bâtiments. Concernant le phénomène de retrait-gonflement des argiles, **des campagnes de sensibilisation** quant à la vulnérabilité des maisons individuelles sont nécessaires. La prévention, via la sensibilisation mais aussi les normes de construction et la sensibilisation, est en effet actuellement insuffisante.
Tourisme	Un **tourisme de proximité** prédominant. Le **secteur touristique a un poids comparable à l'agriculture** dans le PIB du département. Le **Sud de l'Essonne constitue l'essentiel du vivier touristique** tandis que **l'offre d'hébergement est davantage localisée dans le Nord** du département.	Au regard du changement climatique, le tourisme sera principalement affecté par l'élévation des températures et l'évolution de la ressource en eau disponible.	**L'offre touristique est variée et paraît peu dépendante des conditions climatiques.** L'attractivité du territoire ne serait donc pas ou peu affectée par le changement climatique, qui pourrait même **conforter son attrait comme destination de proximité pour la recherche de fraîcheur**. Il pourrait alors en découler **un risque de saturation dans certains lieux touristiques** (espaces naturels) et de conflits d'usage sur l'eau, notamment en raison de la forte présence de la filière agricole. Il est à noter que la prochaine réouverture du site de baignade à Corbeil dans la Seine, pourrait devenir problématique à l'avenir, lors des périodes d'étiage sévères pénalisant la pratique de loisirs nautiques et générer des risques de pollution plus importants sur les plans d'eau et rivières.	**La sensibilité des acteurs du secteur touristique aux impacts du changement climatique est encore très faible**. A ce titre, il est difficile d'évaluer les impacts du changement climatique dans les départements de la Grande Couronne comme l'Essonne, sachant que le tourisme en Ile-de-France est avant tout urbain et centralisé sur Paris. Néanmoins, les impacts du changement climatique pourront impacter le tourisme de proximité, des habitants des zones urbaines vers les espaces naturels (recherche de fraîcheur). **Une anticipation de hausse de la fréquentation touristique** est nécessaire, notamment en matière de tourisme de proximité (recherche de fraîcheur des populations de l'agglomération parisienne) : gestion des volumes sur les sites touristiques, hébergements, préservation des paysages et des ressources naturelles et de la ressource en eau, prévention contre les risques.
	L'Essonne est principalement composée de plateaux à vocation agricole, s'ouvrant sur des	**Les aléas qui vont toucher l'agriculture** (hausse des	**Agriculture** L'augmentation des températures moyennes durant la période de croissance des végétaux et	**Agriculture** **Plusieurs leviers peuvent être utilisés pour réduire la dépendance aux ressources en eau**, dans un contexte où

Agriculture et forêts	vallées : les terres agricoles occupent une place prépondérante dans l'économie et le paysage de l'Essonne. **Agriculture** En termes de Surface Agricole Utile (SAU 2010, selon Agreste), l'Essonne est l'un des départements franciliens les plus agricoles après la Seine-et-Marne, avec 15% de la SAU francilienne. **L'agriculture occupe un peu plus de 87 000 ha, soit 49% du territoire total départemental, principalement dans le Sud du département** (Beauce et Gâtinais français). Tout comme en Seine-et-Marne, **les exploitations agricoles en Essonne sont pour plus de la moitié de grandes exploitations** de plus de 100 ha. L'essentiel de la production en volume est constitué de céréales et d'oléo-protéagineux. les vallées du Sud de l'Essonne – principalement Ecole, Essonne et Juine - produisent 30% du cresson français. Le maraîchage est également présent, ainsi que quelques exploitations d'élevage. Néanmoins, les cultures maraîchères semblent en plein déclin. **Forêts** Les forêts essonniennes occupent 39 000 ha, soit environ **22% de la surface totale du département**. Les plateaux sont parsemés de petits bosquets, tandis que les	températures, sécheresses plus fréquentes, diminution de l'eau disponible) **ont tous une probabilité élevée d'occurrence** dans un secteur fondamentalement sensible face aux variations climatiques. **La forêt est l'un des écosystèmes les plus exposés au changement climatique** : augmentation des températures, évolution des régimes de précipitations, sécheresses et canicules plus fréquentes sont susceptibles d'impacter la forêt en profondeur, résultant en des évolutions de productivités et un déplacement géographique des aires favorables aux différentes essences forestières.	l'accroissement du taux de CO_2 ont pour conséquence le décalage des stades phénologiques des cultures. **A court terme, cela aura un impact positif sur les rendements**, particulièrement les cultures de blé, très présentes dans le département, qui profitent d'une augmentation du CO_2. Néanmoins, la fréquence des sécheresses, les besoins croissants en irrigation annuleront les effets positifs. **La succession des stress hydriques et thermiques auront des effets néfastes pour l'agriculture** en impactant les rendements, et par conséquence les revenus des agriculteurs. Les cultures essonniennes sont principalement localisées dans le Sud du département. Or, **la partie sud de l'Essonne** (Gâtinais français, Beauce), qui connaît déjà une influence méridionale, **se verra fortement touchée par l'augmentation des températures et des épisodes de sécheresse**. L'agriculture essonnienne semble donc très sensible et pourra être très vulnérable face à des températures trop élevées et un déficit en eau (dans la Beauce, les volumes prélevables pour l'irrigation sont déjà limités). L'évolution climatique et la modification de l'aire de répartition pourraient **favoriser l'émergence de bioagresseurs**. Le caractère intensif de l'agriculture francilienne renforcerait par ailleurs leur impact négatif. **Forêts** De même que pour l'agriculture, les forêts connaîtront **à court terme une hausse de productivité** liée aux concentrations plus importantes de CO_2. Pour autant, **la succession de sécheresses et de stress hydrique peut fragiliser la croissance des forêts**, notamment le hêtre, dominant dans le Massif de Fontainebleau et dans la partie est de	l'irrigation ne constitue pas une réponse adaptée à long terme, en raison des conflits d'usage : - Préserver les sols disposant d'une réserve utile élevée ; - Sélectionner et cultiver des variétés mieux adaptées au manque d'eau ; - Adapter les pratiques culturales. Par ailleurs, la **diversification des cultures permettraient de mieux répartir les risques** et de réduire la vulnérabilité de l'agriculture. **Forêts** La **prise en compte du changement climatique dans la gestion** des espaces forestiers permettrait de réduire la vulnérabilité. Une meilleure **prise en compte de l'augmentation du risque de feux de forêts** pourrait également être bénéfique. Par ailleurs, la capacité d'adaptation des forêts dépendra en partie du **choix des essences forestières**.

	vallées sont propices à l'implantation de bois avec un sol humide et tourbeux. Enfin, les buttes de sables et de grès sont favorables à des espèces forestières comme le chêne et le châtaignier.		l'Essonne. **L'impact des bioagresseurs sur les forêts sera plus important**, le changement climatique impactant physiologiquement les arbres, les rendant plus vulnérables. Par ailleurs, **une augmentation du risque de feux de forêts**, principalement dans le Sud du département, est plus que certaine. Les différents impacts négatifs causés sur les forêts auront **des répercussions importantes**, sur l'économie et la filière-bois, la biodiversité, le tourisme et les activités récréatives, la production de biomasse, le stockage du carbone, la qualité de l'air, etc. C'est donc **l'ensemble des fonctions de la forêt et des services éco-systémiques rendus qui se verront impacter**.	

FICHE TERRITOIRE – Hauts-de-Seine

Thématique	Les spécificités des Hauts-de-Seine	Les vulnérabilités du département des Hauts-de-Seine		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE TRANSVERSALE				
Risques naturels	**Risque inondations** L'un des départements les plus exposés : les surfaces estimées en zone inondable en 2008 ne représentent que 2 190 ha, mais 12% du territoire est concerné par ce risque. Zones inondables : principalement urbaines. La rive concave du méandre de la Seine au Nord du département constitue l'un des secteurs les plus exposés. **Retrait-gonflement des argiles** 14 communes sur 36 sont touchées par ce phénomène. **Risque de feux de forêts** La Région Ile-de-France est actuellement peu concernée. Les Hauts-de-Seine sont le département de la Première Couronne avec la plus grande surface en forêts, landes, maquis et garrigues, soit 3 603 ha. Entre 2000 et 2009, 1 incendie en moyenne a été recensé annuellement, avec une surface incendiée moyenne de 0,1 ha.	**Inondations** Une augmentation potentielle du risque (incertitude importante), dans l'hypothèse d'une évolution des précipitations en quantité et en intensité. **Retrait-gonflement des argiles** Une augmentation du risque dans les zones pédologiques concernées, en raison d'une alternance plus intense entre sécheresses / fortes pluies (tendance robuste). **Risque de feux de forêts** La vulnérabilité est aujourd'hui faible mais pourrait augmenter avec le changement climatique, en raison de l'accroissement de l'intensité de la durée des épisodes de sécheresse et de la fragilisation des écosystèmes forestiers.	**Inondations** Les Hauts-de-Seine sont très sensibles au risque inondation des crues de la Seine, particulièrement la boucle de Gennevilliers. Les zones d'activités sont les plus exposés avec 723 ha. Les zones résidentielles, principalement de l'habitat collectif, sont également vulnérables, avec 680 ha. Ainsi, 200 700 habitants sont fortement exposés, 13% de la population départementale. La commune de Gennevilliers est la plus concernée avec 68,4% de la population en zones inondables. Les espaces urbains ouverts et les infrastructures de transports sont aussi vulnérables. Une crue majeure de la Seine aurait des conséquences socioéconomiques considérables, à l'échelle locale et européenne (avec des effets néfastes sur l'économie via la déstabilisation des réseaux bancaires). Le quartier de la Défense serait en effet fortement touché. La vulnérabilité face aux inondations par ruissellement pourrait également augmenter en période hivernale, en particulier pour la boucle de Gennevilliers mais aussi le Sud du département, fortement urbanisé et au relief accentué. **Retrait-gonflement des argiles :** Les Hauts-de-Seine sont moyennement vulnérables à ce phénomène. 9,73% du département (soit 17 km²) sont concernés par un risque élevé, 16,69% (soit 29 km²) par un risque moyen. **Feux de forêts** A l'horizon 2050, près de la moitié des surfaces des landes et forêts de l'Ile-de-France devraient connaître un niveau élevé de l'aléa. Les Hauts-de-Seine ne devraient pas pour autant être	**Inondations** La vulnérabilité future face aux inondations dépend des choix d'aménagements en amont de l'agglomération parisienne. En amont de l'Ile-de-France, 4 grands lacs réservoirs permettent de réguler les réseaux hydrographiques. Un cinquième ouvrage d'aménagement d'expansion des crues dans le secteur de la Bassée, permettra de réduire davantage cette vulnérabilité. Par ailleurs, plusieurs PPRI prescrits et approuvés peuvent être dénombrés dans les Hauts-de-Seine. La maîtrise de l'urbanisation est l'un des enjeux pour réduire la vulnérabilité au risque, ce qui apparaît d'autant plus difficile que la pression foncière est forte sur les zones inondables. Face à la vulnérabilité « systémique » de l'Ile-de-France à l'aléa, il apparaît essentiel de créer une culture du risque par l'ensemble des acteurs. Ces dernières années, plusieurs initiatives ont été entreprises, de la mise en place d'un « Plan Seine » à l'aménagement de zones concertées, voire des exercices de crise (En Seine 2010). La sensibilisation des populations doit être poursuivie, afin de responsabiliser les habitants, la « mémoire du risque » étant difficile à maintenir. **Retrait-gonflement des argiles** La diminution de la vulnérabilité dépend de la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme mais aussi dans les méthodes de construction. Une sensibilisation des particuliers et des professionnels est également nécessaire. **Feux de forêts** La diminution de l'urbanisation diffuse en zone forestière est une réponse adaptative. La mise en place d'une bonne gestion des espaces boisés peut également permettre de réduire la vulnérabilité. Une vigilance accrue pourrait être nécessaire, notamment du fait de la présence importante de populations (enjeux

			grandement concernés par ce risque, mais la sensibilité risque d'être plus élevée.	humains mais aussi plus grand risque de départ de feu involontaire en période de sécheresse).
Ressources en eaux	**Le territoire est traversé principalement par la Seine.** A noter par ailleurs la présence de nombreux plans d'eau, utilisés notamment pour la rétention des eaux de pluies. Mise à part la nappe de l'Albien-Néocomien, profonde et entièrement captive en Ile-de-France, **une seule autre masse d'eau souterraine importante est présente dans les Hauts-de-Seine**, à savoir la nappe du Lutétien. La nappe de l'Albien-Néocomien connaissant une restriction importante de son prélèvement pour sa préservation et la nappe du Lutétien étant très polluée, **les prélèvements d'eau sont majoritairement issus des eaux de surface**. La spécificité des Hauts-de-Seine est qu'une **majeure partie de l'approvisionnement en eau est issue d'autres départements franciliens** (Seine-Saint-Denis, Val-de-Marne, Yvelines), via le réseau d'approvisionnement du SEDIF. **Les prélèvements des ressources en eau sont essentiellement destinés à l'alimentation en eau potable**. **Les Hauts-de-Seine dispose de plusieurs plans de rétention**	A l'heure actuelle, **la situation des ressources en eau est peu problématique**. Le dispositif de régulation du bassin de la Seine, ainsi que le contrôle des prélèvements des eaux souterraines permettent un bon approvisionnement de la ressource en eau. **Pour autant, par effet structurel, les besoins et les prélèvements augmentent principalement pour l'alimentation en eau potable**, tandis que des activités (industries au Nord du département) dégradent la ressource. Les pollutions dues à l'agriculture sur d'autres territoires peuvent aussi affecter la qualité des eaux pour les Hauts-de-Seine. **Le changement climatique devrait engendrer une diminution des précipitations moyennes** (surtout en été), **davantage de sécheresses**, et une **part plus importante de précipitations tombant sous forme de fortes**	La situation des ressources en eaux pourrait devenir problématique, l'approvisionnement en eau potable dépendant principalement de ressources de surface. Avec la baisse de l'étiage des cours d'eau, ainsi que la possible dégradation de leur qualité, la vulnérabilité de l'approvisionnement risque d'augmenter. Les cours d'eau devraient voir **leur débit réduit**, surtout en été, voire connaître **des périodes de sécheresse problématiques en termes de gestion des étiages**. Au vu de la situation actuelle des ressources souterraines, déjà fortement sollicitées, il ne sera pas possible de se reporter sur ce type de ressource si la quantité des eaux de surface est insuffisante pour les différents usages et besoins. Plusieurs sites industriels ayant besoin de prélèvements d'eau pour assurer le refroidissement de leurs installations pourraient voir leur productivité diminuer, particulièrement dans le Nord des Hauts-de-Seine, dans la boucle de Gennevilliers. **En termes qualitatifs**, l'état écologique de certains cours d'eau pourrait être dégradé, du fait d'une baisse du débit et de l'augmentation de la population, mais aussi des fortes pluies en hiver lessivant les sols pollués par des installations industrielles. Une nappe d'eau souterraine superficielle du département est déjà polluée, du fait de l'activité industrielle. **L'assainissement pour l'alimentation en eau potable sera un enjeu majeur**. Le **partage des prélèvements des nappes souterraines, mais aussi des eaux de surface, entre plusieurs territoires pourrait devenir problématique**. Le report des	Concernant la diminution des débits des cours d'eau et le prolongement des débits d'étiage, une bonne régulation par les grands lacs de Seine, dans la limite de leur capacité, peut constituer une réponse efficace en termes de gestion. **En ce sens, le futur projet de La Bassée en Seine-et-Marne pourra être un atout non négligeable pour l'ensemble de l'agglomération parisienne**. Néanmoins, **seule une diminution des prélèvements des nappes d'eau souterraines constitue une réponse adaptée à leur baisse de niveau**, si toutefois le niveau d'eaux pluviales est suffisant pour permettre un certain rechargement. Pour pallier à cela, **des mesures d'économie d'eau seront nécessaires sur tous les usages à une échelle régionale** : cela passe par une modification des pratiques agricoles notamment pour réduire les besoins, mais aussi à une sensibilisation et une éducation des populations afin d'éviter tout gaspillage. Plus localement, **la diffusion de pratiques d'utilisation de l'eau de pluie comme la récupération des eaux pluviales sur les toits des bâtiments, pourrait constituer une alternative** non négligeable à l'alimentation en eau potable et aux différents besoins domestiques. Enfin, **l'amélioration de la qualité des eaux ne pourra se faire sans une diminution des émissions de produits toxiques** (principalement dans l'agriculture) et **une amélioration des techniques de traitement et d'assainissement**. L'enjeu pour les Hauts-de-Seine sera par ailleurs de réussir à gérer l'augmentation de la demande en eau, d'arbitrer entre différents conflits d'usage potentiels en mettant en place un bon système de gestion, tout en disposant d'un réseau d'assainissement adéquat pour prendre en charge les futurs besoins supplémentaires.

	d'eau, mais aussi de quelques bases de loisirs nautiques (4 au total). Au vu de la population importante de l'agglomération parisienne, leur fréquentation est toutefois importante.	**pluies en hiver**. Parallèlement, la hausse des températures augmentera l'évapotranspiration, résultant en une diminution de l'eau disponible.	prélèvements vers les eaux de surface constituerait une pression supplémentaire. Les pressions et conflits sur les ressources entraîneront une augmentation du prix. Par ailleurs, **les besoins d'eau en matière de rafraîchissement**, d'autant plus important en zones urbanisées, et le maintien de plans d'eau, **constitueront une pression supplémentaire**. Les sites de loisirs pourraient connaître une sur-fréquentation liée aux besoins accrus de rafraîchissement, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau, voire des problèmes sanitaires avec l'augmentation des températures (ex : des Shigelles ont déjà été observées dans le Parc des Chanteraines à Gennevilliers durant la canicule de 2003).	
Milieux et écosystèmes	Avec une superficie de 176 km², **la quasi-totalité des Hauts-de-Seine est urbanisée ou artificialisée** (taux d'urbanisation proche de 100%). **Les Hauts-de-Seine connaissent une relative diversité géographique**, entre la vallée de la Seine et le plateau de la Beauce : - La **plaine alluviale de la Seine** constitue le tiers nord du département, avec la présence de coteaux sur la rive gauche ; - L'extrémité sud-est est traversée par **la vallée de la Bièvre** ; - Le Sud-ouest et l'Ouest du département sont occupés **par des plateaux et de nombreux vallons**. Les Hauts-de-Seine connaissent donc une riche biodiversité, source de nombreux services « écosystémiques ».	Bien que difficile à évaluer, l'impact du changement climatique constitue une pression supplémentaire sur les milieux et les écosystèmes. Situés à la limite est de la région biogéographique atlantique, les milieux franciliens sont en effet exposés à toute variation du climat (augmentation des températures, évolution du régime des précipitations, événements extrêmes). Ainsi, il est possible d'anticiper **une évolution de l'aire de répartition des espèces et une fragilisation des espaces sensibles,**	De **nombreux espaces naturels sensibles au changement climatique** : - Les **mares et plans d'eau** et les **zones humides et coteaux de la Seine** (présence de ripisylves) ; - Les **parcs et forêts domaniales** ; - Les **zones de prairies et de friches**… Souvent entretenus et gérés par l'homme, ces espaces doivent bénéficier d'une attention particulière de par la forte présence urbaine. Les stress hydrique et thermique pourront augmenter leur vulnérabilité, obligeant notamment à un arrosage plus important. L**e maintien de ces espaces dépendra des arbitrages avec d'autres usages des ressources en eau**. la **sensibilité future des espèces animales et végétales** dépendra de leur capacité d'adaptation notamment en termes d'aire de répartition. **L'urbanisation et la fragmentation des espaces naturels rendent difficile la circulation des espèces**. Un risque de **prolifération d'espèces**	Le territoire dispose de nombreux atouts pour favoriser l'adaptation des milieux et des écosystèmes : - La publication du S**chéma Régional de Cohérence Ecologique** d'Ile-de-France vise par ailleurs à définir une stratégie régionale pour l'aménagement de continuités écologiques, avec des objectifs spécifiques à l'agglomération parisienne : l'enjeu ici est de favoriser le maintien ou la création de continuités écologiques dans un contexte urbain. - La **Promenade bleue, visant à la reconquête des berges** et à la restauration d'un cheminement tout le long de la Seine ; - La création d'un « Parc naturel urbain » de 850 ha à haute valeur écologique et paysagère, sur les communes de Rueil-Malmaison, Garches et Vaucresson. Par ailleurs, le département a élaboré **un Schéma départemental des espaces naturels sensibles**, reprenant de nombreux périmètres de protection (ZNIEFF 1 et 2…) et visant à préserver les 4 entités sensibles (coteaux, Seine et Bièvre, forêts et parcs et enfin les espaces de liaisons entre sites naturels. **L'enjeu pour les Hauts-de-Seine est d'augmenter la résilience des espaces verts et naturels, en couplant leur protection avec une logique d'aménagement des**

	Comme dans le reste de l'Ile-de-France mais de manière peut-être plus accentuée, l'érosion des milieux et des écosystèmes, plus largement de la biodiversité, est due à **des pressions anthropiques** : urbanisation et étalement urbain, imperméabilisation et artificialisation des sols, fragmentation des milieux par les infrastructures, etc.	**notamment à cause d'une évolution physiologique de plusieurs espèces mais aussi le développement d'espèces invasives.**	**invasives**, principalement le long du réseau hydrographique, ainsi que dans les mares et plans d'eau (risque d'une plus grande eutrophisation avec des températures plus élevées). Certaines espèces invasives ont déjà été observées (ex : Ecureuil de Corée) et font l'objet d'une attention particulière afin de déterminer leurs impacts négatifs sur la biodiversité locale. Concernant les espèces végétales, l'Ambroisie à feuilles d'Armoise, déjà observée en Ile-de-France, pourrait rencontrer des conditions de développement beaucoup plus propices avec le changement climatique (l'aire de répartition de cette espèce invasive se décale déjà vers le Nord). Or, le développement de cette espèce causerait un impact sanitaire non négligeable (allergies, etc.).	**continuités écologiques**, afin d'éviter une fragmentation encore plus importante des milieux et favoriser la dispersion des espèces. Le département semble déjà sur la bonne voie, avec notamment la volonté de relier entre eux les 4 grands espaces forestiers du Sud des Hauts-de-Seine. **Une plus grande végétalisation de l'espace urbain est également souhaitable**, en portant une attention particulière au choix d'espèces adaptées, en privilégiant les espèces peu allergisantes et pouvant faire face aux conséquences du changement climatique (espèces résilientes face aux stress hydrique et thermique).
Santé	**Les Hauts-de-Seine comptent 7,3% de personnes âgées de plus de 75 ans en 2009.** A ce titre, c'est le département francilien après Paris (7,4%) avec le plus fort taux de personnes âgées. Les Hauts-de-Seine sont le seul département francilien avec Paris à avoir **une densité médicale supérieure à la moyenne régionale**. **Une surreprésentation des ménages d'une seule personne** par rapport aux autres départements franciliens (excepté Paris). **En termes de qualité de l'air, les Hauts-de-Seine semblent plus exposés le long des infrastructures de transports importantes mais aussi dans le**	**L'augmentation des températures moyennes**, particulièrement en été, ainsi qu'une hausse des vagues de chaleur, impacteront la santé humaine et **augmenteront la vulnérabilité aux épisodes de canicules**, en particulier des personnes âgées vivant seules. Les Hauts-de-Seine sont **particulièrement exposés aux effets d'îlot de chaleur urbain** (EICU) de par son appartenance à l'agglomération parisienne.	Le département, fortement urbanisé, est très sensible à l'effet d'îlot de chaleur urbain (EICU). Lors de la canicule de 2003, la surmortalité (+161%) a été supérieure à celle de Paris. Les populations sont inégales face aux épisodes de forte chaleur. La vulnérabilité dépend à la fois de l'âge, de l'isolement social, des inégalités sociales, du niveau de culture de la chaleur, etc. L**a population de personnes âgées de 75 ans aura augmenté en 2030** (+46% en moyenne entre 200- et 2030 pour les départements de la Première Couronne). Par ailleurs, le nombre de personnes vivant seules et celui de familles monoparentales augmenteront dans le département, accroissant la sensibilité des populations. Concernant **la sensibilité des populations face aux pollutions atmosphériques, elle risque d'augmenter fortement dans les Hauts-de-Seine.** Quant à l'augmentation des maladies allergiques, qui touchent principalement les populations en milieu urbain,	Les inégalités en matière d'équipements de santé et d'accès aux soins représentent une fragilité au regard du changement climatique. Celui-ci vient renforcer **une problématique déjà identifiée au niveau régional**, avec la nécessité d'augmenter l'offre de prise en charge, d'aidants pour répondre aux besoins des personnes âgées dépendantes. La **mise en place du Plan Canicule depuis l'été 2003** permet de limiter l'effet sanitaire des fortes chaleurs sur le territoire. Par ailleurs, l'Observatoire Régional de la Santé a lancé en 2012 **un programme d'études sur les risques sanitaires liés au changement climatique** et les impacts au niveau régional.

	croissant à proximité de Paris.		les habitants des Hauts-de-Seine risquent d'y être plus sensibles, avec un niveau de pollinisation plus précoce et plus long.	

Thématique	Les spécificités des Hauts-de-Seine	Les vulnérabilités du département des Hauts-de-Seine		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE SECTORIELLE				
Réseaux et énergie	Comme dans le reste de l'Ile-de-France, les différents réseaux dans les Hauts-de-Seine sont denses et interdépendants, d'autant plus que le département fait partie de l'agglomération parisienne, qui bénéficie d'un meilleur maillage. Les différents réseaux concernés sont : - **Les réseaux électriques et énergétiques** Les Hauts-de-Seine bénéficient du maillage dense en radiales de l'Ile-de-France pour l'approvisionnement de l'agglomération parisienne. Le département importe une bonne partie de ses besoins énergétiques. - **Les réseaux d'approvisionnement et d'assainissement de l'eau** : une usine de prétraitement des eaux usées à Clichy-la-Garenne ; une usine d'épuration à Colombes (Seine Centre). - **Les réseaux de transports** - **Les réseaux de télécommunications** - **Les réseaux de collecte et de traitement des déchets**	La vulnérabilité des réseaux aléas climatiques est forte malgré des infrastructures relativement robustes, accentuée par leur interdépendance responsable d'un « effet domino », particulièrement dans l'agglomération parisienne. Le changement climatique exercera une double pression sur ces réseaux : - Une pression sur les infrastructures elles-mêmes ; - Une pression sur la demande et les services attendus. Les réseaux énergétiques, particulièrement les réseaux électriques, constituent les réseaux les plus vulnérables : la dépendance énergétique constitue le plus grand facteur de vulnérabilité au vu des différents usages de l'énergie, notamment pour le bon fonctionnement de l'ensemble des réseaux.	**La demande énergétique.** Le changement climatique aura un impact sur la demande saisonnière : probable augmentation de la demande estivale pour le rafraîchissement et diminution de la demande hivernale. Pour permettre l'alimentation électrique du Grand Paris et la hausse structurelle de la demande, un nouveau poste source sera construit dans les Hauts-de-Seine, au niveau de Nanterre. L'installation de ce poste ne sert qu'à couvrir les besoins structurels du Grand Paris, sans considération des impacts du changement climatique. **La demande en eau :** Le climat mais aussi les habitudes de consommation influencent directement les besoins en eau, ce qui se répercute sur les réseaux de distribution. Le réseau de production d'eau potable est assuré au niveau régional (excepté Paris) par le SEDIF et semble très robuste aux différents aléas. Mais la raréfaction et la dégradation de la ressource causées par le changement climatique impacteraient les réseaux. **Vulnérabilité des réseaux au risque inondation :** La sensibilité au risque inondation est très élevée dans les Hauts-de-Seine, particulièrement au niveau de la boucle de Gennevilliers. La forte interdépendance des réseaux constitue à la fois une force et une faiblesse en cas d'inondation. Les réseaux de distribution d'énergie sont principalement enterrés, donc vulnérables à une inondation. Le territoire peut donc connaître de fortes fragilités électriques en cas d'inondation ou de crue, malgré un maillage dense qui permet d'isoler les branches affectées et de réorienter	Les capacités d'adaptation des différents réseaux doivent être pensées à une échelle régionale voire au-delà. La vulnérabilité des réseaux face aux aléas climatiques extrêmes dépend de l'intensité de l'aléa et du degré de préparation des gestionnaires des réseaux, pour la sécurisation des réseaux (en alimentation électrique, mais aussi en termes de maîtrise de l'évolution future de la demande). Concernant l'énergie, Les impacts du changement climatique confortent l'intérêt d'un positionnement précoce dans le domaine des énergies nouvelles, et d'une **diversification des sources d'énergie, en particulier la géothermie et les réseaux (de chaleur et de froid), voire le développement du photovoltaïque ou du solaire thermique sur les toitures.** Concernant les réseaux de transports du Grand Paris, il convient de noter qu'un début de prise en compte des risques et de la vulnérabilité est en cours, mais une territorialisation plus fine des risques et de la vulnérabilité est nécessaire, particulièrement sur la rive concave du méandre de la Seine au Nord du département. L'enjeu est donc d'assurer une bonne gouvernance entre tous les acteurs et des interactions suffisantes entre les différents réseaux.

		Les vagues de chaleur, les évènements climatiques extrêmes (inondations, tempêtes…), mais aussi l'évolution de la demande pourront à l'avenir affecter davantage les réseaux.	l'alimentation. Les réseaux d'eau potable sont considérés moyennement vulnérables aux inondations, tandis que les réseaux d'assainissement sont très vulnérables : en cas d'inondation ou de crue majeure, ces derniers connaîtront une surcharge (cela a déjà été observé dans les Hauts-de-Seine lors d'inondation par ruissellement). Les réseaux de télécommunications sont également fortement exposés. Enfin, les réseaux de transports sont très exposés au risque inondation dans les Hauts-de-Seine. Le département serait directement affecté en cas de crue. Sa sensibilité pourrait augmenter avec le développement du métro automatique du Grand Paris. **Vulnérabilité aux évènements climatiques extrêmes** Il est aujourd'hui **difficile d'évaluer la sensibilité future des réseaux aux évènements climatiques extrêmes**. Pour autant, elle risque d'augmenter. Ainsi, les réseaux électriques et de télécommunications aériens sont sensibles aux tempêtes, dont la fréquence risque d'être plus importante et de toucher les plateaux du Sud-ouest et de l'Ouest des Hauts-de-Seine, plus exposés. Quant aux réseaux enterrés, ils peuvent subir des dommages suite à l'augmentation des températures. Les réseaux d'assainissement peuvent être affectés par une diminution de l'étiage des différents cours d'eau (Seine principalement). Les réseaux de transports sont sensibles aux températures élevées (écartement des rails, dégradation du confort thermique des usagers).	
	Les Hauts-de-Seine forment le plus petit département de la Petite	Un cadre bâti fortement exposé aux effets d'îlot	**L'habitat individuel est plus sensible vis-à-vis des températures extrêmes** que l'habitat	La Réglementation Thermique de 2012 devrait permettre **une meilleure prise en compte des critères de**

Urbanisme et cadre bâti	Couronne, mais également le plus peuplé après Paris : environ 13% de la population francilienne se concentrent sur un territoire de 176 km². La densité y est donc très élevée. Son taux d'urbanisation est proche de 100%. La minéralisation y est donc très importante. Par ailleurs, pour tous types de construction de logements confondus (individuel ou collectif, etc.), la part de logements construits entre 1949 et 1974 est la plus importante (39,68%). **Les Hauts-de-Seine sont le département francilien (excepté Paris) avec le plus fort taux d'habitations collectives** : 87,6% en 2009. **Un cadre bâti moyennement touché par le phénomène de retrait-gonflement des argiles**.	de chaleur urbain, de par la vulnérabilité liée à la qualité thermique des bâtiments mais aussi à l'aménagement du territoire (milieu urbain dense et minéralisé). Les zones urbanisées sont très exposées au risque inondation et moyennement exposées au phénomène de retrait-gonflement des argiles.	collectif, mais l'urbanisation et la minéralisation favorisent l'effet d'îlot de chaleur urbain. Les bâtiments construits avant la première Réglementation Thermique (RT 1975) entre 1949 et 1974 présentent une qualité thermique médiocre. **La vulnérabilité du bâti**, notamment face aux canicules, **augmentera très sensiblement**, avec des conséquences sur la **qualité de vie** (inconfort thermique) et la **sécurité sanitaire des populations**. **Le phénomène de retrait-gonflement des argiles augmentera, avec un impact sur la couverture assurantielle des bâtiments** et une hausse du prix des assurances. Avec une augmentation de 10% de la fréquence des sécheresses, la part des assurances dans le budget des ménages pourrait doubler. La **sensibilité du bâti par rapport à d'autres phénomènes comme les tempêtes sera** également **supérieure**, particulièrement à l'Ouest et au Sud-ouest des Hauts-de-Seine. Il est difficile d'évaluer la sensibilité de territoires fortement urbanisés par rapport à des territoires plus naturels. Les effets du vent en ville sont complexes et dépendent à la fois des bâtiments (hauteur, forme…), de l'aménagement (espaces ouverts, largeur des rues, présence d'arbres…), etc. Par exemple, les villes constituent des surfaces de forte rugosité, ce qui réduit la vitesse du vent, mais augmente sa turbulence.	**performance énergétique et de confort d'été**. L'isolation thermique sera donc mieux prise en compte et permettra notamment de promouvoir la conception bioclimatique des bâtiments. Mais un travail sur le patrimoine bâti existant reste à développer. Dans les zones urbaines concernées par l'EICU, **un aménagement adéquat permettrait de réduire la vulnérabilité** : bioclimatisation, végétalisation des espaces urbains, etc. Des projets de réouverture de rivières urbaines ou donnant une place plus importante à l'eau en ville permettront également d'atténuer les effets de l'EICU. Concernant le phénomène de retrait-gonflement des argiles, **des campagnes de sensibilisation** quant à la vulnérabilité des maisons individuelles sont nécessaires. La prévention, via la sensibilisation mais aussi les normes de construction et la sensibilisation, est en effet actuellement insuffisante. Enfin, le futur développement du Grand Paris (en particulier la zone de La Défense) devra prendre en compte les différents risques du territoire et mettre en œuvre un aménagement adapté afin de ne pas augmenter la sensibilité des Hauts-de-Seine.
Tourisme	**Un tourisme principalement urbain en Ile-de-France, mais qui profite un peu moins aux départements de la Petite Couronne** : un tourisme urbain centré sur Paris**.** **En 2011, les principaux sites touristiques des Hauts-de-Seine** (musée départemental Albert-	Au regard du changement climatique, le tourisme sera principalement affecté par l'élévation des températures et l'évolution de la ressource en eau disponible.	**L'offre touristique est relativement variée et paraît peu dépendante des conditions climatiques.** L'attractivité du territoire ne serait donc pas ou peu affectée par le changement climatique. Néanmoins, certains sites de loisirs aquatiques pourraient voir leur attractivité confortée **comme destination de proximité pour la recherche de fraîcheur** (notamment pour les ballades fluviales sur la Seine).	**La sensibilité des acteurs du secteur touristique aux impacts du changement climatique est encore très faible**. A ce titre, il est difficile d'évaluer les impacts du changement climatique dans les départements de la Petite Couronne comme les Hauts-de-Seine, sachant que le tourisme en Ile-de-France est avant tout urbain et centralisé sur Paris. Néanmoins, les impacts du changement climatique pourront impacter le tourisme de proximité, des habitants des zones

	Kahn, Arboretum de la Vallée aux Loups, château de Malmaison, Maison de Chateaubriand…) **ont attiré près de 700 000 visiteurs.** En 2011, l'offre d'hébergement a permis de réaliser plus de 5,2 millions de nuitées. Le tourisme d'affaires est également très développé dans le département (proximité du secteur de La Défense mais aussi de Paris Expo Porte de Versailles). Une **offre** assez importe **de tourisme et de loisirs de nature** (base nautique du parc des Chanteraines à Gennevilliers). Mis à part le tourisme d'affaires qui capte une clientèle internationale, **le reste de la clientèle est majoritairement régionale voire très locale.**		Il pourrait alors en découler **un risque de saturation dans certains lieux touristiques** et de conflits d'usage sur l'eau, voire pour les sites aquatiques de plein air des périodes d'étiage sévères pénalisant la pratique de loisirs nautiques et générant des risques de pollution plus importants sur les plans d'eau et rivières. La diminution de l'étiage de la Seine impacterait également le tourisme fluvial. Le patrimoine culturel bâti pourrait par ailleurs devenir plus vulnérable, avec une dégradation du confort thermique pour les visiteurs mais aussi une dégradation possible de l'architecture ou d'autres éléments (fresques, peintures…). Les transports et les centres d'hébergement connaîtront également une dégradation de leur confort thermique. L'utilisation de la climatisation pourrait alors se développer, d'autant plus pour satisfaire une clientèle internationale exigeante, ce qui constituerait une pression supplémentaire sur la ressource énergétique et accentuerait l'effet d'îlot de chaleur urbain.	urbaines vers les sites touristiques aquatiques (recherche de fraîcheur), mais aussi le tourisme d'affaires. **Une anticipation de hausse de la fréquentation touristique** est nécessaire, notamment en matière de tourisme de proximité (recherche de fraîcheur des populations de l'agglomération parisienne) : gestion des volumes sur les sites touristiques, hébergements, préservation des paysages et des ressources naturelles et de la ressource en eau, prévention contre les risques.
Agriculture et forêts	**Agriculture** Une agriculture en Petite Couronne confrontée à **une forte pression urbaine**. **Les Hauts-de-Seine concentrent très peu d'exploitations agricoles**, qui sont majoritairement localisées dans le Val-de-Marne et en Seine-Saint-Denis. En 2010, sur les 91 exploitations agricoles, **seules 9 sont localisées dans les Hauts-de-Seine**. **Forêts** Les forêts et boisements occupent	**Les aléas qui vont toucher l'agriculture** (hausse des températures, sécheresses plus fréquentes, diminution de l'eau disponible) **ont tous une probabilité élevée d'occurrence** dans un secteur fondamentalement sensible face aux variations climatiques. **La forêt est l'un des écosystèmes les plus exposés au changement**	**Agriculture** Quelques exploitations subsistent encore dans le département, tandis que plusieurs jardins familiaux ou potagers de particuliers peuvent exister (leur nombre est en constante augmentation). L'augmentation des températures moyennes durant la période de croissance des végétaux et l'accroissement du taux de CO_2 ont pour conséquence le décalage des stades phénologiques. **A court terme, cela aura un impact positif sur les rendements**. Néanmoins, la fréquence des sécheresses, les besoins croissants en irrigation annuleront les effets positifs. **La succession des stress hydriques et thermiques auront des effets néfastes.**	**Agriculture** **L'agriculture dans les Hauts-de-Seine n'est pas très développée, mais elle présente pour autant un grand intérêt régional, pour son caractère périurbain à préserver** (circuits courts et de proximité)**.** **Plusieurs leviers peuvent être utilisés pour réduire la dépendance aux ressources en eau**, dans un contexte où l'irrigation ne constitue pas une réponse adaptée à long terme, en raison des conflits d'usage : - Préserver les sols disposant d'une réserve utile élevée ; - Sélectionner et cultiver des variétés mieux adaptées au manque d'eau ; - Adapter les pratiques culturales. Par ailleurs, la **diversification des cultures permettraient de mieux répartir les risques** et de réduire la vulnérabilité

	1 935 ha des Hauts-de-Seine : les forêts domaniales de Meudon, de la Malmaison et de Verrières, nombreux parcs et espaces verts boisés…	**climatique** : augmentation des températures, évolution des régimes de précipitations, sécheresses et canicules plus fréquentes sont susceptibles d'impacter la forêt en profondeur, résultant en des évolutions de productivités et un déplacement géographique des aires favorables aux différentes essences forestières.	L'évolution climatique et la modification de l'aire de répartition pourraient **favoriser l'émergence de bioagresseurs**. **Forêts** De même que pour l'agriculture, les forêts connaîtront **à court terme une hausse de productivité** liée aux concentrations plus importantes de CO_2. Pour autant, **la succession de sécheresses et de stress hydrique peut fragiliser la croissance des forêts**. **L'impact des bioagresseurs sur les forêts sera plus important**, le changement climatique impactant physiologiquement les arbres, les rendant plus vulnérables. Par ailleurs, **une augmentation du risque de feux de forêts**, principalement dans le Sud du département où se concentrent les espaces forestiers, est plus que certaine. Les différents impacts négatifs causés sur les forêts auront **des répercussions importantes**, sur la biodiversité, le tourisme et les activités récréatives, la production de biomasse, le stockage du carbone, la qualité de l'air, etc. C'est donc **l'ensemble des fonctions de la forêt et des services éco-systémiques rendus qui se verront impacter**.	de l'agriculture. En cela, le développement de l'agriculture périurbaine peut être une réponse adaptative très bénéfique pour les milieux urbains (qualité et cadre de vie, végétalisation, alimentation…). **Forêts** La **prise en compte du changement climatique dans la gestion** des espaces forestiers permettrait de réduire la vulnérabilité. Une meilleure **prise en compte de l'augmentation du risque de feux de forêts** pourrait également être bénéfique. Par ailleurs, la capacité d'adaptation des forêts dépendra en partie du **choix des essences forestières**.

FICHE TERRITOIRE – Seine-Saint-Denis

Thématique	Les spécificités de la Seine-Saint-Denis	Les vulnérabilités du département de la Seine-Saint-Denis		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE TRANSVERSALE				
Risques naturels	**Risque inondations** Département le moins concerné en termes de surface inondable : 689 ha de surface estimée en zone inondable en 2008, soit 3% du territoire. Zones inondables : principalement urbaines, elles sont localisées dans le Sud-est du département, traversé par la Marne, et l'Ouest, au niveau du méandre de la Seine. **Retrait-gonflement des argiles** 32 communes sur 40 sont touchées par ce phénomène, soit 80% du département. **Risque de feux de forêts** La Région Ile-de-France est actuellement peu concernée. La Seine-Saint-Denis est le département de la Petite Couronne avec une surface totale en forêts et landes la moins importante (1 144 ha). Entre 2000 et 2009, aucun incendie en moyenne n'a été recensé annuellement, avec tout de même une surface incendiée moyenne de 0,6 ha.	**Inondations** Une augmentation potentielle du risque (incertitude importante), dans l'hypothèse d'une évolution des précipitations en quantité et en intensité. **Retrait-gonflement des argiles** Une augmentation du risque dans les zones pédologiques concernées, en raison d'une alternance plus intense entre sécheresses / fortes pluies (tendance robuste). **Risque de feux de forêts** La vulnérabilité est aujourd'hui faible mais pourrait augmenter avec le changement climatique, en raison de l'accroissement de l'intensité de la durée des épisodes de sécheresse et de la fragilisation des écosystèmes forestiers.	**Inondations** La Seine-Saint-Denis semble beaucoup moins exposée que les autres départements de l'agglomération parisienne. Néanmoins, les zones inondables sont particulièrement sensibles. Ainsi, les zones résidentielles, principalement de l'habitat collectif, sont les plus exposées avec 264 ha en zone inondable, soit 38% des surfaces inondables (un taux quasiment identique que le Val-de-Marne). Par ailleurs, la sensibilité du département pourrait augmenter, notamment avec de nombreux projets de ZAC en bord de Seine : Saint-Ouen, l'île Saint-Denis… D'autre part, la vulnérabilité face aux inondations par ruissellement pourrait augmenter en période hivernale. La Seine-Saint-Denis, fortement artificialisée, semble très sensible à ce risque, la totalité des communes ayant déjà été concernée. **Retrait-gonflement des argiles** La Seine-Saint-Denis est globalement sensible à ce phénomène, les sols argileux recouvrant la quasi-totalité du département. Actuellement, 56,7% du territoire sont classés en zone d'aléa faible, 35,5% en aléa moyen et seulement 6,2% en aléa fort. Néanmoins, la sensibilité risque d'augmenter avec le changement climatique, les zones classées en aléa moyen pouvant notamment être davantage exposées à un aléa fort. **Feux de forêts** A l'horizon 2050, près de la moitié des surfaces des landes et forêts de l'Ile-de-France devraient	**Inondations** La vulnérabilité future face aux inondations dépend des choix d'aménagements en amont de l'agglomération parisienne. En amont de l'Ile-de-France, 4 grands lacs réservoirs permettent de réguler les réseaux hydrographiques. Un cinquième ouvrage d'aménagement d'expansion des crues dans le secteur de la Bassée, permettra de réduire davantage cette vulnérabilité. Par ailleurs, plusieurs PPRI prescrits et approuvés peuvent être dénombrés en Seine-Saint-Denis sur les communes concernées. La maîtrise de l'urbanisation est l'un des enjeux pour réduire la vulnérabilité au risque, ce qui apparaît d'autant plus difficile que la pression foncière est forte sur les zones inondables. L'aménagement urbain en zone inondable doit donc être pensé et adapté en cas de crue de la Seine. Face à la vulnérabilité « systémique » de l'Ile-de-France à l'aléa, il apparaît essentiel de créer une culture du risque par l'ensemble des acteurs. Ces dernières années, plusieurs initiatives ont été entreprises, de la mise en place d'un « Plan Seine » à l'aménagement de zones concertées, voire des exercices de crise (En Seine 2010). La sensibilisation des populations doit être poursuivie, afin de responsabiliser les habitants, la « mémoire du risque » étant difficile à maintenir. Concernant les inondations par ruissellement, de nouvelles méthodes de gestion des eaux pluviales semblent émerger, certaines collectivités de Seine-Saint-Denis relayant les travaux du GRAIE, Groupement de Recherche « eaux pluviales et aménagement ». l'intégration de la gestion des eaux pluviales dans les documents d'urbanisme et les choix d'aménagement urbain apparaît essentielle pour réduire la vulnérabilité. Par ailleurs, les techniques innovantes de gestion des eaux pluviales ont d'autres effets bénéfiques : réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbaine, amélioration de la biodiversité spécifique, etc.

			connaître un niveau élevé de l'aléa. Ce risque ne devrait pas concerner la Seine-Saint-Denis, au vu de la faible surface totale en forêts. Pour autant, un niveau régional plus élevé de l'aléa augmente la sensibilité du département, pour ses propres espaces boisés notamment la forêt de Bondy, le Parc départemental de la Courneuve Georges Valbon…	**Retrait-gonflement des argiles** La diminution de la vulnérabilité dépend de la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme mais aussi dans les méthodes de construction. Une sensibilisation des particuliers et des professionnels est également nécessaire. **Feux de forêts** La diminution de l'urbanisation diffuse en zone forestière est une réponse adaptative. La mise en place d'une bonne gestion des espaces boisés peut également permettre de réduire la vulnérabilité. Une vigilance accrue pourrait également être nécessaire, notamment du fait de la présence importante de populations (enjeux humains mais aussi plus grand risque de départ de feu involontaire en période de sécheresse).
Ressources en eaux	**Le territoire est traversé par quelques cours d'eau** : partiellement par la Seine à l'ouest et la Marne au sud-est, la Morée, le Sausset… **Plusieurs canaux aménagés sont également présents** : le canal de l'Ourcq, le canal de Saint-Denis. Comme tous les départements de Petite Couronne, le volume des précipitations efficaces par rapport au volume de précipitations totales est plus élevé par rapport aux départements de la Grande Couronne. Ce contraste est en réalité lié à la notion de pluies efficaces, qui inclut les eaux de ruissellement. Or, les surfaces artificialisées de l'agglomération parisienne favorisent les eaux de ruissellement. Mise à part la nappe de l'Albien-Néocomien, profonde et entièrement captive en Ile-de-France, **d'autres masses**	A l'heure actuelle, **la situation des ressources en eau est peu problématique en Seine-Saint-Denis**. Le dispositif de régulation du bassin de la Seine, ainsi que le contrôle des prélèvements des eaux souterraines permettent un bon approvisionnement de la ressource en eau. L'Ile-de-France dispose en outre d'un bon réseau de distribution. **Pour autant, par effet structurel, les besoins et les prélèvements augmentent principalement pour l'alimentation en eau potable**, tandis que des activités (principalement les industries) dégradent la ressource. Il est à	Aujourd'hui relativement stable, la situation des ressources en eaux pourrait devenir problématique. En effet, l'approvisionnement en eau potable dépend principalement de ressources de surface. Or, avec la baisse de l'étiage des cours d'eau, ainsi que la possible dégradation de leur qualité, la vulnérabilité de l'approvisionnement risque fortement d'augmenter. Les cours d'eau qui traversent le département devraient voir **leur débit réduit**, surtout en été, voire connaître **des périodes de sécheresse problématiques en termes de gestion des étiages**. Au vu de la situation actuelle des ressources souterraines, déjà fortement sollicitées alors même que leur renouvellement est plus lent, il ne sera pas possible de se reporter sur ce type de ressource si la quantité des eaux de surface est insuffisante pour les différents usages et besoins. Plusieurs zones d'activités (industrielles, artisanales, services) présentes sur le territoire ont également besoin d'un approvisionnement en eau, à des degrés divers et sont donc plus ou moins vulnérables à une diminution des	Concernant la diminution des débits des cours d'eau et le prolongement des débits d'étiage, une bonne régulation par les grands lacs de Seine, dans la limite de leur capacité, peut constituer une réponse efficace en termes de gestion. **En ce sens, le futur projet de La Bassée en Seine-et-Marne pourra être un atout non négligeable**. Néanmoins, **seule une diminution des prélèvements des nappes d'eau souterraines constitue une réponse adaptée à leur baisse de niveau**, si toutefois le niveau d'eaux pluviales est suffisant pour permettre un certain rechargement. Pour pallier à cela, **des mesures d'économie d'eau seront nécessaires sur tous les usages à l'échelle régionale** : cela passe par une modification des pratiques agricoles notamment pour réduire les besoins, mais aussi à une sensibilisation et une éducation des populations afin d'éviter tout gaspillage. Plus localement, **la diffusion de pratiques d'utilisation de l'eau de pluie comme la récupération des eaux pluviales sur les toits des bâtiments, pourrait constituer une alternative** non négligeable à l'alimentation en eau potable et aux différents besoins domestiques.

	souterraines peu profondes sont présentes (nappes des calcaires du Lutétien, des sables Yprésien…). La nappe de l'Albien-Néocomien connaissant une restriction importante de son prélèvement pour sa préservation, **les prélèvements d'eau sont majoritairement issus des eaux de surface pour 80% des besoins**. **Les prélèvements des ressources en eau sont essentiellement destinés à l'alimentation en eau potable**. **La Seine-Saint-Denis dispose de plusieurs plans de rétention d'eau, mais aussi de quelques bases de loisirs nautiques** (4 au total). Au vu de la population importante de l'agglomération parisienne, leur fréquentation est toutefois importante.	noter que les pollutions dues à l'agriculture sur d'autres territoires peuvent aussi affecter la qualité des eaux pour la Seine-Saint-Denis. **Le changement climatique devrait néanmoins engendrer une diminution des précipitations moyennes** (principalement en été), **davantage de sécheresses**, et une **part plus importante de précipitations tombant sous forme de fortes pluies en hiver**. Parallèlement, la hausse des températures augmentera l'évapotranspiration, résultant en une diminution de l'eau disponible, tant pour les eaux de surface que pour les nappes.	ressources en eau. Les voies fluviales du département (notamment les canaux) pourront voir leur activité fortement diminuer. **En termes qualitatifs**, le bon état écologique pour certains cours d'eau pourrait être dégradé, du fait d'une baisse du débit des cours d'eau et de l'augmentation de la population, mais aussi d'une augmentation de fortes pluies en hiver lessivant les sols contaminés par des installations industrielles. **L'assainissement pour l'alimentation en eau potable sera un enjeu majeur**. Le **partage des prélèvements des nappes souterraines, mais aussi des eaux de surface, entre plusieurs territoires pourrait devenir problématique dans un contexte de raréfaction des ressources et d'une augmentation des besoins de prélèvement**. Le report des prélèvements vers les eaux de surface constituerait une pression supplémentaire. Les différentes pressions et conflits sur les ressources entraîneront une augmentation du prix. Par ailleurs, **les besoins d'eau en matière de rafraîchissement**, d'autant plus important en zones urbanisées, et le maintien de plans d'eau, **constitueront une pression supplémentaire** sur les ressources en eau. U**n autre effet ciseau pourrait advenir.** Les sites de loisirs pourraient en effet connaître une sur-fréquentation liée aux besoins accrus de rafraîchissement, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau, voire des problèmes sanitaires avec l'augmentation des températures.	Enfin, **l'amélioration de la qualité des eaux ne pourra se faire sans une diminution des émissions de produits toxiques** (principalement dans l'agriculture) et **une amélioration des techniques de traitement et d'assainissement**. L'enjeu pour la Seine-Saint-Denis sera par ailleurs de réussir à gérer l'augmentation de la demande en eau, d'arbitrer entre différents conflits d'usage potentiels en mettant en place un bon système de gestion, tout en disposant d'un réseau d'assainissement adéquat pour prendre en charge les futurs besoins supplémentaires.

Milieux et écosystèmes	Avec une superficie de 236 km², **la quasi-totalité de la Seine-Saint-Denis est urbanisée** (taux d'urbanisation proche de 100%). Néanmoins, plusieurs espaces verts et naturels peuvent encore être dénombrés dans le département, certains d'entre eux revêtant une grande importance : - Un **site Natura 2000** composé de 15 parcs et forêts répartis sur le département, regroupant des zones humides, forêts, prairies… Plusieurs espèces d'oiseaux rares y nichent. A noter que la Seine-Saint-Denis a la particularité d'avoir le seul site Natura 2000 en Europe entièrement en milieu urbain ; - **8 parcs départementaux** ainsi que de nombreux espaces verts ; - Des **espaces forestiers et semi-naturels principalement localisés dans l'Ouest** du département. La Seine-Saint-Denis connaît donc une riche biodiversité, source de nombreux services « écosystémiques ». Comme dans le reste de l'Ile-de-France mais de manière plus accentuée, l'érosion des milieux et des écosystèmes, plus largement de la biodiversité, est due à **des pressions anthropiques** : urbanisation et étalement urbain, spécialisation de l'agriculture vers les grandes cultures intensives, fragmentation des milieux par les infrastructures, etc.	Bien que difficile à évaluer, l'impact du changement climatique constitue une pression supplémentaire sur les milieux et les écosystèmes. Situés à la limite est de la région biogéographique atlantique, les milieux franciliens sont en effet exposés à toute variation du climat (augmentation des températures, évolution du régime des précipitations, événements extrêmes). Ainsi, il est possible d'anticiper **une évolution de l'aire de répartition des espèces et une fragilisation des espaces sensibles, notamment à cause d'une évolution physiologique de plusieurs espèces mais aussi le développement d'espèces invasives.**	De **nombreux espaces naturels sensibles au changement climatique** : - Les **zones humides des sites Natura 2000**, en bordure de la Seine, de la Marne et du canal de l'Ourcq, sont très sensibles au changement climatique (températures, sécheresses). Or, elles représentent un habitat présentant un fort intérêt écologique pour de nombreuses espèces d'oiseaux rares notamment. Par ailleurs, face au changement climatique, les nombreux parcs et espaces verts pouvant servir de refuge et de rafraîchissement pour les populations pourront voir leur vulnérabilité augmenter. Un besoin en eau plus important serait nécessaire pour leur viabilité. Avec la raréfaction de la ressource en eau, le maintien de ces espaces dépendra des arbitrages avec d'autres usages des ressources en eau. La vulnérabilité future des zones semi-naturelles de Seine-Saint-Denis dépendra des choix d'aménagement et de la prise en compte des enjeux environnementaux. la **sensibilité future des espèces animales et végétales** dépendra de leur capacité d'adaptation notamment en termes d'aire de répartition. **L'urbanisation et la fragmentation des espaces verts et naturels rendent par ailleurs difficile la diffusion des espèces**. Un risque de **prolifération d'espèces invasives**, principalement le long du réseau hydrographique. Concernant les espèces végétales, l'Ambroisie à feuilles d'Armoise, déjà observée en Ile-de-France, pourrait rencontrer des conditions de développement beaucoup plus propices avec le changement climatique (l'aire de répartition de cette espèce invasive se décale déjà vers le Nord). Or, le développement de cette espèce causerait un impact sanitaire non négligeable (allergies, etc.)	Le territoire dispose de nombreux atouts pour favoriser l'adaptation des milieux et des écosystèmes : - De **nombreux périmètres de protection** (ZNIEFF 1 et 2, Natura 2000, Espaces Naturels Sensibles, etc.) sont présents en Seine-Saint-Denis. - La publication du S**chéma Régional de Cohérence Ecologique** d'Ile-de-France vise par ailleurs à définir une stratégie régionale pour l'aménagement de continuités écologiques, avec des objectifs spécifiques à l'agglomération parisienne : l'enjeu ici est de favoriser le maintien ou la création de continuités écologiques dans un contexte urbain. **L'enjeu pour la Seine-Saint-Denis est d'augmenter la résilience des espaces verts et naturels, en couplant protection des espaces naturels sensibles et présentant un intérêt remarquable en termes de biodiversité avec une logique d'aménagement des continuités écologiques**, afin d'éviter une fragmentation trop importante des milieux et favoriser la dispersion des espèces. **Une plus grande végétalisation de l'espace urbain est également souhaitable**, en portant une attention particulière au choix d'espèces adaptées, en privilégiant les espèces peu allergisantes et pouvant faire face aux conséquences du changement climatique (espèces résilientes face aux stress hydrique et thermique).

Santé	**Une population très jeune :** la Seine-Saint-Denis est le département le plus jeune d'Ile-de-France, avec le solde naturel le plus élevé. Un **déficit de médecins généralistes et spécialistes** du département : une réelle problématique d'offre de soins libérale. Sur les 16 zones franciliennes déficitaires en généralistes libéraux, 5 d'entre elles sont situées en milieu urbain, exclusivement en Seine-Saint-Denis : Bobigny, Clichy-sous-Bois, la Courneuve, Montfermeil et Pierrefitte-sur-Seine. Les inégalités de santé en Seine-Saint-Denis sont par ailleurs fortement corrélées à de nombreuses autres inégalités territoriales et sociales. **En termes de qualité de l'air, la Seine-Saint-Denis semble particulièrement exposée à de fortes pollutions**, notamment le long des axes routiers. En 2011, 300 000 habitants sont exposés à des valeurs supérieures aux normes (concernant l'ozone en particulier), soit 20% de la population.	**L'augmentation des températures moyennes**, particulièrement en été, ainsi qu'une hausse des vagues de chaleur, impacteront la santé humaine et **augmenteront la vulnérabilité aux épisodes de canicules**, en particulier des personnes âgées vivant seules. La Seine-Saint-Denis est **particulièrement exposée aux effets d'îlot de chaleur urbain** (EICU) de par son appartenance à l'agglomération parisienne.	Le département, fortement urbanisé, est très sensible à l'effet d'îlot de chaleur urbain (EICU). Les populations sont inégales face aux épisodes de forte chaleur. La vulnérabilité dépend à la fois de l'âge, de l'isolement social, des inégalités sociales, du niveau de culture de la chaleur, etc. La Seine-Saint-Denis est un département jeune et, selon les projections de l'INSEE pour 2030, il ne devrait pas voir sa population de personnes âgées de plus de 60 ans fortement augmenter, comme les autres départements franciliens. Les populations séquano-dionysiennes sont et resteront dans l'ensemble moins sensibles aux épisodes de canicules. Lors de la canicule de 2003, la Seine-Saint-Denis a été le département le moins touché par une surmortalité (+160%). Mais cette surmortalité est tout de même restée supérieure à celle de Paris. Par ailleurs, le nombre de personnes vivant seules et celui de familles monoparentales augmenteront dans le département, accroissant la sensibilité des populations. Concernant **la sensibilité des populations face aux pollutions atmosphériques, elle risque d'augmenter fortement en Seine-Saint-Denis.** Quant à l'augmentation des maladies allergiques, qui touchent principalement les populations en milieu urbain, les habitants de Seine-Saint-Denis risquent d'y être plus sensibles, avec un niveau de pollinisation plus précoce et plus long.	Les inégalités en matière d'équipements de santé et d'accès aux soins représentent une fragilité au regard du changement climatique. Celui-ci vient renforcer **une problématique déjà identifiée au niveau régional**, avec la nécessité d'augmenter l'offre de prise en charge, d'aidants pour répondre aux besoins des personnes âgées dépendantes. La **mise en place du Plan Canicule depuis l'été 2003** permet de limiter l'effet sanitaire des fortes chaleurs sur le territoire. Par ailleurs, l'Observatoire Régional de la Santé a lancé en 2012 **un programme d'études sur les risques sanitaires liés au changement climatique** et les impacts au niveau régional.

Thématique	Les spécificités de la Seine-Saint-Denis	Les vulnérabilités de la Seine-Saint-Denis		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE SECTORIELLE				
Réseaux et énergie	Comme dans le reste de l'Ile-de-France, les différents réseaux en Seine-Saint-Denis sont denses et interdépendants, d'autant plus que le département fait partie de l'agglomération parisienne, qui bénéficie d'un meilleur maillage. Les différents réseaux concernés sont : - **Les réseaux électriques et énergétiques** La Seine-Saint-Denis bénéficie du maillage dense en radiales de l'Ile-de-France pour l'approvisionnement de l'agglomération parisienne. Le département importe une bonne partie de ses besoins énergétiques. - **Les réseaux d'approvisionnement et d'assainissement de l'eau** : une usine de production d'eau potable à Neuilly-sur-Marne / Noisy-le-Grand. A noter que depuis 2012 l'usine de dépollution des eaux usées de la Seine Morée localisée au Mesnil-Blanc est fonctionnelle, augmentant ainsi la capacité de prise en charge du réseau du SIAAP en prévision du Grand Paris (proximité de Bourget et de Roissy-Charles-De-Gaulle).	La vulnérabilité des réseaux aléas climatiques est forte malgré des infrastructures relativement robustes, accentuée par leur interdépendance responsable d'un « effet domino », particulièrement dans l'agglomération parisienne. Le changement climatique exercera une double pression sur ces réseaux : - Une pression sur les infrastructures elles-mêmes ; - Une pression sur la demande et les services attendus. Les réseaux énergétiques, particulièrement les réseaux électriques, constituent les réseaux les plus vulnérables : la dépendance énergétique constitue le plus grand facteur de vulnérabilité au vu des différents usages de l'énergie, notamment pour le bon fonctionnement de l'ensemble des réseaux.	**La demande énergétique** Le changement climatique aura un impact sur la demande saisonnière en énergie : une probable augmentation de la demande estivale pour le rafraîchissement et une diminution de la demande hivernale. Par ailleurs, pour permettre l'alimentation électrique du Grand Paris et la hausse structurelle de la demande, un nouveau poste source sera construit en Seine-Saint-Denis, à Aubervilliers. L'installation de ces postes ne sert qu'à couvrir les besoins structurels du Grand Paris, sans considération des impacts du changement climatique, qui tendront à augmenter la demande électrique. **La demande en eau** Le climat mais aussi les habitudes de consommation influencent directement les besoins en eau, ce qui se répercute sur les réseaux de distribution. Le réseau de production d'eau potable est assuré au niveau régional (excepté Paris) par le SEDIF et semble très robuste aux différents aléas. Cependant, la raréfaction et la dégradation de la ressource en eau causées par le changement climatique impacteraient les réseaux d'eaux. **Vulnérabilité des réseaux au risque inondation** La Seine-Saint-Denis est le département de la Petite Couronne le moins exposé au risque inondation. Pour autant, l'interdépendance des réseaux les rend vulnérables en cas d'inondation majeure. Les réseaux de distribution d'énergie sont principalement enterrés et peuvent donc être localement exposés (Gennevilliers, etc.). De nombreuses centrales dont dépend l'approvisionnement électrique de la Seine-Saint-	Les capacités d'adaptation des différents réseaux doivent être pensées à une échelle régionale voire au-delà. La vulnérabilité des réseaux face aux aléas climatiques extrêmes dépend de l'intensité de l'aléa et du degré de préparation des gestionnaires des réseaux, pour la sécurisation des réseaux (en alimentation électrique, mais aussi en termes de maîtrise de l'évolution future de la demande). Concernant l'énergie, Les impacts du changement climatique confortent l'intérêt d'un positionnement précoce dans le domaine des énergies nouvelles, et d'une **diversification des sources d'énergie, en particulier la géothermie et les réseaux (de chaleur et de froid), voire le développement du photovoltaïque ou du solaire thermique sur les toitures.** Concernant les réseaux de transports du Grand Paris, il convient de noter qu'un début de prise en compte des risques et de la vulnérabilité est en cours, mais une territorialisation plus fine des risques et de la vulnérabilité est nécessaire. L'enjeu est donc d'assurer une bonne gouvernance entre tous les acteurs et des interactions suffisantes entre les différents réseaux.

	- **Les réseaux de transports** - **Les réseaux de télécommunications** - **Les réseaux de collecte et de traitement des déchets**	Les vagues de chaleur, les évènements climatiques extrêmes (inondations, tempêtes…), mais aussi l'évolution de la demande pourront à l'avenir affecter davantage les réseaux.	Denis sont en zones inondables. Bien que le réseau de distribution ne soit pas directement affecté, le territoire peut connaître des fragilités électriques en cas d'inondation ou de crue. Les réseaux d'eau potable sont considérés moyennement vulnérables au risque inondation, tandis que les réseaux d'assainissement paraissent très vulnérables. Les réseaux de télécommunications sont également fortement exposés sur l'ensemble de l'agglomération parisienne. En 1990, la pénétration des eaux de ruissellement en Seine-Saint-Denis dans les sols a ainsi provoqué le dysfonctionnement des circuits de transmission au sein de Météo France. Enfin, les réseaux de transports sont très peu exposés au risque inondation en Seine-Saint-Denis. Néanmoins, le département serait indirectement affecté : en cas de crue centennale, 70% du réseau métropolitain et express régional seraient touchés. **Vulnérabilité aux évènements climatiques extrêmes** Il est aujourd'hui **difficile d'évaluer la sensibilité future des réseaux aux évènements climatiques extrêmes**. Pour autant, elle risque fortement d'augmenter. Ainsi, les réseaux électriques et de télécommunications aériens sont sensibles aux tempêtes, tandis que les réseaux enterrés peuvent subir des dommages suite à l'augmentation des températures. Les réseaux d'assainissement peuvent par ailleurs être affectés par une diminution de l'étiage des différents cours d'eau (Seine et Marne principalement). Enfin, les réseaux de transports sont sensibles aux températures élevées (écartement des rails mais aussi dégradation du confort thermique pour les usagers).	

Urbanisme et cadre bâti	Avec une superficie de 236 km² et une population de plus de 1,5 millions d'habitants (chiffres 2009), le département de Seine-Saint-Denis est très densément peuplé. Comme tous les départements de Première Couronne, son taux d'urbanisation est proche de 100%. La minéralisation y est donc très importante. Par ailleurs, pour tous types de construction de logements confondus (individuel ou collectif, etc.), La Seine-Saint-Denis est le département avec le plus fort taux de logements construits entre 1949 et 1974 : plus de 45%. **Une part plus importante de logements collectifs :** 73,4% de logements collectifs en 2009. La Seine-Saint-Denis est le département de la Première Couronne avec le taux de logements collectifs le moins élevé. **Un cadre bâti fortement touché par le phénomène de retrait-gonflement des argiles**.	Un cadre bâti fortement exposé aux effets d'îlot de chaleur urbain, de par la vulnérabilité liée à la qualité thermique des bâtiments mais aussi à l'aménagement du territoire (milieu urbain dense et minéralisé). Les zones urbanisées sont localement très exposées au risque inondation, et globalement exposées au phénomène de retrait-gonflement des argiles.	**L'habitat individuel est plus sensible vis-à-vis des températures extrêmes** que l'habitat collectif, mais l'urbanisation et la minéralisation favorisent l'effet d'îlot de chaleur urbain. Bien plus, les bâtiments construits avant la première Réglementation Thermique (RT 1975) entre 1949 et 1974 présentent une qualité thermique très médiocre (les constructions anciennes résistent mieux aux températures extrêmes). **La vulnérabilité du bâti**, notamment face aux canicules, **augmentera très sensiblement**, avec des conséquences sur la **qualité de vie** (inconfort thermique) et la **sécurité sanitaire des populations**. **Le phénomène de retrait-gonflement des argiles augmentera, avec un impact sur la couverture assurantielle des bâtiments** et une hausse du prix des assurances. Avec une augmentation de 10% de la fréquence des sécheresses, la part des assurances dans le budget des ménages pourrait doubler. La **sensibilité du bâti par rapport à d'autres phénomènes comme les tempêtes sera** globalement **supérieure**. Il est cependant encore difficile d'évaluer la sensibilité de territoires fortement urbanisées par rapport à des territoires plus naturels. En effet, les effets du vent en ville sont très complexes et dépendent à la fois des bâtiments (hauteur, forme, matériau…), de l'aménagement (espaces ouverts, largeur des rues, présence d'arbres…), etc. A titre d'exemple, les villes constituent des surfaces de forte rugosité, ce qui réduit la vitesse du vent, mais augmente sa turbulence.	La Réglementation Thermique de 2012 devrait permettre **une meilleure prise en compte des critères de performance énergétique et de confort d'été**. L'isolation thermique sera donc mieux prise en compte et permettra notamment de promouvoir la conception bioclimatique des bâtiments. Mais un travail sur le patrimoine bâti existant reste à développer. Dans les zones urbaines concernées par l'EICU, **un aménagement adéquat permettrait de réduire la vulnérabilité** : bioclimatisation, végétalisation des espaces urbains, etc. Des projets de réouverture de rivières urbaines, comme la Vieille Mer en Seine-Saint-Denis, permettront également d'atténuer les effets de l'EICU. Concernant le phénomène de retrait-gonflement des argiles, **des campagnes de sensibilisation** quant à la vulnérabilité des maisons individuelles sont nécessaires. La prévention, via la sensibilisation mais aussi les normes de construction et la sensibilisation, est en effet actuellement insuffisante. Enfin, le futur développement du Grand Paris devra prendre en compte les différents risques du territoire et mettre en œuvre un aménagement adapté afin de ne pas augmenter la sensibilité de la Seine-Saint-Denis.
Tourisme	**Un tourisme principalement urbain en Ile-de-France, mais qui profite un peu moins aux départements de la Petite Couronne** : un tourisme urbain	Au regard du changement climatique, le tourisme sera principalement affecté par l'élévation des	**L'offre touristique est variée et paraît peu dépendante des conditions climatiques.** L'attractivité du territoire ne serait donc pas ou peu affectée par le changement climatique, qui pourrait même **conforter son attrait comme**	**La sensibilité des acteurs du secteur touristique aux impacts du changement climatique est encore très faible**. A ce titre, il est difficile d'évaluer les impacts du changement climatique dans les départements de la Petite Couronne comme la Seine-Saint-Denis, sachant que le

	centré sur Paris**.** **Une offre d'hébergement moins importante que dans le reste de l'agglomération parisienne, mais un taux d'occupation élevé**. **En 2011, les trois principaux sites touristiques de la Seine-Saint-Denis** (Musée de l'air et de l'espace, basilique de Saint-Denis, Stade de France) **ont attiré plus de 560 000 visiteurs**. De **nombreux atouts et une offre de tourisme original**, comme le tourisme industriel (visites de sites industriels). Une **offre** relativement importante **de tourisme de nature dans les différents parcs départementaux**. **Un tourisme d'affaires relativement important à l'échelle de l'agglomération parisienne** : le développement du Nord-Est Parisien (et en Seine-Saint-Denis) comme nouveau centre majeur de ce type de tourisme. Une **clientèle majoritairement régionale**.	températures et l'évolution de la ressource en eau disponible.	**destination de proximité pour la recherche de fraîcheur, notamment le long des canaux** (Saint-Denis et canal de l'Ourcq). Il pourrait alors en découler **un risque de saturation dans certains lieux touristiques** et de conflits d'usage sur l'eau : cela concerne l'ensemble des 4 sites de loisirs nautiques de Seine-Saint-Denis, qui pourraient connaître des périodes d'étiage sévères pénalisant la pratique de loisirs nautiques et générer des risques de pollution plus importants sur les plans d'eau et rivières. Le patrimoine culturel bâti pourrait par ailleurs devenir plus vulnérable, avec une dégradation du confort thermique pour les visiteurs mais aussi une dégradation possible de l'architecture ou d'autres éléments (fresques, peintures…). Les transports et les centres d'hébergement connaîtront également une dégradation de leur confort thermique. L'utilisation de la climatisation pourrait alors se développer, ce qui constituerait une pression supplémentaire sur la ressource énergétique et accentuerait l'effet d'îlot de chaleur urbain.	tourisme en Ile-de-France est avant tout urbain et centralisé sur Paris. Néanmoins, les impacts du changement climatique pourront impacter le tourisme de proximité, des habitants des zones urbaines vers les sites touristiques aquatiques (recherche de fraîcheur). **Une anticipation de hausse de la fréquentation touristique** est nécessaire, notamment en matière de tourisme de proximité (recherche de fraîcheur des populations de l'agglomération parisienne) : gestion des volumes sur les sites touristiques, hébergements, préservation des paysages et des ressources naturelles et de la ressource en eau, prévention contre les risques.
Agriculture et forêts	**Agriculture** Une agriculture en Petite Couronne confrontée à **une forte pression urbaine**. Une **disparition à un rythme de plus en plus soutenue des**	**Les aléas qui vont toucher l'agriculture** (hausse des températures, sécheresses plus fréquentes, diminution de	**Agriculture** L'augmentation des températures moyennes durant la période de croissance des végétaux et l'accroissement du taux de CO_2 ont pour conséquence le décalage des stades phénologiques des cultures. **A court terme, cela**	**Agriculture** **L'agriculture en Seine-Saint-Denis n'est pas très développée, mais elle présente pour autant un grand intérêt régional, pour son caractère périurbain à préserver** (circuits courts et de proximité)**.**

	exploitations, principalement liée à une diminution du nombre d'exploitations spécialisées (horticulture et maraîchage) : en 2010, la Seine-Saint-Denis comptabilisait 29 exploitations sur une Surface Agricole Utilisée de 897 ha, alors qu'en 2000 59 exploitations étaient recensées pour une SAU de 944 ha. Une **prédominance de petites et moyennes exploitations de floriculture** : 3 exploitations sur 5 à l'échelle de la Petite Couronne, pour une superficie moyenne de 2 ha. **La Seine-Saint-Denis concentre un tiers des exploitations agricoles de la Petite Couronne**. **Douze exploitations de grandes cultures** (blé, maïs et betteraves) sont présentes dans la Petite Couronne, occupant plus de 1 400 ha (soit 74% de la SAU de la Petite Couronne). Ces exploitations sont principalement localisées dans le Sud-est du Val-de-Marne sur le plateau Briard, mais également **en Seine-Saint-Denis, dans la zone agricole de Tremblay / Vaujours-Coubron, au Sud de l'aéroport de Roissy-Charles-de-Gaulle**. **Forêts** La Seine-Saint-Denis est **le département francilien avec la superficie d'espaces boisés la moins importante**, avec environ	l'eau disponible) **ont tous une probabilité élevée d'occurrence** dans un secteur fondamentalement sensible face aux variations climatiques. **La forêt est l'un des écosystèmes les plus exposés au changement climatique** : augmentation des températures, évolution des régimes de précipitations, sécheresses et canicules plus fréquentes sont susceptibles d'impacter la forêt en profondeur, résultant en des évolutions de productivités et un déplacement géographique des aires favorables aux différentes essences forestières.	**aura un impact positif sur les rendements**, particulièrement les cultures de blé qui profitent d'une augmentation du CO_2. Néanmoins, la fréquence des sécheresses, les besoins croissants en irrigation annuleront les effets positifs. **La succession des stress hydriques et thermiques auront des effets néfastes pour l'agriculture** en impactant les rendements, et par conséquence les revenus des agriculteurs. Les cultures horticoles sont très sensibles à ces stress, des températures trop élevées et un déficit en eau pouvant rendre impossible ce type de culture. L'évolution climatique et la modification de l'aire de répartition pourraient **favoriser l'émergence de bioagresseurs**. Le caractère intensif de l'agriculture francilienne renforcerait par ailleurs leur impact négatif. **Forêts** De même que pour l'agriculture, les forêts connaîtront **à court terme une hausse de productivité** liée aux concentrations plus importantes de CO_2. Pour autant, **la succession de sécheresses et de stress hydrique peut fragiliser la croissance des forêts**, notamment le hêtre, dans la forêt de Bondy. **L'impact des bioagresseurs sur les forêts sera plus important**, le changement climatique impactant physiologiquement les arbres, les rendant plus vulnérables. Par ailleurs, **une augmentation du risque de feux de forêts**, est plus que certaine, particulièrement dans les forêts très fréquentées comme le parc de la poudrerie de Sevran ou le forêt de Bondy. Les différents impacts négatifs causés sur les forêts auront **des répercussions importantes**, sur la biodiversité, le tourisme et les activités récréatives, la production de biomasse, le	**Plusieurs leviers peuvent être utilisés pour réduire la dépendance aux ressources en eau**, dans un contexte où l'irrigation ne constitue pas une réponse adaptée à long terme, en raison des conflits d'usage : - Préserver les sols disposant d'une réserve utile élevée ; - Sélectionner et cultiver des variétés mieux adaptées au manque d'eau ; - Adapter les pratiques culturales. Par ailleurs, la **diversification des cultures permettraient de mieux répartir les risques** et de réduire la vulnérabilité de l'agriculture. En cela, le développement de l'agriculture périurbaine peut être une réponse adaptative très bénéfique pour les milieux urbains (qualité et cadre de vie, végétalisation, alimentation…). **Forêts** La **prise en compte du changement climatique dans la gestion** des espaces forestiers permettrait de réduire la vulnérabilité. Une meilleure **prise en compte de l'augmentation du risque de feux de forêts** pourrait également être bénéfique. Par ailleurs, la capacité d'adaptation des forêts dépendra en partie du **choix des essences forestières**.

	850 ha. Pour autant, **plusieurs forêts et espaces boisés, dont notamment de nombreux parcs départementaux, peuvent être répertoriés** : forêt domaniale de Bondy, parc forestier de Sevran, parc départemental du Sausset, parc de la Courneuve… Avec le parc de la poudrerie de Sevran, également en Seine-Saint-Denis, la forêt de Bondy est la forêt francilienne la plus fréquentée.		stockage du carbone, la qualité de l'air, etc. C'est donc **l'ensemble des fonctions de la forêt et des services éco-systémiques rendus qui se verront impacter**.	

FICHE TERRITOIRE – Val-de-Marne

Thématique	Les spécificités du Val-de-Marne	Les vulnérabilités du département du Val-de-Marne		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE TRANSVERSALE				
Risques naturels	**Risque inondations** Département le plus concerné par le risque : 4 166 ha de surface estimée en zone inondable en 2008, soit 17% du territoire. Zones inondables : principalement urbaines. Le Val-de-Marne constitue l'une des principales zones de confluence d'Ile-de-France. La Seine y accueille en effet les eaux de la Marne, de l'Essonne, de l'Orge et de l'Yerres. Le goulot d'étranglement constitué par l'entrée de la Seine en amont de Paris accentue la vulnérabilité du Val-de-Marne. **Retrait-gonflement des argiles** 70% des communes seraient concernés par ce phénomène, soit 33 sur 47. **Risque de feux de forêts** La Région Ile-de-France est actuellement peu concernée. Le Val-de-Marne est le département de l'agglomération parisienne qui connaît le plus grand nombre d'incendies, avec une surface totale en forêts et landes de 3 246 ha. Entre 2000 et 2009, 2 incendies en moyenne ont été recensés annuellement, avec une surface incendiée moyenne de 3,1 ha.	**Inondations** Une augmentation potentielle du risque (incertitude importante), dans l'hypothèse d'une évolution des précipitations en quantité et en intensité. **Retrait-gonflement des argiles** Une augmentation du risque dans les zones pédologiques concernées, en raison d'une alternance plus intense entre sécheresses / fortes pluies (tendance robuste). **Risque de feux de forêts** La vulnérabilité est aujourd'hui faible mais pourrait augmenter avec le changement climatique, en raison de l'accroissement de l'intensité de la durée des épisodes de sécheresse et de la fragilisation des écosystèmes forestiers.	**Inondations** Le Val-de-Marne est très sensible à l'aléa inondation des crues de la Seine, presque 40% des zones inondables (soit 1 650 ha) étant occupés par des zones résidentielles, principalement de l'habitat individuel. Ainsi, 251 900 habitants sont exposés, soit plus de 19,3% de la population du département, dont 190 000 exposés à des niveaux d'aléas très forts. Dans certaines communes, comme Alfortville, la quasi-totalité de la population est exposée au risque. C'est également le Val-de-Marne, en particulier Alfortville, qui a accueilli une part importante de la population francilienne supplémentaire depuis 1990 en zone inondable. Mais d'autres zones urbanisées ou artificialisées sont aussi concernées : 1 086 ha par des zones d'activités et d'équipements, 571 ha par des infrastructures de transports, 586 ha d'espaces urbains ouverts exposés… Dans le Val-de-Marne, plus de 800 activités sont directement exposées. Le territoire de Seine-Amont semble par ailleurs l'un des plus sensibles. L'urbanisation et l'artificialisation des berges en amont de Paris accentueraient par ailleurs le niveau de crue de la Seine, qui se répercuterait en aval du Val-de-Marne. Une crue majeure de la Seine toucherait donc fortement le département et aurait des conséquences socioéconomiques considérables, à l'échelle de l'agglomération parisienne, mais aussi nationale et européenne (avec des effets néfastes sur l'économie, notamment via la déstabilisation des réseaux bancaires). Proportionnellement à son potentiel économique, le Val-de-Marne est le	**Inondations** La vulnérabilité future face aux inondations dépend des choix d'aménagements en amont des zones de confluences. En amont de l'Ile-de-France, 4 grands lacs réservoirs permettent de réguler les réseaux hydrographiques. Un cinquième ouvrage d'aménagement d'expansion des crues dans le secteur de la Bassée, permettra de réduire davantage cette vulnérabilité. Par ailleurs, plusieurs PPRI prescrits et approuvés peuvent être dénombrés dans le Val-de-Marne. La maîtrise de l'urbanisation est l'un des enjeux pour réduire la vulnérabilité au risque, ce qui apparaît d'autant plus difficile que la pression foncière est forte sur les zones inondables. Plusieurs projets de renouvellement urbain, en zones inondables, ont lieu dans le département. La ZAC des Ardoines notamment, a été pensée en vue d'adapter l'aménagement urbain et de réduire sa vulnérabilité face à une inondation des crues de la Seine. Face à la vulnérabilité « systémique » de l'Ile-de-France à l'aléa, il apparaît essentiel de créer une culture du risque par l'ensemble des acteurs. Ces dernières années, plusieurs initiatives ont été entreprises, de la mise en place d'un « Plan Seine » à l'aménagement de zones concertées, voire des exercices de crise (En Seine 2010). La sensibilisation des populations doit être poursuivie, afin de responsabiliser les habitants, la « mémoire du risque » étant difficile à maintenir. **Retrait-gonflement des argiles** La diminution de la vulnérabilité dépend de la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme mais aussi dans les méthodes de construction. Une sensibilisation des particuliers et des professionnels est également nécessaire. **Feux de forêts** La diminution de l'urbanisation diffuse en zone forestière est une réponse adaptative. La mise en place d'une bonne

			département le plus exposé. Il convient de noter la présence du marché international de Rungis, jouant un rôle primordial dans l'économie européenne, qui serait gravement touché par une crue majeure de la Seine (approvisionnement interrompu). La vulnérabilité face aux inondations par ruissellement pourrait également augmenter en période hivernale. Le Val-de-Marne est déjà particulièrement sensible, la quasi-totalité du territoire étant concerné, l'Ouest du département (Ivry-sur-Seine, Vitry-sur-Seine…) ayant connu le plus grand nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles liés aux inondations par ruissellement. **Retrait-gonflement des argiles** Le Val-de-Marne est actuellement le cinquième département de France touché par ce phénomène, au regard du coût cumulé des indemnisations versées, selon la Caisse Centrale de Réassurance. Le département est donc actuellement moyennement sensible au RGA, sa vulnérabilité risquant d'être élevée à l'avenir. **Feux de forêts** A l'horizon 2050, près de la moitié des surfaces des landes et forêts de l'Ile-de-France devraient connaître un niveau élevé de l'aléa. Parmi les départements de la Petite Couronne, ce risque pourrait concerner davantage le Val-de-Marne : au cours des 10 dernières années, c'est en effet le département de l'agglomération parisienne qui a été le plus touché par des incendies, alors même que la surface totale en forêts et landes n'est pas la plus importante (légèrement inférieure à celle des Hauts-de-Seine).	gestion des espaces boisés peut également permettre de réduire la vulnérabilité. Une vigilance accrue pourrait également être nécessaire, notamment du fait de la présence importante de populations (enjeux humains mais aussi plus grand risque de départ de feu involontaire en période de sécheresse).
	Le territoire est traversé par quelques cours d'eau importants : la Seine, la Marne, l'Yerres, le	A l'heure actuelle, **la situation des ressources en eau est peu problématique**	La situation des ressources en eaux pourrait devenir problématique, l'approvisionnement dépendant principalement de ressources de surface. Avec la baisse de l'étiage des cours	Concernant la diminution des débits des cours d'eau et le prolongement des débits d'étiage, une bonne régulation par les grands lacs de Seine, dans la limite de leur capacité, peut constituer une réponse efficace en termes de gestion. **En ce**

Ressources en eaux	Morbras, le Réveillon, ainsi que la Bièvre (canalisée). Comme tous les départements de Petite Couronne, le volume des précipitations efficaces par rapport au volume de précipitations totales est plus élevé par rapport aux départements de la Grande Couronne. Ce contraste est en réalité lié à la notion de pluies efficaces, qui inclut les eaux de ruissellement. Or, les surfaces artificialisées de l'agglomération parisienne favorisent les eaux de ruissellement. L'une des trois principales masses d'eau souterraines, la nappe de Champigny, recouvre l'Est du Val-de-Marne. Cette nappe est par ailleurs appelée ainsi par rapport à l'affleurement calcaire au niveau de la commune de Champigny-sur-Marne, dans le département. Le département est dépendant des prélèvements dans la Seine et dans la Marne pour son alimentation en eau potable, mais aussi de manière restrictive de la nappe de Champigny. Le **rechargement de la nappe des calcaires de Champigny** est par ailleurs en partie conditionné par les précipitations en Seine-et-Marne. **Les prélèvements des ressources en eau sont essentiellement destinés à**	**dans le Val-de-Marne**. Le dispositif de régulation du bassin de la Seine, ainsi que le contrôle des prélèvements des eaux souterraines permettent un bon approvisionnement de la ressource en eau. L'Ile-de-France dispose en outre d'un bon réseau de distribution. **Pour autant, par effet structurel, les besoins et les prélèvements augmentent principalement pour l'alimentation en eau potable**, tandis que des activités (principalement les industries) dégradent la ressource. Il est à noter que les pollutions dues à l'agriculture sur d'autres territoires peuvent aussi affecter la qualité des eaux pour le Val-de-Marne. **Le changement climatique devrait néanmoins engendrer une diminution des précipitations moyennes** (principalement en été), **davantage de sécheresses**, et une **part plus importante de précipitations tombant sous forme de fortes pluies en hiver**. Parallèlement, la hausse	d'eau et la possible dégradation de leur qualité, la vulnérabilité de l'approvisionnement risque fortement d'augmenter. Les cours d'eau qui traversent le département devraient voir **leur débit réduit**, surtout en été, voire connaître **des périodes de sécheresse problématiques en termes de gestion des étiages**. Au vu de la situation actuelle des ressources souterraines, déjà fortement sollicitées alors même que leur renouvellement est plus lent, il ne sera pas possible de se reporter sur ce type de ressource si la quantité des eaux de surface est insuffisante pour les différents usages et besoins. Plusieurs sites industriels ayant besoin de prélèvements d'eau pour assurer le refroidissement de leurs installations pourraient voir leur productivité diminuer. De même, la centrale thermique de Vitry-sur-Seine, bien que servant essentiellement à soutenir les périodes de pointe, pourrait perdre en efficacité. **En termes qualitatifs**, le bon état écologique pour certains cours d'eau pourrait être dégradé, du fait d'une baisse du débit des cours d'eau et de l'augmentation de la population, mais aussi d'une augmentation de fortes pluies en hiver lessivant les sols contaminés par des installations industrielles. **L'assainissement pour l'alimentation en eau potable sera un enjeu majeur**. Le **partage des prélèvements des nappes souterraines, mais aussi des eaux de surface, entre plusieurs territoires pourrait devenir problématique dans un contexte de raréfaction des ressources et d'une augmentation des besoins de prélèvement**. Le report des prélèvements vers les eaux de surface constituerait une pression supplémentaire. Les différentes pressions et conflits sur les ressources entraîneront une	**sens, le futur projet de La Bassée en Seine-et-Marne pourra être un atout non négligeable pour l'ensemble de l'agglomération parisienne**. Néanmoins, **seule une diminution des prélèvements des nappes d'eau souterraines constitue une réponse adaptée à leur baisse de niveau**, si toutefois le niveau d'eaux pluviales est suffisant pour permettre un certain rechargement. Pour pallier à cela, **des mesures d'économie d'eau seront nécessaires sur tous les usages à une échelle régionale** : cela passe par une modification des pratiques agricoles notamment pour réduire les besoins, mais aussi à une sensibilisation et une éducation des populations afin d'éviter tout gaspillage. Plus localement, **la diffusion de pratiques d'utilisation de l'eau de pluie comme la récupération des eaux pluviales sur les toits des bâtiments, pourrait constituer une alternative** non négligeable à l'alimentation en eau potable et aux différents besoins domestiques. Enfin, **l'amélioration de la qualité des eaux ne pourra se faire sans une diminution des émissions de produits toxiques** et **une amélioration des techniques de traitement et d'assainissement**. L'enjeu pour le Val-de-Marne sera par ailleurs de réussir à gérer l'augmentation de la demande en eau, d'arbitrer entre différents conflits d'usage potentiels en mettant en place un bon système de gestion, tout en disposant d'un réseau d'assainissement adéquat pour prendre en charge les futurs besoins supplémentaires.

	l'alimentation en eau potable. **Parmi les départements de la Petite Couronne, le Val-de-Marne est celui qui dispose de davantage de sites de loisirs nautiques** : 12 sites en rivières et 2 lacs (dont le lac de Créteil), principalement utilisés pour la baignade et le nautisme.	des températures augmentera l'évapotranspiration, résultant en une diminution de l'eau disponible, tant pour les eaux de surface que pour les nappes.	augmentation du prix. Par ailleurs, **les besoins d'eau en matière de rafraîchissement**, d'autant plus important en zones urbanisées, et le maintien de plans d'eau, **constitueront une pression supplémentaire** sur les ressources en eau. U**n autre effet ciseau pourrait advenir.** Les sites de loisirs pourraient en effet connaître une sur-fréquentation liée aux besoins accrus de rafraîchissement, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau, voire des problèmes sanitaires avec l'augmentation des températures.	
Milieux et écosystèmes	Avec une superficie de 245 km², **la quasi-totalité du Val-de-Marne est urbanisée** ou artificialisée (taux d'urbanisation proche de 100%). Cependant, les espaces naturels et parcs constituant une composante importante de la qualité du cadre de vie : - **Plusieurs espaces naturels et parcs départementaux** (22 au total, pour une superficie de 298 ha) ; - **Quelques tronçons de berges encore** peu artificialisés ; - 22 îles le long de la Marne, dont 3 classées en Réserve Naturelle Départementale ; - **Des espaces boisés** : une partie de la **forêt domaniale de Notre-Dame** est située **à l'Est du Val-de-Marne**. Cet ensemble forestier est constitué de chênes pédonculés et sessiles et de bouleaux, il compte un grand nombre de mares où s'épanouit une riche faune reptilienne et	Bien que difficile à évaluer, l'impact du changement climatique constitue une pression supplémentaire sur les milieux et les écosystèmes. Situés à la limite est de la région biogéographique atlantique, les milieux franciliens sont en effet exposés à toute variation du climat (augmentation des températures, évolution du régime des précipitations, événements extrêmes). Ainsi, il est possible d'anticiper **une évolution de l'aire de répartition des espèces et une fragilisation des espaces sensibles, notamment à cause d'une évolution**	**Les espaces verts et naturels du Val-de-Marne paraissent très sensibles au changement climatique** (températures, sécheresses). Bien souvent gérés et maintenus par l'homme, l'arrosage de ces espaces visant à réduire leur vulnérabilité face à un stress hydrique pourrait être compromis dans un contexte de raréfaction de la ressource en eau. **Le maintien de ces espaces dépendra des arbitrages avec d'autres usages des ressources en eau**. La **sensibilité future des espèces animales et végétales** dépendra de leur capacité d'adaptation notamment en termes d'aire de répartition. **L'urbanisation et la fragmentation des espaces verts et naturels rendent par ailleurs difficile la diffusion des espèces**. Un risque de **prolifération d'espèces invasives**, principalement le long du réseau hydrographique (la prolifération de ragondins, présents depuis 2007 dans le département sur les bords de la Marne, cause déjà de nombreux dégâts sur la végétation locale, réduisant les capacités d'adaptation de la biodiversité).	Le territoire dispose de quelques périmètres de protection (ZNIEFF 1 et 2 dans la forêt domaniale de Notre-Dame). La publication du S**chéma Régional de Cohérence Ecologique** d'Ile-de-France vise par ailleurs à définir une stratégie régionale pour l'aménagement de continuités écologiques, avec des objectifs spécifiques à l'agglomération parisienne : l'enjeu ici est de favoriser le maintien ou la création de continuités écologiques dans un contexte urbain. **L'enjeu pour le Val-de-Marne est d'augmenter la résilience des espaces verts et naturels, en couplant leur protection avec une logique d'aménagement des continuités écologiques**, afin d'éviter une fragmentation encore plus importante des milieux et favoriser la dispersion des espèces. **Une plus grande végétalisation de l'espace urbain est également souhaitable**, en portant une attention particulière au choix d'espèces adaptées, en privilégiant les espèces peu allergisantes et pouvant faire face aux conséquences du changement climatique (espèces résilientes face aux stress hydrique et thermique).

	batracienne. Avec une moyenne d'espaces verts et naturels par habitant de 22m², le Val-de-Marne connaît une biodiversité importante pour un territoire fortement urbanisé (plus de 1 055 espèces de plantes). Comme dans le reste de l'Ile-de-France mais de manière plus accentuée, l'érosion des milieux et des écosystèmes, plus largement de la biodiversité, est due à **des pressions anthropiques** : urbanisation et étalement urbain, imperméabilisation et artificialisation des sols, isolement des espaces verts et naturels ou fragmentation par des infrastructures, etc.	**physiologique de plusieurs espèces mais aussi le développement d'espèces invasives.**	Concernant les espèces végétales, l'Ambroisie à feuilles d'Armoise, déjà observée en Ile-de-France, pourrait rencontrer des conditions de développement beaucoup plus propices avec le changement climatique (l'aire de répartition de cette espèce invasive se décale déjà vers le Nord). Or, le développement de cette espèce causerait un impact sanitaire non négligeable (allergies, etc.).	
Santé	**Le Val-de-Marne compte 6,8% de personnes âgées de plus de 75 ans en 2009**, ce qui en fait l'un des départements les plus âgés après Paris et les Hauts-de-Seine. Une faible densité médicale de médecins généralistes par rapport à l'Ile-de-France, mais une densité de spécialistes plus importante. Par ailleurs, la population médicale du Val-de-Marne semble plus jeune que le reste de l'Ile-de-France. **En termes de qualité de l'air, le Val-de-Marne semble particulièrement exposée à de fortes pollutions**, notamment le long des axes routiers mais aussi	**L'augmentation des températures moyennes**, particulièrement en été, ainsi qu'une hausse des vagues de chaleur, impacteront la santé humaine et **augmenteront la vulnérabilité aux épisodes de canicules**, en particulier des personnes âgées vivant seules. Le Val-de-Marne est **particulièrement exposé aux effets d'îlot de chaleur urbain** (EICU) de par son	Le département, fortement urbanisé, est très sensible à l'effet d'îlot de chaleur urbain (EICU). Lors de la canicule de 2003, c'est en effet le département qui a été le plus touché par une surmortalité, preuve d'une grande vulnérabilité des populations. Les populations sont inégales face aux épisodes de forte chaleur. La vulnérabilité dépend à la fois de l'âge, de l'isolement social, des inégalités sociales, du niveau de culture de la chaleur, etc. L**a population de personnes âgées de 75 ans aura augmenté en 2030** (+46% en moyenne entre 200- et 2030 pour les départements de la Première Couronne). Par ailleurs, le nombre de personnes vivant seules et celui de familles monoparentales augmenteront dans le département, accroissant la sensibilité des populations.	Les inégalités en matière d'équipements de santé et d'accès aux soins représentent une fragilité au regard du changement climatique. Celui-ci vient renforcer **une problématique déjà identifiée au niveau régional**, avec la nécessité d'augmenter l'offre de prise en charge, d'aidants pour répondre aux besoins des personnes âgées dépendantes. La **mise en place du Plan Canicule depuis l'été 2003** permet de limiter l'effet sanitaire des fortes chaleurs sur le territoire. Par ailleurs, l'Observatoire Régional de la Santé a lancé en 2012 **un programme d'études sur les risques sanitaires liés au changement climatique** et les impacts au niveau régional.

	à proximité de Paris, au Nord et à l'Est du département.	appartenance à l'agglomération parisienne. Lors de la canicule de 2003, c'est le département qui a connu la plus forte surmortalité (+171%).	Concernant **la sensibilité des populations face aux pollutions atmosphériques, elle risque d'augmenter fortement dans le Val-de-Marne.** Quant à l'augmentation des maladies allergiques, qui touchent principalement les populations en milieu urbain, les habitants du Val-de-Marne risquent d'y être plus sensibles, avec un niveau de pollinisation plus précoce et plus long.	

Thématique	Les spécificités du Val-de-Marne	Les vulnérabilités du département du Val-de-Marne		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE SECTORIELLE				
Réseaux et énergie	Comme dans le reste de l'Ile-de-France, les différents réseaux dans le Val-de-Marne sont denses et interdépendants, d'autant plus que le département fait partie de l'agglomération parisienne, qui bénéficie d'un meilleur maillage. Les différents réseaux concernés sont : - **Les réseaux électriques et énergétiques** Le Val-de-Marne bénéficie du maillage dense en radiales de l'Ile-de-France pour l'approvisionnement de l'agglomération parisienne. Le département importe une bonne partie de ses besoins énergétiques. A noter que les centrales électriques thermiques de Vitry-sur-Seine et d'Arrighi permettent de répondre aux pics de demandes en hiver. - **Les réseaux d'approvisionnement et d'assainissement de l'eau** : une usine de production d'eau potable du SEDIF à Choisy-le-Roi ; une usine d'épuration du SIAAP à Valenton (Seine Amont). - **Les réseaux de transports**	La vulnérabilité des réseaux aux aléas climatiques est forte malgré des infrastructures relativement robustes, accentuée par leur interdépendance responsable d'un « effet domino », particulièrement dans l'agglomération parisienne. Le changement climatique exercera une double pression sur ces réseaux : - Une pression sur les infrastructures elles-mêmes ; - Une pression sur la demande et les services attendus. Les réseaux énergétiques, particulièrement les réseaux électriques, constituent les réseaux les plus vulnérables : la dépendance énergétique constitue le plus grand facteur de vulnérabilité au vu des différents usages de l'énergie, notamment pour le bon fonctionnement de l'ensemble des réseaux.	**La demande énergétique** Le changement climatique aura un impact sur la demande saisonnière en énergie : une probable augmentation de la demande estivale pour le rafraîchissement et une diminution de la demande hivernale. Les centrales de Vitry et d'Arrighi pourraient alors être utilisées pour satisfaire les pics de consommation en été. Son utilisation pourrait s'avérer primordiale : lors de la canicule de 2003, un manque de production d'énergie électrique s'est fait sentir pour les centrales, confrontées à des difficultés de refroidissement. Par ailleurs, pour permettre l'alimentation électrique du Grand Paris et la hausse structurelle de la demande, des nouveaux postes sources seront construits à proximité du Val-de-Marne (Marne-la-Vallée, plateau de Saclay). L'installation de ces postes ne sert qu'à couvrir les besoins structurels du Grand Paris, sans considération des impacts du changement climatique, qui tendront à augmenter la demande électrique. **La demande en eau** Le climat mais aussi les habitudes de consommation influencent directement les besoins en eau, ce qui se répercute sur les réseaux de distribution. Le réseau de production d'eau potable est assuré au niveau régional (excepté Paris) par le SEDIF et semble très robuste aux différents aléas. Cependant, la raréfaction et la dégradation de la ressource en eau causées par le changement climatique impacteraient les réseaux d'eaux. **Vulnérabilité des réseaux au risque inondation** Dans le Val-de-Marne, la sensibilité au risque	Les capacités d'adaptation des différents réseaux doivent être pensées à une échelle régionale voire au-delà. La vulnérabilité des réseaux face aux aléas climatiques extrêmes dépend de l'intensité de l'aléa et du degré de préparation des gestionnaires des réseaux, pour la sécurisation des réseaux (en alimentation électrique, mais aussi en termes de maîtrise de l'évolution future de la demande). Concernant les réseaux de transports du Grand Paris, il convient de noter qu'un début de prise en compte des risques et de la vulnérabilité est en cours. A titre d'exemple, sur le tronçon 8 du futur métro automatique entre les Ardoines et Champigny, les études réalisées préconisent davantage le creusement d'un tunnel plutôt que la construction d'un viaduc aérien, afin de réduire la vulnérabilité au risque d'inondation. Concernant l'énergie, Les impacts du changement climatique confortent l'intérêt d'un positionnement précoce dans le domaine des énergies nouvelles, et d'une **diversification des sources d'énergie dans le Val-de-Marne, en particulier la géothermie et les réseaux (de chaleur et de froid), voire le développement du photovoltaïque ou du solaire thermique sur les toitures.** L'enjeu est donc d'assurer une bonne gouvernance entre tous les acteurs et des interactions suffisantes entre les différents réseaux.

	- **Les réseaux de télécommunications** - **Les réseaux de collecte et de traitement des déchets** : une usine d'incinération des déchets ménagers à Ivry-sur-Seine, à proximité de la Seine.	Les vagues de chaleur, les évènements climatiques extrêmes (inondations, tempêtes…), mais aussi l'évolution de la demande pourront à l'avenir affecter davantage les réseaux.	inondation est très élevée. La forte interdépendance des réseaux constitue à la fois une force et une faiblesse en cas d'inondation. Les réseaux de distribution d'énergie sont principalement enterrés, ce qui les rend vulnérables à une inondation. De nombreuses centrales dont dépend l'approvisionnement électrique du Val-de-Marne sont en zones inondables, mais aussi les deux centrales d'appoint de Vitry et d'Arrighi. Le territoire peut donc connaître de fortes fragilités électriques en cas d'inondation ou de crue, malgré un maillage dense qui permet d'isoler les branches affectées et de réorienter l'alimentation sur les réseaux fonctionnels. Les réseaux d'eau potable sont considérés moyennement vulnérables au risque inondation, tandis que les réseaux d'assainissement paraissent très vulnérables : en cas d'inondation ou de crue majeure, les réseaux d'assainissement connaîtront une surcharge. Les réseaux de télécommunications sont également fortement exposés sur l'ensemble de l'agglomération parisienne. Enfin, les réseaux de transports sont très exposés au risque inondation dans le Val-de-Marne. Le département serait directement affecté en cas de crue. Sa sensibilité pourrait augmenter avec le développement du métro automatique du Grand Paris. **Vulnérabilité aux évènements climatiques extrêmes** Il est aujourd'hui **difficile d'évaluer la sensibilité future des réseaux aux évènements climatiques extrêmes**. Pour autant, elle risque fortement d'augmenter. Ainsi, les réseaux électriques et de télécommunications aériens sont sensibles aux tempêtes, tandis que les réseaux enterrés	

			peuvent subir des dommages suite à l'augmentation des températures. Les réseaux d'assainissement peuvent par ailleurs être affectés par une diminution de l'étiage des différents cours d'eau (Seine et Marne principalement). Enfin, les réseaux de transports sont sensibles aux températures élevées (écartement des rails mais aussi dégradation du confort thermique pour les usagers).	
Urbanisme et cadre bâti	Le Val-de-Marne est le plus grand département de la Petite Couronne en termes de superficie, mais également le moins peuplé. La densité y est donc inférieure par rapport aux autres départements de la Petite Couronne mais reste tout de même élevée (environ 5 300 hab./km² selon la population légale de 2009). Comme tous les départements de Première Couronne, son taux d'urbanisation est proche de 100%. La minéralisation y est donc très importante. Par ailleurs, la part de logements construits entre 1949 et 1974 est très élevée : 43,8%. **Une part plus importante de logements collectifs :** 76,3% de logements collectifs en 2009. **Un cadre bâti fortement touché par le phénomène de retrait-gonflement des argiles**.	Un cadre bâti fortement exposé aux effets d'îlot de chaleur urbain, de par la vulnérabilité liée à la qualité thermique des bâtiments mais aussi à l'aménagement du territoire (milieu urbain dense et minéralisé). Les zones urbanisées sont très exposées au risque inondation et au phénomène de retrait-gonflement des argiles.	**L'habitat individuel est plus sensible vis-à-vis des températures extrêmes** que l'habitat collectif, mais l'urbanisation et la minéralisation favorisent l'effet d'îlot de chaleur urbain. Bien plus, les bâtiments construits avant la première Réglementation Thermique (RT 1975) entre 1949 et 1974 présentent une qualité thermique très médiocre (les constructions anciennes résistent mieux aux températures extrêmes). **La vulnérabilité du bâti**, notamment face aux canicules, **augmentera très sensiblement**, avec des conséquences sur la **qualité de vie** (inconfort thermique) et la **sécurité sanitaire des populations**. **Le phénomène de retrait-gonflement des argiles augmentera, avec un impact sur la couverture assurantielle des bâtiments** et une hausse du prix des assurances. Avec une augmentation de 10% de la fréquence des sécheresses, la part des assurances dans le budget des ménages pourrait doubler. La **sensibilité du bâti par rapport à d'autres phénomènes comme les tempêtes sera** globalement **supérieure**. Il est cependant encore difficile d'évaluer la sensibilité de territoires fortement urbanisées par rapport à des territoires plus naturels. En effet, les effets du vent en ville sont très complexes et dépendent à la fois des bâtiments (hauteur, forme, matériau…), de l'aménagement (espaces ouverts, largeur des rues, présence d'arbres…), etc. A titre	La Réglementation Thermique de 2012 devrait permettre **une meilleure prise en compte des critères de performance énergétique et de confort d'été**. L'isolation thermique sera donc mieux prise en compte et permettra notamment de promouvoir la conception bioclimatique des bâtiments. Mais un travail sur le patrimoine bâti existant reste à développer. Dans les zones urbaines concernées par l'EICU, **un aménagement adéquat permettrait de réduire la vulnérabilité** : bioclimatisation, végétalisation des espaces urbains, etc. Des projets de réouverture de rivières urbaines ou donnant une place plus importante à l'eau en ville permettront également d'atténuer les effets de l'EICU. Concernant le phénomène de retrait-gonflement des argiles, **des campagnes de sensibilisation** quant à la vulnérabilité des maisons individuelles sont nécessaires. La prévention, via la sensibilisation mais aussi les normes de construction et la sensibilisation, est en effet actuellement insuffisante. Enfin, le futur développement du Grand Paris (en particulier le secteur des Ardoines) devra prendre en compte les différents risques du territoire et mettre en œuvre un aménagement adapté afin de ne pas augmenter la sensibilité du Val-de-Marne.

			d'exemple, les villes constituent des surfaces de forte rugosité, ce qui réduit la vitesse du vent, mais augmente sa turbulence.	
Tourisme	**Un tourisme principalement urbain en Ile-de-France, mais qui profite un peu moins aux départements de la Petite Couronne** : un tourisme urbain centré sur Paris**.** **Présence de l'aéroport d'Orly :** 27,1 millions de voyageurs en 2011. Le secteur du tourisme est donc une activité économique relativement importante pour le Val-de-Marne. Pour autant, l'aéroport d'Orly ne constitue qu'un espace de transit vers la capitale. **Le département abrite environ 10% des musées et monuments franciliens, pour une clientèle majoritairement régionale, voire val-de-marnaise**. Le château de Vincennes est le site le plus visité, avec une part importante de clientèle étrangère. Une offre relativement variée : tourisme culturel, tourisme fluvial, activités de loisirs, fêtes et manifestations… **Une part relativement importante du tourisme d'affaires**, notamment pour l'hébergement. Néanmoins, **le taux d'occupation de l'hôtellerie val-de-marnaise, bien qu'important, est le plus faible de l'agglomération parisienne**.	Au regard du changement climatique, le tourisme sera principalement affecté par l'élévation des températures et l'évolution de la ressource en eau disponible.	**L'offre touristique est relativement variée et paraît peu dépendante des conditions climatiques.** L'attractivité du territoire ne serait donc pas ou peu affectée par le changement climatique. Néanmoins, certains sites de loisirs aquatiques pourraient voir leur attractivité confortée **comme destination de proximité pour la recherche de fraîcheur** (notamment la base de loisirs et de plein air de Créteil). Il pourrait alors en découler **un risque de saturation dans certains lieux touristiques** et de conflits d'usage sur l'eau, voire pour les sites aquatiques de plein air des périodes d'étiage sévères pénalisant la pratique de loisirs nautiques et générant des risques de pollution plus importants sur les plans d'eau et rivières. Le patrimoine culturel bâti pourrait par ailleurs devenir plus vulnérable, avec une dégradation du confort thermique pour les visiteurs mais aussi une dégradation possible de l'architecture ou d'autres éléments (fresques, peintures…). Les transports et les centres d'hébergement connaîtront également une dégradation de leur confort thermique. L'utilisation de la climatisation pourrait alors se développer, ce qui constituerait une pression supplémentaire sur la ressource énergétique et accentuerait l'effet d'îlot de chaleur urbain.	**La sensibilité des acteurs du secteur touristique aux impacts du changement climatique est encore très faible**. A ce titre, il est difficile d'évaluer les impacts du changement climatique dans les départements de la Petite Couronne comme le Val-de-Marne, sachant que le tourisme en Ile-de-France est avant tout urbain et centralisé sur Paris. Néanmoins, les impacts du changement climatique pourront impacter le tourisme de proximité, des habitants des zones urbaines vers les sites touristiques aquatiques (recherche de fraîcheur). **Une anticipation de hausse de la fréquentation touristique** est nécessaire, notamment en matière de tourisme de proximité (recherche de fraîcheur des populations de l'agglomération parisienne) : gestion des volumes sur les sites touristiques, hébergements, préservation des paysages et des ressources naturelles et de la ressource en eau, prévention contre les risques.

Agriculture et forêts	**Agriculture** Une agriculture en Petite Couronne confrontée à **une forte pression urbaine**. Une **disparition à un rythme de plus en plus soutenue des exploitations**, principalement liée à une diminution du nombre d'exploitations spécialisées (horticulture et maraîchage) : en 2010, le Val-de-Marne comptabilisait 53 exploitations sur une Surface Agricole Utilisée de 998 ha, alors qu'en 2000 108 exploitations étaient recensées pour une SAU de 1 165 ha. Une **prédominance de petites et moyennes exploitations de floriculture** : 3 exploitations sur 5 à l'échelle de la Petite Couronne, pour une superficie moyenne de 2 ha. **Le Val-de-Marne concentre la moitié des exploitations agricoles de la Petite Couronne**. **Des exploitations maraîchères principalement situées dans le Val-de-Marne** : secteurs de Périgny-sur-Yerres et de Mandres-les-Roses. **Douze exploitations de grandes cultures** (blé, maïs et betteraves) sont présentes dans la Petite Couronne, occupant plus de 1 400 ha (soit 74% de la SAU de la Petite Couronne), **principalement localisées dans le Sud-est du Val-de-Marne sur le plateau**	**Les aléas qui vont toucher l'agriculture** (hausse des températures, sécheresses plus fréquentes, diminution de l'eau disponible) **ont tous une probabilité élevée d'occurrence** dans un secteur fondamentalement sensible face aux variations climatiques. **La forêt est l'un des écosystèmes les plus exposés au changement climatique** : augmentation des températures, évolution des régimes de précipitations, sécheresses et canicules plus fréquentes sont susceptibles d'impacter la forêt en profondeur, résultant en des évolutions de productivités et un déplacement géographique des aires favorables aux différentes essences forestières.	**Agriculture** L'augmentation des températures moyennes durant la période de croissance des végétaux et l'accroissement du taux de CO_2 ont pour conséquence le décalage des stades phénologiques des cultures. **A court terme, cela aura un impact positif sur les rendements**, particulièrement les cultures de blé qui profitent d'une augmentation du CO_2. Néanmoins, la fréquence des sécheresses, les besoins croissants en irrigation annuleront les effets positifs. **La succession des stress hydriques et thermiques auront des effets néfastes pour l'agriculture** en impactant les rendements, et par conséquence les revenus des agriculteurs. Les cultures maraîchères, dans les secteurs de Périgny-sur-Yerres et de Mandres-les-Roses, sont très sensibles à ces stress, des températures trop élevées et un déficit en eau pouvant rendre impossible ce type de culture. L'évolution climatique et la modification de l'aire de répartition pourraient **favoriser l'émergence de bioagresseurs**. **Forêts** De même que pour l'agriculture, les forêts connaîtront **à court terme une hausse de productivité** liée aux concentrations plus importantes de CO_2. Pour autant, **la succession de sécheresses et de stress hydrique peut fragiliser la croissance des forêts**, notamment le hêtre, dominant dans le Massif de Fontainebleau. **L'impact des bioagresseurs sur les forêts sera plus important**, le changement climatique impactant physiologiquement les arbres, les rendant plus vulnérables. Par ailleurs, **une**	**Agriculture** **L'agriculture dans le Val-de-Marne n'est pas très développée, mais elle présente pour autant un grand intérêt régional, pour son caractère périurbain à préserver** (circuits courts et de proximité)**.** **Plusieurs leviers peuvent être utilisés pour réduire la dépendance aux ressources en eau**, dans un contexte où l'irrigation ne constitue pas une réponse adaptée à long terme, en raison des conflits d'usage : - Préserver les sols disposant d'une réserve utile élevée ; - Sélectionner et cultiver des variétés mieux adaptées au manque d'eau ; - Adapter les pratiques culturales. Par ailleurs, la **diversification des cultures permettraient de mieux répartir les risques** et de réduire la vulnérabilité de l'agriculture. En cela, le développement de l'agriculture périurbaine peut être une réponse adaptative très bénéfique pour les milieux urbains (qualité et cadre de vie, végétalisation, alimentation…). **Forêts** La **prise en compte du changement climatique dans la gestion** des espaces forestiers permettrait de réduire la vulnérabilité. Une meilleure **prise en compte de l'augmentation du risque de feux de forêts** pourrait également être bénéfique. Par ailleurs, la capacité d'adaptation des forêts dépendra en partie du **choix des essences forestières**.

	Briard. **Forêts** Le Val-de-Marne compte environ 2 550 ha de forêts et espaces boisés. L'Arc boisé du Val-de-Marne est localisé dans le Sud-est du département.		**augmentation du risque de feux de forêts**, principalement dans l'Arc boisé du département, est plus que certaine. Les différents impacts négatifs causés sur les forêts auront **des répercussions importantes**, sur la biodiversité, le tourisme et les activités récréatives, la production de biomasse, le stockage du carbone, la qualité de l'air, etc. C'est donc **l'ensemble des fonctions de la forêt et des services éco-systémiques rendus qui se verront impacter**.	

FICHE TERRITOIRE – Val d'Oise

Thématique	Les spécificités du Val d'Oise	Les vulnérabilités du département du Val d'Oise		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE TRANSVERSALE				
Risques naturels	**Risque inondations** Département le moins concerné en termes de surface : 2 981 ha de surface estimée en zone inondable en 2008, soit 2% du territoire. Zones inondables : principalement rurales, elles constituent une zone d'expansion des crues pour l'Oise en majorité, mais aussi pour l'Aisne et l'Aire. Quelques communes en bord de Seine sont également concernées. **Retrait-gonflement des argiles** 84% du territoire valdoisien est exposé à ce risque à des degrés divers. Toutes les communes ont au moins une partie de leur territoire concernée, mais celles situées au Nord de Montmorency sont les plus exposées, avec un aléa fort à moyen. **Risque de feux de forêts** La Région Ile-de-France est actuellement peu concernée. Comme tous les départements de Grande Couronne, la surface totale en forêts, landes et garrigues est assez important dans le Val d'Oise, avec 31 000 ha. Cependant, entre 2000 et 2009, ce département a été l'un des moins concernés, avec 2 incendies en moyenne ont été recensés annuellement, avec une	**Inondations** Une augmentation potentielle du risque (incertitude importante), dans l'hypothèse d'une évolution des précipitations en quantité et en intensité. **Retrait-gonflement des argiles** Une augmentation du risque dans les zones pédologiques concernées, en raison d'une alternance plus intense entre sécheresses / fortes pluies (tendance robuste). **Risque de feux de forêts** La vulnérabilité est aujourd'hui faible mais pourrait augmenter avec le changement climatique, en raison de l'accroissement de l'intensité de la durée des épisodes de sécheresse et de la fragilisation des écosystèmes forestiers.	**Inondations** Le Val d'Oise paraît peu sensible à l'aléa inondation, 70% des zones inondables étant occupées par des zones naturelles ou agricoles, susceptibles de jouer le rôle de zone d'expansion des crues. Néanmoins, en ce qui concerne les inondations par ruissellement, le Val d'Oise semble très sensible, notamment dans le Sud-est du département et le long de l'Oise : elles peuvent causer des coulées de boue de terrains agricoles vers des zones d'habitation, risque qui semble assez important dans le département. Avec une évolution de l'intensité des précipitations, la vulnérabilité du territoire à ce phénomène augmentera sans la mise en œuvre de mesures adaptatives. **Retrait-gonflement des argiles** Le Val d'Oise est assez sensible au risque de retrait-gonflement des argiles, la majorité du territoire étant moyennement à fortement exposée. **Feux de forêts** A l'horizon 2050, près de la moitié des surfaces des landes et forêts de l'Ile-de-France devraient connaître un niveau élevé de l'aléa. Ce risque pourrait concerner davantage le Val d'Oise, notamment en raison de l'augmentation des surfaces boisées (par exemple, le projet de la plaine de Pierrelaye dans le cadre de la ceinture verte du Grand Paris : pensé comme un espace multifonctionnel, la proximité des habitats et des zones forestières risquerait d'accroître la vulnérabilité humaine aux feux de forêt.	**Inondations** La vulnérabilité future face aux inondations dépend des choix d'aménagements. Très peu concerné par les crues de la Seine, le Val d'Oise est principalement concerné par l'Oise. Or, les aménagements en amont de la Seine n'impactent pas le niveau de l'Oise. Néanmoins, un EPTB interdépartemental gère des bassins de stockage sur l'ensemble du bassin versant. Par ailleurs, plusieurs PPRI prescrits et approuvés peuvent être dénombrés dans le Val d'Oise. La question de la maîtrise de l'urbanisme est très importante dans le Val d'Oise, puisque de nombreux projets d'aménagements sont situés en zones inondables, le long de l'Oise. Face à la vulnérabilité « systémique » de l'Ile-de-France à l'aléa, il apparaît essentiel de créer une culture du risque par l'ensemble des acteurs, à un échelon interrégional. La sensibilisation des populations doit être poursuivie, afin de responsabiliser les habitants, la « mémoire du risque » étant difficile à maintenir. Enfin, quelques initiatives dans le département du Parc naturel régional du Vexin, mais aussi d'associations, ont déjà été entreprises pour réduire la vulnérabilité du territoire face aux coulées de boues lors d'une inondation (études et observations sur l'érosion des sols, aménagements de parcelles agricoles en amont d'habitations, etc.). **Retrait-gonflement des argiles** La diminution de la vulnérabilité dépend de la prise en compte du risque dans les documents d'urbanisme mais aussi dans les méthodes de construction. Une sensibilisation des particuliers et des professionnels est également nécessaire. **Feux de forêts** La diminution de l'urbanisation diffuse en zone forestière est une réponse adaptative. La mise en place d'une bonne gestion des espaces boisés peut également permettre de réduire la vulnérabilité.

	surface incendiée moyenne de 1,8 ha.			
Ressources en eaux	**Le Val d'Oise est caractérisé par un réseau hydrographique très développé, divisé en trois grands bassins versants : Oise, Seine et Epte** La nappe de l'Albien-Néocomien, entièrement captive sur le territoire francilien (et donc bénéficiant d'une protection naturelle importante) est la seule nappe profonde dans le Val d'Oise. Le reste de l'alimentation en eau du département est assuré par des nappes libres ou superficielles. **Les prélèvements des ressources en eau sont essentiellement destinés à l'alimentation en eau potable**, mais **l'agriculture est également consommatrice d'eau**. Cette consommation reste inférieure aux usages domestiques mais les deux types d'usage dépendent en partie des mêmes ressources souterraines. Toutefois, au vu des besoins actuels et des quantités disponibles, il ne semble pas y avoir de concurrence d'usage. En tout, 21 sites de loisirs nautiques sont recensés dans le Val d'Oise, dont l'aire urbaine de Cergy-Pontoise, caractérisée par plusieurs étangs aménagés en bases de loisirs.	A l'heure actuelle, **la situation des ressources en eau est peu problématique dans le Val d'Oise**. Le contrôle des prélèvements des eaux souterraines permettent un bon approvisionnement de la ressource en eau. L'Ile-de-France dispose en outre d'un bon réseau de distribution. **Pour autant, par effet structurel, les besoins et les prélèvements augmentent**, tandis que des activités (principalement l'agriculture) dégradent la ressource. **Le changement climatique devrait néanmoins engendrer une diminution des précipitations moyennes** (principalement en été), **davantage de sécheresses**, et une **part plus importante de précipitations tombant sous forme de fortes pluies en hiver**. Parallèlement, la hausse des températures augmentera l'évapotranspiration,	La plus grande dépendance aux ressources souterraines des départements de Grande Couronne rendent ces territoires plus vulnérables, dans le contexte du changement climatique et de ses effets sur les ressources en eaux : rechargement plus lent des nappes, dégradation possible de leur qualité, etc. **En termes quantitatifs, cette dépendance risque d'augmenter la vulnérabilité d'approvisionnement**, les ressources souterraines étant déjà fortement sollicitées alors même que leur renouvellement est plus lent. Les cours d'eau qui traversent le département devraient voir **leur débit réduit**, surtout en été, voire connaître **des périodes de sécheresse problématiques en termes de gestion des étiages**. Avec l'effet structurel de l'augmentation de la population, les besoins en eau seront alors plus élevés, principalement en période estivale, où les ressources seront moins importantes. **En termes qualitatifs**, les ressources souterraines du Val d'Oise se sont considérablement dégradées. Le maintien du bon état écologique pour certains cours d'eau pourrait aussi être difficile, du fait d'une baisse du débit et de l'augmentation de la population. **L'assainissement pour l'alimentation en eau potable sera un enjeu majeur**. **La diffusion des pollutions agricoles par ruissellement peut également constituer un risque élevé**. Le **partage des prélèvements des nappes entre plusieurs territoires pourrait devenir problématique dans un contexte de raréfaction des ressources et d'une augmentation des besoins de prélèvement**. Le report des prélèvements vers les eaux de surface constituerait une pression	Concernant la diminution des débits des cours d'eau et le prolongement des débits d'étiage, une bonne régulation, dans la limite de leur capacité de stockage en amont du bassin de l'Oise, peut constituer une réponse efficace en termes de gestion. En ce sens, seule une gestion commune à l'ensemble des territoires, voire au niveau du Bassin de Seine-Normandie pourrait permettre de réduire la vulnérabilité des effets du changement climatique sur les ressources hydrographiques. Par ailleurs, la mise en service en 2015 du canal Seine-Nord Europe, reliant l'Oise au canal de Dunkerque, augmentera par quatre le trafic fluvial. Or, la diminution de la ressource en eau rend le réseau hydrographique très vulnérable, en diminuant sa capacité de transport des grands gabarits. Seule **une diminution des prélèvements des nappes d'eau souterraines constitue une réponse adaptée à leur baisse de niveau**, si toutefois le niveau d'eaux pluviales est suffisant pour permettre un certain rechargement. Pour pallier à cela, **des mesures d'économie d'eau seront nécessaires sur tous les usages** : cela passe par une modification des pratiques agricoles notamment pour réduire les besoins, mais aussi à une sensibilisation et une éducation des populations afin d'éviter tout gaspillage. Enfin, **l'amélioration de la qualité des eaux ne pourra se faire sans une diminution des émissions de produits toxiques** (principalement dans l'agriculture) et **une amélioration des techniques de traitement et d'assainissement**. L'enjeu pour le Val d'Oise, comme pour l'ensemble des départements franciliens, sera par ailleurs de réussir à gérer l'augmentation de la demande en eau, d'arbitrer entre différents conflits d'usage potentiels en mettant en place un bon système de gestion, tout en disposant d'un réseau d'assainissement adéquat pour prendre en charge les futurs besoins supplémentaires.

		résultant en une diminution de l'eau disponible, tant pour les eaux de surface que pour les nappes.	supplémentaire. Pressions et conflits sur les ressources entraîneront une augmentation du prix. A**utre effet ciseau potentiel :** Les sites de loisirs nautiques pourraient connaître une sur-fréquentation liée aux besoins de rafraîchissement, entraînant une dégradation de la qualité de l'eau, voire des problèmes sanitaires avec l'augmentation des températures.	
Milieux et écosystèmes	**Le Val d'Oise est composé de nombreux espaces naturels**, les espaces boisés représentant 19% de la superficie du territoire (en 2003) tandis que les espaces agricoles constituent 43% du territoire. A ce titre, la **présence de milieux naturels est importante** : - Trois principaux massifs forestiers : Montmorency, l'Isle-Adam et Carnelle ; - Des zones humides dans les cœurs de vallées ; - Une composition de mosaïques agricoles très présente sur le territoire ; - Des pelouses sèches calcicoles dans l'Ouest du département (le Vexin). Le Val d'Oise connaît donc une riche biodiversité, source de nombreux services « écosystémiques ». Comme dans le reste de l'Ile-de-France, l'érosion des milieux et des écosystèmes, plus largement de la biodiversité, est due à **des**	Bien que difficile à évaluer, l'impact du changement climatique constitue une pression supplémentaire sur les milieux et les écosystèmes. Situés à la limite est de la région biogéographique atlantique, les milieux franciliens sont en effet exposés à toute variation du climat (augmentation des températures, évolution du régime des précipitations, événements extrêmes). Ainsi, il est possible d'anticiper **une évolution de l'aire de répartition des espèces et une fragilisation des espaces sensibles, notamment à cause d'une évolution physiologique de plusieurs espèces mais aussi le développement d'espèces invasives.**	De **nombreux espaces naturels sensibles au changement climatique** : - Les **zones humides**, dans les cœurs de vallées le long de l'Oise et des principaux cours d'eau, sont très sensibles au changement climatique (températures, sécheresses). La vulnérabilité future de ces zones dépendra des choix d'aménagement et de la prise en compte des enjeux environnementaux. - Les **pelouses calcaires** du Vexin constituent un refuge pour de nombreuses espèces thermophiles, leur préservation permettrait ainsi de faciliter l'adaptation de ces espèces. D'autres milieux ouverts, comme les mosaïques agricoles, peuvent constituer un atout futur pour l'adaptation de certaines espèces. la **sensibilité future des espèces animales et végétales** dépendra de leur capacité d'adaptation notamment en termes d'aire de répartition. Un risque de **prolifération d'espèces invasives**, principalement le long du réseau hydrographique.	Le territoire dispose de nombreux atouts pour favoriser l'adaptation des milieux et des écosystèmes : - De **nombreux périmètres de protection** (ZNIEFF 1 et 2, Natura 2000, etc.) sont présents dans le Val d'Oise ; le Parc naturel régional du Vexin couvre également en partie le territoire, tout comme le Parc naturel régional Oise-Pays de France. - La publication du S**chéma Régional de Cohérence Ecologique** d'Ile-de-France vise par ailleurs à définir une stratégie régionale pour l'aménagement de continuités écologiques. L'enjeu est d'augmenter la résilience des écosystèmes, en couplant protection des espaces naturels sensibles et présentant un intérêt remarquable en termes de biodiversité avec une logique d'aménagement des continuités écologiques, afin d'éviter une fragmentation trop importante des milieux et favoriser la dispersion des espèces.

	pressions anthropiques : urbanisation et étalement urbain, spécialisation de l'agriculture vers les grandes cultures intensives, fragmentation des milieux par les infrastructures, etc.			
Santé	**Une population très jeune :** plus d'un habitant sur trois est âgé de moins de 25 ans (soit 35,8%, seule la Seine-Saint-Denis présente un pourcentage supérieur). La part des habitants âgés de moins de 25 ans est particulièrement importante en **Plaine de France**, à **Cergy-Pontoise** et sur les **Rives de Seine.** **Néanmoins, une part des plus de 60 ans en augmentation.** **Un taux d'équipement médical pour 1 000 habitants inférieur dans le Val d'Oise :** 2,7 contre une moyenne régionale de 4,2. Il y a donc un certain déficit de médecins généralistes au sein des espaces ruraux du département : une réelle problématique d'offre de soins libérale. **En termes de qualité de l'air, le Val d'Oise semble moins exposée**, grâce à la présence de nombreux espaces naturels. Néanmoins, certains axes et infrastructures de transports majeurs peuvent constituer des sources de nuisance.	**L'augmentation des températures moyennes**, particulièrement en été, ainsi qu'une hausse des vagues de chaleur, impacteront la santé humaine et **augmenteront la vulnérabilité aux épisodes de canicules**, en particulier des personnes âgées vivant seules. Le Val d'Oise est **moins exposé que l'agglomération parisienne aux effets d'îlot de chaleur urbain** (EICU) de par la présence de nombreux espaces naturels. Néanmoins, il est à noter que **le long de la Seine est concerné par une surexposition à la fréquence des canicules** par rapport à d'autres territoires franciliens.	Même si le département est moins exposé aux EICU, les principales agglomérations y seront vulnérables : Cergy-Pontoise, Argenteuil, Sarcelles… Les populations sont inégales face aux épisodes de forte chaleur. La vulnérabilité dépend à la fois de l'âge, de l'isolement social, des inégalités sociales, du niveau de culture de la chaleur, etc. Bien qu'étant un « département jeune »**, la population de personnes âgées de 75 ans ou plus aura doublé en 2030**. Cette forte augmentation concerne l'ensemble des départements de la Grande Couronne. Le nombre de personnes âgées dépendantes sera également supérieur en Grande Couronne. **L'Ouest et le Sud-Sud-est du département concentrent des populations peu aisées, souvent âgées, ce qui augmente davantage leur vulnérabilité**. Par ailleurs, bien que la tendance soit moins prononcée que dans le cœur de l'agglomération parisienne, le nombre de personnes vivant seules et celui de familles monoparentales augmenteront. Concernant **la sensibilité des populations face aux pollutions atmosphériques, elle risque également d'augmenter dans le Val d'Oise**, principalement au niveau des agglomérations. Elle restera cependant inférieure à l'agglomération parisienne. Quant à l'augmentation des maladies allergiques, qui touchent principalement les populations en milieu urbain, elle touchera le Val d'Oise, avec un niveau de pollinisation plus long et précoce.	Les inégalités en matière d'équipements de santé et d'accès aux soins représentent une fragilité au regard du changement climatique. Bien que la population valdoisienne soit jeune, même en comparaison des autres départements franciliens, certains secteurs sont déjà déficitaires en matière d'équipements et doivent adapter leur offre de soins en gériatrie (les bassins de santé de Pontoise et de Gonesse notamment). Le changement climatique vient renforcer **une problématique déjà identifiée au niveau régional**, avec la nécessité d'augmenter l'offre de prise en charge, d'aidants pour répondre aux besoins des personnes âgées dépendantes. La **mise en place du Plan Canicule depuis l'été 2003** permet de limiter l'effet sanitaire des fortes chaleurs sur le territoire. Par ailleurs, l'Observatoire Régional de la Santé a lancé en 2012 **un programme d'études sur les risques sanitaires liés au changement climatique** et les impacts au niveau régional.

Thématique	Les spécificités du Val d'Oise	Les vulnérabilités du département du Val d'Oise		
		Exposition	Sensibilité	Capacité d'adaptation
APPROCHE SECTORIELLE				
Réseaux et énergie	Les différents réseaux concernés sont : - **Les réseaux électriques et énergétiques** La Seine-et-Marne bénéficie du maillage dense en radiales de l'Ile-de-France. Le département importe l'essentiel de ses besoins énergétiques. A noter que les deux centrales thermiques du département sont devenues obsolètes (démantèlement de la centrale de Champagne-sur-Oise achevé en 2014). Il n'y a donc plus de sites de production électrique dans le Val d'Oise. - **Les réseaux d'approvisionnement et d'assainissement de l'eau :** une usine de production d'eau potable à Méry-sur-Oise. - **Les réseaux de transports :** le développement du Grand Paris et du futur métro automatique impactera l'Est du département, dans le Val de France Gonesse (Roissy Plaine de France et Nord-est de Roissy), mais aussi l'agglomération de Cergy. - **Les réseaux de télécommunications** - **Les réseaux de collecte et de traitement des déchets**	La vulnérabilité des réseaux aux aléas est forte malgré des infrastructures relativement robustes, accentuée par leur interdépendance responsable d'un « effet domino ». Le changement climatique exercera une double pression : - sur les infrastructures elles-mêmes ; - sur la demande et les services attendus. Les réseaux énergétiques, particulièrement les réseaux électriques, constituent les réseaux les plus vulnérables : la dépendance énergétique constitue le plus grand facteur de vulnérabilité au vu des différents usages de l'énergie, notamment pour le bon fonctionnement de l'ensemble des réseaux. Les vagues de chaleur, les évènements climatiques extrêmes (inondations, tempêtes…), mais aussi l'évolution de la demande	**La demande énergétique** Le changement climatique aura un impact sur la demande saisonnière : une probable augmentation de la demande estivale pour le rafraîchissement et une diminution de la demande hivernale. Lors de la canicule de 2003, un manque de production d'énergie s'est fait sentir pour les centrales, confrontées à des difficultés de refroidissement. L'évolution de la vulnérabilité future dans le Val d'Oise pourrait dépendre du choix d'aménagement et de reconversion des sites de production. Par ailleurs, pour permettre l'alimentation électrique du Grand Paris et la hausse structurelle de la demande, un nouveau poste source sera construit dans le Sud-est du département. Ce poste ne servira qu'à couvrir les besoins structurels du Grand Paris, sans considération des impacts du changement climatique, qui tendront à augmenter la demande. **La demande en eau :** Le climat mais aussi les habitudes de consommation influencent directement les besoins en eau, ce qui se répercute sur les réseaux. Le réseau de production d'eau potable est assuré au niveau régional (excepté Paris) et semble robuste aux différents aléas. Cependant, la raréfaction et la dégradation de la ressource en eau causées par le changement climatique impacteraient les réseaux d'eaux. **Vulnérabilité des réseaux au risque inondation** Dans le Val d'Oise, la sensibilité au risque inondation semble limitée et dépend surtout des crues de l'Oise et de ses affluents. En zone urbaine et périurbaine, les réseaux de	Les capacités d'adaptation des différents réseaux doivent être pensées à une échelle régionale voire au-delà. La vulnérabilité des réseaux face aux aléas climatiques extrêmes dépend de l'intensité de l'aléa et du degré de préparation des gestionnaires des réseaux, pour la sécurisation des réseaux (en alimentation électrique, mais aussi en termes de maîtrise de l'évolution future de la demande). Concernant l'énergie, Les impacts du changement climatique confortent l'intérêt d'un positionnement précoce dans le domaine des énergies nouvelles, et d'une **diversification des sources d'énergie** (géothermie, éolien, biomasse…). L'enjeu est donc d'assurer une bonne gouvernance entre tous les acteurs et des interactions suffisantes entre les différents réseaux.

		pourront à l'avenir affecter davantage les réseaux.	distribution d'énergie sont principalement enterrés. Les réseaux énergétiques paraissent plus vulnérables en s'éloignant de la capitale. De nombreuses centrales dont dépend l'approvisionnement électrique du Val d'Oise sont en zones inondables. Bien que le réseau de distribution ne soit pas directement affecté, le territoire peut connaître des fragilités électriques en cas d'inondation ou de crue. Les réseaux d'eau potable sont considérés moyennement vulnérables au risque inondation, tandis que les réseaux d'assainissement paraissent très vulnérables. Enfin, les réseaux de transports sont assez exposés au risque inondation dans le Nord et l'Est des Yvelines et dans les interconnexions avec l'agglomération parisienne. Néanmoins, en cas de crue centennale, l'ensemble du département serait impacté, puisque 70% du réseau métropolitain et express régional seraient touchés. **Vulnérabilité aux évènements climatiques extrêmes** Il est aujourd'hui **difficile d'évaluer la sensibilité future des réseaux aux évènements climatiques extrêmes**. Pour autant, elle risque fortement d'augmenter. Ainsi, les réseaux électriques et de télécommunications aériens sont sensibles aux tempêtes, tandis que les réseaux enterrés peuvent subir des dommages suite à l'augmentation des températures. Les réseaux d'assainissement peuvent par ailleurs être affectés par une diminution de l'étiage des différents cours d'eau. Enfin, les réseaux de transports sont sensibles aux températures élevées (écartement des rails mais aussi dégradation du confort thermique pour les usagers).	

Urbanisme et cadre bâti	**Un « modèle pavillonnaire » très développé dans le Val d'Oise.** **Un cadre bâti très fortement touché par le phénomène de retrait-gonflement des argiles**.	Le modèle pavillonnaire présente une moins forte exposition aux effets d'îlot de chaleur urbain, en comparaison de l'agglomération parisienne. Seules les zones urbaines sont plus exposées : Cergy-Pontoise, Argenteuil, Sarcelles… Les zones urbanisées sont peu exposées au risque inondation, sauf ponctuellement, dans les zones urbaines le long des cours d'eau inondables.	**L'habitat individuel est plus sensible vis-à-vis des températures extrêmes** que l'habitat collectif. **La vulnérabilité du bâti**, notamment face aux canicules, **augmentera sensiblement**, avec des conséquences sur la **qualité de vie** (inconfort thermique) et la **sécurité sanitaire des populations**. **Le phénomène de retrait-gonflement des argiles augmentera, avec un impact sur la couverture assurantielle des bâtiments** et une hausse du prix des assurances. Avec une augmentation de 10% de la fréquence des sécheresses, la part des assurances dans le budget des ménages pourrait doubler. La **sensibilité du bâti par rapport à d'autres phénomènes comme les tempêtes sera** également **supérieure**.	La Réglementation Thermique de 2012 devrait permettre **une meilleure prise en compte des critères de performance énergétique et de confort d'été**. L'isolation thermique sera donc mieux prise en compte et permettra notamment de promouvoir la conception bioclimatique des bâtiments. Mais un travail sur le patrimoine bâti existant reste à développer. Dans les zones urbaines concernées par l'EICU, **un aménagement adéquat permettrait de réduire la vulnérabilité** : bioclimatisation, végétalisation des espaces urbains, etc. Concernant le phénomène de retrait-gonflement des argiles, **des campagnes de sensibilisation** quant à la vulnérabilité des maisons individuelles sont nécessaires. La prévention, via la sensibilisation mais aussi les normes de construction et la sensibilisation, est en effet actuellement insuffisante.
Tourisme	Un **tourisme de proximité** prédominant. Présence d'un **casino** Barrière à Enghien-les-Bains, le seul d'Ile-de-France, à proximité de l'agglomération parisienne. Un **offre de tourisme de nature** (trois massifs domaniaux très fréquentés, deux PNR dans le département…) : la forêt de Montmorency par exemple reçoit annuellement plus de 10 millions de visiteurs, de par notamment sa proximité avec l'agglomération parisienne.	Au regard du changement climatique, le tourisme sera principalement affecté par l'élévation des températures et l'évolution de la ressource en eau disponible.	**L'offre touristique paraît actuellement peu dépendante des conditions climatiques.** L'attractivité du territoire ne serait donc pas ou peu affectée par le changement climatique, qui pourrait même **conforter son attrait comme destination de proximité pour la recherche de fraîcheur** : nombreux sites naturels dont des lieux de baignade. Il pourrait alors en découler **un risque de saturation dans certains lieux touristiques** (espaces naturels et zones de baignade) et de conflits d'usage sur l'eau, notamment en raison de la forte présence de la filière agricole : cela concerne l'ensemble des sites de baignade valdoisiens, qui pourraient connaître des périodes d'étiage sévères pénalisant la pratique de loisirs nautiques et générer des risques de pollution plus importants sur les plans d'eau et rivières.	**La sensibilité des acteurs du secteur touristique aux impacts du changement climatique est encore très faible**. A ce titre, il est difficile d'évaluer les impacts du changement climatique dans les départements de la Grande Couronne comme le Val d'Oise, sachant que le tourisme en Ile-de-France est avant tout urbain et centralisé sur Paris. Néanmoins, les impacts du changement climatique pourront impacter le tourisme de proximité, des habitants des zones urbaines vers les espaces naturels (recherche de fraîcheur). **Une anticipation de hausse de la fréquentation touristique** est nécessaire, notamment en matière de tourisme de proximité (recherche de fraîcheur des populations de l'agglomération parisienne) : gestion des volumes sur les sites touristiques, hébergements, préservation des paysages et des ressources naturelles et de la ressource en eau, prévention contre les risques.

Agriculture et forêts	Les terres agricoles et les espaces forestiers occupent une place prépondérante dans l'économie et le paysage du Val d'Oise. **Agriculture** Les exploitations agricoles occupent une superficie d'un peu plus de 59 000 ha, soit **49% du territoire départemental**. **L'agriculture est prédominante dans tout le grand ouest du Val d'Oise, mais également dans l'extrême est**. Les grandes cultures représentent les 2/3 des exploitations agricoles. 77% des exploitations de grandes cultures sont spécialisées en céréales et oléoprotéagineux. Ce **type de cultures est moins prédominant que dans les autres départements de la Grande Couronne**. En effet, dans le Val d'Oise, d'autres types de cultures ont une emprise plus importante, comme les betteraves, les pommes de terre, les légumes de plein champ… La filière maraîchère et l'horticulture semblent en plein déclins dans le département. **Forêts** Avec plus de 20 000 ha, les surfaces boisées représentent 17% de la superficie totale du Val d'Oise, ce qui en fait le département le moins boisé de la Grande Couronne.	**Les aléas qui vont toucher l'agriculture** (hausse des températures, sécheresses plus fréquentes, diminution de l'eau disponible) **ont tous une probabilité élevée d'occurrence** dans un secteur fondamentalement sensible face aux variations climatiques. **La forêt est l'un des écosystèmes les plus exposés au changement climatique** : augmentation des températures, évolution des régimes de précipitations, sécheresses et canicules plus fréquentes sont susceptibles d'impacter la forêt en profondeur, résultant en des évolutions de productivités et un déplacement géographique des aires favorables aux différentes essences forestières.	**Agriculture** L'augmentation des températures moyennes durant la période de croissance des végétaux et l'accroissement du taux de CO_2 ont pour conséquence le décalage des stades phénologiques des cultures. **A court terme, cela aura un impact positif sur les rendements**, particulièrement les cultures de blé, très présente dans le département (42% des cultures valdoisiennes sont des cultures de blé) qui profitent d'une augmentation du CO_2. Néanmoins, la fréquence des sécheresses, les besoins croissants en irrigation annuleront les effets positifs. **La succession des stress hydriques et thermiques auront des effets néfastes pour l'agriculture** en impactant les rendements, et par conséquence les revenus des agriculteurs. Les cultures maraîchères de betteraves ont un besoin en irrigation important et sont très sensibles à ces stress, des températures trop élevées et un déficit en eau pouvant rendre impossible ce type de culture. L'évolution climatique et la modification de l'aire de répartition pourraient **favoriser l'émergence de bioagresseurs**. Le caractère intensif de l'agriculture francilienne renforcerait par ailleurs leur impact négatif. **Forêts** De même que pour l'agriculture, les forêts connaîtront **à court terme une hausse de productivité** liée aux concentrations plus importantes de CO_2. Pour autant, **la succession de sécheresses et de stress hydrique peut fragiliser la croissance des forêts**. **L'impact des bioagresseurs sur les forêts sera plus important**, le changement climatique impactant physiologiquement les arbres, les rendant plus vulnérables.	**Agriculture** **Plusieurs leviers peuvent être utilisés pour réduire la dépendance aux ressources en eau**, dans un contexte où l'irrigation ne constitue pas une réponse adaptée à long terme, en raison des conflits d'usage : - Préserver les sols disposant d'une réserve utile élevée ; - Sélectionner et cultiver des variétés mieux adaptées au manque d'eau ; - Adapter les pratiques culturales. Par ailleurs, la **diversification des cultures permettraient de mieux répartir les risques** et de réduire la vulnérabilité de l'agriculture. **Forêts** La **prise en compte du changement climatique dans la gestion** des espaces forestiers permettrait de réduire la vulnérabilité. Une meilleure **prise en compte de l'augmentation du risque de feux de forêts** pourrait également être bénéfique. Par ailleurs, la capacité d'adaptation des forêts dépendra en partie du **choix des essences forestières**.

	Les trois principaux massifs du Val d'Oise, Montmorency, l'Isle-Adam et Carnelle, couvrent une superficie de 4 500 ha.		Par ailleurs, **une augmentation du risque de feux de forêts** pourrait apparaître, bien que d'une moindre importance que dans le Sud de l'Ile-de-France. Néanmoins, l'importance du mitage urbain et des lisières forestières urbanisées dans le Val d'Oise rendraient les populations très vulnérables à un feu de forêt non maîtrisé. Il y a donc de forts enjeux humains (à titre d'exemple, il est possible d'évoquer le projet de la plaine de Pierrelaye). Les différents impacts négatifs causés sur les forêts auront **des répercussions importantes**, sur l'économie et la filière-bois, la biodiversité, le tourisme et les activités récréatives, la production de biomasse, le stockage du carbone, la qualité de l'air, etc. C'est donc **l'ensemble des fonctions de la forêt et des services éco-systémiques rendus qui se verront impacter**.	

SECTION 2 REALISATION D'UNE TYPOLOGIE COMMUNALE DES VULNERABILITES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ILE-DE-FRANCE

Pourquoi une typologie ?

Le **territoire francilien est hétérogène**. Les différentes communes, les différentes populations et les différents territoires ne sont pas égaux devant les perspectives du changement climatique.

Il apparaît donc désormais fondamental **de territorialiser le diagnostic** afin de mieux comprendre les spécificités de chaque territoire et d'identifier les stratégies d'adaptations les plus pertinentes. Cette ambition est d'autant plus nécessaire que la Région aimerait s'appuyer sur cette étude pour décliner localement les actions via les différents plans climat territoriaux.

Le travail réalisé lors de la présente étude est complet mais particulièrement volumineux et difficile à comprendre pour un interlocuteur novice. Un **besoin de synthèse et d'appropriation** par le plus grand nombre se fait sentir.

Enfin, cette approche du changement climatique est par définition pluri thématiques et a la particularité de croiser plusieurs angles d'approche (exposition, sensibilité, capacité d'adaptation). Un outil mettant en valeur cette approche systémique parait nécessaire.

Réaliser une typologie apporte un certain nombre de réponses à ces différentes préoccupations, permettant de transcrire de manière graphique des enjeux complexes.

A ce stade, il est possible de dégager les premiers principes méthodologiques d'une telle typologie. Toutefois, **une territorialisation au niveau communal serait une étude d'approfondissement** à envisager pour le territoire francilien.

Principes d'une typologie

L'objectif est donc de cartographier les vulnérabilités territoriales pour repérer les secteurs à enjeux et territorialiser les recommandations d'adaptation.

Le principe est de réaliser une typologie des espaces régionaux en fonction de leurs enjeux, à l'échelle de la commune et à partir d'indicateurs composites décrivant leur vulnérabilité. **Chacune des composantes de la vulnérabilité des territoires franciliens peut être illustrée par des indicateurs statistiques.**

Au vu de l'échelle régionale de l'étude, il parait pertinent de travailler des indicateurs à l'échelle communale (1 commune = 1 indicateur). Une approche infracommunale ne parait pas possible, sauf pour Paris qui pourra être divisée en plusieurs secteurs (regroupement d'arrondissements…).
Un travail important d'identification des indicateurs sera ainsi à réaliser, en fonction de leur pertinence, leur accessibilité. Puis des règles de calcul devront être mises en place.

A priori, la typologie pourrait se structurer autour des 3 familles d'enjeux identifiées en atelier

- Santé, cadre de vie ;
- Sécurité des infrastructures et des personnes ;
- Ressources.

Pour chacune des 3 familles d'enjeux, la vulnérabilité des communes franciliennes a 3 composantes :

- **L'exposition de la commune** aux aléas liés au changement climatique : les pics de chaleurs, les inondations, l'ICU, la qualité de l'air… ;

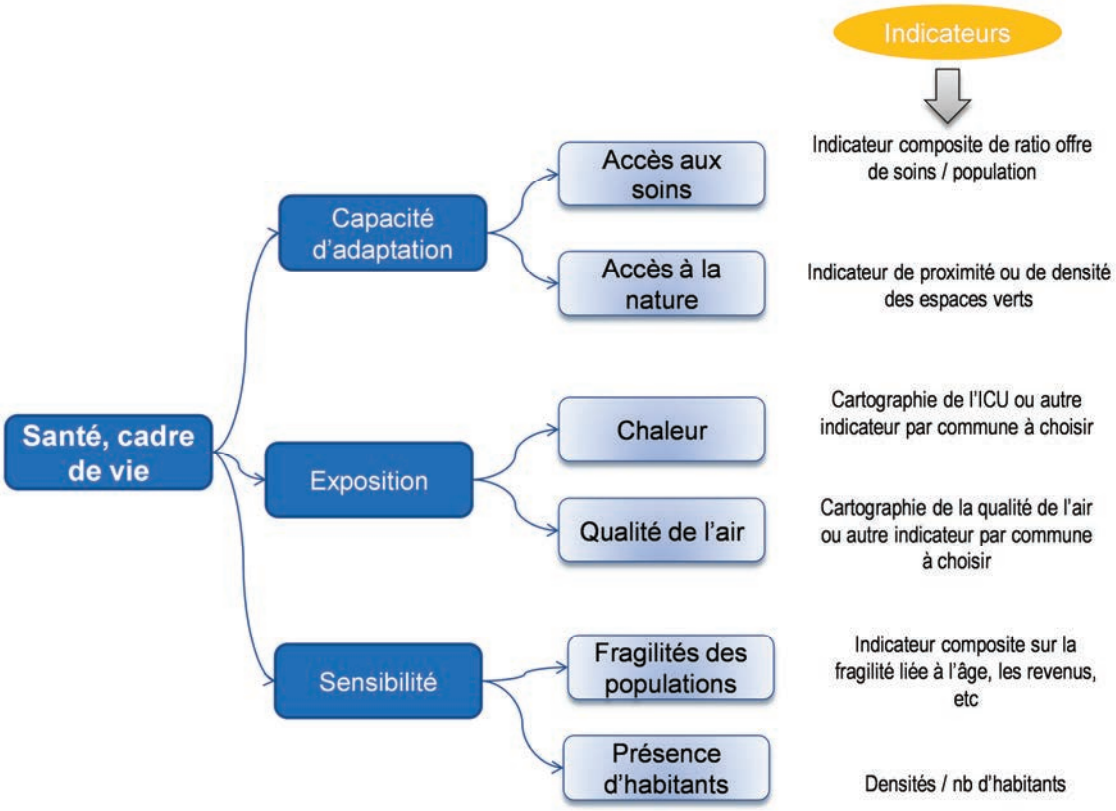
- **La sensibilité de la commune**, de ses espaces, de ses habitants au changement climatique : leur fragilité, leur susceptibilité d'être affecté par les aléas ;
- **La capacité d'adaptation de la commune** et de ses acteurs au changement climatique.

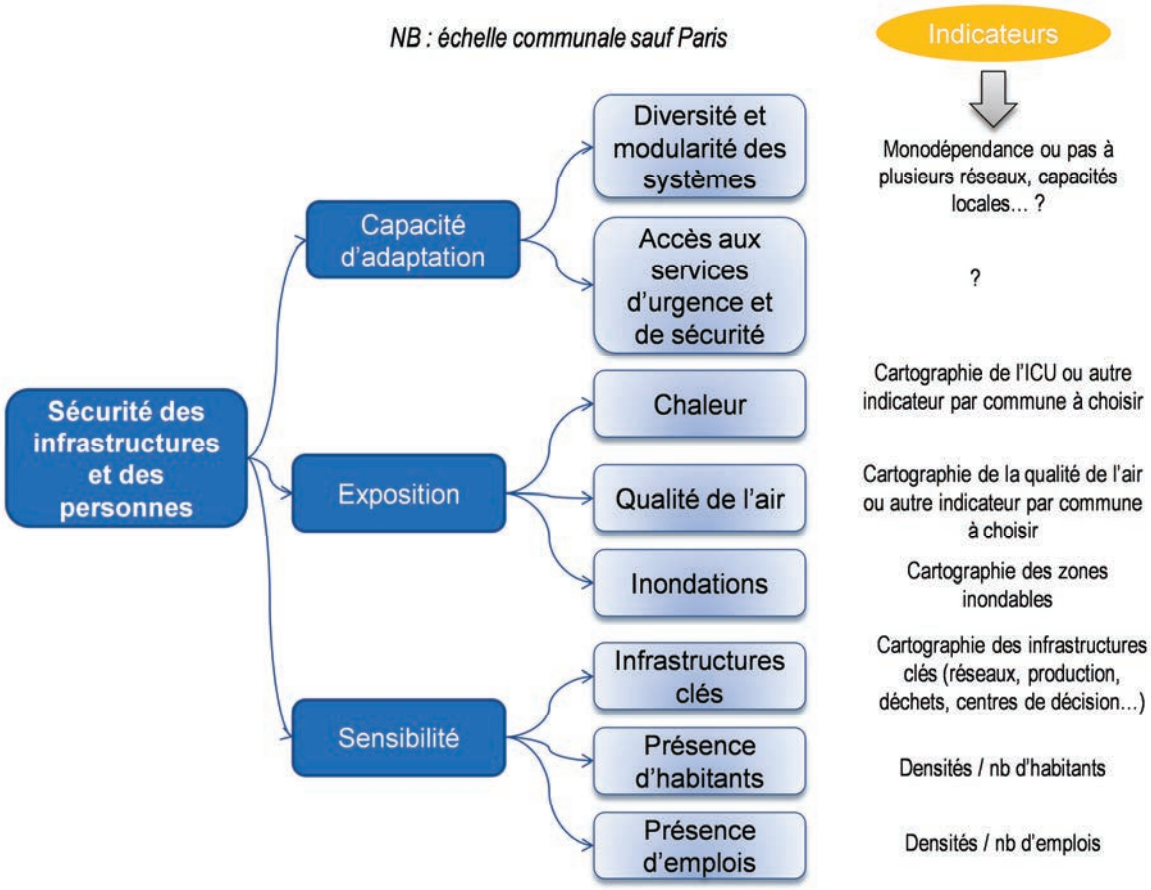
Une première déclinaison de ces indicateurs autour de ces 3 composantes est proposée à titre provisoire ci-après, pour chacune des 3 grandes familles d'enjeux.

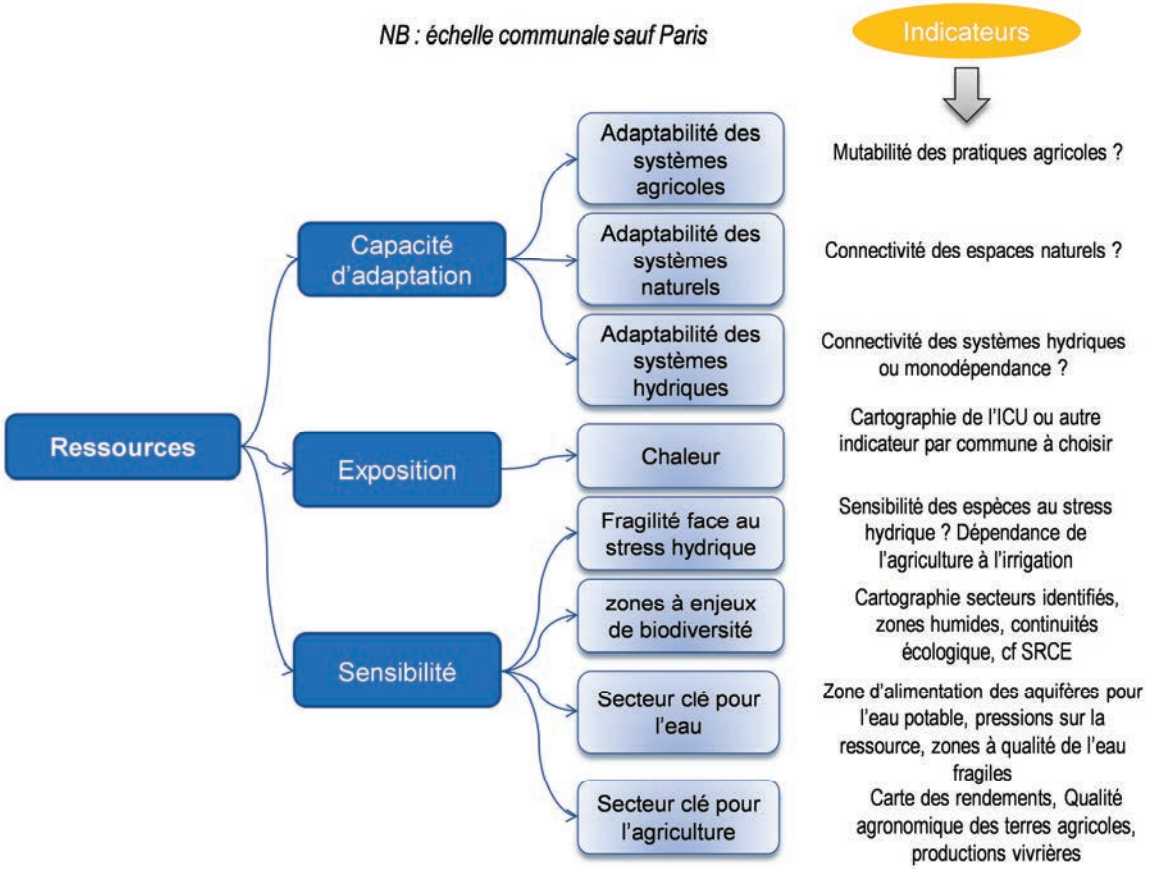
Chaque composante est décomposée en « sous-composantes » (en bleu clair pages suivantes).
Exemple : sur la famille d'enjeux « Santé et cadre de vie », la composante sensibilité peut être décomposée en « présence de population » (plus le secteur est habité ou fréquenté, plus l'enjeu est important) et « fragilité de la population » (plus la population est fragile, plus leur susceptibilité d'être affectés négativement par le changement climatique est grande).

Chaque « sous composante » peut être décrite par différents types d'indicateurs, qui restent à définir et à choisir. Certains sont proposés ici (colonne de droite).
Exemple : « l'accès aux soins » peut être décrit par des ratios rapportant l'offre locale de soin (médecins, infirmières, services d'urgence…) à la population.

A noter qu'il existe un certain nombre d'interrogations sur le choix et la qualité (voire l'existence) d'indicateurs pertinents pour chaque composante.




NB : échelle communale sauf Paris
Indicateurs
Sécurité des infrastructures et des personnes
Capacité d'adaptation
Diversité et modularité des systèmes
Monodépendance ou pas à plusieurs réseaux, capacités locales... ?
Accès aux services d'urgence et de sécurité
?
Exposition
Chaleur
Cartographie de l'ICU ou autre indicateur par commune à choisir
Qualité de l'air
Cartographie de la qualité de l'air ou autre indicateur par commune à choisir
Inondations
Cartographie des zones inondables
Sensibilité
Infrastructures clés
Cartographie des infrastructures clés (réseaux, production, déchets, centres de décision...)
Présence d'habitants
Densités / nb d'habitants
Présence d'emplois
Densités / nb d'emplois


NB : échelle communale sauf Paris
Indicateurs
Ressources
Capacité d'adaptation
Adaptabilité des systèmes agricoles
Mutabilité des pratiques agricoles ?
Adaptabilité des systèmes naturels
Connectivité des espaces naturels ?
Adaptabilité des systèmes hydriques
Connectivité des systèmes hydriques ou monodépendance ?
Exposition
Chaleur
Cartographie de l'ICU ou autre indicateur par commune à choisir
Sensibilité
Fragilité face au stress hydrique
Sensibilité des espèces au stress hydrique ? Dépendance de l'agriculture à l'irrigation
zones à enjeux de biodiversité
Cartographie secteurs identifiés, zones humides, continuités écologique, cf SRCE
Secteur clé pour l'eau
Zone d'alimentation des aquifères pour l'eau potable, pressions sur la ressource, zones à qualité de l'eau fragiles
Secteur clé pour l'agriculture
Carte des rendements, Qualité agronomique des terres agricoles, productions vivrières

Difficultés et méthodologie

La première étape est de **décomposer intellectuellement les items qu'on juge pertinents pour illustrer les enjeux de vulnérabilité et d'adaptation**. Ce qui implique de choisir des éléments plutôt que d'autres, avec des critères qui méritent d'être débattus et vérifiés scientifiquement.

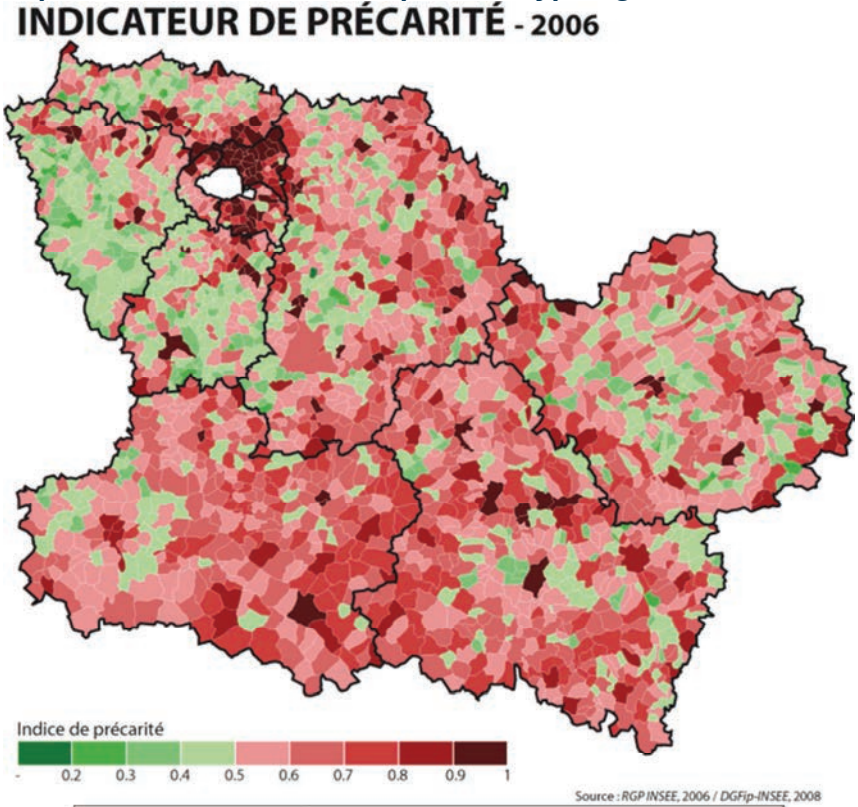
Il faut ensuite illustrer ces éléments par des indicateurs, avec **des possibilités de se trouver face à l'absence de données** fiables sur certains sujets. Mais la qualité des dispositifs et structures présentes en Île-de-France, en comparaison de nombreuses autres régions, dont qu'a priori l'existence de données fiables est plus importante ici qu'ailleurs.

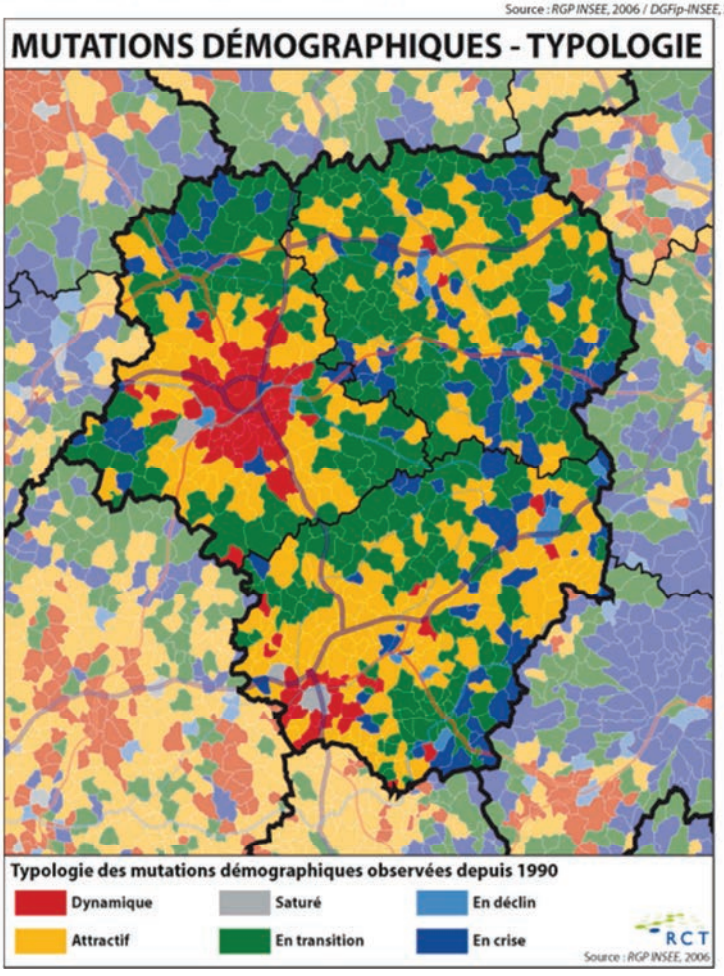
Lorsque les indicateurs ne sont pas à l'échelle communale mais par exemples géoréférencés, il est nécessaire de les transformer en valeur communale, avec des règles de calculs à définir (Ex : à partir de quel % de surface communale en zone inondable la commune est-elle identifiée comme « inondable » dans les indicateurs?)**.**

Puis, il faut composer les indicateurs complexes à partir des données brutes donc avec des règles de calcul et de pondération à définir en lien avec une base scientifique solide.

L'ensemble de ces éléments fait que ce travail est effectivement complexe et à envisager comme une étude en soi.

Quelques exemples de cartes réalisées à partir de typologies à l'échelle communale





ANNEXE 4 - Les mesures d’adaptation

Table des matières

1. CARACTERISATION DES MESURES D'ADAPTATION : METHODOLOGIE 3

2. MESURES POUR PRESERVER LA SANTE ET AMELIORER LE CADRE DE VIE (AXE STRATEGIQUE 1).....5

2.1. ORIENTATION 1.A : AUGMENTER LA ROBUSTESSE DES SYSTEMES DE SANTE ET SOCIAUX POUR PROTEGER LES POPULATIONS VULNERABLES 5

2.2. ORIENTATION 1.B : CONCEVOIR / RENOUVELER / RESTAURER L'AMENAGEMENT URBAIN ET LES BATIMENTS EN RECHERCHANT L'AMELIORATION DU CONFORT THERMIQUE, VIA L'ADAPTATION DU BATI, LA VEGETALISATION URBAINE, LA GESTION DE L'EAU EN SURFACE ET LE TRAITEMENT DES SURFACES (ALBEDO) 6

2.3. ORIENTATION 1.C : RECHERCHER L'AMELIORATION DU CONFORT THERMIQUE DANS LES TRANSPORTS, NOTAMMENT POUR LES DEPLACEMENTS DOMICILE / TRAVAIL ET LORSQU'ILS SONT LE SUPPORT DE L'ACTIVITE TOURISTIQUE 8

2.4. ORIENTATION 1.D : ASSURER UN ACCES AUX ESPACES DE RAFRAICHISSEMENT A TOUS LES CITOYENS EN PERIODE DE FORTES CHALEURS 9

3. MESURES POUR GARANTIR LA SECURITE DES INFRASTRUCTURES ET DES PERSONNES (AXE STRATEGIQUE 2) 10

3.1. ORIENTATION 2.A : ASSURER LA ROBUSTESSE ET AMELIORER LA RESILIENCE DES RESEAUX (HORS TRANSPORTS) FACE A L'EVOLUTION CERTAINE OU INCERTAINE DES EVENEMENTS CLIMATIQUES EXTREMES (INONDATION, GRAND FROID, FORTES CHALEURS, SECHERESSE, TEMPETE ET NEIGE) AFIN NOTAMMENT DE LIMITER LES EFFETS DOMINOS..... 10

3.2. ORIENTATION 2.B : ASSURER UN APPROVISIONNEMENT SUFFISANT EN ENERGIE EN PERIODE DE GRAND FROID OU DE FORTES CHALEURS POUR EVITER LES RUPTURES DE CHARGE QUE POURRAIT CAUSER L'AUGMENTATION DE LA DEMANDE (CHAUFFAGE/FROID)..... 11

3.3. ORIENTATION 2.C : CONCEVOIR, CONSTRUIRE ET RENOVER LES BATIMENTS (RESIDENTIELS OU NON) ET L'AMENAGEMENT URBAIN EN TENANT COMPTE DE L'EVOLUTION (ATTENDUE OU INCERTAINE) DES ALEAS CLIMATIQUES (EN PARTICULIER LES INONDATIONS), Y COMPRIS POUR L'HEBERGEMENT TOURISTIQUE ET LE PATRIMOINE HISTORIQUE 12

3.4. ORIENTATION 2.D : ASSURER LA CONTINUITE DE L'APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRE DE LA REGION (PRODUCTION [EN RELATION AVEC LA DEPENDANCE ALIMENTAIRE] / DISTRIBUTION / STOCKAGE) DANS LE CADRE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE..... 14

3.5. ORIENTATION 2.E : ASSURER LA ROBUSTESSE ET AMELIORER LA RESILIENCE DES RESEAUX DE TRANSPORTS FACE A L'EVOLUTION CERTAINE OU INCERTAINE DES EVENEMENTS CLIMATIQUES EXTREMES (INONDATION, GRAND FROID, FORTES CHALEURS, SECHERESSE, TEMPETE ET NEIGE)..... 15

4. MESURES POUR PROTEGER ET OPTIMISER LA GESTION DES RESSOURCES NATURELLES (AXE STRATEGIQUE 3) 17

4.1. ORIENTATION 3.A : MAINTENIR LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE FACE AUX EPISODES DE SECHERESSE ET A LA DIMINUTION DES DEBITS (DILUTION REDUITE DES POLLUANTS DANS LE MILIEU), EN PARTICULIER SUR LES AXES NON REGULES 17

4.2. ORIENTATION 3.B : ANTICIPER LA REDUCTION DE LA DISPONIBILITE DES RESSOURCES EN EAU DE SURFACE (EN PARTICULIER SUR LES AXES NON REGULES QUI NE DISPOSENT PAS DE SOUTIEN A L'ETIAGE) ET SOUTERRAINES 18

4.3. ORIENTATION 3.C : FAIRE FACE A LA PRESSION CLIMATIQUE (STRESS HYDRIQUE ET THERMIQUE) SUR LES CULTURES, LA FORET ET LES MILIEUX..... 20

4.4. ORIENTATION 3.D : FAIRE FACE A L'EVOLUTION DES ECOSYSTEMES ET A SES CONSEQUENCES SUR L'AGRICULTURE (BIOAGRESSEURS), LA SANTE (ALLERGIE) ET LA BIODIVERSITE EN ILE DE FRANCE 22

1. CARACTERISATION DES MESURES D'ADAPTATION : METHODOLOGIE

Le deuxième atelier a aussi permis aux membres du groupe de travail de :

- Se saisir, enrichir et caractériser les propositions de mesures d'adaptation répondant aux enjeux de l'adaptation pour le territoire francilien ;
- D'évaluer la pertinence et la faisabilité de chacune de ces mesures, en vue de les hiérarchiser.

Le travail de caractérisation des mesures s'est appuyé sur le renseignement de cinq critères :

- **Le type de mesure :** il s'agit de déterminer le levier d'action mobilisé dans le cadre de la mesure considérée. Nous en distinguerons sept, certains types étant cumulables pour une même mesure :
  - Amélioration des connaissances : il s'agit pour l'essentiel de poursuivre les travaux de recherche ou de construire des outils (modèle, observatoire, guide méthodologique, etc.) permettant de mieux connaître les impacts du changement climatique et la vulnérabilité du territoire francilien à ces derniers ;
  - Information et sensibilisation du public ou des professionnels dans les différents secteurs. Il s'agit de faire prendre conscience aux différents acteurs du territoire des enjeux de l'adaptation au changement climatique afin qu'ils prennent part et adhèrent à la démarche d'adaptation en cours ;
  - Formation des professionnels des différents secteurs susceptibles d'être touchés par le changement climatique. Ce type de mesure touche, pour l'essentiel, les professionnels du bâtiment et de l'aménagement ainsi que les agriculteurs ;
  - Gouvernance : ce type de mesure s'appuie sur les jeux d'acteurs dans les territoires pour s'adapter au changement climatique ;
  - Planification : l'adaptation vise à anticiper les impacts du changement climatique sur le territoire francilien. Cette anticipation peut également passer par la planification, en utilisant notamment les outils existants (SCoT, PLU, SDRIF, etc.) ;
  - Réglementation : fixer des normes ou des prescriptions permet, sous réserve d'un contrôle effectif, d'assurer la mise en œuvre de l'adaptation pour un certain nombre d'enjeu. Ce levier d'action est cependant souvent doublé d'un second (planification ou gouvernance par exemple) pour assurer plus de souplesse dans la mise en œuvre d'une stratégie d'adaptation ;
  - Investissement direct : cette expression inclut toutes les actions visant à agir directement sur le terrain, via des aménagements ou le financement de travaux par exemple.
- **Les acteurs potentiellement concernés :** tous les acteurs d'un territoire sont potentiellement concernés par la mise en œuvre d'une stratégie d'adaptation. Il est cependant difficile d'isoler le champ de compétence et le niveau de responsabilité de chacun d'eux, ce d'autant plus dans le contexte actuel d'élaboration de stratégies climat-énergie intégrant différentes échelles territoriales.

L'atelier a permis de dégager des types d'acteurs susceptibles de piloter et/ou d'accompagner la mise en œuvre de chaque mesure, avec un objectif indicatif, non exhaustif et non exclusif. La désignation de ces types d'acteurs a vocation à accompagner les collectivités dans la conception et la mise en œuvre de leurs PCET, qui demanderont une identification plus précise des acteurs. Une telle identification dépasse donc le cadre de cette étude.

- **Le cadre opérationnel mobilisable :** afin de faciliter leur compréhension et leur mise en œuvre effective, les mesures d'adaptation doivent pouvoir s'inscrire, dans la mesure du possible, dans le cadre des nombreux dispositifs existants de planification des politiques publiques (PPR, PLU, SCoT, Plan Canicule, SDRIF, etc.). Leur révision peut d'ailleurs permettre d'y intégrer la prise en compte du changement climatique.

Les membres du groupe de travail ont donc été invités, pour chaque mesure, à préciser le cadre opérationnel susceptible d'être mobilisé en Ile-de-France

- **L'échelle temporelle** de mise en œuvre de la mesure : trois échelles de temps ont été définies :
  - Court terme : mise en œuvre possible dès maintenant (2012-2015) ;
  - Moyen terme : 2015-2025 ;
  - Long terme : à partir de 2025-2030.

Au-delà de 2030, les incertitudes quant aux impacts du changement climatique et à l'évolution socio-économique du territoire limitent la pertinence de la plupart des mesures d'adaptation.

- **L'échelle géographique** de mise en œuvre de la mesure : là encore, trois échelles spatiales ont été définies :
  - Suprarégionale ;
  - Régionale ;
  - Infrarégionale.

2. MESURES POUR PRESERVER LA SANTE ET AMELIORER LE CADRE DE VIE (AXE STRATEGIQUE 1)

2.1. Orientation 1.a : augmenter la robustesse des systèmes de sante et sociaux pour protéger les populations vulnérables

Impacts	-Surmortalité liée à l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des canicules. -Augmentation de la morbidité en relation avec les pics de pollution et la qualité de l'air.
Enjeu	Robustesse des systèmes de santé et sociaux

Mesure 1.A.a : réaliser un diagnostic de vulnérabilité de l'ensemble du système de santé aux canicules à répétition (vulnérabilité des établissements, personnels de santé et des services sociaux, dispositifs de prévention, de surveillance, d'alerte et de gestion de crise, gouvernance/coordination entre les différents plans, etc.).

Type de mesure : amélioration des connaissances.

Acteurs potentiellement concernés : Agence Régionale de Santé, en partenariat avec l'ADEME et les services sanitaires et sociaux des collectivités territoriales (en particulier les départements), l'APHP, la Zone de Défense, AirParif, et l'EPHAD.

Cadre opérationnel mobilisable : Plan Canicule, PRQA.

Echelle temporelle : court terme (avec réévaluations périodiques tous les trois ans).

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles territoriales.

Mesure 1.A.b : améliorer et élargir la localisation, la sensibilisation et l'accompagnement de l'ensemble des personnes vulnérables (personnes âgées, populations isolées, travailleurs en extérieur, enfants en bas âge, personnes souffrant de maladies cardiovasculaires, sportifs, militaires en exercice, personnes hospitalisées à domicile, etc.).

Type de mesure : information et sensibilisation

Acteurs potentiellement concernés : Agence Régionale de Santé, en partenariat avec l'ADEME et les services sanitaires et sociaux des collectivités territoriales (en particulier les départements) ; ou initiative d'une collectivité locale, en partenariat avec les services sanitaires et sociaux et/ou les associations (Croix rouge, etc.) présents sur son territoire.
Partenaires : Chambres de commerce et d'industrie, syndicats du bâtiment, centres de loisirs, services de communication et médias (publics et privés), syndicat en charge de la qualité de l'air, etc.
Coordinateur : préfet.

Cadre opérationnel mobilisable : Plan Canicule.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles territoriales.

2.2. Orientation 1.b : concevoir / renouveler / restaurer l'aménagement urbain et les bâtiments en recherchant l'amélioration du confort thermique, via l'adaptation du bâti, la végétalisation urbaine, la gestion de l'eau en surface et le traitement des surfaces (albédo)

Impacts	-Baisse du confort thermique dans les bâtiments ; -Dégradation du confort thermique d'été dans les hébergements et les transports ; -Augmentation de l'EICU et de l'inconfort thermique.
Enjeu	Confort thermique dans les bâtiments et l'espace urbain (lutte contre l'EICU)

Mesure 1.B.a : développer une culture et des savoirs faires du bioclimatisme auprès des populations, en valorisant les cobénéfices induits : approche multifonctionnelle de l'espace urbain (confort thermique, trame verte et bleue, espaces récréatifs, gestion des eaux pluviales etc.), amélioration du cadre de vie, etc.

Type de mesure : information et sensibilisation.

Acteurs potentiellement concernés : Syndicats de copropriété, notaires, communes, médias grand public, CAUE, ALE et EIE, agences immobilières, associations (4D par exemple)

Cadre opérationnel mobilisable : non renseigné.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles territoriales.

Mesure 1.B.b : développer une culture et des savoirs faires du bioclimatisme auprès des professionnels et maîtres d'ouvrage de la construction et de l'aménagement urbain, en valorisant les cobénéfices induits : approche multifonctionnelle de l'espace urbain (confort thermique, trame verte et bleue, espaces récréatif, gestion des eaux pluviales etc.), amélioration du cadre de vie, etc.

Type de mesure : formation.

Acteurs potentiellement concernés : ADEME, universités (chercheurs en sciences sociales et cognitives notamment), écoles et centres de formation, collectivités territoriales ayant la compétence urbanisme (communes et EPCI), ONERC, Agence de l'eau, FFB et Capeb, CAUE, agences d'urbanisme.

Cadre opérationnel mobilisable : non renseigné.

Echelle temporelle : moyen terme.

Echelle géographique : nationale.

Mesure 1.B.c : définir des prescriptions (objectifs chiffrés) en matière de végétalisation, de gestion de l'eau en surface (cours d'eau, voirie, etc.) et de gestion des surfaces minérales (réduction de l'albédo en milieu urbain : voirie et bâtiment) dans les projets urbains, via les outils de planification existants (ZAC, OPAH, OPATB, etc.) et en se fondant sur les résultats des travaux de recherche sur la réduction de l'EICU.

Type de mesure : réglementation / gouvernance.

Acteurs potentiellement concernés : universités, CSTB, agences locales de l'urbanisme, DRIEE, services des espaces verts, collectivités territoriales ayant la compétence urbanisme (communes et EPCI), DRRIF, Europe, Etat (DRIEA et autres services déconcentrés).

Cadre opérationnel mobilisable : SCoT, PLU, ZAC, PLH, OPAH, OPATB, SRCE, Schéma directeur de gestion des eaux pluviales, SRCAE, SDAGE, SAGE, SDRIF, Grand Paris, PDU, PCET, Plan détournement et Plan pollution.

Echelle temporelle : concerne toutes les échelles temporelles

Echelle géographique : infrarégionale.

Mesure 1.B.d : définir des bouquets de solutions techniques adaptées aux différents types de bâtiments pour promouvoir la performance bioclimatique dans le neuf et l'existant (donc le confort thermique), et renforcer le contrôle du respect de la réglementation existante.

Type de mesure : réglementation / gouvernance.

Acteurs potentiellement concernés : Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE), ordre des architectes, ADEME, CSTB, CERTU, Etat (notamment via les DDT), communes, SEM énergie, APC, bailleurs sociaux, FFB, CAPEB (enjeu de formation des professionnels du bâtiment). La mise en place de cette mesure demande l'identification d'un pilote.

Cadre opérationnel mobilisable : réglementation type RT 2012 régionalisée ; RT 2020 (BEPAS - bâtiments à énergie passive).

Echelle temporelle : concerne toutes les échelles temporelles.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles.

Mesure 1.B.e : promouvoir, financer et évaluer les opérations exemplaires dans les zones les plus exposées (cumulant par exemple l'exposition à l'EICU et à la pollution de l'air). (Localiser au préalable ces zones). Pour ce faire, simplifier les procédures d'obtention de prêt pour les bâtiments exemplaires et développer une communication claire (s'inspirer du travail réalisé en Alsace).

Type de mesure : investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : ADEME, Région et/ou Etat (soutien financier), collectivités territoriales ayant la compétence urbanisme (maîtrise d'ouvrage), bailleurs sociaux, promoteurs, banques (crédit coopératif), Caisse des Dépôts et Consignations.

Cadre opérationnel mobilisable : ZAC, OPAH, ZAPA, PLU, Appels à projet de l'ADEME.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles.

Mesure 1.B.f : mettre en place un observatoire pour améliorer les connaissances quant à l'EICU et améliorer la réglementation quant à sa prise en compte dans l'aménagement urbain (mise en place de seuils en matière d'EICU).

Type de mesure : amélioration des connaissances.

Acteurs potentiellement concernés : ADEME, Etat, collectivités territoriales, universités, IAU, CERTU, etc.

Cadre opérationnel mobilisable : lot 1 de la présente étude, portant sur l'élaboration d'un Guide EICU.

Echelle temporelle : court et moyen terme

Echelle géographique : suprarégionale ou régionale.

2.3. Orientation 1.c : rechercher l'amélioration du confort thermique dans les transports, notamment pour les déplacements domicile / travail et lorsqu'ils sont le support de l'activité touristique

Impacts	-Dégradation du confort thermique d'été dans les hébergements et les transports ; -Baisse du confort thermique dans les transports.
Enjeu	Confort thermique dans les transports

Mesure 1.C.a : encourager les programmes de recherche pour développer des systèmes de rafraîchissement alternatifs / complémentaires à la climatisation dans les transports franciliens (infrastructures roulantes et non roulantes : trains ET gares par exemple).

Type de mesure : amélioration des connaissances.

Acteurs potentiellement concernés : Région, gestionnaires des réseaux de transports franciliens (STIF notamment), instituts de recherche et/ou services R&D des constructeurs, CCI, CSTB, Advancity. ADEME, Société du Grand Paris, Centre francilien de l'innovation.

Cadre opérationnel mobilisable : coopération internationale (Amsterdam, Pays du sud).

Echelle temporelle : moyen et long terme.

Echelle géographique : régionale.

Mesure 1.C.b : prendre en compte le changement climatique dans les nouveaux projets de construction / renouvellement d'infrastructures de transport (véhicules et voies, notamment les aires de garage des rames et des trains), en valorisant notamment les voies vertes.

Type de mesure : investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : Région, gestionnaires des réseaux de transports franciliens, collectivités locales (communes et EPCI) et constructeurs de rames de train (Bombardier et Alsthom) pour les transports en commun.
DRRIF, CETE (enrobé à froid) et Sociétés d'autoroutes pour le routier.
VNF, transporteurs, constructeurs automobiles, port autonome et gestionnaire des tunnels.

Cadre opérationnel mobilisable : SDRIF, engagements volontaires des transporteurs, PDU (notamment celui de la Région Ile-de-France).

Echelle temporelle : concerne toutes les échelles temporelles.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles (dépend de l'infrastructure concernée).

2.4. Orientation 1.d : assurer un accès aux espaces de rafraichissement a tous les citoyens en période de fortes chaleurs

Impact	-Accroissement des tensions et des vulnérabilités sociales liées à l'accès à l'eau.
Enjeu	Accès aux espaces de rafraîchissement pour les citoyens.

Mesure 1.D.a : planifier le déploiement (graduel sur le long terme et/ou mobilisable en situation de gestion de crise) d'espaces de rafraîchissement intérieurs et extérieurs accessibles à tous, au-delà des populations fragiles (déjà couvertes par le plan Canicule).

Type de mesure : planification.

Acteurs potentiellement concernés : collectivités territoriales, ARS, gestionnaires des espaces verts, des piscines, et des bases de loisirs, établissements publics d'aménagement, ministères du travail et de la fonction publique, Zone de défense (réquisition des espaces de rafraîchissement en cas de canicule avérée).
Acteurs privés : employeurs, promoteurs immobiliers, propriétaires de cinéma, de centres commerciaux, etc.

Cadre opérationnel mobilisable : SDRIF, ScoT, PLU et autres outils de planification et d'urbanisme Plan Canicule, Plan de réquisition (dépend de la Préfecture).

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles.

Mesure 1.D.b : aménager les horaires au travail (élargissement des plages horaires) ainsi que dans les établissements scolaires, les crèches, etc.

Type de mesure : planification / réglementation.

Acteurs potentiellement concernés : Etat, collectivités territoriales, ARS, employeurs.

Cadre opérationnel mobilisable : convention collective dans les entreprises.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : infrarégionale.

3. MESURES POUR GARANTIR LA SECURITE DES INFRASTRUCTURES ET DES PERSONNES (AXE STRATEGIQUE 2)

3.1. Orientation 2.a : assurer la robustesse et améliorer la résilience des réseaux (hors transports) face à l'évolution certaine ou incertaine des évènements climatiques extrêmes (inondation, grand froid, fortes chaleurs, sécheresse, tempête et neige) afin notamment de limiter les effets dominos

Impacts	-Situation de crise sur les réseaux en cas d'inondation majeure avec effets dominos ; -Dégradation des réseaux liée aux fortes chaleurs et aux canicules ; -Dégradation des réseaux liée aux tempêtes et à la neige.
Enjeu	Robustesse des réseaux (hors réseaux de transports) face aux évènements climatiques.

Mesure 2.A.a : étendre et renforcer la concertation entre les différents gestionnaires de réseaux pour coordonner leurs stratégies de gestion des évènements climatiques (prévention, gestion de crise et résilience), en particulier pour éviter les effets dominos. Cela peut prendre la forme de la mise en place d'une plateforme d'échange.

Type de mesure : gouvernance.

Acteurs potentiellement concernés : gestionnaires de réseaux (eau, assainissement, électricité, télécommunications), Services de l'Etat (Préfecture, Zone de défense) et collectivités territoriales, DRIEE, DRIEA, DIRECCTE, COGIC, CMVOA.

Cadre opérationnel mobilisable : Plan ORSEC - Plan Neige, projet Rétap Réseaux, projet du Grand Paris, PRAEP (Plan régional d'alimentation en eau potable en cas d'inondation), plans de prévention des risques des gestionnaires de réseaux.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : régionale.

Mesure 2.A.b : compléter la connaissance des impacts et de la vulnérabilité des réseaux (avec si possible des éléments de coût), en particulier face aux épisodes de sécheresse/canicule.

Type de mesure : amélioration des connaissances.

Acteurs potentiellement concernés : Gestionnaires de réseaux (eau, assainissement, énergie, télécommunications), services de l'Etat et collectivités territoriales, universités, Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP), Zone de défense.
Cadre opérationnel mobilisable : non renseigné.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : régionale.

Mesure 2.A.c : poursuivre / mettre en œuvre des programmes de sécurisation des réseaux pour faire face aux impacts identifiés. Réaliser au préalable un bilan relatif à la prise en compte des aléas climatiques extrêmes dans les programmes de sécurisation des réseaux.

Type de mesure : investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : Gestionnaires de réseaux (eau, énergie, télécommunications), services de l'Etat, collectivités territoriales, Commission de Régulation de l'Energie (CRE).

Cadre opérationnel mobilisable : Schémas Directeurs des Réseaux (entretien, maintenance et développement à horizon 10 ans).

Echelle temporelle : court terme (pour la programmation des investissements) et moyen terme (pour la mise en œuvre).

Echelle géographique : régionale.

3.2. Orientation 2.b : assurer un approvisionnement suffisant en énergie en période de grand froid ou de fortes chaleurs pour éviter les ruptures de charge que pourrait causer l'augmentation de la demande (chauffage/froid)

Impacts	-Augmentation de la demande énergétique estivale et hivernale ; -Pression sur la demande énergétique.
Enjeu	Approvisionnement suffisant en énergie.

Mesure 2.B.a : développer des méthodes alternatives pour faire face à la hausse de la demande en climatisation : programmes d'aménagement de réseaux de froid (ex : réseau Climespace de GDF/SUEZ à Paris), climatisation solaire, etc.

Type de mesure : investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : constructeurs et gestionnaires de réseau, collectivités territoriales (communes et EPCI), services de l'Etat, Région, Amorce, ATEE, SIGEIF, SIPPEREC et autres syndicats de l'énergie.

Cadre opérationnel mobilisable : -

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : infrarégionale.

Mesure 2.B.b : tenir compte de la hausse supplémentaire de la demande énergétique liée au changement climatique dans le cadre des projets de développement régionaux, en y intégrant par exemple la diversification du mix énergétique (le projet du Grand Paris induit par exemple une hausse d'environ 20% de la puissance installée pour parer à l'augmentation des besoins énergétiques hors changement climatique).

Type de mesure : planification.
Acteurs potentiellement concernés : Etat, Paris Métropole, Région, collectivités territoriales, gestionnaires de réseaux.

Cadre opérationnel mobilisable : SDRIF, Grand Paris, SRCAE, PCET, Stratégie Nationale d'Approvisionnement.

Echelle temporelle : moyen terme.

Echelle géographique : régionale (développement d'une production régionale décentralisée) et infrarégionale.

Mesure 2.B.c : mettre en place les conditions du développement et du déploiement des réseaux intelligents (smart grids) pour une gestion fine de l'offre et de la demande, afin notamment de faire face aux pics de consommation (synergie atténuation / adaptation).

Type de mesure : amélioration des connaissances / planification.

Acteurs potentiellement concernés : universités, gestionnaires des réseaux énergétiques, collectivités territoriales, pôles de compétitivité et centres de recherche, organismes de financement (ADEME, ANR, etc.).

Cadre opérationnel mobilisable : programmes de recherche nationaux et européens ; projets d'expérimentation / démonstration.

Echelle temporelle : moyen terme.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles.

Mesure 2.B.d : sensibiliser la population à la maîtrise de l'énergie et à l'efficacité énergétique (bonnes pratiques, gestes, etc.).

Type de mesure : information et sensibilisation.

Acteurs potentiellement concernés : ADEME, Région et collectivités infrarégionales, fournisseurs d'énergie.

Cadre opérationnel mobilisable : réseau des espaces info-énergie.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles.

3.3. Orientation 2.c : concevoir, construire et rénover les bâtiments (résidentiels ou non) et l'aménagement urbain en tenant compte de l'évolution (attendue ou incertaine) des aléas climatiques (en particulier les inondations), y compris pour l'hébergement touristique et le patrimoine historique

Impacts	-Crue de la Seine et de ses affluents ; -Inondation par crue sur les zones d'activités ; -Dégradation du bâti liée aux inondations. ; -Impacts du CC sur le patrimoine et les monuments historiques.
Enjeu	Prise en compte de l'évolution des évènements extrêmes dans la conception du bâti et de l'aménagement urbain.

Mesure 2.C.a : poursuivre la recherche sur les impacts possibles du changement climatique sur l'évolution du risque inondation (par débordement et par ruissellement) en Ile-de-France, afin de réduire l'incertitude, via par exemple l'utilisation des outils SIG.

Type de mesure : amélioration des connaissances.

Acteurs potentiellement concernés : EPTB Seine Grands Lacs, laboratoires de recherche, IAU assureurs, Zone de défense.

Cadre opérationnel mobilisable : programmes de recherche régionaux, Plan Seine.

Echelle temporelle : moyen et long terme

Echelle géographique : régionale.

Mesure 2.C.b : renforcer les prescriptions dans les documents de planification et d'urbanisme pour la prise en compte des aléas climatiques dans la construction, l'aménagement et le renouvellement urbain ; ainsi que le contrôle de leur mise en œuvre (en particulier en zone inondable). Evaluer au préalable l'évolution de l'urbanisation par rapport au zonage réglementaire. Il apparaît également intéressant de chercher dans ce but à assouplir la réglementation sur les patrimoines classés (Architectes des Bâtiments de France).

Type de mesure : réglementation / planification.

Acteurs potentiellement concernés : collectivités territoriales (en particulier lorsqu'elles ont la compétence urbanisme), services de l'Etat (en particulier la préfecture pour le contrôle des permis de construire), opérateurs de bassin, SIAAP, constructeurs/promoteurs/aménageurs, assureurs.

Cadre opérationnel mobilisable : SCoT, PLU, ZAC, OPAH, PLH, PPRI, SAGE.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : régionale et infrarégionale (du bâtiment au bassin versant).

Mesure 2.C.c : financer des projets exemplaires de réhabilitation du bâti en zone inondable (dans les secteurs prioritaires), afin d'initier une dynamique préventive vertueuse auprès des acteurs privés. Hiérarchiser au préalable les zones inondables afin d'identifier les secteurs prioritaires.

Type de mesure : investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : collectivités territoriales, services de l'Etat et assureurs.

Cadre opérationnel mobilisable : OPAH.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : infrarégionale.

Mesure 2.C.d : développer une culture du risque auprès des populations et des acteurs exposés, ainsi que des professionnels du bâtiment et de l'aménagement (en particulier les promoteurs), aussi bien via des formations, des opérations de communication et des entraînements à la gestion de crise.

Type de mesure : information et sensibilisation /formation

Acteurs potentiellement concernés : collectivités territoriales, services de l'Etat en charge de la gestion des risques, assureurs, promoteurs immobiliers, CAPEB, médias, Education Nationale.

Cadre opérationnel mobilisable : Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM), Plan Communal de Sauvegarde (PCS).

Echelle temporelle : long terme.

Echelle géographique : infrarégionale.

3.4. Orientation 2.d : assurer la continuité de l'approvisionnement alimentaire de la région (production [en relation avec la dépendance alimentaire] / distribution / stockage) dans le cadre du changement climatique

Impacts	-Dégradation des conditions de production, de distribution et de stockage des produits alimentaires susceptible de remettre en cause l'approvisionnement de l'Ile de France.
Enjeu	Approvisionnement alimentaire de la région

Mesure 2.D.a : fixer des objectifs régionaux en matière de réduction de la dépendance alimentaire en développant une agriculture raisonnée (exemple : objectif de 20% d'autosuffisance sur quelques grands produits de consommation alimentaire : volaille, fruits, légumes, etc.).

Type de mesure : planification.

Acteurs potentiellement concernés : services de l'Etat (DRIAAF), Région, exploitants agricoles, chambres d'agricultures, CERVIA (marque Saveur Paris Ile-de-France).

Cadre opérationnel mobilisable : Plan Régional sur l'Alimentation Durable (PRAD).

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : régionale.

Mesure 2.D.b : soutenir le développement d'une agriculture périurbaine diversifiée alimentant des filières courtes, en particulier autour du maraîchage et des vergers (en tenant compte des besoins d'irrigation) : développement des jardins familiaux et partagés et protection des terres agricoles (en particulier les plus fertiles).

Type de mesure : planification / investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : services de l'Etat, gestionnaires du foncier agricole (ex : SAFER), Région, collectivités territoriales, exploitants agricoles, acteurs des filières de distribution.

Cadre opérationnel mobilisable : Zone Agricole Protégée (ZAP : protection des terres agricoles en zone péri-urbaine), SDRIF, SCoT et PLU.

Echelle temporelle : moyen et long terme.

Echelle géographique : régionale et suprarégionale (logique de bassin d'approvisionnement).

Mesure 2.D.c : prendre en compte la continuité de l'approvisionnement alimentaire, le stockage et la distribution dans la planification de la gestion de crise (inondation, canicule, etc.) à l'échelle régionale, ou plus globale (crise de production). Dans ce cadre, poursuivre l'identification des points de vulnérabilité des filières locales (de la transformation à l'approvisionnement).

Type de mesure : planification / gouvernance.

Acteurs potentiellement concernés : Ministère de l'Agriculture et services déconcentrés de l'Etat, collectivités territoriales, acteurs des filières de distribution / stockage, Zone de défense, DRIAAF, grandes enseignes (PAPGC), Croix Rouge.

Cadre opérationnel mobilisable : PRAD (Plan Régional d'Agriculture Durable).

Echelle temporelle : moyen terme.

Echelle géographique : suprarégionale.

3.5. Orientation 2.e : assurer la robustesse et améliorer la résilience des réseaux de transports face à l'évolution certaine ou incertaine des évènements climatiques extrêmes (inondation, grand froid, fortes chaleurs, sécheresse, tempête et neige)

Impacts	-Situation de crise sur les réseaux en cas d'inondation majeure avec effets dominos ; -Dégradation des réseaux liée aux fortes chaleurs et aux canicules ; -Dégradation des réseaux liée aux tempêtes et à la neige.
Enjeu	Mobilité des populations.

Mesure 2.E.a : compléter les connaissances des impacts et de la vulnérabilité des réseaux de transports (en tenant compte des effets dominos), en particulier face aux épisodes de sécheresse/canicule/inondations ; mettre en place une veille et organiser l'accès à l'information sur le plan réglementaire.

Type de mesure : amélioration des connaissances / information et sensibilisation.

Acteurs potentiellement concernés : Région, gestionnaires des réseaux de transports franciliens (STIF et OPTILE notamment), DRIEA, DRIEE, Ministère de l'économie, départements (routes).

Cadre opérationnel mobilisable : Plan d'Adaptation au changement climatique de la SNCF "CLIMAT D-RAIL".

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : régionale et suprarégionale.

Mesure 2.E.b : élaborer des normes et critères de construction, d'entretien et de réhabilitation des routes et lignes ferroviaires tenant compte de l'évolution des évènements climatiques extrêmes.

Type de mesure : réglementation / planification.

Acteurs potentiellement concernés : Région, gestionnaires des réseaux de transports franciliens (STIF notamment), DRIEE.

Cadre opérationnel mobilisable : Plan d'Adaptation au changement climatique de la SNCF "CLIMAT D-RAIL" ; Intégration de dispositions dans les marchés passés avec les opérateurs.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : régionale et suprarégionale.

Mesure 2.E.c : poursuivre et mettre en œuvre des programmes de renouvellement et d'investissements pour les routes et les infrastructures ferroviaires.

Type de mesure : planification / investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : gestionnaires des réseaux de transport (STIF notamment), DRIEE, Départements et Région.

Cadre opérationnel mobilisable : -

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles.

Mesure 2.E.d : améliorer la gestion des réseaux de transports en situation de crise.

Type de mesure : planification.

Acteurs potentiellement concernés : RATP, SNCF, Zone de défense, sociétés de taxi, etc.

Cadre opérationnel mobilisable : Plan de Continuité d'Activité (entreprises), cellule de crise du ministère de l'environnement (CMVOA), de la préfecture, Plan ORSEC, etc.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles.

4. MESURES POUR PROTEGER ET OPTIMISER LA GESTION DES RESSOURCES NATURELLES (AXE STRATEGIQUE 3)

4.1. Orientation 3.a : maintenir la qualité des eaux de surface face aux épisodes de sécheresse et a la diminution des débits (dilution réduite des polluants dans le milieu), en particulier sur les axes non régulés

Impact	-**D**égradation de la qualité de l'eau en relation avec les sécheresses et la réduction des débits, impactant les usages directs (agriculture, AEP, etc.) et indirects (baignade, etc.).
Enjeu	Qualité de l'eau (en particulier des eaux de surface).

Mesure 3.A.a : encourager une réflexion / concertation multi-acteurs (déjà partiellement engagée par l'EPTB Seine Grands Lacs) sur le soutien d'étiage, en particulier sur les cours d'eau non régulés (pour éventuellement y développer les capacités de stockage amont), en vue d'arbitrer les choix en matière de maintien de la qualité des eaux (objectifs DCE 2027).

Type de mesure : gouvernance.

Acteurs potentiellement concernés : EPTB Seine Grands Lacs, Agence de l'eau Seine Normandie, collectivités territoriales, services de l'Etat, acteurs des différents usages (CCA, SEDIF, SIAAP, etc.).

Cadre opérationnel mobilisable : travaux de l'EPTB Seine Grands Lacs sur le sujet, SDAGE et SAGE.

Echelle temporelle : moyen et long terme.

Echelle géographique : régionale et suprarégionale.

Mesure 3.A.b : sensibiliser et mobiliser les acteurs concernés pour réduire la pollution à la source (agriculture, assainissement, industries, etc.) des eaux de surface et des nappes (périmètres de protection des captages), en prenant notamment en compte le risque de pollution microbiologique.

Type de mesure : information et sensibilisation / gouvernance.

Acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau, collectivités territoriales, Chambres d'Agriculture, SIAAP, Chambres d'Industrie.

Cadre opérationnel mobilisable : SDAGE et SAGE.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : suprarégionale.

Mesure 3.A.c : prendre en compte les risques sanitaires liés aux politiques de l'eau (gestion en surface, stockage et utilisation des eaux pluviales, eaux de baignade, zones de rafraichissement, etc.) via la mise en place d'un plan de surveillance adapté et/ou d'un observatoire d'information du public.

Type de mesure : planification / information et sensibilisation.

Acteurs potentiellement concernés : ARS, Agence de l'eau, Région, collectivités territoriales INVS (Institut de Veille Sanitaire), Etat (Zone de défense), ORS (Observatoire Régionale de la Santé).

Cadre opérationnel mobilisable : Plan Canicule, Plan Régional de Santé.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles.

4.2. Orientation 3.b : anticiper la réduction de la disponibilité des ressources en eau de surface (en particulier sur les axes non régulés qui ne disposent pas de soutien à l'étiage) et souterraines

Impacts	-Diminution des ressources en eau de surface et souterraines ; -Risque de sécheresse, en particulier sur les axes non régulés.
Enjeu	Réduction de la disponibilité des ressources en eau.

Mesure 3.B.a : poursuivre les recherches sur le fonctionnement hydrologique des nappes en Ile-de-France (relations entre les masses d'eau souterraine et de surface notamment), afin de réduire les incertitudes sur l'évolution des ressources ; s'approprier les scénarios prospectifs d'évolution socioéconomique développés dans le cadre du projet Explore 2070 pour confronter la demande future à l'évolution de la ressource.

Type de mesure : amélioration des connaissances.

Acteurs potentiellement concernés : Instituts de recherche (BRGM, PIREN Seine, etc.), Agence de l'eau Seine Normandie.

Cadre opérationnel mobilisable : modèle Explore 2070, modélisations réalisées sur le bassin de la Seine quant au fonctionnement hydrologique des différentes masses d'eau.

Echelle temporelle : moyen terme.

Echelle géographique : régionale et suprarégionale (bassin versant).

Mesure 3.B.b : vers la sobriété hydrique : évaluer et renforcer les programmes d'actions visant à réaliser des économies d'eau pour tous les usages (tarification incitative, récupération des eaux pluviales, réutilisation des eaux usées, optimisation de l'irrigation, etc.).

Type de mesure : planification / gouvernance.

Acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau, collectivités territoriales, acteurs des différents usages de l'eau (SEDIF, Chambres d'Agriculture et collectifs d'irrigants, Chambres d'Industrie, etc.).

Cadre opérationnel mobilisable : SDAGE et SAGE.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : régionale et infrarégionale.

Mesure 3.B.c : mettre en place une "culture de l'eau" auprès de tous les acteurs (du particulier à l'industriel en passant par l'agriculteur), afin de favoriser la mise en œuvre des mesures d'économie d'eau et de protection de la ressource.

Type de mesure : information et sensibilisation.

Acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau, Commissions Locales de l'Eau (CLE), collectivités territoriales, monde associatif, acteurs du monde éducatif, acteurs des différents usages de l'eau.

Cadre opérationnel mobilisable : SAGE.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : régionale.

Mesure 3.B.d : élaborer une politique de réserves foncières destinée à protéger les ressources en eau sur les secteurs stratégiques (protection des zones humides, création de bassin de stockage, etc.).

Type de mesure : planification / investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : établissements publics fonciers, collectivités territoriales.

Cadre opérationnel mobilisable : documents de planification et d'urbanisme, SAGE.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : régionale et infrarégionale.

Mesure 3.B.e : maîtriser l'imperméabilisation des sols en favorisant l'infiltration via la sensibilisation et la réglementation (taxe pluviale / règlements de ZAC).

Type de mesure : information et sensibilisation / réglementation.

Acteurs potentiellement concernés : collectivités locales, aménageurs, EPA, SIASS, Agence de l'eau Seine Normandie, Etat (pour les porter à connaissance).

Cadre opérationnel mobilisable : documents d'urbanisme (SCoT, PLU, etc.), règlements d'assainissement, SDAGE et SAGE, règlements de ZAC.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : infrarégionale.

Mesure 3.B.f : réaliser un état des lieux de la vulnérabilité des activités économiques en lien avec la disponibilité de la ressource en eau.

Type de mesure : amélioration des connaissances.

Acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau Seine-Normandie, Zone de défense Chambres d'Industrie et d'Agriculture, Comité Régional du Tourisme.

Cadre opérationnel mobilisable : SDAGE et SAGE.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : régionale.

4.3. Orientation 3.c : faire face à la pression climatique (stress hydrique et thermique) sur les cultures, la foret et les milieux

Impacts	-Stress climatique (eau/chaleur/ozone) impactant l'agriculture, les forêts et les milieux naturels.
Enjeu	Résilience de l'agriculture, des forêts et des milieux naturels au changement climatique.

Mesure 3.C.a : identifier plus finement les facteurs de vulnérabilités et les opportunités des filières agricoles franciliennes (grandes cultures et maraîchage) et de la gestion forestière dans le contexte du changement climatique.

Type de mesure : amélioration des connaissances.

Acteurs potentiellement concernés : instituts de recherche en agronomie et instituts techniques (INRA, ARVALIS, etc.), Chambres d'Agriculture, Région.

Cadre opérationnel mobilisable : Programmes de recherche publiés ou en cours sur le sujet (Climator par exemple).

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : Régionale.

Mesure 3.C.b : identifier et mettre en œuvre / accompagner des mesures d'adaptation pour le secteur et les filières agricoles (choix des assolements en fonction de la demande hydrique des cultures, modification des pratiques culturales, sélection d'espèces adaptées, développement d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement, formation des agriculteurs etc.).

Type de mesure : investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : acteurs du monde agricole (coopératives, Chambres d'agriculture, instituts techniques, filières, etc.), instituts de recherche (accompagnement scientifique), collectivités territoriales, Etat et Union Européenne (accompagnement financier).

Cadre opérationnel mobilisable : PNR, PRAD.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : infrarégionale.

Mesure 3.C.c : protéger les terres à haute valeur agronomique, présentant une importante réserve utile (donc une meilleure résistance au stress hydrique), via la préemption ou les outils de planification et d'urbanisme (SDRIF, SCoT, PLU, etc.).

Type de mesure : planification.

Acteurs potentiellement concernés : Région (planification stratégique) et communes et EPCI en zone péri-urbaine, en partenariat avec les parties prenantes locales (agriculteurs, promoteurs, associations, etc.), la SAFER, l'AEV et l'OCEAN (Observatoire de la Consommation des Espaces Agricoles et Naturels).

Cadre opérationnel mobilisable : Plan de Gestion de l'Espace Rural et Péri-urbain (GERPLAN), Zone Agricole Protégée, SDRIF, SCoT et PLU.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : régionale et infrarégionale.

Mesure 3.C.d : préserver les terres agricoles, forestières et naturelles (zones humides, etc.) utiles pour la gestion du cycle de l'eau.

Type de mesure : réglementation / planification.

Acteurs potentiellement concernés : Région (planification stratégique) et communes et EPCI en zone péri-urbaine, en partenariat avec les parties prenantes locales (agriculteurs, promoteurs, associations, etc.), la SAFER, l'AEV et l'OCEAN (Observatoire de la Consommation des Espaces Agricoles et Naturels).

Cadre opérationnel mobilisable : Plan de Gestion de l'Espace Rural et Péri-urbain (GERPLAN), Zone Agricole Protégée, SDRIF, SCoT et PLU.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : régionale et infrarégionale.

Mesure 3.C.e : adapter le choix des peuplements et la gestion des forêts pour limiter les impacts directs et indirects du stress hydrique et thermique (dépérissement des arbres, feux de forêt, etc.), afin de préserver les services écosystémiques rendus (atténuation, économie du bois, rafraîchissement et cadre de vie, etc.), en relation notamment avec l'atténuation (filières bois énergie, stockage du carbone, etc.). Cela peut passer par exemple par une extension du couvert forestier.

Type de mesure : investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : ONF, CRPF d'Ile de France, CNBF, DRIAF, AEV.

Cadre opérationnel mobilisable : Charte Forestière de Territoire, Plans Simples de Gestion.

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles.

Mesure 3.C.f : mettre en œuvre tous les dispositifs favorisant la résilience de la biodiversité et des milieux aux impacts du changement climatique (mise en œuvre du SRCE, mise en place d'opérations pilotes de protection des zones humides (en relation avec le soutien d'étiage) et des pelouses calcicoles, etc.

Type de mesure : investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : collectivités territoriales, gestionnaires des sites remarquables, Associations environnementales, Naturparif.

Cadre opérationnel mobilisable : SRCE (trames vertes et bleues), SDRIF, SCoT, PLU, Plan Biodiversité (Paris), périmètres de protection (ZNIEFF, Natura 2000, ZICO, etc.).

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : régionale et infrarégionale (site remarquable par exemple).

Mesure 3.C.g : sensibiliser les collectivités, les aménageurs, le grand public, les agriculteurs et les exploitants forestiers, à l'intérêt du maintien des services écosystémiques, pour obtenir leur adhésion vis-à-vis des politiques de protection de la biodiversité.

Type de mesure : information et sensibilisation.

Acteurs potentiellement concernés : collectivités territoriales, acteurs du monde éducatif, établissements publics concernés (ONF, etc.) associations, PNR.

Cadre opérationnel mobilisable : -

Echelle temporelle : court et moyen terme.

Echelle géographique : régionale.

4.4. Orientation 3.d : faire face à l'évolution des écosystèmes et a ses conséquences sur l'agriculture (bioagresseurs), la sante (allergie) et la biodiversité en ile de France

Impact	-Bioagresseurs et espèces invasives impactant l'agriculture et les forêts.
Enjeu	Evolution des écosystèmes et ses conséquences (bioagresseurs, nouvelles espèces, etc.).

Mesure 3.D.a : mettre en place / renforcer les réseaux d'observation pour suivre et être en capacité d'anticiper l'évolution des écosystèmes et l'arrivée de nouvelles espèces (en particulier lorsqu'elles sont allergènes ou bioagresseurs), en impliquant l'ensemble des acteurs concernés (agriculteurs, forestiers, chercheurs, grand public).

Type de mesure : amélioration des connaissances.

Acteurs potentiellement concernés : Institut de recherche et d'observation de la biodiversité (exemple : Conservatoire botanique du bassin parisien), ARS et ORS, collectivités territoriales, Etat, Museum d'Histoire Naturelle, Naturparif et milieux associatifs, ONF, INRA.

Cadre opérationnel mobilisable : Système d'Information sur la Nature et les Paysages (mis en place par NatureParif à la demande de l'Etat et de la Région), SRCAE.

Echelle temporelle : concerne toutes les échelles temporelles.

Echelle géographique : régionale et suprarégionale.

Mesure 3.D.b : dans le cadre des programmes de végétalisation en milieu urbain, implanter des espèces adaptées au changement climatique, non allergènes, non invasives et diversifiées (répartition du risque en cas de maladie).

Type de mesure : planification / investissement direct.

Acteurs potentiellement concernés : collectivités territoriales ayant la compétence urbanisme et espaces verts, CAUE, ARENE, Etat (via les porters à connaissance).

Cadre opérationnel mobilisable : règlements de ZAC, SCoT, PLU.

Echelle temporelle : court terme.

Echelle géographique : infrarégionale.

Mesure 3.D.c : **assurer une protection efficace des zones humides.**

Type de mesure : planification / réglementation.

Acteurs potentiellement concernés : ENS, AEV, Associations, AESN, Collectivités locales

Cadre opérationnel mobilisable : SDAGE et SAGE, Schéma des Berges, périmètres de protection (Natura 2000, RAMSAR, ZICO, etc.).

Echelle temporelle : infrarégionale.

Echelle géographique : déclinable à différentes échelles.

ANNEXE 5 - Les parties prenantes de l'étude (Comités de Pilotage, Ateliers et Entretiens)

1. PARTICIPANTS AUX COMITES DE PILOTAGE ET AUX ATELIERS

Nom	Prénom	Organisme	COPIL	COPIL élargi	Atelier 1	Atelier 2
BERIOT	Nicolas	ONERC	X	X		
BESNARD	Eva	ADEME Ile de France	X	X	X	
BOTTALICO	Adrien	SGZDS				X
CASSIN	Paul	Conseil régional Ile de France			X	
CELLIER	Pierre	INRA			X	
CHARBEAUX	Véronique	Conseil Régional (en charge du SRCAE)	X	X		
CLAVIER	Stève	CG 94		X	X	
CORDEAU	Erwan	IAU Ile-de-France	X	X	X	X
CSEPELI	Réka	Comité Régional du Tourisme			X	X
DRIDI	Emilie	GRDF Ile-de-France			X	X
DUBOIS BOGET	Laurence	CG 94		X		
DUGAULT	Edouard	CG 94			X	
FALQUE-MASSET	Marie-Laure	ARENE Ile de France	X	X		
FAVE	Patrick	DRIEE		X		
FOURNIER	Emmanuelle	ADEME Ile de France	X	X	X	X
GACHE	Frédéric	EPTB Grands Lacs de Seine			X	
GANTOIS	Marie	Ville de Paris		X	X	X
GARRIGOU	Sandra	ARENE Ile de France	X	X	X	
KADDOURI	Alexandre	SNCF			X	
KOPEL	Alice	ARS			X	X
LAFOND	Charleyne	CG 94		X	X	X
LAPP	Karim	Conseil Régional	X	X	X	X
LOUBET	Brigitte	DRIEE	X	X		
PARIS	Jérôme	DRIEA/SA			X	X
PLANCHON	Sandra	SGZDS			X	
PORTIER	Stephan	SGZDS			X	X
RICAUD	Delphine	Comité Régional du Tourisme			X	X
SALAGNAC	Jean-Luc	CSTB			X	X
TABUCHI	Jean-Pierre	SIAAP			X	X
THIBAULT	Christian	IAU	X	X		
ZAMANSKY	Thomas	DRIEA	X	X	X	

2. EXPERTS CONTACTES DANS LE CADRE DE LA REALISATION DU DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE (ENTRETIENS)

Nom	Organisme	Interlocuteur
P. Cellier	INRA	Artelia
X. Guiomar	AgroParisTech	Artelia
J.L. Salagnac	CSTB	Artelia
A. Kopel	ARS	Artelia
S. Filoche	CNB	Artelia
S. Penet	FFSA	Artelia
J.P. Tabuchi	SIAAP	Explicit
A. Kaddouri	SNCF	Explicit
V. Matayron-Priour	ERDF	Explicit
A. Mazzenga	GRDF	Explicit
X. De Lacaze	Explore	Explicit
J.M. Mouchel & G. Billen	PIREN Seine	Artelia & Explicit
R. Csepeli	CRT	Artelia
J.L. Rizzoli	EPTB Grands Lacs de Seine	Artelia & Explicit
Thibault	IAU	RCT
S. Planchon / S. Portier	Préfecture police	Artelia
S. Lhomme	EIVP	Artelia

ANNEXE 6 - Bibliographie

1. SOURCES TRANSVERSALES

1.1. REFERENCES INTERNATIONALES

London's warming: The impacts of climate change on London, The London Climate Change Partnership, 2002.

PACHAURI et al., ***Bilan 2007 des changements climatiques : Contribution des groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du GIEC***, Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC), 2007.

Livre vert, Adaptation au changement climatique en Europe : les possibilités d'action de l'Union Européenne, Commission des communautés européennes, 2007.

HALLEGATTE et THERY, ***Les impacts économiques futurs du changement climatique sont-ils sous-estimés ?***, CIRED (Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement) et Ecole Nationale de la Météorologie, 2007.

Livre Blanc : "Adaptation au changement climatique : vers un cadre d'action européen", Commission des communautés européennes, 2009.

International scientific congress on climate change: Global risks, challenges and decisions, IARU (International Alliance of Research Universities), 2009.

UK CCRA Climate Change Risk Assessment, DEFRA, 2012.

1.2. REFERENCES NATIONALES

DENEUX, ***Evaluation de l'ampleur des changements climatiques, de leurs causes et de leur impact prévisible sur la géographie de la France à l'horizon 2025, 2050 et 2100***, OPECST - Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 2002.

Guide pour l'adaptation à l'attention des collectivités locales, ONERC, 2004.

Rapport parlementaire de la mission d'information sur l'effet de serre, Assemblée nationale, 2006.

PNLCC - Programme National de Lutte contre le Changement Climatique, Mission interministérielle de l'effet de serre - Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, 2006.

Stratégie Nationale d'Adaptation au Changement Climatique, ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique), 2006.

Changement climatique : Coût des impacts et pistes d'adaptation, Rapport au Premier Ministre et au Parlement, ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique), 2009.

Groupe Interministériel, ***Evaluation du coût des impacts du changement climatique en France***, ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique), 2009.

Plan Adaptation Climat - Rapport des groupes de travail de la concertation nationale, ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique), 2010.

Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) 2011-2015, ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique), 2011.

GALLIOT M., ***L'adaptation au changement climatique en France***, MEDDTL, ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique), mars 2011.

1.3. REFERENCES REGIONALES

Vivre en Ile-de-France en 2025, CESER IDF, 1999.

FLORET C., ***L'attractivité de l'Ile-de-France à l'horizon 2025***, CESER IDF, 2004.

Essonne 2020 : orientations stratégiques pour un aménagement équilibré et un développement durable du territoire départemental, CG Essonne, 2006.

Le changement climatique : kit d'information et de sensibilisation Réseau Action-Climat France, Mairie de Paris, Ademe, WWF, et al., 2007.

Plan Climat de Paris - Plan Parisien de lutte contre le dérèglement climatique, Ville de Paris, 2007.

ROBERT J., ***Modes de vie et identité(s) francilienne(s), aujourd'hui et demain***, CESER IDF, 2007.

Evaluation environnementale SDRIF IDF - Parties 1, 2 et 3, Conseil Régional IDF, 2008.

Concertation Adaptation Climat pour l'Ile-de-France, DRIEE Ile-de-France, 2010.

Démographie, économie et lien social à l'horizon 2050 en IDF : quelles perspectives, quels leviers pour agir ?, CESER IDF, 2010.

Plan Régional pour le Climat - Livre Vert : Etat des lieux des enjeux climatiques, Conseil Régional d'Île-de-France, 2010.

Plan Régional pour le Climat d'Île-de-France, Conseil Régional d'Île-de-France, 2011.

1960-2060 : quoi de neuf l'Ile-de-France ? Cahiers de l'IAU, IAURIF, 2011.

Étude de la vulnérabilité du territoire induite par les impacts avérés et potentiels du changement climatique et sa dépendance énergétique, Conseil Général de Seine et Marne, 2011.

Plan Climat du Conseil Général de Seine et Marne, 2011.

2. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RISQUES NATURELS

Plan Seine, Agence de l'eau Seine-Normandie & DIREN, 2005.

Le point sur la croissance du nombre de logements en zone inondable, CGDD, 2009.

Synthèse de l'étude relative à l'impact du changement climatique et de l'aménagement du territoire sur la survenance d'événements naturels en France, Fédération Française des Sociétés d'Assurance (FFSA), 2009.

VEYRET Y., ***Du risque à la gestion des villes : la ville durable***, revue Géosciences n° 10, 2009.

Et demain? Le risque d'inondation dans le bassin de la Seine, EPTB des Grands Lacs de Seine, Préfecture de Police de Paris & DIREN Ile-de-France, 2009.

CHATRY et al., ***Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts***, Mission interministérielle / MEEDDM / CGAER / MAAP/ CGEDD, 2010.

AleasTV - Edition spéciale : le risque d'inondation Île-de-France, DRIEE Ile-de-France, 2010.

LHOMME S. et al, ***Les réseaux techniques face aux inondations, ou comment définir des indicateurs de performance de ces réseaux pour évaluer la résilience urbaine***, BAGF Géographies, 2010.

Campagne mondiale 2010-2011 pour la prévention des catastrophes, « Pour des villes résilientes », « Ma ville se prépare », ONU, 2010-2011.

Zones inondables : des enjeux toujours plus importants en Ile-de-France, Note Rapide de l'IAU n°516, septembre 2010.

Urbanisation et zones inondables : les risques encourus, Note Rapide de l'IAU n°557, juillet 2011.

Dossiers départementaux sur les risques majeurs, Préfectures.

Rapports Argiles départementaux, BRGM.

3. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RESSOURCES EN EAU

DUCHARNE et al., ***Influence du changement climatique sur le fonctionnement hydrologique et biogéochimique du bassin de la Seine***, Projet GICC-Seine (Gestion et Impacts du Changement Climatique), 2005.

BOE J., ***Changement global et cycle hydrologique : Une étude de régionalisation sur la France***, Thèse de l'Université Toulouse 3, 2007.

Plan Bleu - Val de Marne, Conseil Général du Val de Marne, 2009.

SDAGE 2010-2015 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands - Pour un bon état des eaux en 2015, Agence de l'eau Seine Normandie, 2009.

DUCHARNE A. (UMR Sisyphe), ***Projet RExHySS – Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme***, MEDDTL, Programme GICC, 2009.

BELMEZITI A., DE GOUVELLO B. (LEESU & CSTB), ***Une approche prospective de la diffusion des pratiques d'utilisation de l'eau de pluie en Ile-de-France***, Université Paris Est - Ecole des Ponts Paris Tech, 2010.

CHAUVET H., METIVIER F., PHAM D., BENEDETTI M., GROLEAU A. et FROMAGEAU X., ***Dynamique de l'écoulement et du transport des sédiments dans la Seine à Paris. Conséquences pour la pollution et la navigation fluviale***, 2011.

4. CHANGEMENT CLIMATIQUE, MILIEUX ET ECOSYSTEMES

Plan Vert - Val de Marne, Conseil Général du Val de Marne, 2006.

Stratégie régionale pour la biodiversité en Ile-de-France, rapport pour le Conseil Régional, juin 2007.

MACHON N., ***Biodiversité à Paris en 2030 : quelle flore dans les espaces verts ?***, Muséum National d'Histoire Naturelle, 2008.

Enjeux et indicateurs socio-économiques pour la biodiversité en Ile-de-France : Rapport sur les travaux du groupe « Services écosystémiques et enjeux socio-économiques de la biodiversité en Ile - de-France, Natureparif (Système d'Information sur la Nature et les Paysages), 2010.

Trame Verte et Bleue en France métropolitaine, MEDDTL, 2011.

FILOCHE S. (CBNBP), HENDOUX F. (MNHN), ***Réflexions pour une liste des espèces végétales invasives en Ile-de-France – Etat des lieux***, Rencontre NaturParif : les espèces envahissantes, juin 2011.

SIMONET G., BLANC N., ***L'adaptation de la gestion des espaces naturels urbains aux changements de la variabilité climatique régionale : exemple de Paris et Montréal***, Vertigo, mai 2012.

Profils environnementaux régionaux, DIREN / DREAL.

5. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SANTE

Les conséquences sanitaires liées à la canicule - ***alerte nationale***, rapport annuel de l'Institut de Veille Sanitaire (InVS), 2003.

Les personnes âgées en Ile-de-France : Evolutions et perspectives de la prise en charge de la dépendance, ORS, 2003.

CASSADOU et al, ***Vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre températures, pollution atmosphérique et mortalité dans 9 villes françaises***, InVS, 2004.

HEMON D., JOUGLA E., ***Surmortalité liée à la canicule d'août 2003***, INSERM, 2004.

LETARD V., FLANDRE H., LEPELTIER S., ***La France et les Français face à la canicule : les leçons d'une crise***, Rapport d'information de l'OPECST n°195, OPECST / Sénat, 2004.

Rapport sur l'évaluation du risque d'apparition et de développement de maladies animale compte tenu d'un éventuel réchauffement climatique, Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA), 2005.

Changements climatiques et risques sanitaires en France, rapport au Premier Ministre et au Parlement, ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique), 2007.

ATLAN G., ***Les inégalités sociales de santé en Ile-de-France***, CESER IDF, 2007

THIBAUDON M., ***Pollens, Allergies et Changements Climatiques***, RNSA, 2007.

PRAZNOCZY, GREMY, ***Dynamiques territoriales de santé en Ile-de-France***, ORS, 2009.

Profil Socio-sanitaire Ile-de-France en 2010 : indicateurs sociodémographiques, ORS, 2010.

Changement Climatique et POP (Polluants Organiques Persistants) : prédire les impacts sur l'environnement et la santé, Stockholm Convention, UNEP / AMAP, avril 2011.

Programme d'études 2012 de l'Observatoire régional de santé d'Ile-de-France, ORS Ile-de-France, 2011.

6. CHANGEMENT CLIMATIQUE, AGRICULTURE ET FORETS

6.1. AGRICULTURE

AMIGUES J.P., DEBAEKE P., ITIER B., LEMAIRE G., SEGUIN B., TARDIEU F., THOMAS A., ***Sécheresse et agriculture. Adapter l'agriculture à un risque accru de manque d'eau***, Expertise scientifique collective, Rapport, INRA, 2006.

BRISSON, CAUBEL, ***Quelle adaptation de notre agriculture au changement climatique ?***, INRA, 2008.

L'empreinte alimentaire de Paris en 2030 : élaboration de scénarios contrastés, Projet PIRVE-Empreintes, 2009.

BRISSON N. & LEVRAULT F., ***Projet CLIMATOR : Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces***, projet ANR, INRA & ADEME, 2007-2010.

Projet ADAGE (ADaptation au changement climatique de l'AGriculture et des Écosystèmes anthropisés), INRA/ANR (Agence Nationale de la Recherche), 2010.

LEJARS C., FUSILLIER J.L., BRUNEL L., RUCHETON G., ***Impact des restrictions d'eau sur les filières agro-alimentaires - Nappe de la Beauce***, AFEID (Association Française pour l'Irrigation et le Drainage), CEMAGREF, CIRAD, DIATAE et Chambres d'agriculture d'Eure-et-Loir et du Loiret, 2011.

6.2. FORET

LANDMANN G., BREDA N., HOULLIER F., DREYER E., FLOT J-L, ***Sécheresse et canicule de l'été 2003 : quelles conséquences pour les forêts françaises ?***, 2003.

ROMAN-AMAT, ***Préparer les forêts françaises au changement climatique***, 2007.

SEGUIN, ***Forêts et milieux naturels face au changement climatique – RDV Techniques de l'ONF***, 2007.

DUCHIRON, SCHNITZLER, ***La forêt face aux changements climatiques : de la gestion productiviste à une sylviculture de l'écosystème***, INRA, 2009.

GIRARD, ***La forêt face aux changements climatiques extrêmes : étude de l'impact de la sécheresse de 2003 sur la croissance des arbres des forêts françaises***, Mémoire de fin d'études Agro-ParisTech, INRA / AgroParisTech / IFN, 2009.

CHATRY C., LE GALLOU J.Y., LE QUENTREC M., LAFITTE J.J., LAURENS D., CREUCHET B., ***Rapport de la mission interministérielle - Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts***, MEDDTL, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire, Ministère de l'intérieur et de l'outre-mer, juillet 2010.

L'agriculture française en 2010 - Premiers résultats du recensement agricole, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire, septembre 2011.

Le Val d'Oise dans le Grand Paris : la forêt du Grand Paris, Conseil Général du Val d'Oise, 2011.

7. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET TOURISME

DUBOIS J.P., CERON G., ***Adaptation au changement climatique et développement durable du tourisme***, TEC, 2006.

Nuitées en campings par départements et par régions en 2010, INSEE, Enquêtes hôtellerie de plein air, 2011.

Nuitées en hôtels par départements et par régions en 2010, INSEE, Enquête hôtellerie homologuée, 2011.

ROUSSEAU L., ***Mémento du tourisme***, Ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi, 2011.

8. CHANGEMENT CLIMATIQUE, RESEAUX, BATI ET TISSU URBAIN

LACOSTE, BOURDIN, ***La société urbaine du XXIème siècle***, LTMU et IAURIF, 2003.

COLOMBERT et al, ***Climat urbain : de l'évolution des villes au changement climatique***, CSTB, 2006.

BARLES S., ***Mesurer la performance écologique des villes et des territoires : le métabolisme de Paris et de l'Ile-de-France***, LTMU, 2007.

COCHRAN I., ***Infrastructures de transport en France : vulnérabilité au changement climatique et possibilités d'adaptation***, Caisse des Dépôts - Mission Climat, 2009.

DA CUNHA A., ***Urbanisme végétal et agriurbanisme***, Les Cahiers du Développement Urbain Durable (Urbia n°8), UNIL - Université de Lausanne, 2009.

GOSSELIN M., ***Démarche de conception d'espaces de transport prospective et collaborative : "station Osmose"***, RATP, 2009.

MASSON V. et al, ***Simulation intégrée de la ville : modélisation urbaine et stratégies d'adaptation au changement climatique pour anticiper la demande et la production énergétique (MUSCADE)***, Météo-France, CIRED, CSTB, LRA, LIENS & IAU, La revue CGDD, 2009.

FEVRIER E. et al.", Villes et adaptation au changement climatique, ONERC, 2010.

VALETTE E., CORDEAU E. et MAGDELAINE C., ***Les îlots de chaleur urbains – L'adaptation de la ville aux chaleurs urbaines***, IAU IdF, 2010.

Rapport sur la « qualité de l'électricité » – Diagnostics et propositions relatives à la continuité de l'alimentation en électricité, CRE, octobre 2010.

Consommation d'énergie des bâtiments franciliens d'enseignement, Etude prospective, ARENE / ADEME, octobre 2011.

Adaptation au changement climatique - Instruments d'action pour l'adaptation des grandes villes et zones métropolitaines européennes au changement climatique, Ecologic Institute, 2011.

DESPLAT J., SALAGNAC J.L., ***EPICEA - Volet 1 - Evolution du climat urbain de Paris dans la perspective du changement climatique***, Projet EPICEA - Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement climatique à l'Echelle de l'Agglomération parisienne, 2011.

DESPLAT J., SALAGNAC J.L., ***EPICEA - Volet 2 - Etude particulière d'une situation extrême : la canicule de 2003***, Projet EPICEA - Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement climatique à l'Echelle de l'Agglomération parisienne, 2011.

DESPLAT J., SALAGNAC J.L., ***EPICEA - Volet 3 - Lien entre l'urbanisme et le climat urbain***, Projet EPICEA - Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement climatique à l'Echelle de l'Agglomération parisienne, 2011.

LEMONSU A., ***Projet VURCA : Etude de la vulnérabilité de l'espace urbain parisien aux vagues de chaleur en termes de pertes de confort thermique et de sensibilité de la demande énergétique, et analyse économique de l'efficacité de différentes stratégies d'adaptation***, CIRED, GAME & CSTB, 2009-2011.

WILLIAMS K., JOYNT, J., PAYNE C.., HOPKINS D., SMITH I., ***The conditions for, and challenges of, adapting England's suburbs for climate change***. Revue Building and Environment n°55 (pages 131-140), septembre 2012.