



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Datar

L'adaptation aux effets du changement climatique en Haute et Basse-Normandie

ETUDE

RAPPORT TECHNIQUE FINAL

Eau & Environnement
Unité Climat-Energie

50, avenue Daumesnil
75012 Paris

Tel. : +33 (0)1-48-78-37-42
Fax : +33 (0)1-48-78-93-41



PREAMBULE

Ce document présente le rapport technique complet de l'étude sur la vulnérabilité et l'adaptation des territoires normands au changement climatique, commanditée par la DATAR et pilotée par le SGAR Haute-Normandie, en collaboration étroite avec le SGAR Basse-Normandie, les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) et les Directions Régionales de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF) des deux régions, ainsi que le Conservatoire du littoral.

Réalisée entre fin décembre 2012 et septembre 2013, elle répond à deux objectifs :

- Réaliser un diagnostic de la vulnérabilité de la Normandie au changement climatique, en s'appuyant sur les publications existantes et en définissant des types de territoires cohérents du point de vue de cette vulnérabilité ;
- Définir sur cette base, dans le cadre d'une démarche participative de prospective, une stratégie d'adaptation pour chaque type de territoire répondant aux enjeux soulevés par les impacts attendus du changement climatique.

La démarche prospective a mobilisé à deux reprises un groupe de travail réunissant les différents services et établissements publics de l'Etat, ainsi que des experts thématiques. La stratégie présentée en section 2 de ce document est directement issue de ce travail réalisé en atelier.

Contacts :

M. Cristofe PASCAL, SGAR Haute-Normandie (cristofe.pascale@haute-normandie.pref.gouv.fr).

Mme Jeanne DE LA PORTE, SGAR Basse-Normandie (jeanne.de-la-porte@basse-normandie.pref.gouv.fr).

Membres du Comité de Pilotage :

SGAR, DREAL et DRAAF des régions Haute et Basse-Normandie, DATAR et Conservatoire du littoral.

Réalisation de l'étude :

ARTELIA – Climat Energie

M. Jean LECROART, Chef de projet.

Mme Rachel JOUAN, Directrice de projet.

Mme Lisa RUSSO, Consultante indépendante.

Contact : cle@arteliagroup.com



STRATYS, en charge de l'animation de la phase prospective de l'étude.

M. Christian LONG

M. Jean-Claude COHEN

M. Bernard DAMBRIN

Contact : stratys@stratys.net



SOMMAIRE

Section 1	Diagnostic de vulnérabilité interrégionale et territorial de la Normandie au changement climatique	1
1.	CONTEXTE, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE	2
1.1.	VULNERABILITE ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	2
1.2.	OBJECTIFS ET METHODOLOGIE	6
2.	ANALYSE DE LA VULNERABILITE DU TERRITOIRE A L'ECHELLE INTERREGIONALE	12
2.1.	IMPACTS DE LA HAUSSE DES TEMPERATURES MOYENNES ANNUELLES SUR LES TERRITOIRES NORMANDS	12
2.2.	IMPACTS DE L'AUGMENTATION DE L'INTENSITE ET DE LA FREQUENCE DES EPISODES CANICULAIRES SUR LES TERRITOIRES NORMANDS	23
2.3.	IMPACTS DE L'EVOLUTION DES RISQUES NATURELS DANS LA PERSPECTIVE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES TERRITOIRES NORMANDS	37
2.4.	IMPACTS DE L'AGGRAVATION DES EPISODES DE SECHERESSE SUR LES TERRITOIRES NORMANDS	57
3.	ANALYSE DE LA VULNERABILITE A L'ECHELLE TERRITORIALE	68
3.1.	LES FRANGES FRANCILIENNES : GRANDES CULTURES ET AIRE D'INFLUENCE PARISIENNE	69
3.2.	LA SEINE AVAL DE ROUEN AU HAVRE : UN AXE INDUSTRIALO-PORTUAIRE MAJEUR	83
3.3.	LE LITTORAL DE LA BAIE DE SEINE AU TREPORT	100
3.4.	LE LITTORAL DE LA PRESQU'ILE DU CONTENTIN : UN ESPACE PRESERVE	114
3.5.	LES PLAINES ET PLATEAUX ARRIERE-LITTORAUX : PLAINE DE CAEN-ARGENTAN ET PAYS DE CAUX	126
3.6.	LE BOCAGE NORMAND	135

Section 2	Note stratégique pour l'adaptation des territoires normands aux impacts du changement climatique	143
INTRODUCTION		144
1. FRANGES FRANCIENNES		145
1.1.	ORIENTATION (FF1) : SOUTENIR LA DIVERSIFICATION DES PRODUCTIONS AGRICOLES VERS DES CULTURES ADAPTEES (SOL, EAU, CLIMAT, PAYSAGES)	145
1.2.	ORIENTATION (FF2) : SENSIBILISER LES PUBLICS FRAGILES AUX BONNES PRATIQUES LORS DES CANICULES	146
1.3.	ORIENTATION (FF3) : GENERALISER LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENT ET DE CONSTRUCTION	146
2. SEINE-AVAL		146
2.1.	ORIENTATION (SA1) : FAIRE DE LA VALLEE DE LA SEINE UN TERRITOIRE D'EXCELLENCE POUR L'EXPERIMENTATION ET LE DEVELOPPEMENT DE LA VILLE BIOCLIMATIQUE	147
2.2.	ORIENTATION (SA2) : ORIENTER LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION ET DE PROGRAMMATION POUR DEVELOPPER PRIORITAIREMENT LES ZONES NON EXPOSEES AUX RISQUES D'INONDATION (CRUE, RUISSELLEMENT, SUBMERSION)	147
2.3.	ORIENTATION (SA3) : MAINTENIR ET RENFORCER LES ACTIVITES ECONOMIQUES LE LONG DE LA VALLEE DE LA SEINE, EN ADAPTANT LES INFRASTRUCTURES ET L'AMENAGEMENT AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	148
3. LITTORAL DE LA BAIE DE SEINE AU TREPORT		148
3.1.	ORIENTATION (LBS1) : DEFINIR LES CRITERES MATERIELS ET IMMATERIELS DE SELECTION DES TERRITOIRES A PROTEGER	149
3.2.	ORIENTATION (LBS2) : APPRENDRE AUX TERRITOIRES A VIVRE AVEC LE RISQUE	150
3.3.	ORIENTATION (LBS3) : RECHERCHER LE CONSENSUS SUR UNE EVOLUTION PARTAGEE DU TRAIT DE COTE	150
4. LITTORAL DE LA PRESQU'ILE DU COTENTIN		151
4.1.	ORIENTATION (LC1) : PRESERVER LA QUALITE DES EAUX POUR LES ACTIVITES DE PECHE ET CONCHYLICOLES	151
4.2.	ORIENTATION (LC2) : GARANTIR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DOUCE EN COTENTIN	152
4.3.	ORIENTATION (LC3) : AMELIORER LA CONNAISSANCE SUR L'EVOLUTION DES MARAIS, DIFFUSER CETTE INFORMATION ET ANTICIPER L'IMPACT DU BISEAU SALE SUR LES ACTIVITES ECONOMIQUES DES MARAIS	152
4.4.	ORIENTATION (LC4) : PRESERVER LES AMENITES ET L'ATTRACTIVITE DE LA COTE DES HAVRES	153
5. PLAINES ET PLATEAUX ARRIERES-LITTORAUX		153
5.1.	ORIENTATION (PPAL1) : SECURISER LA RESSOURCE EN EAU POUR TOUS LES USAGES (QUANTITE ET QUALITE)	154
5.2.	ORIENTATION (PPA2) : PRESERVER LES BONNES TERRES ET LES ESPACES NATURELS FACE A L'URBANISATION	154
5.3.	ORIENTATION (PPA3) : RENFORCER LES MESURES DE PREVENTION DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION DES SOLS	154
5.4.	ORIENTATION (PPA4) : PRENDRE EN COMPTE LE CONFORT THERMIQUE ESTIVAL A L'ECHELLE DU BATIMENT ET DE L'AMENAGEMENT URBAIN	155
6. BOCAGE NORMAND		155
6.1.	ORIENTATION (BN1) : PRESERVER LES FILIERES AGRO-AGRI SANS CHANGEMENT DE MODELE ECONOMIQUE	156
6.2.	ORIENTATION (BN2) : CONSOLIDER LES CONTINUITES BOCAGERES ET LEURS FONCTIONNALITES ECOLOGIQUES	156
RECAPITULATIF DES STRATEGIES D'ADAPTATION TERRITORIALES		157

Section 3	Préconisations d'adaptation	159
INTRODUCTION		160
1. FRANGES FRANCIENNES		162
1.1.	FF1 : SOUTENIR LA DIVERSIFICATION DES PRODUCTIONS AGRICOLES VERS DES CULTURES ADAPTEES (SOL, EAU, CLIMAT ET PAYSAGES)	162
1.2.	FF2 : SENSIBILISER LES PUBLICS FRAGILES AUX BONNES PRATIQUES LORS DES CANICULES	165
1.3.	FF3 : GENERALISER LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENT ET DE CONSTRUCTION	167
2. SEINE-AVAL		171
2.1.	SA1 : FAIRE DE LA VALLEE DE LA SEINE UN TERRITOIRE D'EXCELLENCE BIOCLIMATIQUE	172
2.2.	SA2 : ORIENTER LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION ET DE PROGRAMMATION POUR DEVELOPPER PRIORITAIREMENT LES ZONES NON EXPOSEES AUX RISQUES D'INONDATION (CRUE, RUISSELLEMENT, SUBMERSION)	175
2.3.	SA3 : MAINTENIR ET RENFORCER LES ACTIVITES ECONOMIQUES LE LONG DE LA VALLEE DE LA SEINE EN ADAPTANT LES INFRASTRUCTURES ET L'AMENAGEMENT AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	178
3. LITTORAL DE LA BAIE DE SEINE AU TREPONT		180
3.1.	LBS1 : DEFINIR LES CRITERES MATERIELS ET IMMATERIELS DE SELECTION DES TERRITOIRES A PROTEGER	180
3.2.	LBS2 : APPRENDRE AUX TERRITOIRES A VIVRE AVEC LE RISQUE	182
3.3.	LBS3 : RECHERCHER LE CONSENSUS SUR UNE EVOLUTION PARTAGEE DU TRAIT DE COTE	185
4. LITTORAL DE LA PRESQU'ILE DU COTENTIN		186
4.1.	LC1 : PRESERVER LA QUALITE DES EAUX POUR LES ACTIVITES DE PECHE ET CONCHYLICOLES	187
4.2.	LC2 : GARANTIR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DOUCE EN COTENTIN	190
4.3.	LC3 : AMELIORER LA CONNAISSANCE SUR L'EVOLUTION DES MARAIS, DIFFUSER CETTE INFORMATION ET ANTICIPER L'IMPACT DU BISEAU SALE SUR LES ACTIVITES ECONOMIQUES DU MARAIS	195
4.4.	LC4 : PRESERVER LES AMENITES ET L'ATTRACTIVITE TOURISTIQUE DE LA COTE DES HAVRES	197
5. PLAINES ET PLATEAUX ARRIERE-LITTORAUX		200
5.1.	PPA1 : SECURISER LA RESSOURCE EN EAU POUR TOUS LES USAGES (QUANTITE ET QUALITE)	200
5.2.	PPA2 : PRESERVER LES BONNES TERRES ET LES ESPACES NATURELS FACE A L'URBANISATION	204
5.3.	PPA 3 : RENFORCER LES MESURES DE PREVENTION DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION DES SOLS	208
5.4.	PPA4 : PRENDRE EN COMPTE LE CONFORT THERMIQUE ESTIVAL A L'ECHELLE DU BATIMENT ET DE L'AMENAGEMENT URBAIN	210
6. BOCAGE NORMAND		213
6.1.	BN1 : PRESERVER LES FILIERES AGRO-AGRI SANS CHANGEMENT DE MODELE ECONOMIQUE	213
6.2.	BN2 : CONSOLIDER LES CONTINUITES BOCAGERES ET LEURS FONCTIONNALITES ECOLOGIQUES	217
CONCLUSION		220
	ORIENTATIONS TRANSVERSALES	220
	SYNTHESE DES INTERRELATIONS ENTRE LES PRECONISATIONS	223

ANNEXE 1	- Détail méthodologique des évaluations du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation	226
1.	CADRE GENERAL DE L'EVALUATION	227
1.1.	REMARQUES ET MISES EN GARDES PRELIMINAIRES	227
1.2.	ELEMENTS DE METHODOLOGIE	228
2.	ESTIMATIONS DE L'IMPACT ECONOMIQUE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	229
2.1.	ELEMENTS DE COUTS – RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES	229
2.2.	ELEMENTS DE COUTS – EVENEMENT CLIMATIQUE DE TYPE 2003 ET AGRICULTURE	230
2.3.	ELEMENTS DE COUTS – CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ATTRACTIVITE TOURISTIQUE	232
2.4.	ELEMENTS DE COUTS – SUBMERSIONS MARINES	233
2.5.	ELEMENTS DE COUTS - HAUSSE DES TEMPERATURES ET SANTE PUBLIQUE	235
ANNEXE 2	- Scénarios prospectifs issus du premier atelier	237
ANNEXE 3	- Bibliographie	262
1.	REFERENCES NATIONALES ET INTERNATIONALES	263
2.	REFERENCES REGIONALES UTILISEES POUR LE DIAGNOSTIC INTERREGIONAL ET TERRITORIAL	263
3.	SOURCES RELATIVES A L'ANALYSE DU COUT DE L'INACTION	265

SECTION 1 DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE INTERREGIONAL ET TERRITORIAL DE LA NORMANDIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

1. CONTEXTE, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

1.1. VULNERABILITE ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

1.1.1. Cadrage général

Le changement climatique est une réalité aujourd'hui reconnue et mesurée par la communauté scientifique, à travers les travaux et publications du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC). Quels que soient les moyens déployés pour en atténuer les effets (politiques de réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre – GES), le changement climatique aura donc des effets sur les territoires.

Les services de Météo-France ont appliqué les scénarios d'évolution climatiques du GIEC à l'échelle nationale métropolitaine, à l'aide de leur modèle ARPEGE-Climat.

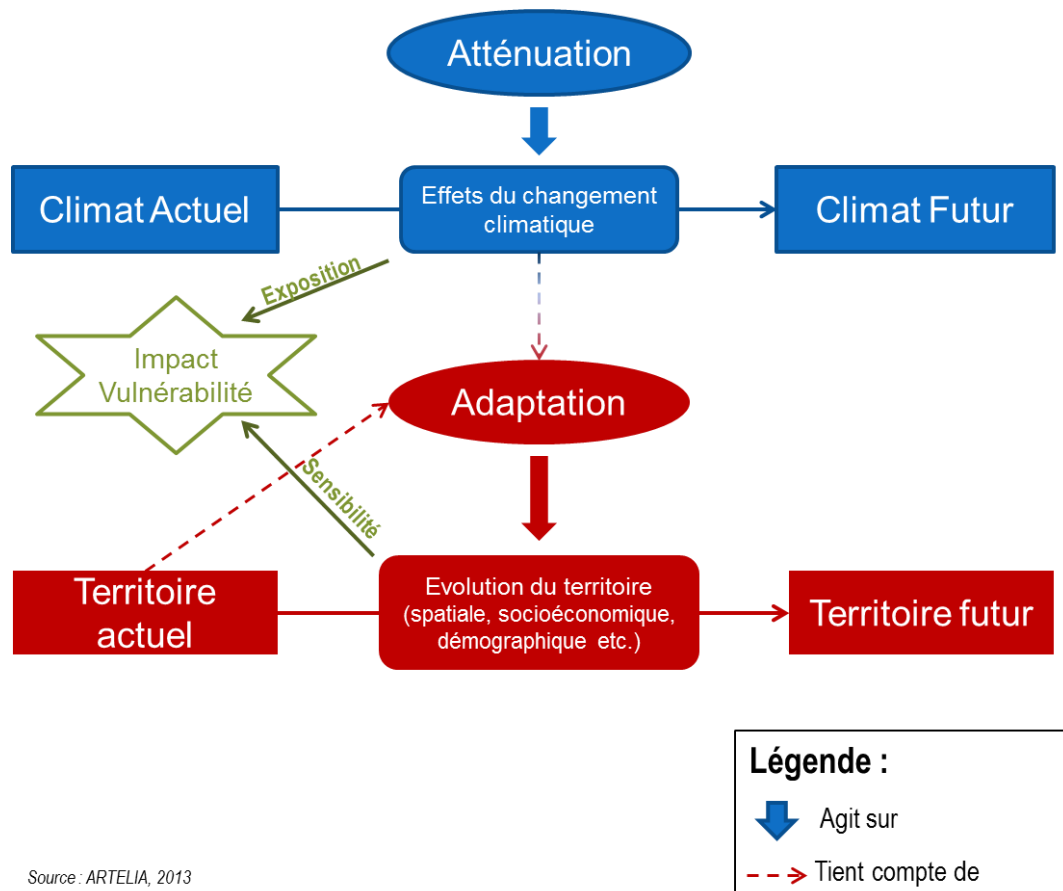
Nous disposons ainsi pour cette étude de cartographies présentant, à l'échelle du Nord ouest de la France, l'évolution attendue de différents indicateurs climatiques aux horizons 2030, 2050 et 2080 et pour trois scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)¹.

Comme l'illustre le schéma ci-après, les politiques d'atténuation et d'adaptation au changement climatique sont complémentaires :

- L'atténuation, en réduisant les émissions de GES, agit sur les causes du changement climatique. Elle vise à en diminuer les effets et s'inscrit à une échelle globale ;
- L'adaptation agit sur les conséquences du changement climatique. Elle vise quant à elle à prendre en compte les effets du changement climatique dans l'organisation et le fonctionnement d'un territoire donné, afin de limiter leur impact sur les enjeux socioéconomiques et environnementaux.

L'adaptation s'inscrit donc davantage dans une démarche de prospective territoriale, destinée à identifier l'exposition du territoire aux effets du changement climatique (dépendante de l'évolution du climat pour ce territoire) d'une part, et sa sensibilité à ces effets (dépendante des caractéristiques du territoire et de sa possible évolution) d'autre part.

¹ Pour plus de détails, se reporter au rapport consacré à l'analyse des simulations climatiques de Météo-France pour le territoire Normand, Artelia, 2013.



Source : ARTELIA, 2013

Fig. 1. Atténuation et adaptation au changement climatique : deux politiques complémentaires (Artelia, 2013)

Quelques définitions :

- **Effet** du changement climatique : modification durable d'un paramètre climatique (moyenne annuelle de température, de précipitations, etc.) qui sera perceptible au cours du XXIème siècle. La référence à un effet du changement climatique sur un territoire donné définit son **exposition** à cet effet.
- **Impact** du changement climatique : c'est le produit d'un ou plusieurs effets du changement climatique sur un territoire donné (**exposition**) avec les éléments géographiques et socioéconomiques caractéristiques du territoire susceptibles d'être affectés (**sensibilité**). De ce fait, l'impact est nécessairement propre à un territoire donné.

Les impacts du changement climatique sont donc susceptibles de concerner tous les enjeux socioéconomiques et environnementaux d'un territoire : milieux et écosystèmes, agriculture, ressources en eau, bâtiment et aménagement urbain, tourisme, etc.

- **Vulnérabilité** au changement climatique : la vulnérabilité d'un territoire est fonction de l'importance des impacts du changement climatique et de sa capacité à y faire face, à travers des actions déjà planifiées ou mises en œuvre (**capacité d'adaptation**).
- **Adaptation** au changement climatique : réduire la vulnérabilité en modifiant les caractéristiques du territoire pour anticiper les effets du changement climatique (réduction des impacts négatifs et valorisation des opportunités éventuelles).

1.1.2. Contexte national et interrégional en matière de stratégies d'adaptation

1.1.2.1. A L'ECHELLE NATIONALE

En 2006, la France a adopté une Stratégie nationale d'adaptation, fixant de grandes orientations en matière d'adaptation au changement climatique.

Le Plan Climat 2004 préconisait en particulier la mise en place d'un Groupe interministériel chargé de produire une évaluation des coûts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France. Ce Groupe a remis son rapport final en 2009. Les résultats sont sans appel : le changement climatique pourrait coûter plusieurs milliards d'euros par an dans différents secteurs d'activité si aucune mesure d'adaptation n'est mise en place.

Ces différents travaux ont servi de bases de travail à la concertation nationale sur l'adaptation qui s'est déroulée en 2010 et qui, par un fonctionnement de type « Grenelle », a abouti à plus de 200 recommandations à l'échelle nationale.

Ces propositions sont détaillées dans le premier Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) publié en juillet 2011. Celui-ci identifie des mesures qui relèvent du niveau national et dont la territorialisation doit s'inscrire dans les Schémas Régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) et les PCET et, plus généralement, dans les démarches territoriales relatives à l'adaptation. Ce plan est envisagé comme un processus dynamique et évolutif, qui sera alimenté au fur et à mesure de l'amélioration des connaissances.

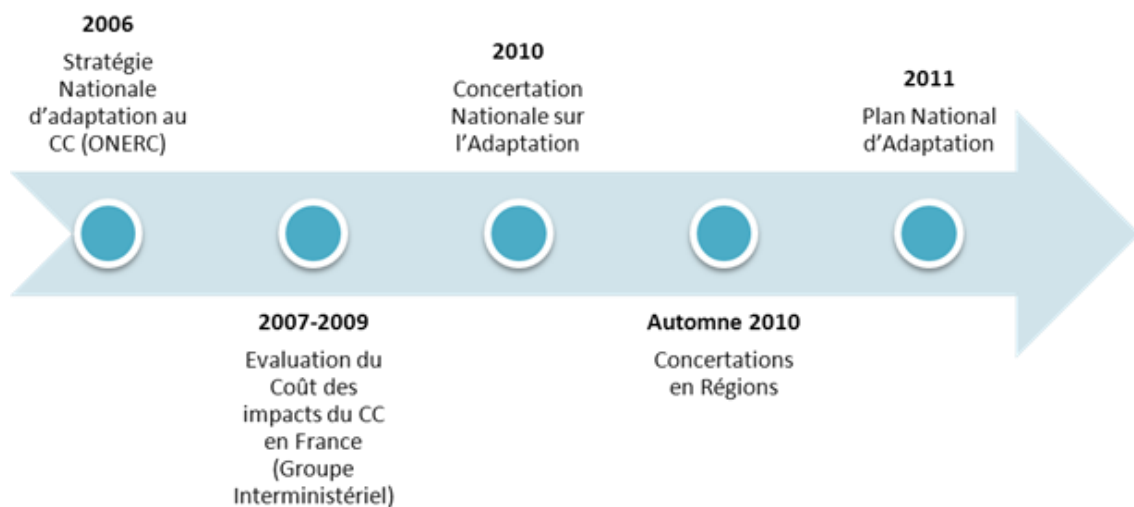


Fig. 2. Vers la mise en œuvre d'une stratégie et d'un plan d'actions nationaux d'adaptation au changement climatique (Artelia, 2012)

Suite à la publication du PNACC, de nouvelles actions plus spécifiques à certaines thématiques ont été menées à l'échelle nationale. Nous pouvons citer deux exemples parmi d'autres :

- **Le projet Explore 2070 (2010-2012)** : porté par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (MEDDE), ce projet a notamment permis, via un important travail de prospective climatique et territoriale, de modéliser l'évolution des ressources en eau souterraines et superficielles à l'échelle de 100 sous-bassins versants découpant le territoire français métropolitain (publications des travaux non disponible à l'heure actuelle) ;
- **Le Conservatoire du littoral** a également mené une étude prospective destinée à évaluer la vulnérabilité de son patrimoine au changement climatique et à intégrer cet enjeu dans le cadre de sa stratégie d'acquisition et de gestion de sites (*Le Conservatoire du littoral face au changement climatique*, 2012).

1.1.2.2. A L'ECHELLE DE LA NORMANDIE

Plusieurs études ont déjà été réalisées sur le territoire interrégional normand, afin de qualifier la vulnérabilité des deux régions aux impacts du changement climatique à différentes échelles territoriales :

<i>Echelle</i>	<i>Nationale</i>	<i>Interrégionale</i>	<i>Régionale</i>		<i>Départementale</i>
Basse-Normandie			<i>L'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011. Projet de SRCAE, 2012</i>	<i>Profil environnemental, DREAL Basse-Normandie, en cours.</i>	<i>Etude sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation du Calvados au changement climatique, Conseil Général du Calvados, 2011</i>
Haute-Normandie			<i>Vulnérabilité et adaptation de la Haute-Normandie aux changements climatiques, DREAL Haute-Normandie, 2012. SRCAE de Haute-Normandie, 2012</i>		
Territoires non administratifs		Travaux du Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard (ROLNP) ; <i>Recherche sur les attentes, les craintes et les besoins d'informations des acteurs locaux face aux effets du « changement global » sur le littoral normand, Conservatoire du littoral, SGAR Basse-Normandie et Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2009.</i>		Projets Seine-Aval 4, GIP Seine-Aval, 2007-2012.	
Sectoriel	<i>Vulnérabilités de la France face aux flux maritimes, CEIS, 2012 (activités portuaires)</i>	Programme de recherche CLIMASTER, INRA, 2012 (agriculture, ressource en eau et écosystèmes terrestres, côtiers et marins à l'échelle du Grand Ouest).			

Ces études offrent déjà **une bonne vision des enjeux soulevés par le changement climatique** pour les territoires Haut et Bas Normands. Les deux études régionales réalisées respectivement en 2010 pour la Basse-Normandie et en 2012 pour la Haute-Normandie offrent notamment une synthèse relativement complète des impacts du changement climatique et de la vulnérabilité des territoires.

Comme l'illustre le tableau précédent, d'autres études et/ou projets de territoires en relation avec le changement climatique ont été menés ou sont en cours de réalisation, et s'inscrivent dans des cadres territoriaux ou sectoriels différents.

1.2. OBJECTIFS ET METHODOLOGIE

1.2.1. Objectif : construire un diagnostic territorialisé des impacts du changement climatique en Normandie

L'objectif du présent rapport est, conformément au cahier des charges, d'établir une synthèse des connaissances existantes quant à la vulnérabilité (exposition, sensibilité et capacité d'adaptation) des territoires normands aux effets attendus du changement climatique.

Ce travail de synthèse s'appuie – à la demande de la maîtrise d'ouvrage – exclusivement sur l'analyse des publications existantes citées dans le précédent paragraphe. Il s'articule en deux temps :

- **Le diagnostic interrégional** : cette première étape vise à synthétiser l'information relative à la vulnérabilité des territoires normands aux effets du changement climatique, contenue dans les études existantes.
- **Le diagnostic territorial** : c'est sur la base de ce diagnostic interrégional que sont définis les types de territoire, cohérents du point de vue de leur vulnérabilité au changement climatique. La seconde étape caractérise pour chacun d'eux les principaux enjeux soulevés par le changement climatique au regard des éléments de diagnostic disponibles.

C'est sur la base de ce diagnostic que sera fondée la seconde phase prospective de l'étude, qui devra permettre de définir – en concertation avec les services de l'Etat en Normandie – des scénarios puis une stratégie d'adaptation propre à ces territoires.

1.2.2. Approche méthodologique

1.2.2.1. DIAGNOSTIC INTERREGIONAL

L'enjeu de cette première étape est de recomposer l'information existante pour définir des « types de territoire », cohérents du point de vue de leur vulnérabilité au changement climatique.

Ce travail de collecte des données (partie 2 du présent rapport) a été réalisé à l'aide d'une base Excel, en se fondant sur une typologie d'impacts du changement climatique classés par :

- **Type d'évènement climatique**, qualifiant l'évènement ou l'indicateur climatique principal dont l'évolution dans la perspective du changement climatique (effet du changement climatique) est susceptible de provoquer l'impact considéré. Nous en avons recensé quatre majeurs pour la Normandie : sécheresse, canicule, évènements extrêmes (incluant inondation, tempête, submersion marine et retrait-gonflement des argiles) et températures moyennes annuelles ;
- **Grande famille d'enjeux** : trois familles d'enjeux soulevés par les impacts du changement climatique ont été identifiées :
 - La sécurité de l'économie et des personnes : renvoie à la continuité des activités économiques et à la gestion des évènements extrêmes (sécurité civile) ;
 - La santé et le cadre de vie : fait référence en particulier à la problématique du confort thermique estival ;
 - Ressources du territoire : il s'agit là pour l'essentiel de la gestion des ressources en eau et des espaces naturels (milieux et écosystèmes).

- **Thématique majeure concernée par l'impact** : agriculture, bâtiment et aménagement urbain, réseaux, milieux et écosystèmes, santé, infrastructures industrialo-portuaires, tourisme et ressources en eau.
- **Autres thématiques potentiellement concernées** : il s'agit de faire apparaître, le cas échéant, le caractère transversal d'un impact du changement climatique sur un territoire. Ainsi, la question de la baisse du confort thermique dans le bâtiment concerne avant tout la thématique « bâtiment et aménagement urbain » mais a des conséquences sur l'activité touristique (hébergement).

Chacun de ces impacts a ensuite été qualifié pour les territoires normands, au regard des informations existantes collectées dans les publications disponibles. Ce travail de territorialisation des impacts a été mené en collectant, pour chaque impact de la base Excel, trois types d'informations relatifs à :

- **L'exposition du territoire aux effets du changement climatique** : fondée principalement sur l'analyse des simulations climatiques de Météo-France (2010), la qualification de l'exposition a permis de territorialiser les effets du changement climatique en Normandie pour chaque impact de la base Excel.
- **La sensibilité du territoire à ces effets** : il s'agissait, sur la base de l'analyse de l'ensemble des études existantes (mises à disposition par la maîtrise d'ouvrage), de qualifier la sensibilité aux effets du changement climatique des enjeux propres aux territoires normands exposés à ces derniers pour l'impact considéré.
- **La capacité d'adaptation actuelle du territoire** : pour finir, l'analyse des publications existantes a également conduit à identifier – le cas échéant – les actions déjà mises en œuvre dans les territoires normands, susceptibles de réduire la sensibilité des enjeux exposés, donc d'anticiper l'impact du changement climatique.

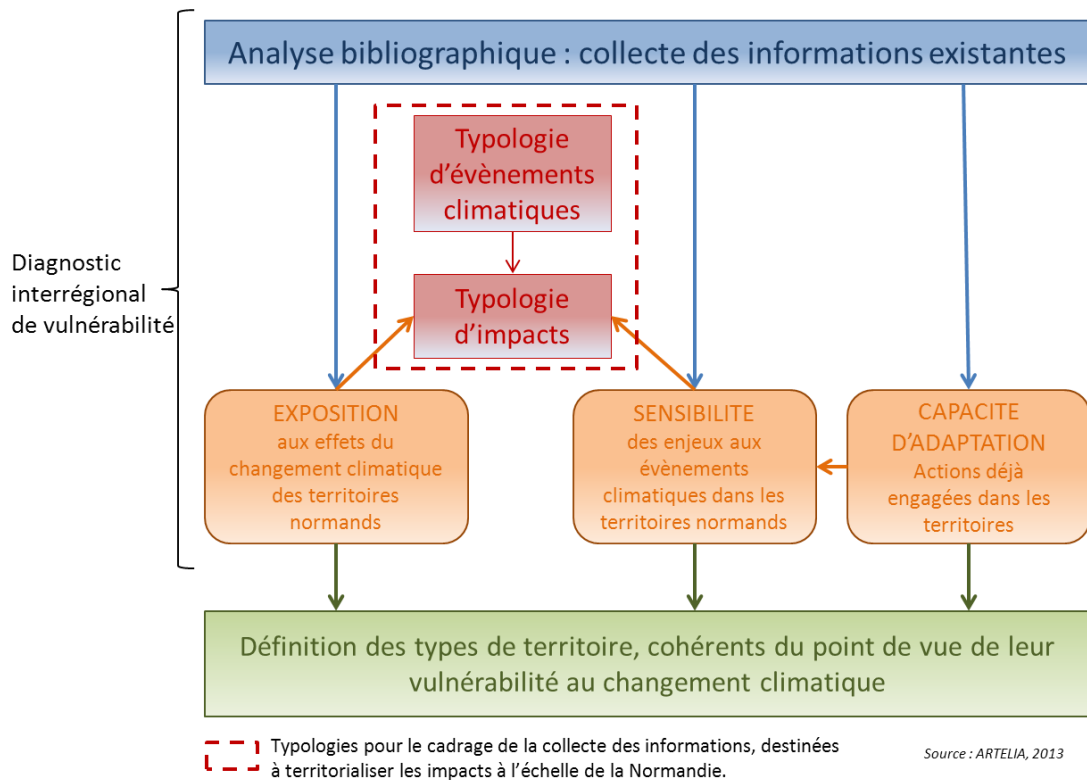


Fig. 3. Méthodologie : du diagnostic interrégional à la définition des types de territoire (Artelia, 2013)

1.2.2.2. DEFINITION DES TYPES DE TERRITOIRE

La qualification de la vulnérabilité des territoires normands au changement climatique (à travers la caractérisation de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation) a ainsi permis de mettre en évidence les territoires concernés par chaque impact, en se fondant sur les toponymes conventionnels (« Pays d'Auge, Pays de Caux, Côte de Nacre, etc.).

C'est sur cette base qu'ont ensuite été définis six types de territoire, cohérents du point de vue de leur vulnérabilité au changement climatique :

- Les franges franciliennes (deux tiers Est de l'Eure) ;
- La Seine aval, incluant le Pays d'Auge pour la dynamique urbaine et portuaire (du Havre à Honfleur) ;
- Le bocage normand, incluant les Collines normandes, le Pays d'Auge, le Pays d'Ouche, la Perche et le Pays de Bray ;
- Les plaines et plateaux arrières-littoraux, incluant la Plaine de Caen-Argentan (jusqu'à Alençon au sud) et le Pays de Caux (hors littoral) ;
- Le littoral de la Baie de Seine jusqu'au Tréport ;
- Le littoral du Cotentin, incluant les marais du Bessin et du Cotentin.

Le tableau en page suivante décrit le cheminement méthodologique, de l'identification des territoires conventionnels concernés par chaque impact du changement climatique, à la définition des types de territoire.

Remarques préalables relatives à la définition des types de territoire

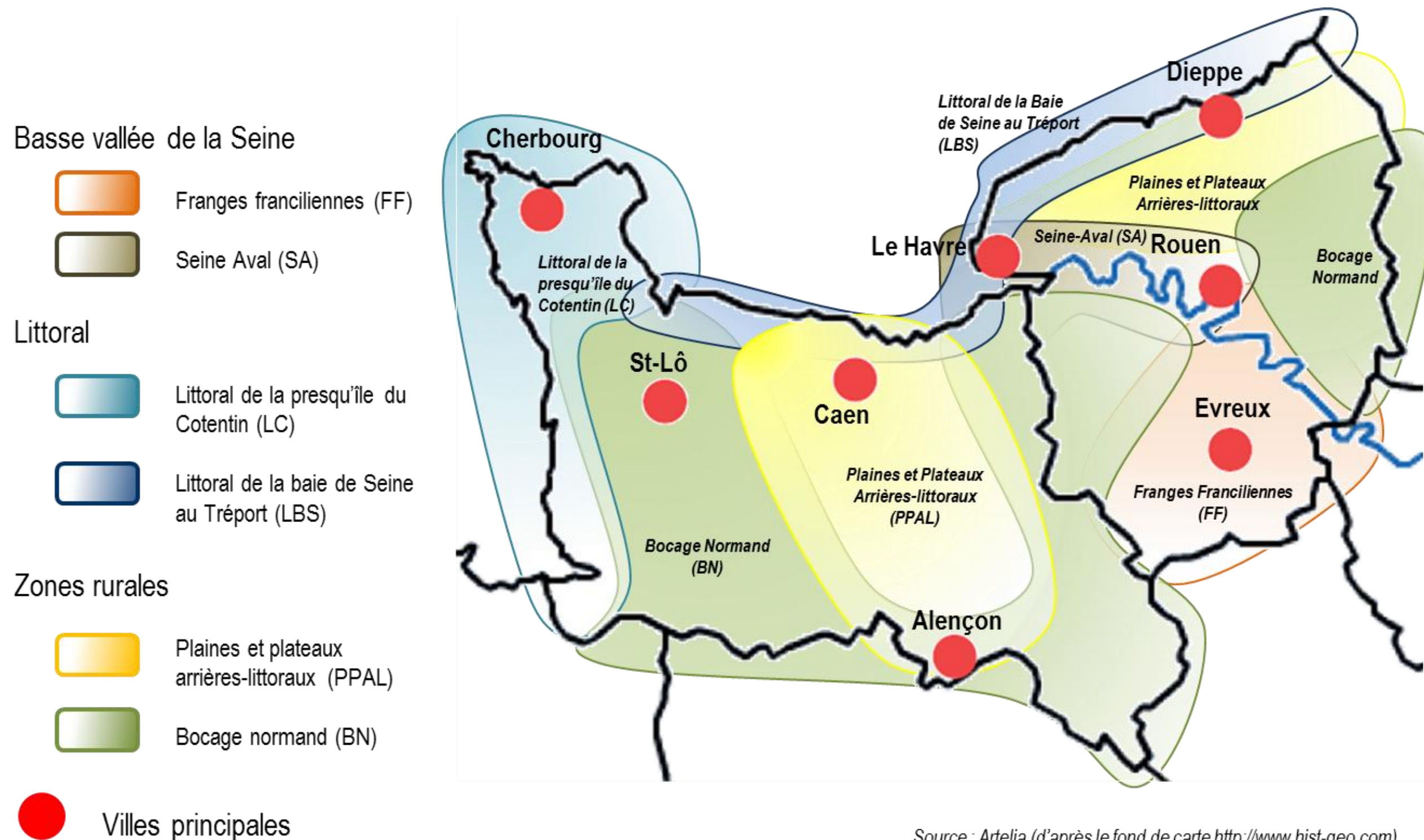
- **Les espaces urbains** n'ont pas été identifiés comme un type de territoire en soi, dans la mesure où l'exposition et la sensibilité aux effets du changement climatique sont très différentes selon les villes normandes.

Exemple : la ville d'Alençon dans l'Orne est beaucoup plus exposée aux épisodes de canicule que Cherbourg, dans la perspective du changement climatique. De même, l'étalement urbain caractéristique de l'agglomération de Caen n'offre pas la même sensibilité aux effets du changement climatique que la ville de Rouen dans la vallée de la Seine.

- **Le Pays d'Auge** se trouve, du point de vue de l'exposition et de la sensibilité aux effets du changement climatique, à la lisière entre les types de territoire « bocage normand » et « Seine aval ». Sa situation témoigne du chevauchement spatial des types de territoires.

Le second chapitre de cette première section du rapport technique est ainsi consacré à la territorialisation du diagnostic interrégional. Il décline ainsi, pour chaque type de territoire :

- Son contexte géographique et socioéconomique ;
- Son contexte climatique actuel et futur (sur la base de l'analyse des simulations climatiques de Météo-France) ;
- Les impacts du changement climatique pour ce territoire.



Source : Artelia (d'après le fond de carte <http://www.hist-geo.com>)

Fig. 4. Les six types de territoire issus du diagnostic de vulnérabilité interrégionale (Artelia, 2013)

Impact	Qualification de la vulnérabilité par toponyme conventionnel, issue du diagnostic interrégional											Regroupement par type de territoire					
	Côte des Havres	Marais du Bessin et Cotentin	Côte de Nacre et Côte fleurie	Côte d'Albâtre	Collines Normandes	Pays d'Auge	Perche	Plaine de Caen-Argentan	Pays de Caux	Seine Aval	Plateaux de l'Eure	Franges Franciliennes	Seine Aval	Bocage Normand	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Littoral de la Baie de Seine au Tréport	Littoral du Cotentin
Amplification des dommages causés aux cultures et aux animaux d'élevage par les bioagresseurs, en relation avec l'arrivée de nouveaux parasites et une plus grande fragilité des cultures (stress hydrique et thermique).					X	X	X	X	X		X	X		X	X		
Evolution de l'aire de répartition des espèces (disparition de certaines espèces, apparition de nouvelles potentiellement envahissantes et transformation des écosystèmes).	X	X	X	X	X	X	X			X			X	X		X	X
Hausse de la durée de la présence dans l'air et de la quantité de substances allergisantes, doublée d'une augmentation de la sensibilité de la population aux allergènes.	Inter-région																
Apparition de nouvelles maladies, liées notamment à l'implantation de vecteurs (moustique tigre, etc.).		X															X
Hausse de l'attractivité touristique sur le littoral, en relation avec l'augmentation des températures moyennes.	X		X	X												X	X
Baisse de la productivité des exploitations d'élevage, en relation avec un stress thermique accru pour les animaux (en particulier lorsqu'ils sont élevés hors sol).					X	X	X							X			
Baisse du confort thermique dans les bâtiments (résidentiel, tertiaire et hébergement touristique).								X		X	X	X	X		X		
Augmentation de l'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU), en relation avec la densité du bâti et la hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires.								X		X	X	X	X		X		
Baisse du confort thermique dans les transports en commun	Inter-région																
Augmentation de la demande énergétique estivale, liée à un équipement et une utilisation accrus des systèmes de refroidissement et de chauffage (climatisation, ventilation, etc.), combinée à une éventuelle baisse de l'offre en énergie (liée à la réduction du débit des cours d'eau et à l'augmentation de leur température).	Inter-région																
Surmortalité en relation avec des épisodes caniculaires plus fréquents et intenses pour les populations les plus fragiles (personnes âgées isolées, populations à revenu modeste, enfants en bas âge, etc.).								X		X	X	X	X		X		
Dégradation de la qualité de l'air en raison de la hausse des températures et de l'intensification du phénomène d'EICU								X		X			X		X		
Aggravation du risque d'effet domino en cas de crise, en relation avec l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des évènements extrêmes (inondation, submersion, tempête).	X		X													X	X
Aggravation/Apparition du risque de feux de forêt.					X		X							X			

Impact	Qualification de la vulnérabilité par toponyme conventionnel, issue du diagnostic interrégional											Regroupement par type de territoire					
	Côte des Havres	Marais du Bessin et Cotentin	Côte de Nacre et Côte fleurie	Côte d'Albâtre	Collines Normandes	Pays d'Auge	Perche	Plaine de Caen-Argentan	Pays de Caux	Seine Aval	Plateaux de l'Eure	Franges Franciliennes	Seine Aval	Bocage Normand	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Littoral de la Baie de Seine au Tréport	Littoral du Cotentin
Augmentation du risque d'inondation, en relation avec l'évolution (encore incertaine) du régime des précipitations, de la fréquence et de l'intensité des épisodes de crue, et de l'aménagement urbain (imperméabilisation des sols).					X	X		X	X	X			X	X	X		
Aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles pour le bâti individuel, en relation avec l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes de sécheresse.						X	X				X	X		X			
Evolution des rendements agricoles en relation avec l'augmentation des températures moyennes et la réduction de la disponibilité des ressources en eau pour l'irrigation (sécheresse).					X	X	X	X	X		X	X		X	X		
Dégradation des milieux naturels (forêts et zones humides notamment) liée à un stress hydrique accru.		X			X	X								X			X
Réduction de la disponibilité des ressources en eau pour les usages (agriculture, eau potable, industrie et énergie) et les milieux naturels.								X		X	X	X	X		X		
Dégradation de la qualité des masses d'eau en relation avec la baisse du débit des cours d'eau (moins de dilution des eaux de STEP et des pollutions diffuses agricoles), avec des conséquences sur les usages et les milieux.			X													X	
Augmentation du risque de submersion marine pour les zones urbaines littorales, en relation avec l'élévation du niveau marin et l'évolution de l'aménagement sur le littoral.	X	X	X							X			X			X	X
Augmentation du risque de submersion marine pour les zones industrialo-portuaires, en relation avec l'élévation du niveau marin.	X									X			X				X
Transformation des milieux littoraux en relation avec une mobilité accrue du trait de côte.	X		X	X												X	X
Remontée du biseau salé dégradant la qualité des ressources souterraines littorales, en relation avec l'élévation du niveau marin.	X	X	X	X						X			X			X	X

Fig. 5. Du diagnostic interrégional à la définition des types de territoire, cohérents du point de vue de leur vulnérabilité au changement climatique (Artelia, 2013)

2. ANALYSE DE LA VULNERABILITE DU TERRITOIRE A L'ECHELLE INTERREGIONALE

2.1. IMPACTS DE LA HAUSSE DES TEMPERATURES MOYENNES ANNUELLES SUR LES TERRITOIRES NORMANDS

2.1.1. Amplification des dommages causés aux cultures et aux animaux d'élevage par les bioagresseurs, en relation avec l'arrivée de nouveaux parasites et une plus grande fragilité des cultures (stress hydrique et thermique)

Grande famille d'enjeux	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique majeure	Agriculture
Autres thématiques concernées	Milieus et écosystèmes / Ressources et usages de l'eau

2.1.1.1. EXPOSITION

L'augmentation des températures moyennes annuelles favorise l'implantation des bioagresseurs : cette augmentation devrait rester modérée en Normandie, au moins jusqu'en 2050 (jusqu'à +2°C maximum dans le sud de l'Orne et de l'Eure), dans un contexte climatique actuel marqué par des températures relativement douces.

Néanmoins, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresses et de canicules devrait accroître les dommages causés par ces bioagresseurs en fragilisant les cultures :

- L'augmentation du nombre de jours passés en situation de canicule (sur 30 ans) ne devient notable qu'à la fin du siècle et uniquement pour le sud de l'Orne et le sud-est de l'Eure (5 à 20 jours en 2030 contre 150 à 300 jours en 2080) ;
- Les simulations climatiques prévoient une hausse sensible du temps passé en situation de sécheresse (sur 30 ans) tout au long du siècle (entre 20 et 35% en 2030 et jusqu'à 60 à 80% en 2080), pour l'ensemble du territoire normand et en particulier dans la plaine de Caen Argentan.

2.1.1.2. SENSIBILITE

La remontée vers le nord de l'aire de répartition de certains bioagresseurs est déjà observée aujourd'hui : c'est le cas notamment du thrips du poireau et de la pyrale affectant le maïs (source : *Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie*, DREAL Basse-Normandie, 2011).

Certaines études soulignent également le déplacement possible vers le nord de l'aire de répartition de certains insectes vecteurs de maladies affectant les animaux d'élevage, tels que les tiques (Gray, 2009, cité par *l'Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie*, DREAL Basse-Normandie, 2011).

Territoires conventionnels concernés	Territoires ruraux
Territoires-types les plus concernés	Franges Franciliennes Bocage Normand Plaines et plateaux arrière-littoraux

2.1.2. Evolution de l'aire de répartition des espèces (disparition de certaines espèces, apparition de nouvelles potentiellement envahissantes et transformation des écosystèmes)

Grande famille d'enjeux	Ressources du territoire
Thématique majeure	Milieus et écosystèmes
Autres thématiques concernées	Ressources et usages de l'eau

2.1.2.1. EXPOSITION

L'augmentation des températures moyennes annuelles a plusieurs conséquences sur les milieux et écosystèmes, en particulier le déplacement de l'aire de répartition de certaines espèces et la perturbation de leurs cycles biologiques. Cette augmentation des températures devrait rester modérée en Normandie, au moins jusqu'en 2050 (jusqu'à +2°C maximum dans le sud de l'Orne et de l'Eure), pour des températures actuelles relativement douces).

Les effets du changement climatique sur l'évolution des écosystèmes reste à ce jour mal connus : le lien entre l'augmentation des températures moyennes et le déplacement de l'aire de répartition des espèces ou l'évolution des cycles biologiques n'a été démontré que pour quelques espèces.

2.1.2.2. SENSIBILITE

La sensibilité des écosystèmes aux effets du changement climatique dépend pour l'essentiel de leur capacité à se déplacer pour s'adapter à l'évolution du climat. Cette capacité est donc déterminée par la bonne santé des écosystèmes d'une part, et par la qualité des continuités écologiques sur le territoire considéré d'autre part.

Evolution constatée :

Une érosion de la biodiversité est observée actuellement en Normandie, en relation directe avec les activités humaines depuis une cinquantaine d'années : intensification de l'agriculture (disparition des 75% des haies et de 90% des mares en Haute-Normandie, selon l'AREHN²), étalement urbain, etc. À titre indicatif, sur les 2000 espèces de fleurs sauvages inventoriées en Haute-Normandie, 193 sont considérées comme définitivement disparues et 551 sont au bord de l'extinction ou très vulnérables (source : *SRCAE de Haute-Normandie*, 2012).

Sur le plan climatique, la baisse du niveau d'étiage des cours d'eau et l'augmentation de la période d'étiage constatées ont un effet sur les espèces et écosystèmes aquatiques (source : *SRCAE de Haute-Normandie*, 2012).

² Agence Régionale de l'Environnement de Haute-Normandie.

Les observations actuelles soulignent également l'apparition de nouvelles espèces traditionnellement plus méridionales, sur terre (le rougequeue noir semble avoir bénéficié de l'augmentation des températures moyennes depuis une cinquantaine d'année pour nicher en Basse-Normandie) comme en mer (apparition de nouvelles espèces de poissons au large des côtes normandes : baliste, espadon, maigre, etc. – source : GONm, 1992). Le lien entre l'apparition de ces espèces et le changement climatique n'est cependant pas avéré (Sources : *SRCAE de Haute-Normandie*, 2012 ; *Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie*, DREAL Basse-Normandie, 2011).

Evolution attendue :

Le déplacement de l'aire de répartition des espèces devrait s'accélérer avec l'augmentation des températures moyennes. Ainsi, selon l'expertise collective sur l'estuaire de la Seine (source : *Les effets du changement climatique dans le contexte des changements globaux*, GIP Seine-Aval, 2010), l'aire de répartition de plusieurs oiseaux devrait se déplacer vers le nord (alouette hausse-col, bruant des neiges, etc.), avec une baisse attendue des effectifs au cours du siècle. De même, l'augmentation attendue des températures de l'eau de mer, ou encore l'augmentation des périodes d'été, auront un effet sur le déplacement des espèces aquatiques et maritimes.

Les conséquences de ce déplacement restent difficiles à prévoir, en raison de la complexité des relations entre les espèces au sein des écosystèmes localement :

- La perturbation du cycle biologique de certaines espèces, liée au climat, pourrait avoir d'importantes conséquences sur les écosystèmes. C'est le cas par exemple de la disparition de la coïncidence entre l'apparition des chenilles sur les feuilles de chêne et l'éclosion des œufs de mésanges qui s'en nourrissent (source : *Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie*, DREAL Basse-Normandie, 2011).
- La remontée vers le nord d'espèces aujourd'hui plus méridionales pourrait conduire à l'apparition d'espèces invasives accélérant l'érosion de la biodiversité.
- A l'inverse, cette évolution des écosystèmes pourrait conduire à une diversification de la biodiversité dans le contexte d'un climat plus chaud (source : *Projet de SRCAE Basse-Normandie*, 2012).

Au-delà de l'évolution du climat, la sensibilité des espèces et écosystèmes dépendra de l'évolution de la pression anthropique sur la biodiversité, et en particulier des choix d'aménagement du territoire. On note d'ailleurs que certaines activités humaines dépendant de ces écosystèmes pourraient être directement touchées par leur évolution dans le contexte du changement climatique. C'est le cas notamment de la pêche et de la conchyliculture (source : *Etude sur la sensibilité de la Haute Normandie aux effets du changement climatique*, DREAL Haute-Normandie, 2012).

Au regard de ces éléments d'information, tous les territoires normands pourraient être touchés par cet impact du changement climatique. Deux grands types de milieux naturels apparaissent cependant particulièrement sensibles :

- Les milieux humides situés à l'intérieur des terres – en particulier dans le bocage (fonds de vallée, mares, etc.) – ; dans la basse vallée de la Seine ; et sur le littoral (marais du Bessin et du Cotentin en particulier) : zones de transition entre la terre et l'eau riches en biodiversité, ces milieux sont très sensibles aux pressions climatiques ou anthropiques, souvent combinés lors des épisodes de sécheresse (hausse des prélèvements en eau).
- Les milieux littoraux et maritimes : zones de transition entre l'espace terrestre et l'espace maritime, les milieux littoraux sont localement soumis à une forte pression anthropique, en particulier en Baie de Seine. L'élévation du niveau marin pourrait conduire à une aggravation des risques d'érosion et de submersion, avec un effet sur les milieux qui dépendra, d'une part, de la vitesse d'évolution du trait de côte et de l'occupation des sols en arrière de ce dernier (en présence d'espaces urbanisés la reconstitution des milieux en arrière du trait de côte actuel serait difficile).

Zoom sur les milieux et écosystèmes marins

L'espace maritime au large du littoral du nord Bretagne et du Cotentin constitue un espace de transition entre deux zones biogéographiques septentrionale et méridionale, ce qui rend les effets du changement climatique sur l'évolution de l'aire de répartition des espèces difficile à détecter. Une telle zone est en effet marquée par des fluctuations constantes de ces aires de répartition.

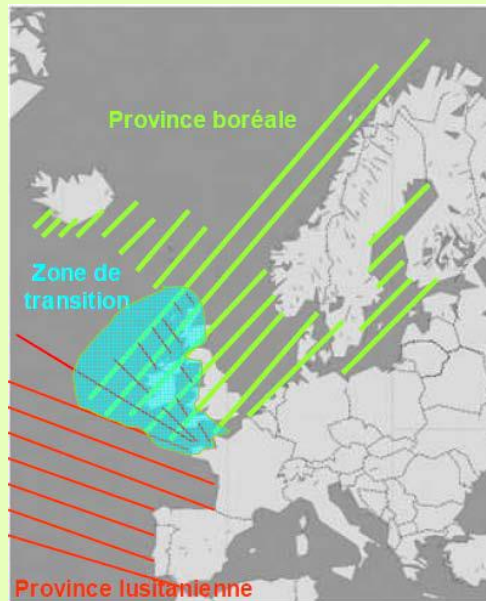


Fig. 6. Zone de transition entre les zones biogéographiques boréales et lusitaniennes
(source : CSE Bretagne, 2009, d'après Briggs, 1974)

Néanmoins, il a été démontré que l'aire de répartition de certaines espèces marines se déplace vers le nord du fait de la hausse des températures moyennes de l'eau de mer, en relation avec le changement climatique : c'est le cas par exemple de l'huître creuse du Pacifique, introduite dans les années 1970. Les scientifiques de l'Ifremer affirmaient alors que cette espèce ne pourrait s'acclimater au milieu naturel. C'est aujourd'hui le cas sur l'ensemble des côtes françaises³.

Anfin, au-delà de l'augmentation des températures moyennes marines, le phénomène d'acidification des océans liés à l'augmentation du captage du CO₂, aura également un effet sur l'évolution de l'aire de répartition des espèces de poissons, donc les activités de pêches, ainsi que sur la conchyliculture (effet sur la reproduction des huîtres et la multiplication des micro-algues émettrices de toxines dangereuses le milieu)⁴.

³ Tréguer, Lhuillery et Viard, Changement climatique et impacts sur les écosystèmes marins de l'ouest de la France, septembre 2009.

⁴ Projet de SRCAE Basse-Normandie, 2012.

2.1.2.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Projet INTERREG LICCo (« Living with a changing coast », 2011-2014) : inscrit dans la continuité du projet BRANCH (« Biodiversity Requires Adaptation in North West Europe under a CHanging climate », 2003-2007) et piloté en France par le Conservatoire du littoral, il vise à analyser les impacts du changement climatique sur la biodiversité, en tenant compte de la gestion du trait de côte et de l'évolution des usages dépendant des services écosystémiques sur le littoral (tourisme, pêche, élevages sur prés salés, etc.). Cinq des neuf sites pilotes du projet sont situés en Normandie (basse vallée de la Saône en Haute-Normandie, Val de Saire, Baie des Veys, Estuaire de l'Orne et Havre de Regnéville en Basse-Normandie).

Source : Etude sur la sensibilité de la Haute Normandie aux effets du changement climatique, DREAL Haute-Normandie, 2012.

Travaux de W. Thuiller (2003, cité par l'Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, 2010) sur la modélisation du Turnover des espèces en Basse-Normandie dans la perspective du changement climatique. D'après ces travaux, ce turnover concernera en 2080 : 63 à 78% des plantes, 51 à 73% des mammifères, 48 à 78% des batraciens et 48 à 63% des oiseaux ; avec un fort impact sur les paysages l'organisation des écosystèmes. Les conséquences de cet impact restent incertaines, étant donné la complexité des interactions entre les espèces et l'incertitude concernant la vitesse d'évolution de ces changements pour chacune d'elle.

Plusieurs organismes en Normandie assurent un suivi des milieux et écosystèmes littoraux : Agence Régionale de l'Environnement de Haute-Normandie, Observatoire de la Biodiversité de Haute-Normandie, Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard, etc.

Les Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE) de Haute et Basse-Normandie, en cours d'élaboration, devraient contribuer à renforcer la capacité d'adaptation de la biodiversité, en préservant les continuités écologiques (trames vertes et bleues).

Territoires conventionnels concernés	Seine aval, Collines Normandes, Pays d'Auge, Perche, Pays de Bray, espaces littoraux et maritimes
Territoires-types les plus concernés	Bocage Normand Littoral de la Baie de Seine Littoral de la presqu'île du Cotentin Seine aval

2.1.3. Hausse de la durée de la présence dans l'air et de la quantité de substances allergisantes, doublée d'une augmentation de la sensibilité de la population aux allergènes

Grande famille d'enjeux	Santé et cadre de vie
Thématique majeure	Santé
Autres thématiques concernées	Milieux et écosystèmes

2.1.3.1. EXPOSITION

L'augmentation des températures moyennes annuelles se traduit, d'une part, par un allongement de la période de pollinisation (elle débute plus tôt en raison du décalage des stades phénologiques sans s'interrompre plus tôt) et, d'autre part, par le déplacement de l'aire de répartition de certaines espèces végétales allergènes : cette augmentation devrait rester modérée en Normandie, au moins jusqu'en 2050 (jusqu'à +2°C maximum dans le sud de l'Orne et de l'Eure), pour des températures actuelles relativement douces).

2.1.3.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

Aucune information n'est disponible, dans la bibliographie fournie, permettant de caractériser l'évolution de la sensibilité de la population normande à une hausse de la présence dans l'air de substances végétales allergisantes. A l'échelle nationale, les études existantes soulignent une augmentation de cette sensibilité : près de 16% de la population française est aujourd'hui concernée par des maladies allergiques liées aux pollens, contre seulement 8% dans les années 1980, ce qui s'explique par la hausse de la pollution atmosphérique, la baisse des défenses immunitaires et l'évolution du climat, ce dernier affectant déjà la quantité de pollen émise par la végétation (David et Thibaudon, 2003).

Par ailleurs, on observe actuellement une extension vers le nord de l'aire de répartition de certaines plantes allergènes. C'est le cas en particulier de l'ambrosie à feuille d'armoise, très présente dans le sud-est de la France et qui a récemment été détectée jusqu'en Normandie (en particulier dans l'Eure).

Evolution attendue :

L'allongement progressif de la période de pollinisation, associé à l'implantation et au développement de nouvelles plantes allergènes, devraient conduire à accroître la sensibilité à cet impact, qui semble aujourd'hui relativement faible en Normandie compte tenu de sa latitude et d'un climat modéré.

2.1.3.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Les Conservatoires Botaniques Nationaux de Brest et Bailleul, assurent un suivi des plantes allergisantes. L'ensemble des données collectées sur l'ambrosie a ainsi permis d'établir en 2011 une Cartographie Nationale présentant un état des lieux de l'expansion de cette plante hautement allergène.

Les Agences Régionales de Santé du Grand Ouest mettent actuellement en place un réseau de « pollinariums sentinelles », dont l'objectif est, en étudiant l'évolution des plantes allergisantes au sein de jardins expérimentaux, d'alimenter un système d'information et d'alerte sanitaire. Deux d'entre eux sont aujourd'hui opérationnels depuis 2004 (à Nantes et Laval). Six à sept autres devraient voir le jour, dont un au Havre.

Le laboratoire du Chatelet à Rouen assure depuis une dizaine d'années un suivi des pollens entre le 15 février et le 15 septembre pour le compte du Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA).

Programme Atopica : financé par l'Union Européenne et co-piloté par le CEA, le CNRS et l'INERIS, il vise à mieux appréhender les effets respectifs du climat, de l'usage des sols et de la qualité de l'air sur les allergies liées aux pollens.

Territoires conventionnels concernés	Interrégion
Territoires-types les plus concernés	Interrégion

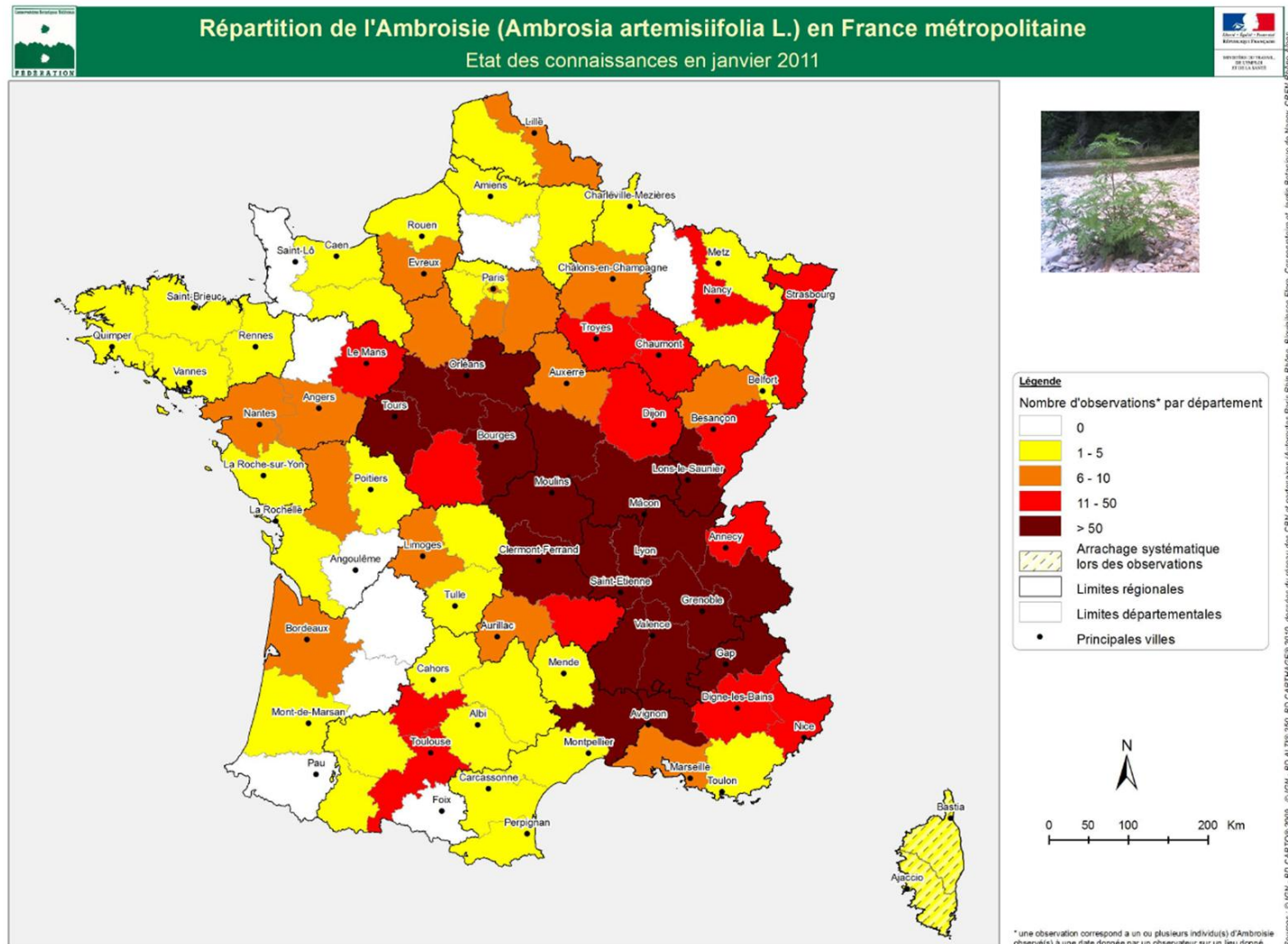


Fig. 7. Répartition de l'Ambrosie en France Métropolitaine en janvier 2011 (source : Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux, 2011)

2.1.4. Apparition de nouvelles maladies, liées notamment à l'implantation d'insectes à vecteurs (moustique tigre, tiques, etc.)

Grande famille d'enjeux	Santé et cadre de vie
Thématique majeure	Santé
Autres thématiques concernées	Milieus et écosystèmes

2.1.4.1. EXPOSITION

L'augmentation des températures moyennes annuelles pourrait favoriser l'implantation des d'insectes vecteurs de maladies : cette augmentation devrait rester modérée en Normandie, au moins jusqu'en 2050 (jusqu'à +2°C maximum, pour des températures actuelles relativement douces).

L'exposition à cet impact devrait donc rester faible jusqu'à cet horizon sur la majeure partie du territoire normand.

2.1.4.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

Aucune information n'est disponible, dans la bibliographie fournie, permettant de caractériser la sensibilité de la population normande à une aggravation des maladies vectorielles en relation avec le climat. A l'heure actuelle, cette sensibilité paraît relativement faible.

Evolution attendue :

Dans le contexte du changement climatique, certains insectes à vecteur introduits accidentellement pourraient trouver des conditions environnementales de plus en plus propices à leur développement, en particulier dans les zones humides normandes (notamment les marais du Bessin et du Cotentin). Les études actuelles soulignent par exemple une remontée vers le nord possible de l'aire de répartition des populations de tiques (vectrices de maladies comme Lyme ou l'encéphalite), doublée d'une augmentation de leur virulence (Gray, 2009, cité par l'*Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie*, DREAL Basse-Normandie 2011).

Toutefois, deux éléments conduisent à nuancer cette hausse de sensibilité :

- La hausse des températures en moyenne annuelle devrait rester modérée dans le contexte d'un climat actuel relativement frais, ce qui devrait constituer un facteur limitant pour l'implantation de certains animaux à vecteurs, comme le moustique tigre, comparativement à d'autres régions françaises ;
- Les moyens actuels en matière de surveillance et d'alerte sanitaire, ainsi que de lutte contre les insectes à vecteur, devraient permettre, s'ils sont maintenus et adaptés, de faire face efficacement à ce type d'impact.

La sensibilité à cet impact reste donc moyenne dans le contexte du changement climatique, au moins jusqu'en 2050.

Territoires conventionnels concernés	Marais du Bessin et du Cotentin
Territoires-types les plus concernés	Littoral du Cotentin

2.1.5. Hausse de l'attractivité touristique sur le littoral, en relation avec l'augmentation des températures moyennes

Grande famille d'enjeux	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique majeure	Tourisme
Autres thématiques concernées	Milieus et écosystèmes

2.1.5.1. EXPOSITION

L'augmentation des températures moyennes annuelles, et surtout estivales, pourrait se traduire par une hausse de l'attractivité touristique sur le littoral normand. L'augmentation des températures moyennes estivales devrait toutefois rester modérée en Normandie, au moins jusqu'en 2050 (jusqu'à +2°C maximum dans le sud de l'Orne et de l'Eure), pour des températures actuelles relativement douces.

Les littoraux normands devraient néanmoins bénéficier de la baisse d'attractivité du littoral méditerranéen, phénomène de report déjà observé lors de la canicule de l'été 2003.

2.1.5.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

L'attractivité touristique est déjà importante sur le littoral de la Baie de Seine, en particulier sur la Côte fleurie et la Côte de Nacre. Elle se traduit par une forte pression foncière, qui s'étend peu à peu vers l'arrière-pays aux dépens des terres agricoles et des espaces naturels.

Les conflits d'usage pour l'espace et les ressources du territoire sont dès lors déjà marqués, que ce soit avec l'agriculture (pression urbaine et conflit d'usage pour les ressources en eau), les activités piscicoles et conchylicoles, voire le développement des énergies marines renouvelables⁵.

Evolution attendue :

Les études disponibles soulignent une hausse attendue du nombre de jours favorables aux activités touristiques de l'ordre de 20 à 30 jours, dont 10 en été, entre 1970 et 2080⁶. Dans cette perspective, les pressions observées actuellement sur l'espace et les ressources du territoire devraient s'accroître sur le littoral Normand, en particulier en Baie de Seine (source : *Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie*, DREAL Basse-Normandie, 2011).

Au-delà du gain économique potentiel, il convient de prendre en compte le risque accru de submersion marine sur les infrastructures touristiques littorales, dans la perspective de l'élévation du niveau marin (paragraphe 2.3.1).

Territoires conventionnels concernés	Espaces littoraux (Côte des Havres, Côte de Nacre, Côte Fleurie, Côte d'Albâtre, etc.)
Territoires-types les plus concernés	Littoral de la baie de Seine Littoral du Cotentin

⁵ Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011.

⁶ CGDD, 2010, cité par l'Etude sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation du Calvados au changement climatique, Conseil Général du Calvados, 2011.

Eclairage sur le coût des impacts du changement climatique en Normandie : Changement climatique et attractivité touristique

Données de départ / méthode adoptée	Hypothèses	Résultats
Indice de confort climatique modélisé dans le cadre du projet PESETA – Nombre de nuitées supplémentaires en 2080 par rapport à 1970 : → entre 500 000 et 1 million	Evolution linéaire des nuitées touristiques entre 1970 et 2080	A l'horizon 2080 (par rapport à 2011) : Entre 313 000 et 627 000 nuitées supplémentaires
Estimation du chiffre d'affaire générée par une nuitée touristique : 220 euros		→ entre 70M€ et 140M€ de chiffre d'affaire supplémentaire

Sources : Rapport du programme européen PESETA & DGCIS, Chiffres clés du tourisme en 2012
Chiffres clés du tourisme normand, 2011



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 chiffres absolus, mais bien comme des fourchettes. Il est donc indispensable de se référer à la méthode exposée en Annexe du rapport.

2.2. IMPACTS DE L'AUGMENTATION DE L'INTENSITE ET DE LA FREQUENCE DES EPISODES CANICULAIRES SUR LES TERRITOIRES NORMANDS

2.2.1. Baisse de la productivité des exploitations d'élevage, en relation avec un stress thermique accru pour les animaux (en particulier lorsqu'ils sont élevés hors sol)

Grande famille d'enjeu	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique majeure	Agriculture
Autres thématiques concernées	

2.2.1.1. EXPOSITION

Les températures moyennes annuelles et estivales sont relativement douces en Normandie, en raison de la latitude et de la proximité de l'océan. L'augmentation de l'exposition aux canicules devrait donc rester modérée, relativement à d'autres régions françaises :

- Hausse progressive des températures moyennes estivales, qui ne semble significative qu'à l'horizon 2050 à l'intérieur des terres (jusqu'à +3°C) et devient importante en 2080 pour deux scénarios (jusqu'à +5°C à l'intérieur des terres) ;
- Augmentation du nombre de jours passés en situation de canicule (sur 30 ans), qui ne devient notable qu'à la fin du siècle et pour le sud de l'Orne et le sud-est de l'Eure (5 à 20 jours en 2030 contre jusqu'à 300 jours en 2080).

La vallée de la Seine, le sud-est de l'Eure et l'Orne sont les territoires les plus exposés à cette augmentation. Ces territoires connaissent déjà les températures estivales les plus élevées de Normandie.

2.2.1.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

L'élevage bovin pour la production de lait et de viande constitue l'un des fondements majeurs de l'économie agricole et agro-industrielle normande (51% du produit agricole normand, les trois quart du cheptel étant localisé en Basse-Normandie)⁷.

Présent pour l'essentiel dans le bocage normand, l'élevage est globalement intensif à l'ouest (collines de Normandie et Suisse Normande) et plus extensif à l'est (Pays d'Auge, Perche et Pays de Bray).

La question du stress thermique des animaux d'élevage, même lors de la canicule récente de 2003, semble avoir peu touché les exploitations jusqu'ici en terme de productivité, dans la mesure où aucune mention n'en est faite dans les publications analysées.

⁷ Source : Chambre d'Agriculture de Normandie, 2011

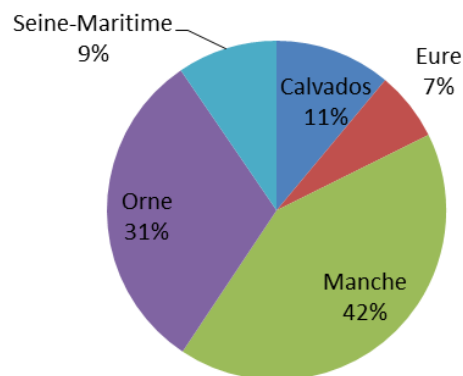
Evolution attendue :

Les retours d'expériences issus de régions françaises ou étrangères (J. Brisson, 2003) plus exposées aux épisodes caniculaires et de sécheresse montrent que les animaux d'élevage pourront être affectés directement par l'augmentation des températures, avec des impacts en termes de :

- santé animale : stress thermique en cas de fortes chaleurs, stress hydrique, avec pour conséquence une baisse de la productivité (notamment pour la production laitière) ;
- développement de nouvelles maladies parasitaires.

Les animaux élevés hors sol, le plus souvent confinés dans des bâtiments d'élevage, sont particulièrement vulnérables à ces impacts. En l'absence de mesures d'adaptation zootechniques et/ou sur les bâtiments d'élevage, les épisodes caniculaires liés au changement climatique pourraient entraîner pour ce type d'élevage intensif une baisse importante de la productivité.

**Répartition de la surface des exploitations utilisée pour
l'élevage hors sol**



Source : Artelia, d'après les données du Recensement agricole 2010, Agreste

Fig. 8. Répartition départementale de la surface des exploitations utilisée pour l'élevage hors sol (source : Artelia, d'après les données du Recensement agricole, Agreste, 2010)

Le diagramme ci-dessus révèle une sensibilité plus élevée dans les départements de la Manche et de l'Orne, le sud de ce dernier étant l'un des plus exposée à l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes caniculaires.

Territoires conventionnels concernés	Collines Normandes, Pays d'Auge, Perche, Pays de Bray
Territoires-types les plus concernés	Bocage Normand

2.2.2. Baisse du confort thermique dans les bâtiments (résidentiel, tertiaire et hébergement touristique)

Grande famille d'enjeux	Santé et cadre de vie
Thématique	Bâti et tissu urbain
Autres thématiques concernées	Santé / Tourisme

2.2.2.1. EXPOSITION

Les températures moyennes annuelles et estivales sont relativement douces en Normandie, en raison de sa latitude et de la proximité de l'océan. L'augmentation de l'exposition aux canicules devrait donc rester modérée :

- Hausse progressive des températures moyennes estivales, qui ne semble significative qu'à l'horizon 2050 à l'intérieur des terres (jusqu'à +3°C) et devient importante en 2080 pour deux scénarios (jusqu'à +5°C à l'intérieur des terres) ;
- Augmentation du nombre de jours passés en situation de canicule (sur 30 ans), qui ne devient notable qu'à la fin du siècle et pour le sud de l'Orne et le sud-est de l'Eure (5 à 20 jours en 2030 contre jusqu'à 300 jours en 2080).

La vallée de la Seine, le sud-est de l'Eure et l'Orne sont les territoires les plus exposés à cette augmentation. Ces territoires connaissent déjà les températures estivales les plus élevées de Normandie.

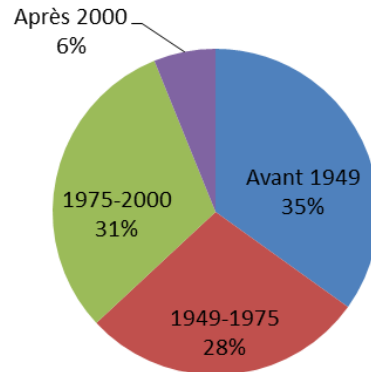
2.2.2.2. SENSIBILITE

La sensibilité à la baisse du confort thermique dans les bâtiments résidentiels et tertiaires dépend de la qualité thermique du bâtiment d'une part, et de la « culture de la chaleur » des personnes qui l'occupent d'autre part.

Evolution constatée :

Selon ces deux paramètres, les régions normandes paraissent très sensibles à cet impact du changement climatique. La majorité des logements ont ainsi été construits entre la fin de la Seconde Guerre Mondiale et la première réglementation thermique en 1975 et présentent de ce fait une faible qualité thermique. La forte proportion de maisons individuelles, plus difficile à isoler que les logements collectifs, accroît également cette sensibilité.

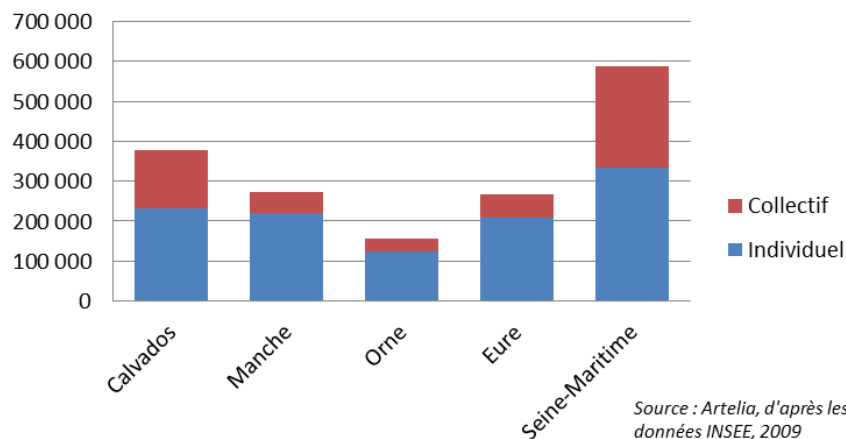
Répartition des bâtiments en fonction de la date de construction en Normandie



Source : Artelia, d'après les données INSEE (2006) et CEREN (2007)

Fig. 9. Répartition du parc résidentiel en fonction de la date de construction des logements (Artelia, d'après les données INSEE (2006) et CEREN (2007))

Répartition du parc résidentiel par type de logement



Source : Artelia, d'après les données INSEE, 2009

Fig. 10. Répartition du parc résidentiel par type de logement par département (Artelia, d'après les données INSEE, 2009)

Par ailleurs, la faible exposition passée du territoire aux épisodes caniculaires – par rapport à d'autres régions françaises – conduit à une faible « culture de la chaleur ».

Cette situation explique en partie la surmortalité observée, globalement faible (notamment en Basse-Normandie), mais plus élevée en Haute et Basse Normandie qu'en Languedoc-Roussillon sur la période du 1^{er} au 20 août 2003 (source : INSERM, 2004).

Evolution attendue :

L'évolution de la sensibilité à cet impact dépendra d'une part, de la prise en compte du confort thermique estival dans la conception des logements neufs et, d'autre part, des efforts éventuels en matière de rénovation thermique des logements et bâtiments tertiaires.

Territoires conventionnels concernés	Rouen, Le Havre, Caen, Franges franciliennes
Territoires-types les plus concernés	Seine Aval Franges Franciliennes Plaines et plateaux arrières-littoraux

2.2.3. Augmentation de l'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU), en relation avec la densité du bâti et la hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires

Grande famille d'enjeu	Santé et cadre de vie
Thématique	Bâti et tissu urbain
Autres thématiques concernées	Santé / Tourisme

2.2.3.1. EXPOSITION

Les températures moyennes annuelles et estivales sont relativement douces en Normandie, en raison de sa latitude et de la proximité de l'océan. L'augmentation de l'exposition aux canicules devrait donc rester modérée :

- Hausse progressive des températures moyennes estivales, qui ne semble significative qu'à l'horizon 2050 à l'intérieur des terres (jusqu'à +3°C) et devient importante en 2080 pour deux scénarios (jusqu'à +5°C à l'intérieur des terres) ;
- Augmentation du nombre de jours passés en situation de canicule (sur 30 ans), qui ne devient notable qu'à la fin du siècle et pour le sud de l'Orne et le sud-est de l'Eure (5 à 20 jours en 2030 contre jusqu'à 300 jours en 2080).

La vallée de la Seine, le sud-est de l'Eure et l'Orne sont les territoires les plus exposés à cette augmentation. Ces territoires connaissent déjà les températures estivales les plus élevées de Normandie.

2.2.3.2. SENSIBILITE

L'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU) est le résultat de l'accumulation de la chaleur diurne – liée au fonctionnement des appareils ménagers et de production de froid, à l'activité économique en général (transports, etc.), à la densité du bâti et à la minéralisation de l'espace – et à sa restitution nocturne. Il se traduit ainsi par une réduction notable de l'amplitude thermique journalière.

L'intensité de cet effet est notamment dépendante du niveau de végétalisation de l'espace urbain, qui favorise le rafraîchissement nocturne. Comme le montre le graphique ci-après, l'amplitude thermique journalière est plus faible en milieu rural qu'en milieu urbain.

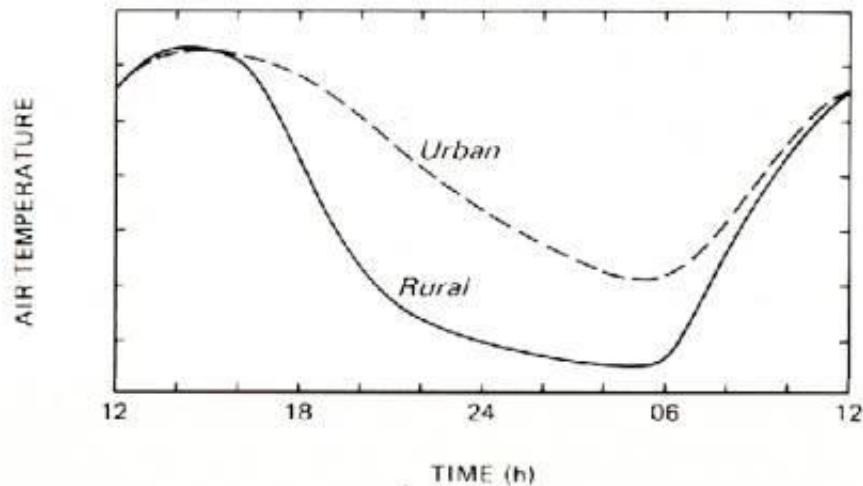


Fig. 11. Figure 1 - Evolution des températures journalières selon l'occupation du sol (urbain ou rural). (Source : Centre National de Recherche Météorologique – CNRM)

N.B. : l'axe des ordonnées figure la température de l'air (5°C par unité), celui des abscisses figurant l'heure du jour.

Evolution constatée :

Les principales villes de Normandie présentent une sensibilité plus forte que le reste du territoire à l'EICU. C'est le cas notamment de Caen, Rouen, Evreux et Alençon. Le Havre et Cherbourg présentent une sensibilité plus réduite en raison de leur proximité immédiate avec la mer.

A titre indicatif, l'EICU a par exemple été observé à Evreux lors de la canicule de l'été 2003 : la température maximale enregistrée fut de 41,4°C, contre un peu plus de 40°C hors de la ville (source : SRCAE Haute Normandie, 2012).

L'étalement urbain croissant de Caen (370 000 habitants pour l'aire urbaine, 200 000 pour l'agglomération), qui favorise l'artificialisation des sols et la minéralisation de l'espace, rend également cette ville particulièrement sensible à l'EICU (source : Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011).

Evolution attendue :

L'évolution de la sensibilité à l'EICU dépendra, d'une part, des choix d'aménagement et de renouvellement urbain (végétalisation, réduction de l'artificialisation des espaces publics, etc.) et, d'autre part, des politiques de maîtrise de l'énergie en milieu urbain, notamment pour ce qui concerne les dispositifs de refroidissement (ventilation et climatisation).

2.2.3.3. CAPACITE D'ADAPTATION

La limitation de l'étalement urbain et la valorisation des trames vertes et bleues (donc, entre autres, de la végétalisation des espaces urbains) comptent parmi les objectifs des Schémas de Cohérence Territoriaux (SCoT).

Le SCoT Grenelle de Caen Métropole est en cours d'élaboration (source : Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011). Etant donné l'importance du problème de l'étalement urbain pour cette agglomération, l'élaboration et la mise en œuvre d'un tel document d'urbanisme apparaît comme un pas important vers son adaptation à l'aggravation de l'EICU liée au changement climatique.

Territoires conventionnels concernés	Rouen, Caen, Evreux
Territoires-types les plus concernés	Seine Aval Plaines et plateaux arrière-littoraux Franges Franciliennes

2.2.4. Baisse du confort thermique dans les transports en commun

Grande famille d'enjeu	Santé et cadre de vie
Thématique	Réseaux
Autres thématiques concernées	Santé / Tourisme

2.2.4.1. EXPOSITION

Les températures moyennes annuelles et estivales sont relativement douces en Normandie, en raison de sa latitude et de la proximité de l'océan. L'augmentation de l'exposition aux canicules devrait donc rester modérée :

- Hausse progressive des températures moyennes estivales, qui ne semble significative qu'à l'horizon 2050 à l'intérieur des terres (jusqu'à +3°C) et devient importante en 2080 pour deux scénarios (jusqu'à +5°C à l'intérieur des terres) ;
- Augmentation du nombre de jours passés en situation de canicule (sur 30 ans), qui ne devient notable qu'à la fin du siècle et pour le sud de l'Orne et le sud-est de l'Eure (5 à 20 jours en 2030 contre jusqu'à 300 jours en 2080).

La vallée de la Seine, le sud-est de l'Eure et l'Orne sont les territoires les plus exposés à cette augmentation. Ces territoires connaissent déjà les températures estivales les plus élevées de Normandie.

2.2.4.2. SENSIBILITE

L'augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes caniculaires est susceptible d'affecter le confort thermique des usagers des transports en commun dans l'espace urbain (bus, tramway, etc.) et entre les villes (réseau ferré).

Evolution constatée :

Les études existantes ne font pas mention de cette problématique. De façon générale, on observe néanmoins un équipement de plus en plus systématique des transports en commun de systèmes de refroidissement (climatisation ou ventilation) destinés à améliorer le confort thermique des passagers, en été et en hiver. C'est le cas par exemple des tramway de Caen et du Havre.

Evolution attendue :

La conception actuelle des infrastructures de transports en commun (rames, bus, trains, gares, etc.), malgré cet équipement accru en systèmes de refroidissement, présente une sensibilité à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires susceptible d'affecter les usagers (inconfort thermique). Les informations disponibles ne permettent pas de qualifier plus précisément cette sensibilité à l'échelle de la Normandie.

2.2.4.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Le Plan d'Adaptation au Changement Climatique de la SNCF, « Climat D-Rail », élaboré en 2012, tient compte de la sensibilité des usagers et personnels de l'entreprise à l'inconfort thermique dans la perspective du changement climatique, et propose quatre mesures d'adaptation possibles pour y répondre :

- « Pré-conditionnement » plus long des trains ;
- Spécifications plus exigeantes du dispositif de climatisation ;
- Améliorer la ventilation (sur le modèle des VMC double flux) ;
- Sur les véhicules circulant à vitesse modérée (Tramway par exemple), installer des ventilations sans climatisation (exemple du tramway à la Réunion). »

Territoires conventionnels concernés	Interrégion
Territoires-types les plus concernés	Interrégion

2.2.5. Augmentation de la demande énergétique estivale, liée à un équipement et une utilisation accrues des systèmes de refroidissement et de chauffage (climatisation, ventilation, etc.), combinée à une éventuelle baisse de l'offre en énergie

Grande famille d'enjeu	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique	Réseaux
Autres thématiques concernées	Bâti et tissu urbain

2.2.5.1. EXPOSITION

Les températures moyennes annuelles et estivales sont relativement douces en Normandie, en raison de sa latitude et de la proximité de l'océan. L'augmentation de l'exposition aux canicules devrait donc rester modérée :

- Hausse progressive des températures moyennes estivales, qui ne semble significative qu'à l'horizon 2050 à l'intérieur des terres (jusqu'à +3°C) et devient importante en 2080 pour deux scénarios (jusqu'à +5°C à l'intérieur des terres) ;
- Augmentation du nombre de jours passés en situation de canicule (sur 30 ans), qui ne devient notable qu'à la fin du siècle et pour le sud de l'Orne et le sud-est de l'Eure (5 à 20 jours en 2030 contre jusqu'à 300 jours en 2080).

La vallée de la Seine, le sud-est de l'Eure et l'Orne sont les territoires les plus exposés à cette augmentation. Ces territoires connaissent déjà les températures estivales les plus élevées de Normandie.

2.2.5.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

En Normandie, l'essentiel des besoins énergétiques se concentre aujourd'hui en hiver (chauffage). La faible exposition des deux régions aux canicules limite les besoins énergétiques pour le

refroidissement (ventilation et climatisation) en été. Par ailleurs, la production d'énergie en Normandie (centrales nucléaires de Penly, Paluel et Flamanville) est suffisante aujourd'hui pour pallier à toute augmentation de la demande énergétique estivale.

Evolution attendue :

Dans la perspective du changement climatique, l'augmentation des températures moyennes hivernales devrait conduire à une réduction de la consommation pour cette période de l'année. À l'inverse, l'augmentation des températures moyennes estivales, et surtout la hausse de l'intensité et de la fréquence des épisodes caniculaires, devraient conduire à une augmentation de la consommation énergétique et des pics de consommation en été, liés à un besoin croissant en rafraîchissement (ventilation et climatisation).

La faible qualité thermique des bâtiments rend le territoire particulièrement sensible à toute augmentation de ce type. Même si la hausse du nombre de jours passés en situation de canicule ne devrait pas augmenter dans des proportions significatives avant 2080, les pointes de consommation électrique pourraient ponctuellement devenir problématiques. A ce stade, les informations disponibles ne permettent pas de préciser davantage cette sensibilité, qui dépendra également de l'évolution de la capacité de production d'énergie en période estivale.

L'augmentation de l'attractivité touristique du littoral normand lors des périodes de fortes chaleurs est également susceptible d'accroître la sensibilité du territoire à une augmentation de la demande en énergie en période de canicule estivale. L'*Etude sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation du Calvados au changement climatique* (Conseil Général du Calvados, 2011) souligne ainsi que « cet accroissement de la population [touristique] engendre des difficultés supplémentaires [...] sur la demande en électricité déjà sujet à des dysfonctionnements ».

Territoires conventionnels concernés	Interrégion
Territoires-types les plus concernés	Interrégion

2.2.6. Surmortalité en relation avec des épisodes caniculaires plus fréquents et intenses pour les populations les plus fragiles (personnes âgées isolées, populations à revenu modeste, enfants en bas âge, etc.)

Grande famille d'enjeux	Santé et cadre de vie
Thématique	Santé
Autres thématiques concernées	Bâti et tissu urbain

2.2.6.1. EXPOSITION

Les températures moyennes annuelles et estivales sont relativement douces en Normandie, en raison de sa latitude et de la proximité de l'océan. L'augmentation de l'exposition aux canicules devrait donc rester modérée :

- Hausse progressive des températures moyennes estivales, qui ne semble significative qu'à l'horizon 2050 à l'intérieur des terres (jusqu'à +3°C) et devient importante en 2080 pour deux scénarios (jusqu'à +5°C à l'intérieur des terres) ;
- Augmentation du nombre de jours passés en situation de canicule (sur 30 ans), qui ne devient notable qu'à la fin du siècle et pour le sud de l'Orne et le sud-est de l'Eure (5 à 20 jours en 2030 contre jusqu'à 300 jours en 2080).

La vallée de la Seine, le sud-est de l'Eure et l'Orne sont les territoires les plus exposés à cette augmentation. Ces territoires connaissent déjà les températures estivales les plus élevées de Normandie.

2.2.6.2. SENSIBILITE

La sensibilité de la population aux épisodes caniculaires, en termes de surmortalité, dépend de multiples facteurs, parmi lesquels :

- Les caractéristiques démographiques ;
- L'accessibilité aux structures sociales ou de soins susceptibles de prendre en charge les populations les plus sensibles ;
- L'isolement des personnes et la précarité économique et sociale.

Evolution constatée :

La part des personnes de plus de 65 ans dans la population en Normandie (17%) est légèrement supérieure à la moyenne nationale (16,3%). Cette moyenne cache un contraste important entre la Haute-Normandie, plus jeune (15,5% de plus de 65 ans) et la Basse Normandie (18,5%)⁸. La Basse-Normandie est donc de ce point de vue plus sensible à la surmortalité en cas de canicule que la Haute-Normandie. D'autant plus si l'on considère que l'accessibilité aux soins est plus aisée à proximité des agglomérations de Rouen et du Havre que dans la Manche ou l'Orne, où la population est la plus âgée et où les personnes sont souvent isolées.

Pourtant, l'épisode caniculaire de 2003 a engendré une hausse de la mortalité plus forte en Haute-Normandie qu'en Basse-Normandie (source : INSERM, 2004). Cette situation est moins liée à la sensibilité qu'à l'exposition : la canicule a en effet été plus forte à Rouen ou Evreux (où l'EICU est relativement important) qu'à St Lô.

Tabl. 1 - Evaluation de la surmortalité par région lors de la canicule de l'été 2003, période du 1^{er} au 20 août (INSERM, 2004)

Territoire	O-E*	O/E*
Bretagne	264	1,17
Languedoc-Roussillon	221	1,17
Basse-Normandie	133	1,19
PACA	746	1,31
Midi-Pyrénées	436	1,33
Haute-Normandie	297	1,39
Aquitaine	621	1,4
Pays-de-la-Loire	902	1,6
Centre	1242	2,04
Ile-de-France	5021	2,42
France métropolitaine	14671	1,54

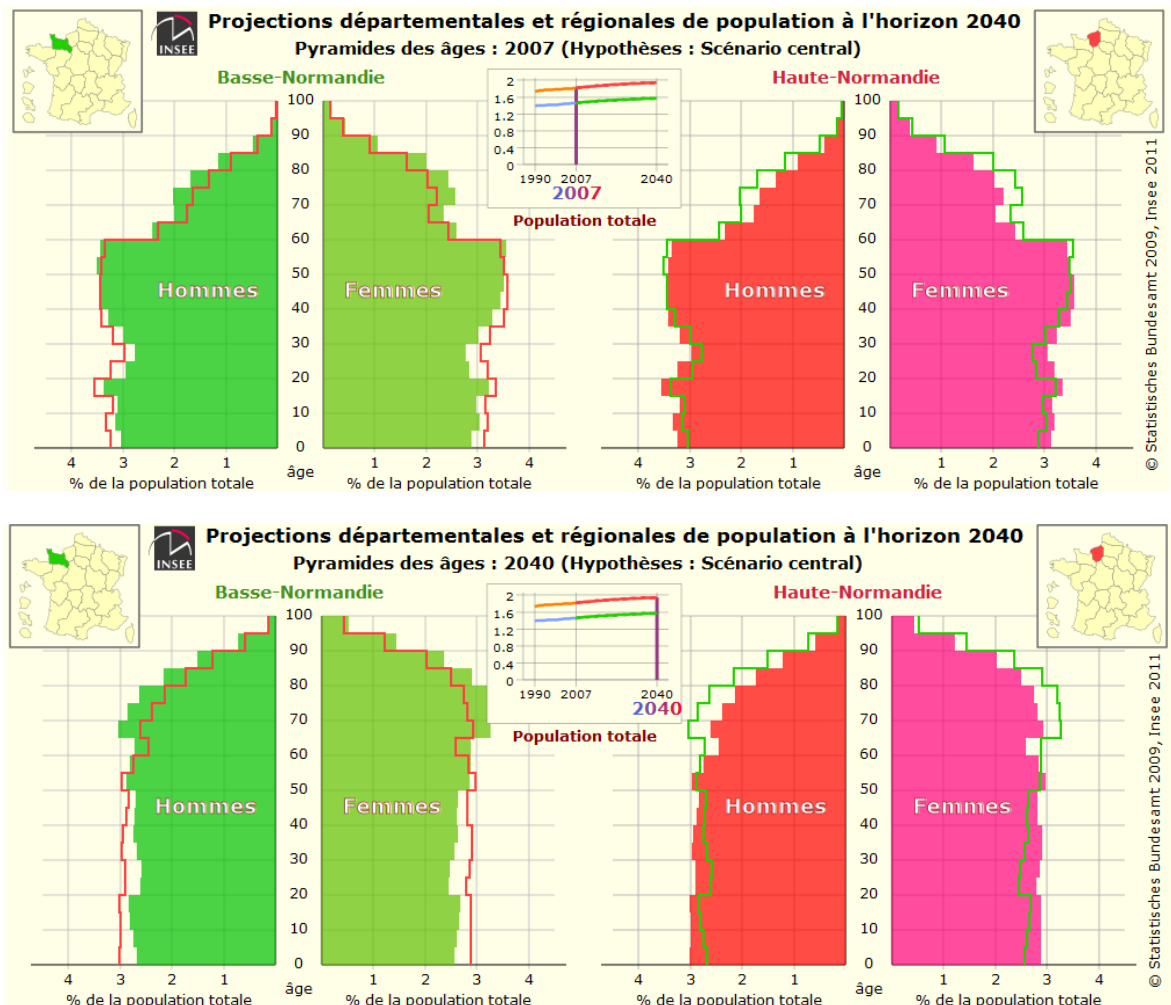
*O = nombre de décès observé ; E = nombre de décès attendus ; O/E = ratio de mortalité.

⁸ INSEE, 2007.

Evolution attendue :

La sensibilité du territoire à cet impact devrait s'accroître, en raison notamment du vieillissement important de la population. Selon les projections de l'INSEE, à l'horizon 2040, la part des personnes de plus de 65 ans devrait atteindre près de 28% de la population en Normandie (25,5% en Haute-Normandie et 30% en Basse-Normandie).

En l'absence de mesures sanitaires renforcées et étendues à d'autres populations vulnérables (dans le cadre du plan canicule) et de mesures visant à réduire les EICU et à améliorer le confort thermique dans les bâtiments en période estivale, la sensibilité à la surmortalité en période de canicule pourrait s'accroître de façon significative en Normandie.



2.2.6.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Suite à la canicule d'août 2003, chaque département a réalisé son Plan Canicule. Leur mise en œuvre lors de la canicule de l'été 2006 a notamment permis de réduire la surmortalité. L'existence et la mise en œuvre de ces plans témoignent donc d'une adaptation effective à ce type d'évènement.

Territoires conventionnels concernés	Rouen, Le Havre, Caen, Franges Franciliennes
Territoires-types les plus concernés	Seine Aval Franges Franciliennes Plaines et plateaux arrières-littoraux

Eclairage sur le coût des impacts du changement climatique en Normandie : Hausse des températures et santé

Données de départ / méthode adoptée	Hypothèses	Résultats
<p>Estimation des décès causés par la hausse des températures en Europe issue des résultats du projet européen PESETA (2009) pour le scénario A2 et selon les hypothèses basse et haute pour 2011-2040 :</p> <p>→ Hypothèse basse : 4 décès pour 100 000 habitants → Hypothèse haute : 5 décès pour 100 000 habitants</p> <p>Estimation de la population des deux régions à 2040 : 3 519 000 habitants</p>	<p>Coût de l'inaction avec et sans adaptation : Application des ratios de surmortalité de l'étude PESETA (tenant compte du vieillissement de la population) aux estimations de population à 2040.</p>	<p><u>Coût de l'inaction sans adaptation à 2011-2040 :</u></p> <p>→ entre 141 et 176 décès par an dus à la hausse des températures, soit sur 30 ans entre 4 082 et 5 103 décès</p> <p><u>Coût de l'inaction avec adaptation :</u></p> <p>→ entre 45 et 56 décès par an dus à la hausse des températures, soit sur 30 ans entre 1 306 et 1 633 décès</p>

Sources : Rapport du programme européen PESETA & INSEE, Outil Omphale 2010



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 chiffres absolus, mais bien comme des fourchettes. Il est donc indispensable de se référer à la méthode exposée en Annexe du rapport.

2.2.7. Dégradation de la qualité de l'air en raison de la hausse des températures et de l'intensification du phénomène d'EICU

Grande famille d'enjeux	Santé et cadre de vie
Thématique	Santé
Autres thématiques concernées	Milieus et écosystèmes

2.2.7.1. EXPOSITION

Les températures moyennes annuelles et estivales sont relativement douces en Normandie, en raison de sa latitude et de la proximité de l'océan. L'augmentation de l'exposition aux canicules devrait donc rester modérée :

- Hausse progressive des températures moyennes estivales, qui ne semble significative qu'à l'horizon 2050 à l'intérieur des terres (jusqu'à +3°C) et devient importante en 2080 pour deux scénarios (jusqu'à +5°C à l'intérieur des terres) ;
- Augmentation du nombre de jours passés en situation de canicule (sur 30 ans), qui ne devient notable qu'à la fin du siècle et pour le sud de l'Orne et le sud-est de l'Eure (5 à 20 jours en 2030 contre jusqu'à 300 jours en 2080).

La vallée de la Seine, le sud-est de l'Eure et l'Orne sont les territoires les plus exposés à cette augmentation. Ces territoires connaissent déjà les températures estivales les plus élevées de Normandie.

2.2.7.2. SENSIBILITE

Les réseaux de transports (en particulier routiers) et les espaces urbains émettent des quantités plus ou moins élevées de polluants atmosphériques, susceptibles de se concentrer lors des épisodes caniculaires, affectant directement la santé des populations exposées et l'environnement.

Evolution constatée :

En Normandie, le territoire de la Basse vallée de la Seine, de Rouen au Havre, est particulièrement sensible, de ce point de vue, aux épisodes caniculaires, en raison d'une part de la concentration de population et, d'autre part, de l'importance de l'activité industrielle et des transports. A titre indicatif, la Haute-Normandie est ainsi responsable de 4,6% des émissions nationales d'oxydes d'azote (NOx) et de 15% des émissions nationales de dioxyde de soufre (SO₂), d'après le *Projet de SRCAE Haute Normandie* (2012), les zones sensibles du point de vue de la qualité de l'air couvrant 9,5% du territoire régional pour 47% de la population.

Enjeux selon les Polluants		Bilan de la situation depuis 5 ans	Secteurs majoritaires
NO ₂		Non respect de la valeur limite depuis 2005 en proximité trafic sur Rouen et depuis 2010 au Havre	Transports, Industries
PM10, O ₃ , Benzène, odeurs		Valeur limite ou objectifs de qualité dépassés ponctuellement nuisances olfactives majoritaires dans les signalements recensés par Air Normand	Industries, Bâtiments, Transports, Agriculture
SO ₂ , métaux lourds, BaP		Respect des valeurs cibles pour métaux lourds et BaP Respect des valeurs limites depuis 2009 pour le SO ₂	Industries

Fig. 13. Situation de la Haute-Normandie par rapport aux normes européennes (SRCAE de Haute-Normandie, 2012)

En Basse Normandie, ces zones couvrent 3,6% du territoire régional et concernent 31,7% de la population, essentiellement dans la Plaine de Caen et à Cherbourg. L'étalement urbain dans la plaine de Caen a notamment conduit à augmenter les transports routiers intra-urbains, renforçant d'autant les pics de pollution en situation de canicule.

Au-delà, cette sensibilité se trouve renforcée par les vents d'est venus de l'océan (brise de mer), qui tendent à diffuser les polluants atmosphériques dans l'arrière-pays. Elle l'est aussi à Rouen par la topographie. La ville se trouve en effet au centre d'une dépression géomorphologique favorisant la concentration des polluants en situation de canicule (sources : *Etude sur la vulnérabilité et l'adaptation de la Haute-Normandie aux changements climatiques*, DREAL Haute-Normandie, 2012 ; *Etude interrégionale « Ozone en Normandie »*, AirNormand et Air C.O.M., 2011).

Evolution attendue :

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules devraient conduire à renforcer les pics de pollution estivaux en favorisant davantage la concentration des polluants et en accentuant la formation d'ozone O₃ à partir des Oxydes d'Azote produits par l'industrie et les transports. Dans ce cadre, le territoire de la Seine Aval et de la Plaine de Caen apparaissent comme les plus sensibles à une telle évolution.

Néanmoins, l'augmentation, peu significative avant la fin du siècle, du nombre de jours de canicules, devrait avoir un effet relativement modéré sur la qualité de l'air actuelle en Normandie.

2.2.7.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Air Normand (Haute-Normandie) et Air C.O.M. (Basse-Normandie) sont des organismes de surveillance de la qualité de l'air membres du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Ces deux organismes ont publié en 2011 une première étude interrégionale sur l'Ozone en Normandie.

Territoires conventionnels concernés	Rouen, Le Havre, Plaine de Caen
Territoires-types les plus concernés	Seine Aval Plaines et plateaux arrière-littoraux

2.3. IMPACTS DE L'EVOLUTION DES RISQUES NATURELS DANS LA PERSPECTIVE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES TERRITOIRES NORMANDS

2.3.1. Augmentation du risque de submersion marine pour les zones urbaines littorales, en relation avec l'élévation du niveau marin et l'évolution de l'aménagement sur le littoral.

Grande famille d'enjeux	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique	Bâti et tissu urbain
Autres thématiques concernées	Tourisme

2.3.1.1. EXPOSITION

L'exposition actuelle des littoraux Normands au risque de submersion marine est relativement faible, comparativement à d'autres façades maritimes. Deux éléments expliquent cette faible exposition :

- Une surface de zones basses littorales relativement faible : selon les données du CETMEF (2012), la surface de zones basses littorales est d'environ 750 km² en Normandie (500 km² en Basse-Normandie et 250 km² en Haute-Normandie), contre près de 2000 km² pour les Pays-de-la-Loire. L'essentiel de la surface exposée se trouve dans la Manche, qui compte près de 450 km² de marais sous le niveau marin⁹.
- Une protection des zones basses relativement efficace : selon les données de la base GASPAREL recensant les arrêtés de catastrophe naturelle depuis 1982, le département de la Manche est le plus concerné (20 communes touchées au moins une fois par une inondation par submersion marine, soit 3,3% des communes du département) ; suivi du Calvados (12 communes). La Seine-Maritime est touchée de façon très marginale (3 communes concernées).

L'exposition est particulièrement forte pour les zones basses situées en fond de baie et à l'embouchure de cours d'eau (estuaire de la Seine, embouchure de l'Orne, Baie des Veys, Havres, Cherbourg, etc.), où le phénomène de submersion peut se trouver combiné à la crue des cours d'eau.

Si la présence de protections en dur (digues, enrochements, etc.) limite l'exposition à ces événements, certains événements récents ont prouvé leur potentielle fragilité, notamment en 2008 et 2010¹⁰.

Le niveau marin s'est élevé de 17cm au cours du XXème siècle. Avec le changement climatique, cette hausse pourrait atteindre entre 20 et 51cm d'ici la fin du siècle, d'après les données du GIEC citées par le *Projet de SRCAE Basse-Normandie* (2012), et jusqu'à 1m selon l'ONERC.

Dans ce contexte, les épisodes de submersion marine des côtes basses devraient être plus fréquents et intenses, entraînant un recul « par à coup » du trait de côte. Cette tendance est confirmée par les travaux de Pirazzoli (2006) notamment pour Cherbourg et Le Havre¹¹.

⁹ Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011.

¹⁰ Ibid.

2.3.1.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

La sensibilité actuelle des littoraux aux phénomènes de submersion marine dépend des enjeux présents sur les zones basses situés sous les niveaux marins de référence. L'*étude sur la Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux* du CETMEF (2012) rend compte de l'importance de ces enjeux pour les littoraux normands, en recensant sur ces zones basses exposées plus de 41 600 bâtiments (11% des bâtiments situés en zone basse littorale à l'échelle de la France métropolitaine) et 2762 km d'infrastructures de transport (12%).

Tabl. 2 - Enjeux situés dans les zones basses sous le niveau marin de référence* (CETMEF, 2012)

Territoire	Enjeux situés en zone basse		
	Nb de bâtiments	Linéaire d'infrastructures de transport (km)	Surface de sites d'intérêt écologique (ha)
Basse-Normandie	15 591	868	28 923
Haute-Normandie	9 003	923	12 410
NORMANDIE	24 594	1 791	41 333
France Métropolitaine	383 406	22 280	455 425
Part NORMANDIE / France métropolitaine	6%	8%	9%

*Le niveau marin de référence correspond à la somme du niveau marin de base et d'une surcote de retour centennale liée à la houle.

L'essentiel des littoraux urbanisés sensibles sont concentrés en Basse-Normandie, en particulier sur la côte de Nacre et la côte Fleurie dans le Calvados, où le développement touristique a conduit à une forte urbanisation littorale ; ainsi que dans la Manche (marais du Bessin et du Cotentin et côte des Havres). Certains quartiers des zones urbaines littorales sont également sensibles à la submersion. C'est le cas au Havre et dans une moindre mesure de Cherbourg, pour certains quartiers résidentiels.

Comme l'illustre la carte ci-après (Fig. 14), trois secteurs se distinguent nettement pour leur vulnérabilité au risque de submersion marine :

- L'estuaire de la Seine jusqu'à Rouen ;
- Le littoral de la plaine de Caen : estuaire de l'Orne jusqu'à Caen, côte de Nacre et côte Fleurie ;
- Les marais du Bessin et du Cotentin et la côte des Havres.

Evolution attendue :

La sensibilité des zones urbaines et des infrastructures de transport devrait s'accroître avec l'élévation du niveau de la mer. La DREAL Basse-Normandie (2008) estime ainsi qu'une hausse du niveau marin de +1m se traduirait par une augmentation de 92% du nombre de bâtiments potentiellement touchés par un épisode de submersion marine, par rapport au nombre de bâtiments actuellement concernés.

¹¹ Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011.

Tabl. 3 - Enjeux situés dans les zones basses sous les niveaux marins de référence +1m (CETMEF, 2012)

Territoire	Enjeux situés en zone basse		
	Nb de bâtiments	Linéaire d'infrastructures de transport (km)	Surface de sites d'intérêt écologique (ha)
Basse-Normandie	28474	1435	33338
Haute-Normandie	13131	1327	12718
NORMANDIE	41605	2762	46056
France Métropolitaine	383406	22280	455425
Part NORMANDIE / France métropolitaine	11%	12%	10%

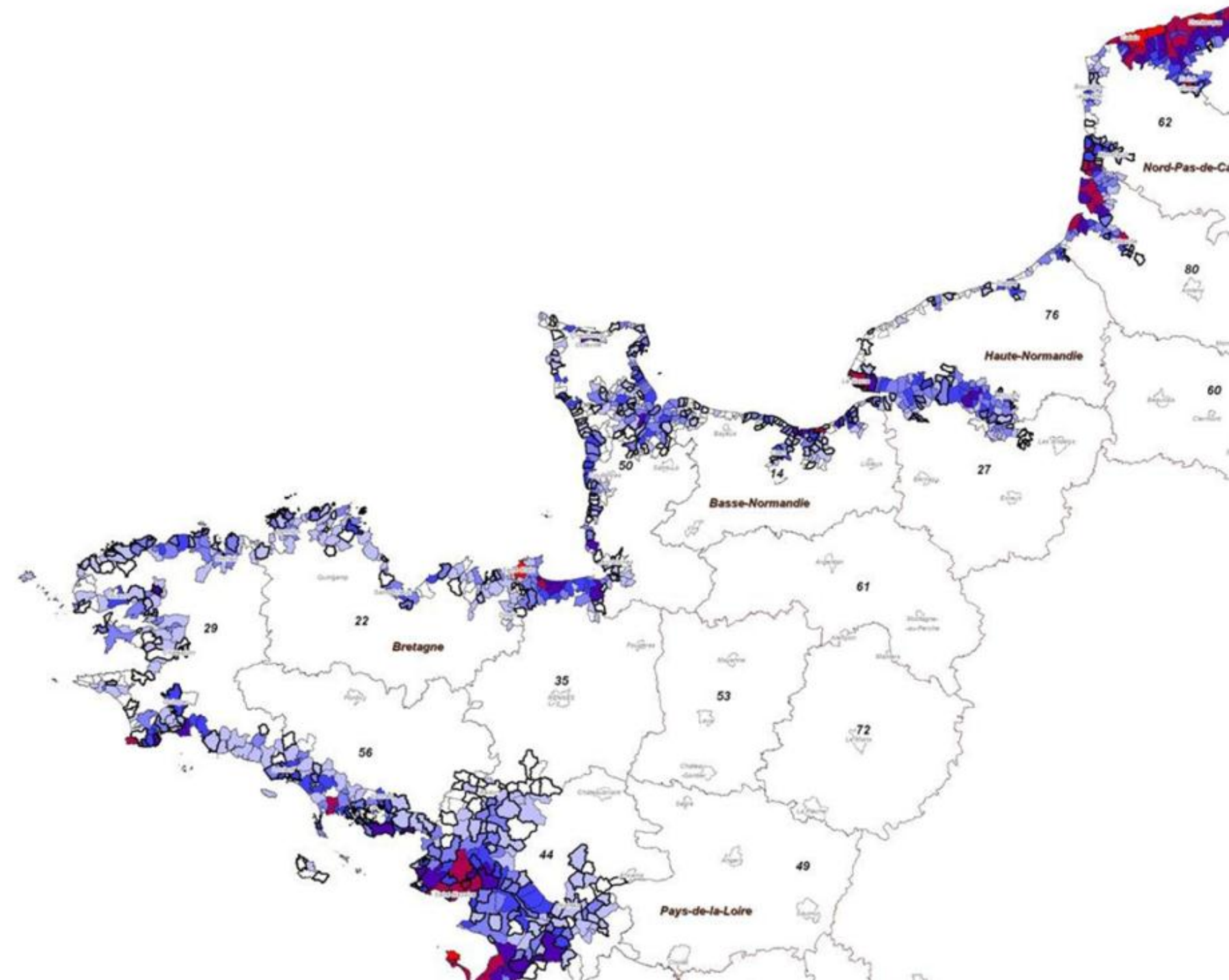


Fig. 14. Vulnérabilité actuelle des territoires littoraux au risque de submersion marine – Nombre de bâtiments dans les zones basses situées sous les niveaux marins de référence par commune (source : CETMEF, 2012, d'après les données du CETE de l'Ouest, 2011)

2.3.1.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Seules quatorze communes étaient en 2011 couvertes par des PPR littoraux (dont douze en Basse-Normandie). Vingt-huit nouveaux PPR ont été prescrits et doivent être réalisés à l'horizon 2014 (MEDDE, 2011).

La DREAL Basse-Normandie a réalisé une cartographie des zones vulnérables en 2009.

Territoires conventionnels concernés	Marais du Bessin et du Cotentin, Cherbourg, Côte des Havres, côte de Nacre et côte Fleurie et Seine aval
Territoires-types les plus concernés	Littoral de la baie de Seine Littoral du Cotentin Seine aval

Eclairage sur le coût des impacts du changement climatique en Normandie : Submersion marine sur le littoral

Données de départ / méthode adoptée	Hypothèses	Résultats
Estimation CETMEF des surfaces situées : <ul style="list-style-type: none"> - sous la cote centennale : 71 196ha - sous la cote centennale +1m : 88 996ha 	Hypothèse d'occupation des sols en zone basse (d'après ONML) : <ul style="list-style-type: none"> - Agriculture : 80% - Zones industrielles, commerciales, urbanisées : 12% - Zones humides : 5% - Forêts : 3% Hypothèses de valorisation des surfaces selon leur occupation Elévation du niveau de la mer +1m	Augmentation du capital « à risque » : → entre 631 et 655 millions d'euros pour les zones agricoles et artificialisées → entre 1,3 et 3,3 millions d'euros/an pour les zones naturelles
Estimations CETMEF du nombre de bâtiments situés : <ul style="list-style-type: none"> - sous la cote centennale : 25 594 - sous la cote centennale +1m : 41 605 Estimations CETMEF du linéaire d'autoroutes et routes nationales situé : <ul style="list-style-type: none"> - sous la cote centennale : 70km - sous la cote centennale +1m : 91km 	Valeur d'un bâtiment comprise entre : 100 000 et 250 000€ Valeur patrimoniale d'1km de route – réseau national et autoroutes : 12,5M€ Valeur patrimoniale d'1km de route – réseau départemental et communal : 1,7M€ Elévation du niveau de la mer +1m	Augmentation du capital à risque – bâtiments : → entre 1,7 et 4,2 milliards d'euros Augmentation du capital à risque - routes (tous réseaux confondus) : → de l'ordre de 1,7 milliard d'euros

Estimation CETMEF du linéaire de routes départementales et communales situé : <ul style="list-style-type: none"> - sous la cote centennale : 1523km - sous la cote centennale +1m : 2355km 		
--	--	--

Sources : CETMEF, 2010 & Comptes de l'Etat 2010 & IDRRIM & Groupe interministériel, 2009. Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France & Données Agreste, CGDD (zones humides), Groupe interministériel (Forêts), SOeS (valeur des zones artificialisées) & Observatoire national de la mer et du littoral, Les zones basses sur le littoral métropolitain



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 chiffres absolus, mais bien comme des fourchettes. Il est donc indispensable de se référer à la méthode exposée en Annexe du rapport.

2.3.2. Augmentation du risque de submersion marine pour les zones industrialo-portuaires, en relation avec l'élévation du niveau marin.

Grande famille d'enjeu	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique	Infrastructures (industries / ports)
Autres thématiques concernées	

2.3.2.1. EXPOSITION

L'exposition actuelle des littoraux Normands au risque de submersion marine est relativement faible, comparativement à d'autres façades maritimes. Deux éléments expliquent cette faible exposition :

- Une surface de zones basses littorales relativement faible : selon les données du CETMEF, la surface de zones basses littorales est d'environ 750 km² en Normandie (500 km² en Basse-Normandie et 250 km² en Haute-Normandie), contre près de 2000 km² pour les Pays-de-la-Loire. L'essentiel de la surface exposée se trouve dans la Manche, qui compte près de 450 km² de marais sous le niveau marin (source : DREAL Basse-Normandie, 2011).
- Une protection des zones basses relativement efficace : selon les données de la base GASPARD recensant les arrêtés de catastrophe naturelle depuis 1982, le département de la Manche est le plus concerné (20 communes touchées au moins une fois par une inondation par submersion marine, soit 3,3% des communes du département) ; suivi du Calvados (12 communes). La Seine-Maritime est touchée de façon très marginale (3 communes concernées).

L'exposition est particulièrement forte pour les zones basses situées en fond de baie et à l'embouchure de cours d'eau (estuaire de la Seine, embouchure de l'Orne, Baie des Veys, Havres, etc.), où le phénomène de submersion peut se trouver combiner à la crue des cours d'eau.

Si la présence de protections en dur (digues, enrochements, etc.) limite l'exposition à ces évènements, certains évènements récents ont prouvé leur potentielle fragilité (notamment en 2008 et 2010 – source : DREAL Basse-Normandie, 2011).

Le niveau marin s'est élevé de 17cm au cours du XXème siècle. Avec le changement climatique, cette hausse pourrait atteindre entre 20 et 51cm d'ici la fin du siècle, d'après les données du GIEC citées par le Projet de SRCAE Basse-Normandie (2012), et jusqu'à 1m selon l'ONERC.

Dans ce contexte, les épisodes de submersion marine des côtes basses devraient être plus fréquents et intenses, entraînant un recul « par à coup » du trait de côte. Cette tendance est confirmée par les travaux de Pirazzoli (2006) notamment pour Cherbourg et Le Havre (source : Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011).

2.3.2.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

La Normandie présente deux pôles industrialo-portuaires majeurs : l'estuaire de la Seine d'une part (port du Havre jusqu'à Honfleur) et Cherbourg d'autre part ; ainsi que plusieurs sites industriels plus isolés particulièrement sensibles sur le plan stratégique, telles que les centrales nucléaires de Penly et Paluel en Haute-Normandie, et Flamanville dans la Manche.

La sensibilité actuelle de la Haute-Normandie est particulièrement élevée, comme en témoigne l'étude sur la Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux du CETMEF (2012), qui dénombre 20 sites classés SEVESO dans les communes littorales (pour l'essentiel au Havre et dans l'estuaire de la Seine), contre seulement 2 en Basse-Normandie.

Evolution attendue :

Les sites portuaires du Havre et de Cherbourg, déjà sensibles à ce risque, pourraient l'être davantage dans la perspective d'une hausse du niveau marin liée au changement climatique.

Quant aux installations nucléaires de Penly, Paluel et Flamanville, elles sont relativement bien protégées de ce type d'évènement : malgré leur proximité à la mer, leur altitude leur garantit une sécurité suffisante face au risque de submersion, d'après l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN, citée par l'Etude sur la sensibilité et sur l'adaptation de la Haute-Normandie aux effets du changement climatique, DREAL Haute-Normandie, 2012).

2.3.2.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Un rapport d'évaluation complémentaire de sûreté des installations nucléaires au regard de l'accident de Fukushima a été transmis par EDF à l'ASN le 15 septembre 2011, concernant les risques d'inondations (crues et submersion) pour les centrales de Paluel et de Penly (source : Etude sur la sensibilité et sur l'adaptation de la Haute-Normandie aux effets du changement climatique, DREAL Haute-Normandie, 2012).

Les Grands Ports Maritimes du Havre et de Rouen se posent déjà la question de l'intégration de la hausse du niveau de la mer afin de repenser leurs mesures de protection (source : Etude sur la sensibilité et sur l'adaptation de la Haute-Normandie aux effets du changement climatique, DREAL Haute-Normandie, 2012).

Territoires conventionnels concernés	Rouen, Le Havre jusqu'à Honfleur, Cherbourg
Territoires-types les plus concernés	Seine Aval Littoral du Cotentin

2.3.3. Transformation des milieux littoraux en relation avec une mobilité accrue du trait de côte

Grande famille d'enjeu	Ressources du territoire
Thématique	Milieux et écosystèmes
Autres thématiques concernées	Tourisme

2.3.3.1. EXPOSITION

Le trait de côte, en Normandie comme sur les autres littoraux français métropolitains, est, pour l'essentiel en constante évolution (données EuroSION, 2004) :

- En Haute-Normandie, le littoral est à 50% en érosion (falaises de la côte d'Albâtre) et 34% artificialisé (estuaire de la Seine).
- Les situations sont plus nuancées en Basse-Normandie (27% en érosion, 30% en accrétion et 20% artificialisé).

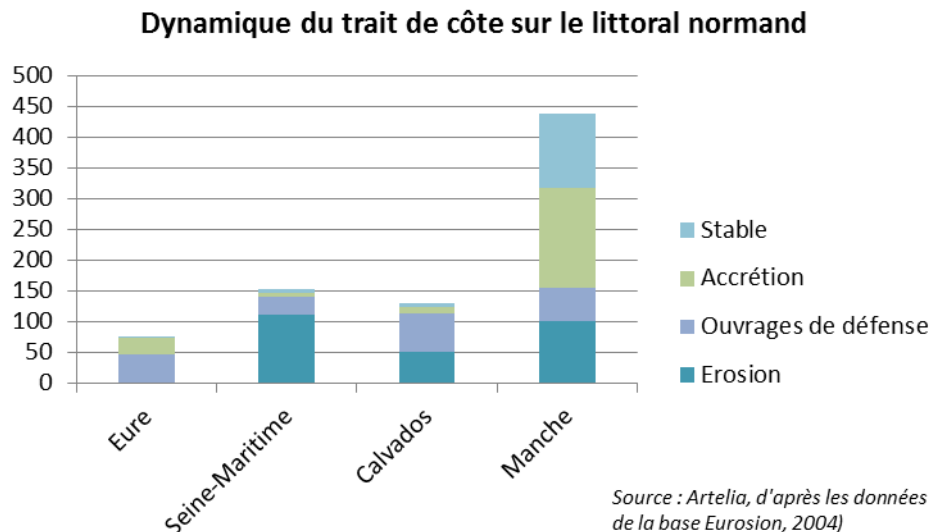


Fig. 15. La dynamique du trait de côte sur le littoral normand* (Artelia, d'après la base de données EuroSION, 2004)

*L'axe des ordonnées figure la longueur du trait de côte en km.

Dans cette perspective, milieux et écosystèmes sont amenés à évoluer dans l'espace, pour s'adapter à la mobilité du trait de côte.

Dans la perspective du changement climatique, la hausse du niveau marin devrait conduire à un recul plus important du trait de côte, en particulier sur les zones basses littorales, exposant davantage les espaces naturels littoraux à de profondes modifications, au-delà de certains seuils (en particulier dans les marais du Bessin et du Cotentin).

2.3.3.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

Selon les données du CETMEF (2012), près de 41 000 ha de sites d'intérêt écologique sont situés sur les zones basses (sous le niveau marin de référence) normandes, dont 70% en Basse-Normandie (il s'agit pour l'essentiel des marais du Bessin et du Cotentin).

Evolution attendue :

La sensibilité de ces milieux et écosystèmes à l'élévation du niveau marin dépendra, pour l'essentiel, de la qualité des continuités écologiques.

En présence de zones urbaines et/ou d'ouvrages de défense du trait de côte, les milieux et écosystèmes littoraux ne pourront reculer avec l'élévation du niveau marin, entraînant une érosion de la biodiversité (source : *Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie*, DREAL Basse-Normandie, 2011).

2.3.3.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Etude menée dans le cadre d'un programme européen concernant le sud de l'Angleterre et la Normandie (BRANCH) : mise en place d'un point zéro pour suivre l'évolution spatio-temporelle des habitats littoraux et des écosystèmes sur 5 sites, dont la baie du Mont St Michel, le havre de Règneville, Anse de Vauville, Baie des Veys & Utah Beach, Graye-sur-Mer & Ver-sur-Mer)¹².

Projet INTERREG LICCo (« Living with a changing coast », 2011-2014) : inscrit dans la continuité du projet BRANCH (« Biodiversity Requires Adaptation in North West Europe under a CHanging climate », 2003-2007) et piloté en France par le Conservatoire du littoral, il vise à analyser les impacts du changement climatique sur la biodiversité, en tenant compte de la gestion du trait de côte et de l'évolution des usages dépendant des services écosystémiques sur le littoral (tourisme, pêche, élevages sur prés salés, etc.). Cinq des neuf sites pilotes du projet sont situés en Normandie (basse vallée de la Saône en Haute-Normandie, Val de Saire, Baie des Veys, Estuaire de l'Orne et Havre de Règneville en Basse-Normandie).

Source : *Etude sur la sensibilité de la Haute Normandie aux effets du changement climatique*, 2012.

Territoires conventionnels concernés	Littoraux
Territoires-types les plus concernés	Littoral de la baie de Seine Littoral du Cotentin

¹² Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011

2.3.4. Remontée du biseau salé dégradant la qualité des ressources souterraines littorales, en relation avec l'élévation du niveau marin

Grande famille d'enjeux	Ressources du territoire
Thématique	Ressources et usages de l'eau
Autres thématiques concernées	Agriculture / Tourisme / Milieux et écosystèmes

2.3.4.1. EXPOSITION

L'élévation du niveau de la mer devrait se traduire par un déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres, qui entrerait davantage dans les aquifères littoraux (masses d'eau souterraines et superficielles), comme le soulignent plusieurs études¹³.

Les nappes soumises à une forte tension sur les ressources sont les plus exposées. Les prélèvements, en réduisant le niveau des nappes, favorisent en effet les intrusions salines.

2.3.4.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

L'exposition et la sensibilité actuelles à ce phénomène paraissent peu importantes à l'heure actuelle. Il n'y est notamment pas fait mention dans le SDAGE Seine-Normandie.

Evolution attendue :

Dans la perspective du changement climatique, l'ensemble des points de captages littoraux pourraient être affectés. C'est le cas notamment du littoral Haut-Normand. D'après l'*Etude sur la sensibilité et sur l'adaptation de la Haute-Normandie aux effets du changement climatique* (DREAL Haute-Normandie, 2012), les captages situés dans les secteurs de Dieppe, Fécamp et Etretat seraient particulièrement sensibles aux intrusions marines.

De ces captages dépend en effet l'alimentation en eau potable des communes littorales parmi les plus densément peuplées et qui constituent les principaux pôles touristiques de Haute-Normandie.

La question de la sensibilité au déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres est également évoquée dans le *Profil Environnemental Régional de Basse-Normandie* (2013), qui évoque la sensibilité des activités agricoles : « l'enjeu est important compte tenu du positionnement de l'agriculture pour la région »¹⁴.

La remontée des eaux salines dans les cours d'eau (notamment de la Seine) et les marais du Bessin et du Cotentin devrait également avoir un effet sur la disponibilité des ressources pour les usages, sur les milieux et les écosystèmes d'eau douce, ainsi que sur les activités conchylicoles (réduction des apports d'eau douce).

¹³ DREAL Haute-Normandie, Etude sur la sensibilité et sur l'adaptation de la Haute-Normandie aux effets du changement climatique, DREAL Haute-Normandie, 2012 ; Projet de SRCAE Basse-Normandie, 2012

¹⁴ *Profil Environnemental Régional de Basse-Normandie* (version de travail), DREAL Basse-Normandie, 2013.

Territoires conventionnels concernés	Estuaire de la Seine Côte d'Albâtre Côte de Nacre et Côte Fleurie Marais du Bessin et du Cotentin
Territoires-types les plus concernés	Seine Aval Littoral de la baie de Seine Littoral du Cotentin

2.3.5. Aggravation du risque d'effet domino sur les réseaux en cas de crise, en relation avec l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des évènements extrêmes (inondation, submersion, tempête)

Grande famille d'enjeux	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique	Réseaux
Autres thématiques concernées	

2.3.5.1. EXPOSITION

La Normandie est régulièrement touchée par des évènements climatiques extrêmes liés au vent (tempêtes) et aux inondations (crue, pluies torrentielles ou submersion marine).

L'effet du changement climatique sur l'évolution de la récurrence et de l'intensité des tempêtes est très incertain. Les statistiques relatives aux évènements passés ne permettent pas de dégager une tendance robuste et significative, et la complexité inhérente à ces évènements rend toute simulation future encore difficile actuellement.

Toutefois, l'élévation attendue du niveau marin à l'horizon 2100 (50cm selon le rapport du GIEC en 2007 et jusqu'à 1m selon l'ONERC) devrait contribuer à accroître l'exposition des territoires normands (en particulier les côtes basses) aux tempêtes, qui s'accompagne le plus souvent d'une submersion partielle du littoral (marée de tempête).

2.3.5.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

L'ensemble des réseaux (électricité, transports, eau potable et télécommunications) sont interdépendants. De leur bon fonctionnement dépend la sécurité de la population et la continuité de l'activité économique. Or, ces différents réseaux sont plus ou moins sensibles aux différents évènements climatiques extrêmes (tempêtes, inondations).

Cette sensibilité est particulièrement forte sur le littoral et dans la vallée de la Seine, en raison de la concentration des réseaux sur un espace restreint, exposé à plusieurs évènements climatiques extrêmes (tempête, inondation par crue, pluie torrentielle ou submersion).

L'Etude sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation du Calvados au changement climatique (Conseil Général du Calvados, 2011) évoque par exemple les tempêtes passées de février 1999, mars 2007 et février 2010, qui se traduisirent par de nombreux dommages sur les réseaux (coupures d'électricité, voiries et axes routiers littoraux endommagés, interruption du fonctionnement de certaines stations d'épuration, etc.). L'âge du réseau électrique y est signalé comme un facteur aggravant.

Evolution attendue :

En l'absence de mesures visant à préserver les réseaux des évènements extrêmes (en particulier sur le littoral où l'élévation du niveau marin devrait entraîner une hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes de submersion marine), la sensibilité à cet impact pourrait s'accroître.

C'est le cas notamment dans le Cotentin : la forte exposition des marais du Bessin et du Cotentin à l'aggravation du risque de submersion pourrait en effet avoir des conséquences sur les réseaux, en isolant partiellement la presqu'île. Cette sensibilité accrue doit néanmoins être nuancée sur le plan énergétique, dans la mesure où la presqu'île dispose de moyens de production d'électricité non négligeables (centrale nucléaire de Flamanville notamment).

Enfin, la hausse de l'attractivité touristique, doublée d'une poursuite de l'urbanisation (donc des réseaux) sur le littoral normand, devrait se traduire par une hausse de la sensibilité des réseaux sur les côtes basses.

Territoires conventionnels concernés	Espaces littoraux urbanisés (Côte de Nacre et Côte Fleurie en particulier, ainsi que l'estuaire de la Seine)
Territoires-types les plus concernés	Littoral de la baie de Seine Littoral du Cotentin

2.3.6. Augmentation du risque d'inondation, en relation avec l'évolution (encore incertaine) du régime des précipitations, de la fréquence et de l'intensité des épisodes de crue, et de l'aménagement urbain (imperméabilisation des sols)

Grande famille d'enjeux	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique	Bâti et tissu urbain
Autres thématiques concernées	

2.3.6.1. EXPOSITION

Le risque d'inondation intérieure (à distinguer du risque d'inondation par submersion marine) est le risque le plus répandu en Normandie. Près de 57% des communes de l'inter-région ont ainsi été concernées par au moins un arrêté de catastrophe naturelle relatif aux inondations intérieures et à leurs éventuels phénomènes associés (coulées de boue, etc.), d'après les chiffres de la base GASPARG (2011). Les départements les plus touchés sont la Seine-Maritime (75% des communes concernées), suivie de la Manche (63%) et du Calvados (61%).

Tabl. 4 - Communes concernées par au moins un arrêté de catastrophe naturelle relatif aux inondations intérieures et phénomènes associés (Base de données GASPARG, DGPR, 2013)

Département	Nombre de communes concernées par au moins un arrêté relatif aux inondations intérieures et phénomènes associés	Part des communes concernées sur le total des communes
EURE	283	42%
SEINE-MARITIME	557	75%
CALVADOS	430	61%
MANCHE	379	63%
ORNE	180	36%

Au-delà des vallées de la Seine et de l'Orne, exposées aux crues de ces cours d'eau, le risque d'inondation par ruissellement des eaux de pluie lors des épisodes de fortes précipitations est particulièrement important (88% des arrêtés de catastrophe naturelle en Haute-Normandie¹⁵), notamment dans les secteurs où le relief est plus marqué (essentiellement dans la Manche, le Pays d'Auge et le Pays de Caux) et en zone urbaine (Rouen, Caen, Evreux, etc.), où l'artificialisation des sols favorise le ruissellement et l'accumulation de l'eau dans les points bas.

L'effet du changement climatique sur l'évolution de ce risque est très incertain. Les crues des cours d'eau et les épisodes de fortes précipitations sont en effet des événements climatiques ponctuels dépendants non seulement du climat, mais également des choix d'aménagement (artificialisation des sols, régulation des cours d'eau, etc.).

Les simulations climatiques de Météo-France indiquent une stabilité des moyennes de précipitations hivernales jusqu'à l'horizon 2050, voire une légère augmentation sur le littoral et dans sur la presqu'île du Cotentin. Les épisodes de fortes précipitations pourraient néanmoins être plus fréquents. D'après ces simulations, la moyenne annuelle du nombre de jours où les

¹⁵ Etude sur la sensibilité et sur l'adaptation de la Haute-Normandie aux effets du changement climatique, DREAL Haute-Normandie, 2012

précipitations atteignent au moins 10mm apparaît en hausse d'environ 5 à 10% sur les collines de Normandie à l'horizon 2050.

Dans ce contexte, les phénomènes d'inondations par ruissellement et de coulées boueuses pourraient survenir plus fréquemment (par exemple, lorsqu'un épisode de fortes précipitations fait suite à des périodes de pluie prolongées, dont le cumul dépasserait environ 90 mm en moins de 10 jours¹⁶).

2.3.6.2. SENSIBILITE

La sensibilité aux inondations d'un territoire est définie par l'importance des enjeux socioéconomiques susceptibles d'être touchés (directement ou indirectement) par ce type d'évènement. Ainsi, les zones urbaines situées en zone inondable apparaissent comme les plus sensibles aux inondations.

Evolution constatée :

La Seine-Maritime, département le plus exposé, est aussi le plus sensible aux inondations intérieures (crue et ruissellement), en raison de l'importance des enjeux susceptibles d'être affectés par ce type d'évènement (zones urbaines, activités économiques, etc.). Un orage le 16 juin 1997 à l'ouest de l'agglomération rouennaise a, par exemple, causé la mort d'une personne ainsi que des coulées boueuses en ville, provoquant d'importants dégâts matériels.

Ce risque bien connu a fait l'objet de plusieurs Plans de Prévention des Risques d'inondations (PPRI), en particulier pour les principales zones urbaines¹⁷. Le Havre, Rouen et le bassin versant de l'Austreberthe (crues importantes, notamment en 1995, 1997, 1999 et 2000) sont aujourd'hui reconnus comme des Territoires à Risque Important d'Inondation (TRI), au titre de la Directive Européenne Inondation (2007).

En Basse-Normandie, l'agglomération de Caen est particulièrement sensible aux crues de l'Orne. Lisieux et Pont l'Evêque sont davantage au ruissellement des eaux de pluies du Pays d'Auge vers la plaine de Caen (située à la confluence entre la Touques et la Calonne, Pont l'Evêque est particulièrement sensible à ce risque). L'étalement urbain dans la plaine de Caen favorise par ailleurs l'artificialisation des sols, donc la sensibilité du territoire aux inondations¹⁸.

Dans la Manche, l'agglomération de Cherbourg ainsi que les zones urbaines situées en fond de vallée présentent également une forte sensibilité aux inondations lors de forts épisodes de précipitations.

Evolution attendue :

La sensibilité future des territoires normands aux inondations dépendra pour l'essentiel des choix d'aménagement en zone inondable, notamment pour ce qui concerne l'occupation des sols et la gestion des eaux pluviales en milieu urbain. L'élargissement des zones d'aléa dans le cadre de la Directive Inondation (2007) laisse présager une meilleure prise en compte de ce risque dans les TRI déjà identifiés.

Néanmoins, la poursuite de l'étalement urbain dans la plaine de Caen et de la périurbanisation dans la Manche, le Pays d'Auge et le Pays de Caux pourraient conduire à une augmentation de la sensibilité (hausse de l'artificialisation des sols et des enjeux exposés en fond de vallée).

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie 2011

2.3.6.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Le Havre, Rouen et le bassin versant de l'Austreberthe sont reconnus comme des Territoires à Risque Important d'Inondation (TRI), au titre de la Directive Européenne Inondation (2007), depuis le 6 novembre 2012. Cette Directive demande la réalisation, pour les TRI de Plan de Gestion des risques d'inondation, à partir d'un diagnostic tenant compte des effets du changement climatique sur « la survenance des inondations » et intégrant la prise en compte d'évènement dont la période de retour probable est supérieure à cent ans (Directive 2007/60/CE).

La réalisation de ces Plans de Gestion devrait donc permettre de réduire la vulnérabilité des territoires concernés à une possible aggravation du risque inondation liée au changement climatique.

Territoires conventionnels concernés	Rouen, Le Havre, Plaine de Caen, Collines Normandes, Pays d'Auge, Pays de Caux
Territoires-types les plus concernés	Plaines et plateaux arrière-littoraux Seine Aval Bocage Normand

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

Une étude du CEPRI recense trois stratégies pour adapter les logements au risque d'inondation :

- « **Eviter** » : Applicable essentiellement aux nouvelles constructions, il s'agit d'éviter le risque, en surélevant le bâtiment. Cette stratégie permet de supprimer la totalité des dommages directs sur le bâtiment. Elle est dès lors la plus pertinente sur le plan technique, s'agissant des constructions neuves.
- « **Résister** » : Il s'agit de mettre en place des dispositifs temporaires ou permanents pour retarder voire empêcher la pénétration de l'eau dans le bâtiment. L'efficacité de cette stratégie en termes de sécurité et de limitation des dommages sur l'habitat est soumise à de nombreuses conditions (hauteur d'eau, durée de la crue, délai d'alerte). Elle n'est raisonnable que pour des crues de faible hauteur et de durée limitée.
- « **Céder** » : Il s'agit d'accepter que l'eau pénètre dans le bâtiment et de mettre en place des mesures visant à réduire les dommages et le temps de retour à la normale.

La pertinence économique de ces stratégies

Les indicateurs de pertinence économique des différentes mesures d'adaptation constituent l'un critère de choix. En revanche, ils ne prennent en compte que la réduction des dommages sur l'habitat. **La mise en sécurité des occupants, objectif prioritaire de toute mesure d'adaptation, prime bien évidemment sur les considérations économiques.**

Une revue de la littérature et un exercice de simulation sur des maisons individuelles « types » indiquent que (CEPRI) :

- L'adaptation des logements au risque d'inondation n'est rentable que sous certaines conditions d'exposition (plus les inondations sont fréquentes, plus l'adaptation est rentable) et de protection du territoire par des ouvrages.
- Dans les logements neufs, la stratégie « éviter » semble toujours plus rentable que les stratégies « résister » ou « céder ». Cette dernière, seul recours dans de nombreux cas, n'est rentable que pour des crues très fréquentes, en raison de nombreux dommages résiduels.
- Adapter un logement existant peut s'avérer très coûteux, à moins que l'opération ne soit entreprise dans le cadre d'une rénovation ou d'une remise en état après une inondation.

Le référentiel du MEDDE « Référentiel de travaux de prévention du risque inondation dans l'habitat existant » fournit de nombreux indicateurs de coût de mesures répondant aux stratégies « éviter » et « céder » (mise en place de dispositifs d'étanchéité temporaires, aménagement de zones refuge dans l'habitat, protection des équipements...). La pertinence économique de certaines mesures individuelles a pu être estimée, uniquement en termes de réduction des dommages directs sur l'habitation. Le document et l'ensemble des fiches travaux sont consultables sur le site Internet du MEDDE.

Des fourchettes de coûts sont recensées dans une étude menée aux Pays-Bas, correspondant à un panel de constructions neuves types, de 39 à 81m² au sol. Ces coûts sont à considérer comme des ordres de grandeur. Ils ne sont pas nécessairement directement transposables au cas français. **La rentabilité est évaluée en termes de réduction des dommages sur l'habitat : elle ne tient pas compte de l'objectif de mise en sécurité des personnes.**

Stratégie	Mesures	Coût	Rentabilité
Eviter	Surélévation de 0,5 à 1m avec des pilotis	Entre 1000 et 1900€	Rentable pour une période de retour < 400 ans
	Surélévation entre 0,3 et 0,9m à l'aide de murs	Entre 1700 et 4300€	
Résister	Mesures temporaires (barrières étanches devant les portes, dispositif d'occultation des prises d'air, clapet anti-retour)	De l'ordre de 2300€	Rentable pour une période de retour < 40 ans
	Mesures permanentes (clapet anti-retour, portes extérieures étanches, pompes, lignes de drainage autour de la maison...)	Entre 6600 et 8200€	Rentable pour une période de retour <100 ans
Céder	Clapet anti-retour, pompage, sol en plastique, portes, fenêtres et encadrements résistants, cuisine résistante, dallage en béton, isolant à cellule fermée, mur interne adapté	Entre 15000 et 25000€	Rentable uniquement pour une période de retour <2 ans

Sources : CEPRI, 2009. *Un logement « zéro dommage » face au risque inondation est-il possible ?* ; GERSONIUS et al., 2008. *Efficiency of private flood proofing of new buildings - Adapted redevelopment of a flood plain in the Netherlands.* ; MEDDE, 2012. *Référentiel de travaux de prévention du risque d'inondation dans l'habitat existant* : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/referentiellInondation%20-%20texte%20intégral%20-.pdf>

2.3.7. Aggravation/Apparition du risque de feux de forêt

Grande famille d'enjeu	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique	Milieus et écosystèmes
Autres thématiques concernées	Bâti et tissu urbain

2.3.7.1. EXPOSITION

L'exposition actuelle du territoire normand aux feux de forêt est très faible (voire nulle pour le département du Calvados). Entre 2000 et 2009, seuls 63,4 ha de forêts ont été brûlés par an, soit 0,3% de la surface incendiée chaque année en France métropolitaine. La Manche (23ha/an), l'Eure (16,2ha/an) et la Seine-Maritime (15ha/an) sont les plus concernés¹⁹.

Tabl. 5 - Le risque d'incendie de forêt en Normandie (Ministère de l'agriculture, d'après les données du dispositif Prométée, 2009)

Territoire	Surface totale de forêts et landes en 2009 (ha)	Nombre d'incendies en moyenne annuelle (2000-2009)	Surface incendiée en moyenne annuelle (ha) (2000-2009)
CALVADOS	75872,5	0	0
MANCHE	69535,4	4	23
ORNE	114310,5	4	9,2
EURE	131741,4	3	16,2
SEINE-MARITIME	116369	14	15
France métropolitaine	16999717,6	5219	23458,8

Dans la perspective du changement climatique, l'augmentation significative de l'intensité et de la fréquence des épisodes de sécheresse tout au long du siècle devrait se traduire par une aggravation de ce risque, auquel la Normandie est jusqu'à aujourd'hui peu exposée.

2.3.7.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

La Normandie présente parmi les taux de boisement les plus faibles à l'échelle nationale : 18% en Haute-Normandie et 13,8 % en Basse-Normandie, contre 27,4% à l'échelle de la France métropolitaine²⁰.

Seule une commune de Basse Normandie est aujourd'hui classée à risque feux de forêt (source : CGDD, 2011). La sensibilité du territoire à cet impact est donc actuellement très faible.

Evolution attendue :

Dans la perspective d'une hausse de l'exposition aux sécheresses, cette sensibilité pourrait s'accroître, dans la mesure où les essences d'arbres majoritairement présentes en Normandie (chênes et hêtres) sont peu adaptées au stress hydrique. Les modélisations réalisées dans le cadre de la Mission Interministérielle « Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêt » (rapport de juillet 2010) soulignent ainsi que le sud de la Basse-Normandie pourrait faire partie des nouveaux territoires à sensibilité élevée à l'horizon 2050.

Le département de l'Orne, qui présente le taux de boisement le plus élevé de Normandie, est particulièrement concerné.

Par ailleurs, la quasi absence de ce risque aujourd'hui renforce la sensibilité future. En effet, dans un contexte d'aggravation du risque liée au changement climatique et en l'absence de mesure d'adaptation, les acteurs seront peu préparés pour y faire face efficacement.

Territoires conventionnels concernés	Perche et Collines Normandes
Territoires-types les plus concernés	Bocage Normand

¹⁹ Ministère de l'Agriculture, d'après les données du dispositif Prométée, 2009

²⁰ Projet de SRCAE Haute-Normandie, 2012 ; Projet de SRCAE Basse-Normandie, 2012

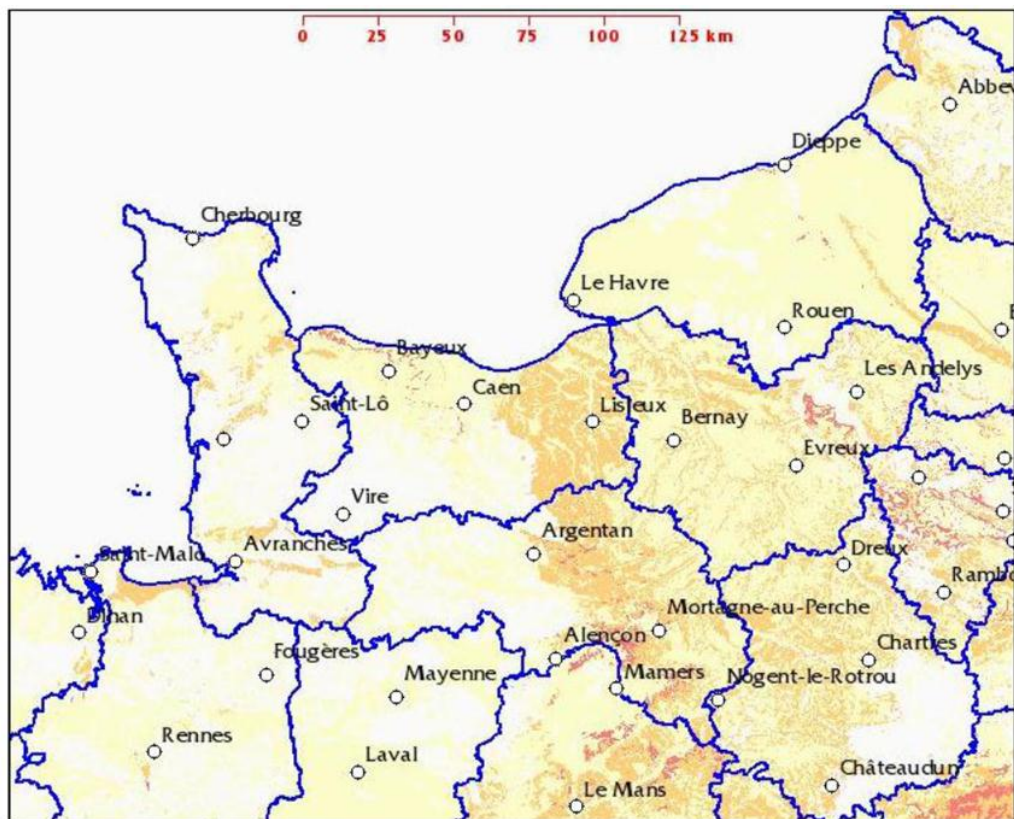
2.3.8. Aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles pour le bâti individuel, en relation avec l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes de sécheresse

Grande famille d'enjeux	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique	Bâti et tissu urbain
Autres thématiques concernées	

2.3.8.1. EXPOSITION

L'exposition au risque de retrait-gonflement des argiles est déterminé par :

- La présence de sols argileux (voir la carte ci-après) ;
- L'exposition au risque de sécheresse.



Source : BRGM, 2013 (www.argiles.fr)



Fig. 16. Zonage de l'aléa retrait-gonflement des argiles en Normandie (BRGM, 2013)

L'exposition aux épisodes de sécheresse est aujourd'hui relativement faible. L'exposition au risque de retrait-gonflement des argiles est donc peu importante. En considérant les arrêtés de catastrophe naturelle publiés depuis 1982 (base GASPARD, DGPR), les deux départements les plus concernés sont l'Eure (4,5% des communes concernées par au moins un arrêté de catastrophe naturelle) et l'Orne (4%). Il s'agit aussi, sur le plan climatique, des territoires les plus continentaux à l'échelle de l'interrégion.

Les simulations climatiques de Météo-France soulignent une hausse importante du temps passé en situation de sécheresse (sur 30 ans) tout au long du siècle (entre 20 et 35% en 2030 et jusqu'à 60 à 80% en 2080) et sur l'ensemble du territoire normand. Dans cette perspective, l'exposition au risque de retrait-gonflement des argiles devrait augmenter fortement dans toutes les zones présentant des sols argileux.

Comme l'illustre la carte en page précédente (Fig. 16), les territoires les plus exposés à cette aggravation du risque liée au changement climatique sont la vallée de la Seine dans les franges franciliennes, ainsi que l'Est des départements du Calvados et de l'Orne, du Pays d'Auge à la Perche et jusqu'à Alençon²¹.

2.3.8.2. SENSIBILITE

La sensibilité d'un territoire exposé au phénomène de retrait-gonflement des argiles est notamment déterminée par l'importance de la part des maisons individuelles dans le parc résidentiel. Ces dernières présentent souvent des fondations peu profondes, particulièrement sensibles aux mouvements du sol.

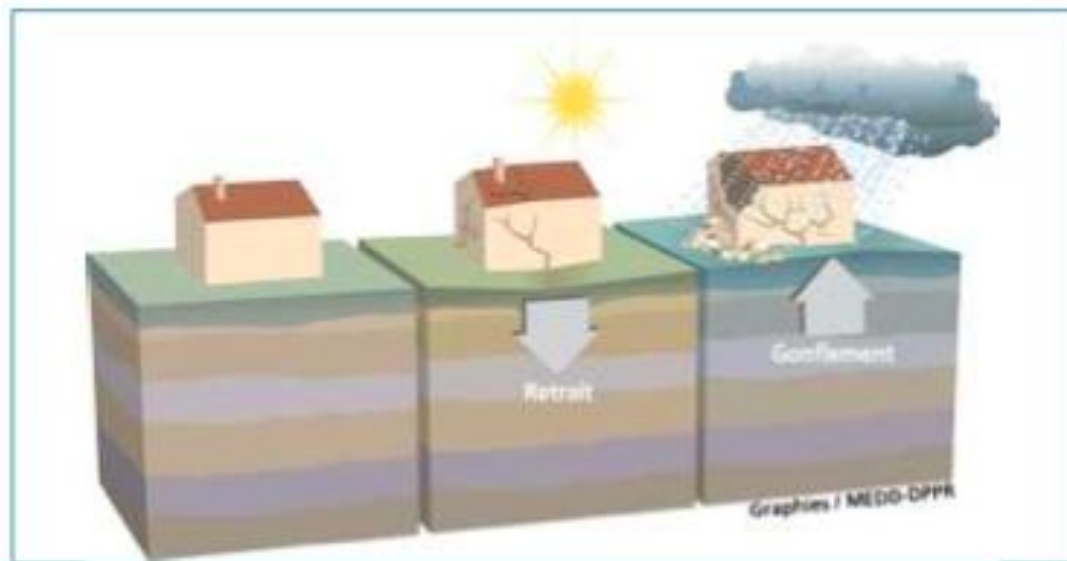


Fig. 17. Sensibilité du bâti individuel au retrait-gonflement des argiles (Direction Départementale des Territoires du Val-de-Marne)

²¹ La présence de sols argileux est très diffuse sur l'ensemble du territoire. Les territoires ici retenus sont les plus exposés à l'échelle interrégionale à une aggravation de ce risque en relation avec le changement climatique. D'autres secteurs sont également très exposés localement. C'est le cas notamment du littoral de la Baie de Seine au droit de Bayeux et jusqu'aux marais du Bessin et du Cotentin à l'ouest (transition avec le Massif Armoricaïn).

Evolution constatée :

Selon les données de l'INSEE (2009), la part des logements individuels dans le parc résidentiel normand (66%) est supérieure à la moyenne nationale (57%). Les territoires les plus exposés au retrait-gonflement des argiles présentent une part plus élevée encore : 80 % de maisons individuelles dans le parc de l'Orne et 78% pour l'Eure. La sensibilité de ces territoires au phénomène de retrait-gonflement des argiles est donc forte.

Cette forte proportion de logements individuels s'explique, dans l'Eure, par le phénomène de périurbanisation le long des franges franciliennes. Il en va de même dans le Pays d'Auge, où la construction de logements individuels conduit à l'étalement urbain et au mitage de l'espace rural.

Evolution attendue :

La poursuite de ce phénomène de périurbanisation dans les zones exposées (notamment le Pays d'Auge et les Franges franciliennes) devrait se traduire – en l'absence de mesures visant à tenir compte de ce risque dans la construction de logements neufs – par un accroissement de la sensibilité de ces territoires au retrait-gonflement des argiles.

Territoires conventionnels concernés	Pays d'Auge, Franges Franciliennes, Pays d'Ouche et Perche
Territoires-types les plus concernés	Franges Franciliennes Bocage Normand

Eclairage sur le coût des impacts du changement climatique en Normandie : retrait-gonflement des argiles et maisons individuelles

Données de départ / méthode adoptée	Hypothèses	Résultats
REX Canicule de 2003 : 54M€	Estimation du nombre de canicules de type 2003 au XXI ^e siècle (Météo-France)	Surcoût annuel estimé : 2030 : jusqu'à 4 M€ 2050 : entre 2 et 25M€ 2100 : entre 23 et 47M€
Surcoût par rapport à une année moyenne (calculé à partir de la moyenne 1989-2002) : 46M€	Urbanisation constante	2030 :
	Poursuite de l'urbanisation à 2030 : +1,112 % par an	Hausse du surcoût de 30% par rapport à un scénario à urbanisation constante

Sources : Groupe interministériel, 2009. *Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France & Données INSEE et SOeS.*



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 chiffres absolus, mais bien comme des fourchettes. Il est donc indispensable de se référer à la méthode exposée en Annexe du rapport.

2.4. IMPACTS DE L'AGGRAVATION DES EPISODES DE SECHERESSE SUR LES TERRITOIRES NORMANDS

2.4.1. Evolution des rendements agricoles en relation avec l'augmentation des températures moyennes et la réduction de la disponibilité des ressources en eau pour l'irrigation

Grande famille d'enjeux	Sécurité de l'économie et des personnes
Thématique	Agriculture
Autres thématiques concernées	Ressources et usages de l'eau

La sécheresse est le résultat d'un déficit hydrique, liée à des précipitations plus faibles que la moyenne sur une période de temps donnée. Deux types de sécheresse se distinguent²² :

- La sécheresse hydrologique, qui se caractérise par une réduction de la disponibilité des ressources en eau prélevables dans les masses d'eau de surface (baisse du débit des cours d'eau) et souterraines (baisse du niveau des nappes). Elle résulte le plus souvent d'une réduction des cumuls de précipitations sur une période longue (jusqu'à plusieurs années) ;
- La sécheresse agricole (ou édaphique) se caractérise quant à elle par un déficit de la réserve en eau des sols. Elle est donc avant tout fonction de la réserve utile des sols, très variable localement. Ainsi, une parcelle agricole dont les sols présentent une réserve utile élevée pourra faire face à une absence de précipitations durant plusieurs jours.

Les deux types de sécheresses sont parfois concomitants, avec des conséquences importantes sur les rendements agricoles. La sécheresse hydrologique et phréatique se traduit en effet souvent par des restrictions d'eau, limitant la possibilité d'avoir recours à l'irrigation pour compenser la sécheresse agricole.

2.4.1.1. EXPOSITION

La Normandie est déjà ponctuellement exposée à des épisodes de sécheresse. Ce fut notamment le cas en²³ :

- 1976, 1996 et 2005 : sécheresses hydrologiques et agricole combinées ;
- 1990, 2003 et 2011 : sécheresses agricoles ;

L'exposition des territoires normands à ce type d'évènement climatique reste néanmoins relativement faible, comparativement à d'autres régions françaises, dans la mesure où les précipitations sont relativement abondantes tout au long de l'année. On relève toutefois quelques contrastes territoriaux : les plateaux de l'Eure et la plaine de Caen-Argentan présentent les cumuls de précipitations les plus faibles de Normandie et sont donc les plus exposés.

²² AMIGUES J.P., P. DEBAEKE, B. ITIER, G. LEMAIRE, B. SEGUIN, F. TARDIEU, A. THOMAS (éditeurs), 2006. Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective, Rapport, INRA (France), 380 pages + annexes.

²³ Sources : Conseil Général du Calvados, 2011 ; Vincent Dubreuil, 2005 ; INRA, 2011.

D'après les simulations climatiques de Météo-France, cette exposition devrait s'accroître fortement dans la perspective du changement climatique sur l'ensemble du territoire normand, avec :

- Une baisse sensible des précipitations en moyenne estivale dès 2030 (-10 à -15%), qui s'accroît tout au long du siècle (jusqu'à -30% en 2080 pour le scénario A1B) ;
- Une hausse sensible du temps passé en situation de sécheresse (sur 30 ans) tout au long du siècle (entre 20 et 35% en 2030 et jusqu'à 60 à 80% en 2080).

Dans ce contexte, la plaine de Caen-Argentan et le sud-est de l'Eure et de l'Orne (Perche) apparaissent comme les territoires les plus exposés à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse hydrologique, dans la mesure où ils sont actuellement les moins arrosés. L'évolution de l'exposition à la sécheresse agricole paraît plus difficile à déterminer, en raison de l'hétérogénéité des sols localement.

2.4.1.2. SENSIBILITE

La sensibilité de l'agriculture à la réduction de la disponibilité des ressources en eau dépend, d'une part, de la résistance des variétés cultivées au manque d'eau et, d'autre part, des systèmes agricoles et pratiques culturales mis en œuvre sur le territoire normand.

Evolution constatée :

Deux grands types d'agriculture se côtoient en Normandie²⁴ :

- Les cultures fourragères et les prairies, d'une part, sont majoritaires en Basse-Normandie (près de 70% de la SAU des exploitations) : en effet, la majeure partie de l'espace agricole, couvert par le système bocager, est en effet tournée vers l'élevage.

Ce type de culture est très sensible aux épisodes de sécheresse (avec de fortes répercussions sur les activités d'élevage). Le plus souvent non irriguées, elles demandent en effet un apport en eau relativement important et régulier (en fonction de la réserve utile des sols). La sécheresse printanière de 2011 a ainsi durement touché la production des prairies normandes, qui représente entre 8 et 10% de la production nationale métropolitaine. À l'échelle nationale, le déficit de matière sèche à mi-juin a ainsi été estimé à 15 millions de tonnes (soit environ 2 milliards d'euros), selon l'Institut de l'élevage.

D'autres cultures plus spécialisées, présentes notamment dans le bocage, présentent également une forte sensibilité au manque d'eau. C'est le cas en particulier de la culture du lin et des pommes à cidre (source : *SRCAE de Haute-Normandie*, 2012).

- Les grandes cultures d'autre part (céréales, oléo-protéagineux et cultures industrielles), sont très présentes dans la plaine de Caen-Argentan, et surtout en Haute-Normandie dans le Pays de Caux et sur les plateaux de Neubourg et d'Evreux (confins nord-ouest du Bassin-Parisien).

Depuis plusieurs décennies, les chercheurs constatent une évolution des stades phénologiques de certaines grandes cultures. Ainsi, les travaux de l'INRA sur le maïs dans l'Orne soulignent une plus grande précocité des dates de semis, qui a conduit à introduire des variétés auparavant caractéristiques du Sud-ouest (Benoît, 2007).

Ces cultures sont aujourd'hui peu touchées par le manque d'eau, auquel elles sont plus adaptées que les prairies et cultures fourragères. Au contraire, l'évolution constatée du climat (augmentation des températures) a permis d'améliorer les rendements, conduisant depuis une trentaine d'années (pour partie) à un développement des grandes cultures aux dépens du bocage.

²⁴ Recensement agricole, Agreste, 2010.

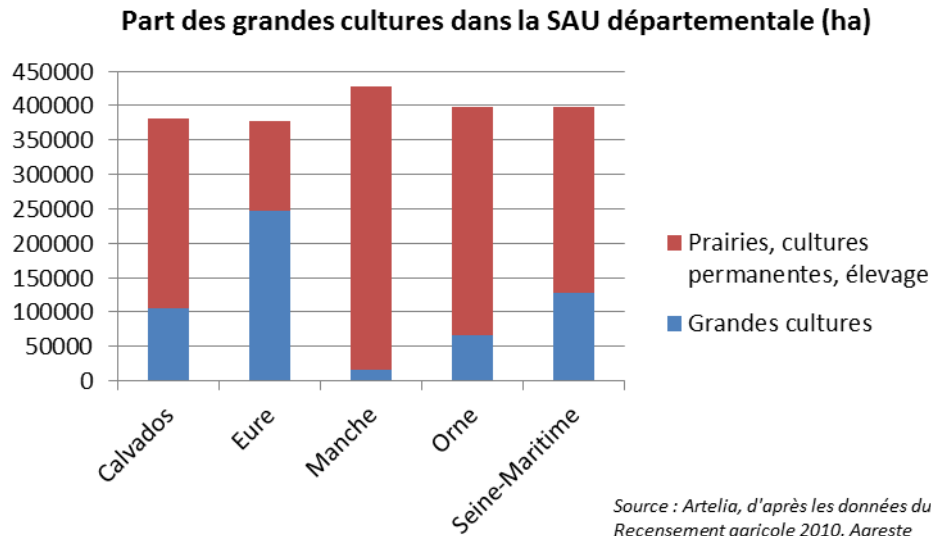


Fig. 18. Répartition de la Surface Agricole Utile par département en Normandie (Artelia, d'après les données du Recensement agricole, Agreste, 2010)

Evolution attendue :

Dans la perspective d'une augmentation des températures moyennes annuelles, les rendements des prairies et cultures fourragères devraient continuer à augmenter au printemps (sous réserve de précipitations suffisantes) et se réduire en été (stress hydrique et thermique accru), d'après les travaux de l'INRA (Mérot, programme Climaster, 2011).

Toutefois, au regard des événements passés, notamment de la sécheresse de 2011, et en l'absence de mesures d'adaptation, la hausse importante de l'exposition du territoire aux épisodes de sécheresse aura un impact important sur le système agricole bocager, en raison de la forte sensibilité des cultures au manque d'eau (cultures fourragères, prairies et cultures spécialisées). Source : SRCAE Haute-Normandie et Projet de SRCAE de Basse-Normandie, 2012.

Les rendements des grandes cultures de la plaine de Caen-Argentan et des plateaux de l'Eure devraient continuer à croître, en raison de l'augmentation des températures moyennes et de la hausse du taux de CO₂ dans l'atmosphère. Toutefois, l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes de sécheresse agricole devrait également les affecter à moyen et long terme.

L'équipement de ce type d'exploitation en matériel d'irrigation a fortement augmenté depuis une vingtaine d'années (+38% pour la Basse-Normandie et +101% pour la Haute-Normandie entre 1988 et 2007, d'après le Ministère de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Energie), permettant de maintenir les rendements en période de déficit pluviométrique. Néanmoins, la hausse probable de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse hydrologique devrait se traduire par une plus grande fréquence et une durée plus longue des périodes de restrictions d'eau.

On notera également que les phénomènes d'étalement urbain et de périurbanisation conduisent, dans la plaine de Caen-Argentan et sur les Franges Franciliennes, à la perte régulière de terres agricoles de bonne qualité, présentant une réserve utile élevée susceptibles de faire face efficacement aux épisodes de sécheresse (Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011).

2.4.1.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Plan Régional d'Agriculture Durable (PRAD) Haut-Normand : ce plan a notamment pour objectif de valoriser les opportunités liées à l'évolution du climat (développement des cultures fourragères et de l'agro-tourisme, valorisation des cultures biologiques et locales, etc.).

On note cependant que le développement des cultures fourragères – dont les rendements tendent à augmenter avec la hausse des températures moyennes et du taux de CO₂ dans l'atmosphère – pourrait s'avérer contreproductif dans le contexte d'un accroissement de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse.

Préconisations du programme Climaster :

- Préférer le bilan hydrique au diagramme ombrothermique pour qualifier la sensibilité des cultures au stress hydrique (à la sécheresse). En tenant compte de la réserve utile (RU) des sols d'une part, et de facteurs climatiques supplémentaires (précipitations et température, mais aussi rayonnement solaire, humidité, vent, etc.), il s'avère en effet plus précis ;
- Spatialiser finement la réserve utile des sols et l'influence de la pente sur l'exposition au rayonnement solaire, qui influence fortement la sensibilité des territoires aux épisodes de sécheresse. Cette spatialisation est dépendante des données disponibles sur le climat, le sol et le relief ;
- Dans le Calvados : les sols de la plaine de Caen présentent une forte réserve utile qui permet d'atténuer la faiblesse des précipitations. A l'inverse, la faible RU des sols du bocage rend mieux compte des situations de déficit hydrique rencontrées par les agriculteurs. La prise en compte de la pente révèle pour le bocage d'importants contrastes locaux liés à une ETp (Evapotranspiration) très variable selon l'exposition au rayonnement solaire.

Territoires conventionnels concernés	Collines normandes, Plaine de Caen-Argentan, Perche, Pays d'Auge, Pays de Caux et Franges franciliennes
Territoires-types les plus concernés	Plaines et plateaux arrière-littoraux Franges Franciliennes Bocage Normand

Eclairage sur le coût des impacts du changement climatique en Normandie : Episodes climatiques de type 2003 et agriculture

Données de départ / méthode adoptée	Hypothèses	Résultats
REX 2003 – diminution des rendements observée par rapport à la moyenne 1998-2002 : Prairies : -12,2% Blé tendre : -2,4%	Estimation du nombre de canicules de type 2003 au XXI ^e siècle (Météo-France) Prix constants	Coût annuel estimé – Prairies 2030 : jusqu'à 6,5M€ 2050 : entre 3,3 et 36M€ 2100 : entre 24 et 67M€ Coût annuel estimé – Blé tendre 2030 : jusqu'à 1,2M€ 2050 : entre 0,6 et 6,4M€ 2100 : entre 4,2 et 12M€

Sources :

Groupe interministériel, 2009. *Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France & Données Agreste et Eurostat*



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 chiffres absolus, mais bien comme des fourchettes. Il est donc indispensable de se référer à la méthode exposée en Annexe du rapport.

2.4.2. Dégradation des milieux naturels (forêts et zones humides notamment) liée à un stress hydrique accru

Grande famille d'enjeux	Ressources du territoire
Thématique	Milieus et écosystèmes
Autres thématiques concernées	Ressources et usages de l'eau / Tourisme

2.4.2.1. EXPOSITION

L'exposition des milieux et écosystèmes aux épisodes de sécheresse est dépendante des contextes locaux en termes de qualité des sols, d'exposition au rayonnement solaire, etc. Les publications du Programme Climaster (Savouret & Cantat, 2008) distinguent ainsi cinq zones bioclimatiques en Basse-Normandie :

- Sec sur le littoral (dunes, falaises) : l'exposition à la sécheresse y est très forte en raison de la qualité des sols (infiltration rapide des eaux de pluies) et de la force du vent ;
- Sec à sub-sec dans la plaine de Caen-Argentan : les précipitations y sont les plus faibles à l'échelle régionale. Nous pouvons raisonnablement étendre cette analyse au pays de Caux et aux plateaux des franges franciliennes ;
- Subhumide à sub-sec du Bessin à la Perche ;

- Humide dans le bocage et le Pays d'Auge : les précipitations sont globalement abondantes. Néanmoins, certains reliefs escarpés – en particulier dans les collines normandes – présentent une forte exposition à la sécheresse liée à leur exposition au rayonnement solaire et à des sols peu profonds ;
- Hyper-humides : marais du Bessin et du Cotentin notamment.

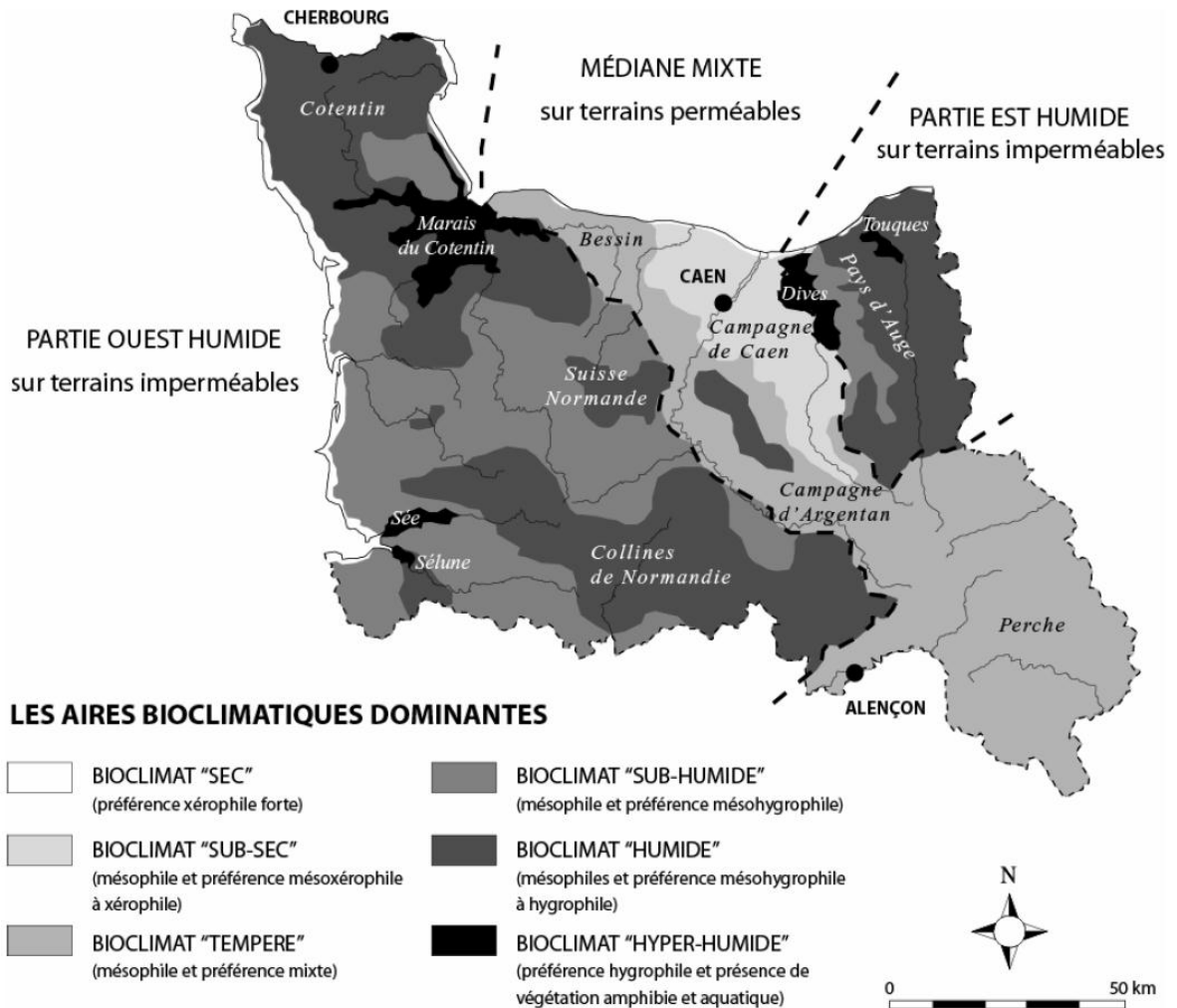


Fig. 19. Les aires bioclimatiques dominantes en Basse-Normandie (Savouret & Cantat, 2008)

Dans la perspective d'une augmentation des épisodes de sécheresse sur l'ensemble du territoire en relation avec le changement climatique, l'augmentation de l'exposition à ce phénomène climatique devrait s'accroître de façon différenciée pour ces différents ensembles bioclimatiques. Sur le plan spatial, les ensembles secs à sub-secs pourraient s'étendre aux dépens des ensembles subhumides et humides tout au long du siècle.

2.4.2.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

L'évolution des milieux naturels est jusqu'ici largement déterminée par l'action de l'homme. Hors des sites protégés (parcs naturels régionaux, zones Natura 2000, sites du Conservatoire du littoral, etc.), toutes les études soulignent une érosion de la biodiversité liée à la fragmentation des milieux. En Haute-Normandie, l'Agence Régionale de l'Environnement (AREHN) met ainsi en évidence la destruction des milieux humides des berges de la Seine par les carrières et, dans le bocage, la destruction de 75% des haies et de 90% des zones humides locales (mares) par l'agriculture (AREHN, citée par le *SRCAE de Haute-Normandie*, 2012).

L'agriculture (réduction des surfaces de prairies permanentes et extension des grandes cultures) et la périurbanisation sont jusqu'à maintenant, bien plus que l'évolution du climat, responsables depuis une cinquantaine d'années de la destruction des milieux, en particulier dans les secteurs bocagers (notamment le Pays d'Auge) et sur le littoral.

Evolution attendue :

L'augmentation de l'exposition aux épisodes de sécheresse dans le contexte du changement climatique devrait accroître la sensibilité des milieux humides et subhumides déjà fragilisés par l'action de l'homme. Ces milieux sont en effet adaptés à des précipitations abondantes et régulières : les espèces mésohygrophiles à amphibies (36% des espèces recensées en Basse-Normandie) caractéristiques de ces milieux pourraient ainsi être menacées à moyen et long terme. A l'inverse, les espèces mésoxérophiles et xérophiles (24% des espèces recensées en Basse-Normandie), caractéristiques des milieux secs et secs, devraient voir leurs aires de répartition s'étendre (source : Programme Climaster, Savouret & Cantat, 2008).

Malgré leur faible importance spatiale, les milieux forestiers présentent quant à eux une forte sensibilité à l'aggravation des épisodes de sécheresse. Marqués par une faible diversification, ces forêts présentent deux essences majoritaires (chêne et hêtre), particulièrement sensibles au manque d'eau (source : *SRCAE de Haute-Normandie*, 2012).

2.4.2.3. CAPACITE D'ADAPTATION

Stratégie nationale de Création des Aires Protégées (SCAP) : issue du Grenelle de l'environnement, cette démarche vise à renforcer le réseau des aires protégées en France avec l'objectif d'atteindre 2% du territoire terrestre sous protection forte à l'horizon 2020.

Les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Haute et Basse-Normandie animent cette démarche en Normandie, qui pourrait faciliter l'adaptation des milieux au changement climatique.

Les Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE) de Haute et Basse-Normandie, en cours d'élaboration, en préservant les continuités écologiques (trames vertes et bleues), devraient contribuer à renforcer la capacité d'adaptation de la biodiversité.

Territoires conventionnels concernés	Collines Normandes, Pays d'Auge et Marais du Bessin et du Cotentin
Territoires-types les plus concernés	Bocage Normand Littoral du Cotentin

2.4.3. Réduction de la disponibilité des ressources en eau pour les usages (agriculture, eau potable, industrie et énergie) et les milieux naturels

Grande famille d'enjeux	Ressources du territoire
Thématique	Ressources et usages de l'eau
Autres thématiques concernées	Agriculture / Tourisme / Milieux et écosystèmes

2.4.3.1. EXPOSITION

L'exposition actuelle des territoires normands au manque d'eau est relativement faible. Dans son « Défi 7 : Gestion de la rareté de la ressource en eau », le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) de l'Agence de l'eau Seine-Normandie recense les masses d'eau souterraines faisant l'objet de dispositions quantitatives spécifiques. Trois ensembles se distinguent en Normandie :

- Le bassin de la Seine, des franges franciliennes à la Seine aval ;
- L'est de la plaine de Caen-Argentan ;
- Quelques secteurs localisés dans la Manche.

Seul ce dernier ensemble est marqué par des dispositions spécifiques visant à réserver tout ou partie de la ressource à l'alimentation en eau potable (AEP).

L'analyse des simulations climatiques de Météo-France relatives à l'évolution des moyennes annuelles de précipitations souligne une baisse notable des précipitations à l'horizon 2050, qui ne devient significative qu'à l'horizon 2080 (-10 à -20% par rapport aux moyennes actuelles).

Cette réduction des précipitations, associée à la hausse de l'évapotranspiration de la végétation (en relation avec la hausse des températures moyennes), devrait conduire à long terme à une baisse du débit des cours d'eau et de la recharge des nappes. Les masses d'eau déjà exposées aujourd'hui devraient donc être fragilisées davantage.

2.4.3.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

La Normandie est aujourd'hui peu exposée à une baisse du niveau des ressources en eau en moyenne annuelle et/ou pluriannuelle (l'éventuel déficit estival est compensé le reste de l'année par des apports en eau conséquents).

Toutefois, les étés secs témoignent d'une sensibilité déjà localement forte au manque d'eau :

- En Seine aval : l'usage des ressources souterraines est partagé entre les activités industrielles et l'alimentation en eau potable, ce qui génère ponctuellement des conflits d'usage. En témoigne la préconisation du SDAGE relative à la masse d'eau 3001 Alluvions de la Seine moyenne et aval : « Cette masse d'eau subit une tension quantitative à l'échelle de l'estuaire de Seine. La zone industrielle de Port Jérôme sollicite la nappe d'eau souterraine au détriment de l'usine d'eau potable de Norville. L'objectif est de limiter l'utilisation de l'eau souterraine pour l'usage industriel. ».
- Dans la plaine de Caen : la masse d'eau 3308 « Bathonien-bajocien plaine de Caen et du Bessin » est classée en zone de répartition des eaux (ZRE), qui impose la définition de volumes prélevables par les différents usages de façon à préserver la capacité de renouvellement de la nappe.

Cette situation témoigne notamment d'une tension entre l'usage agricole et l'usage domestique de l'eau, dans un secteur littoral touristique marqué par une forte hausse estivale de la consommation d'eau potable.

- Dans le Cotentin : la nappe de l'Isthme du Cotentin est soumise à de fortes tensions, entre l'usage domestique (AEP) et agro-industriel. Elle fait elle aussi l'objet de volumes prélevables, en donnant la priorité à l'alimentation en eau potable.

Evolution attendue :

Cette sensibilité actuelle devrait s'accroître et s'étendre à de nouveaux territoires dans la perspective du changement climatique : la hausse des températures moyennes estivales, doublée de l'augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse, devraient en effet accroître la demande en eau des différents usages ; dans un contexte d'exposition renforcée au manque d'eau.

En l'absence de mesures d'adaptation, la demande en eau agricole pour l'irrigation devrait en particulier s'accroître fortement dans la plaine de Caen-Argentan, le Pays de Caux et les franges franciliennes, afin de maintenir les rendements des grandes cultures, avec un impact potentiel conséquent sur les ressources.

Au-delà de la recrudescence des conflits d'usage, la navigation fluviale sur la Seine pourrait être affectée à long terme (horizon 2100) par la réduction de son débit, en particulier en période estivale (débit d'étiage), d'après le *SRCAE de Haute-Normandie* (2012).

2.4.3.3. CAPACITE D'ADAPTATION

SDAGE de l'Agence de l'eau Seine-Normandie : il fixe les grandes orientations en matière de gestion de l'eau et formule, entre autres, des préconisations visant à améliorer la gestion quantitative des ressources, en particulier pour les masses d'eau les plus sollicitées et soumises à de fortes tensions (Défi n°7).

Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) Douve-Taute (Cotentin) : ce SAGE fixe entre autres les volumes prélevables pour les usages domestiques (AEP) et agro-industriels dans la nappe de l'Isthme du Cotentin (en donnant la priorité à l'AEP), déjà soumis à des tensions sur la ressource.

Territoires conventionnels concernés	Seine aval, Plaine de Caen Argentan, Franges Franciliennes
Territoires-types les plus concernés	Seine Aval Plaines et plateaux arrière-littoraux Franges Franciliennes

2.4.4. Dégradation de la qualité des masses d'eau en relation avec la baisse du débit des cours d'eau (moindre dilution des eaux de STEP et des pollutions diffuses agricoles), avec des conséquences sur les usages et les milieux

Grande famille d'enjeux	Ressources du territoire
Thématique	Ressources et usages de l'eau
Autres thématiques concernées	Agriculture / Tourisme / Milieux et écosystèmes

2.4.4.1. EXPOSITION

La capacité des cours d'eau à diluer les eaux en sortie de station d'épuration (STEP) et les polluants (d'origine urbaine ou agricole) est fortement réduite en période d'étiage, en particulier pour les cours d'eau peu ou non régulés.

La baisse du débit d'étiage des cours d'eau en période estivale est susceptible de réduire davantage cette capacité de dilution. Il en va de même avec la baisse attendue du niveau des masses d'eau souterraines, en particulier en période estivale.

2.4.4.2. SENSIBILITE

Evolution constatée :

Deux enjeux principaux sont affectés par la pollution des masses d'eau superficielles :

- Le tourisme et les activités de loisirs : la moindre dilution des pollutions en période d'étiage a un effet direct sur la qualité des eaux de baignade, à l'intérieur des terres et sur le littoral (eutrophisation, etc.) ;
- Les milieux littoraux et la conchyliculture : les eaux plus concentrées en polluants se déversant dans la Manche par l'embouchure de la Seine et des fleuves côtiers (Orne, baie des Veys, etc.) affectent directement les milieux littoraux (eutrophisation, etc.) et les activités qui en dépendent, en particulier la conchyliculture.

Cette sensibilité, localement très forte, reste aujourd'hui mal connue, en particulier sur les littoraux. C'est dans cette perspective que le SDAGE de l'Agence de l'eau Seine-Normandie prévoit la réalisation, par les autorités compétentes, de « profils de vulnérabilité des zones de baignade » sur le littoral et de « profils de vulnérabilité des eaux conchylicoles » à ces pollutions.

D'ores et déjà, les secteurs littoraux à proximité de l'embouchure de la Seine et des fleuves côtiers normands (en particulier de l'Orne et de la Baie des Veys) sont à priori les plus concernés.

Evolution attendue :

En l'absence de mesures visant à réduire ces pollutions à la source, cette sensibilité devrait s'accroître fortement avec le changement climatique. Au-delà du tourisme et de la conchyliculture directement touchés par la baisse du niveau d'étiage des cours d'eau, cette dégradation de la qualité des masses d'eau pourrait s'étendre aux masses d'eau souterraines.

La baisse plus importante du niveau de certaines d'entre elles (notamment dans la plaine de Caen-Argentan) pourrait en effet réduire leur capacité de dilution des pollutions diffuses agricoles et urbaines, remettant en cause leur utilisation pour l'alimentation en eau potable (AEP) ou l'agro-industrie (qui demande une eau de bonne qualité).

2.4.4.3. CAPACITE D'ADAPTATION

SDAGE de l'Agence de l'eau Seine-Normandie : il fixe les grandes orientations en matière de gestion de l'eau et formule, entre autres, des préconisations visant à réduire les pollutions des masses d'eau à la source (Défis n°1, 2,3,4 et 5).

Territoires conventionnels concernés	Côte Fleurie et Côte de Nacre
Territoires-types les plus concernés	Littoral de la baie de Seine

3. ANALYSE DE LA VULNERABILITE A L'ECHELLE TERRITORIALE

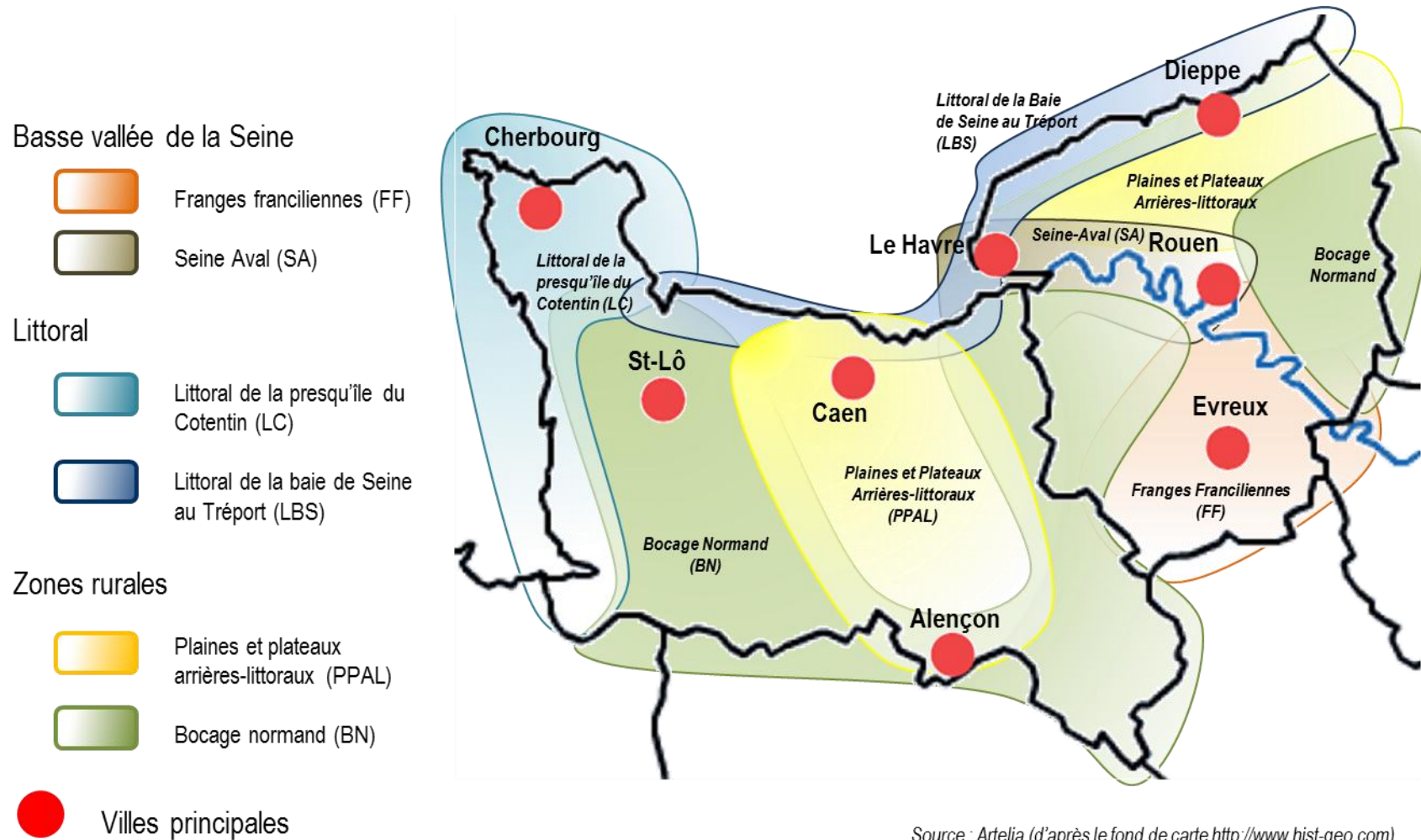


Fig. 20. Les six types de territoire issus du diagnostic de vulnérabilité interrégional (Artelia, 2013)

3.1. LES FRANGES FRANCIENNES : GRANDES CULTURES ET AIRE D'INFLUENCE PARISIENNE

3.1.1. Périmètre et contexte géographique

Le territoire des « franges franciliennes » s'étend sur une grande moitié sud-est du département de l'Eure, la vallée de la Seine entre Mantes-la-Jolie et Rouen séparant le plateau du Vexin Normand au nord des plateaux de Neubourg et St André au sud.

Correspondant aux confins nord-ouest du Bassin-Parisien, il se caractérise par des paysages ouverts de plateaux (openfield) où dominent les grandes cultures de céréales et d'oléo-protéagineux (carte ci-dessous).

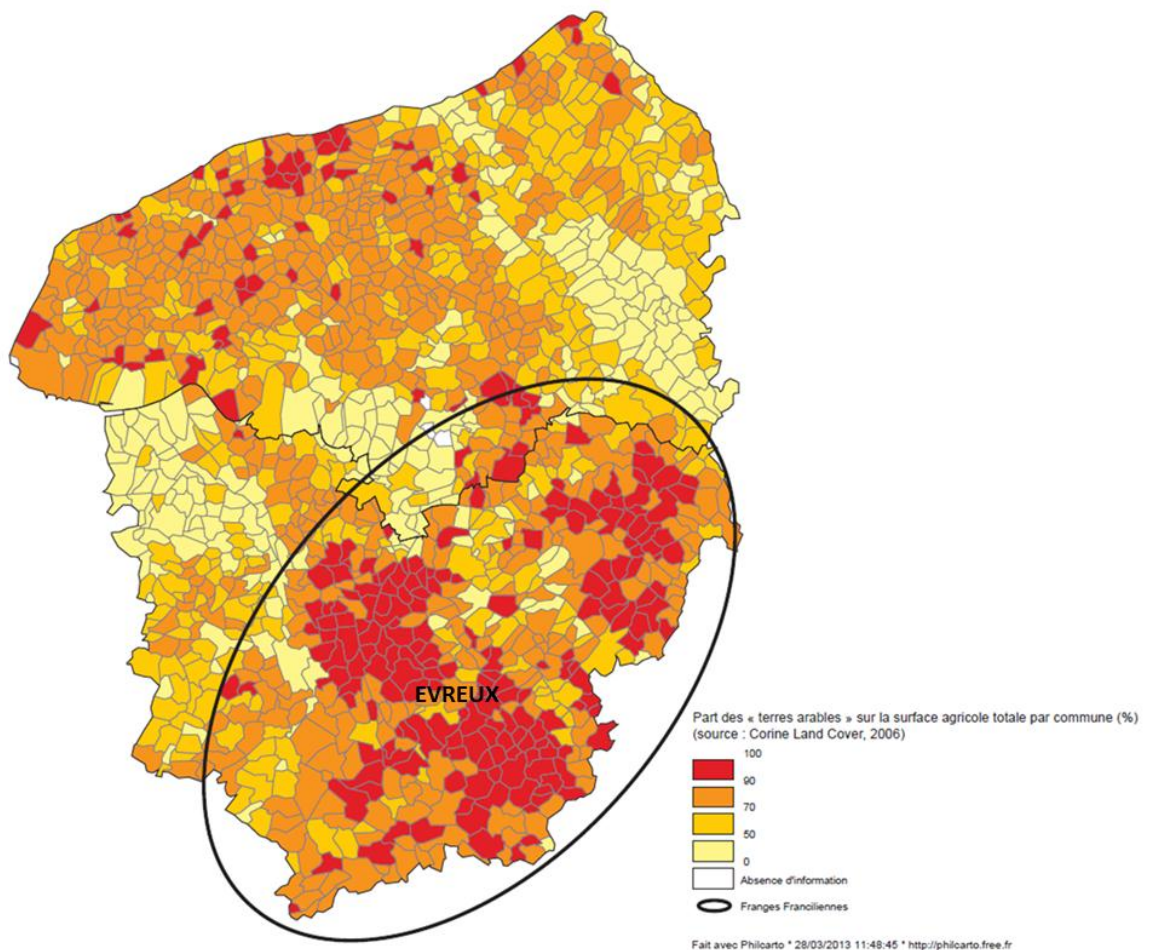


Fig. 21. Les Grandes cultures en Haute-Normandie (source : Artelia, fait avec Philcarto d'après la base de données Corine Land Cover, 2006)

Au-delà de ses caractéristiques agricoles et comme son nom l'indique, ce territoire est fortement polarisé par l'agglomération parisienne. Cette influence détermine en grande partie son organisation spatiale, son fonctionnement et ses dynamiques d'évolution, comme l'illustrent un certain nombre d'éléments :

- Un phénomène de périurbanisation très important le long de la vallée de la Seine et de la limite administrative entre l'Eure et l'Ile-de-France, lié à l'installation de populations travaillant en Ile-de-France (50 à 55% des permis de construire sont délivrés à des franciliens dans les collectivités de l'Est de l'Eure²⁵ - cf. Fig. 22) ;
- Des réseaux de transport polarisés par l'agglomération parisienne et marqués par des migrations pendulaires ;
- Un fort étalement urbain : la majeure partie des constructions neuves sont des logements individuels consommateurs d'espace (Fig. 23).

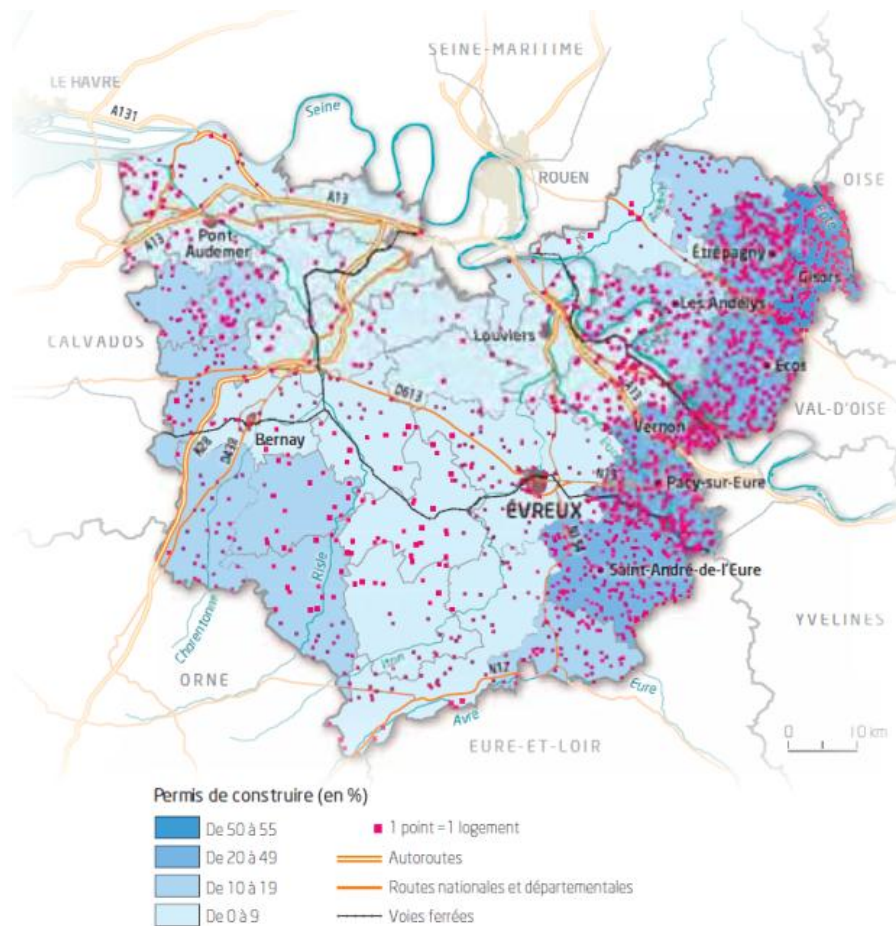


Fig. 22. Permis de construire déposés par les Franciliens sur 10 ans entre 1997 et 2006 (DDT de l'Eure, 2008)

²⁵ Les franges franciliennes de l'Eure – Réflexions pour un développement durable des territoires, DDT de l'Eure, 2008.

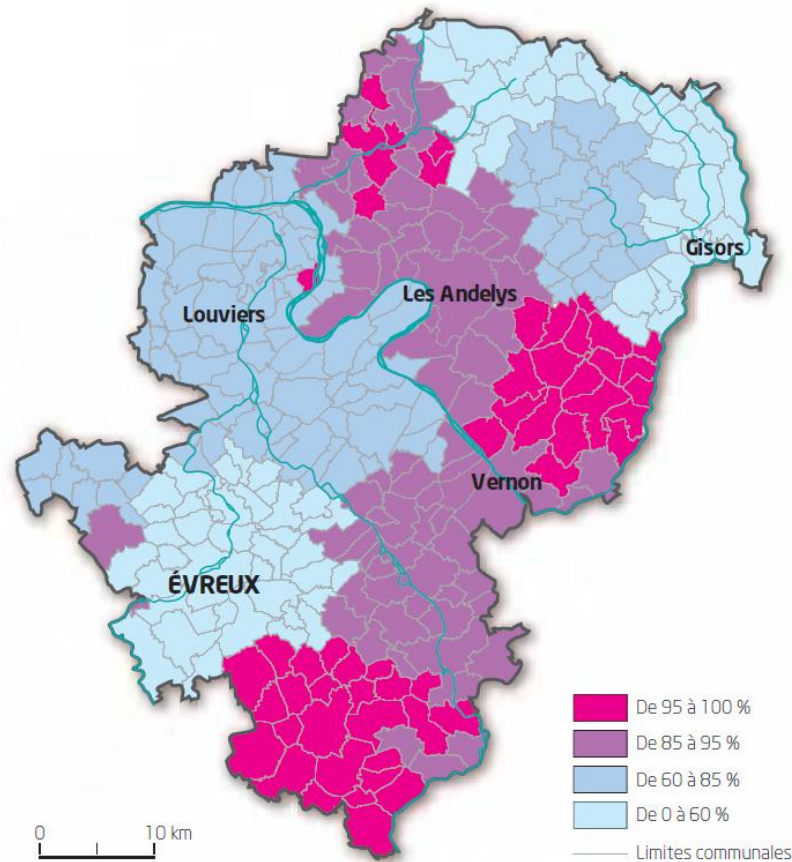


Fig. 23. Part des logements individuels dans les logements construits après 1999 par canton (DDT de l'Eure, 2008)

Ce phénomène d'étalement urbain a plusieurs conséquences, parmi lesquelles :

- Un recul constant des espaces naturels et agricoles : alors même que cette périurbanisation repose sur l'attractivité du cadre de vie, elle contribue à le dégrader.

Comme l'illustre la carte des espaces naturels et zones protégées (Fig. 24), le territoire des Franges franciliennes présente des milieux naturels relativement préservés, en particulier dans les vallées de la Seine, de l'Eure, de l'Iton et de l'Andelle. C'est notamment dans ces zones qu'il existe un risque potentiel de conflit d'usage pour l'espace entre développement urbain et préservation des milieux naturels ;

- Une augmentation des risques d'inondations par ruissellement et par débordement de cours d'eau : l'artificialisation des sols et la périurbanisation dans les zones exposées aux crues des cours d'eau sont susceptibles d'accroître la sensibilité aux inondations, en particulier en l'absence de prise en compte de ces risques dans les documents de planification et d'urbanisme.

Sur ce point, on notera que la plupart des communes de la vallée de la Seine ne sont pas couvertes par un Plan de Prévention du Risque Inondation entre Vernon²⁶ et la confluence avec l'Eure (situation en 2008²⁶).

²⁶ Les franges franciliennes de l'Eure – Réflexions pour un développement durable des territoires, DDT de l'Eure, 2008.

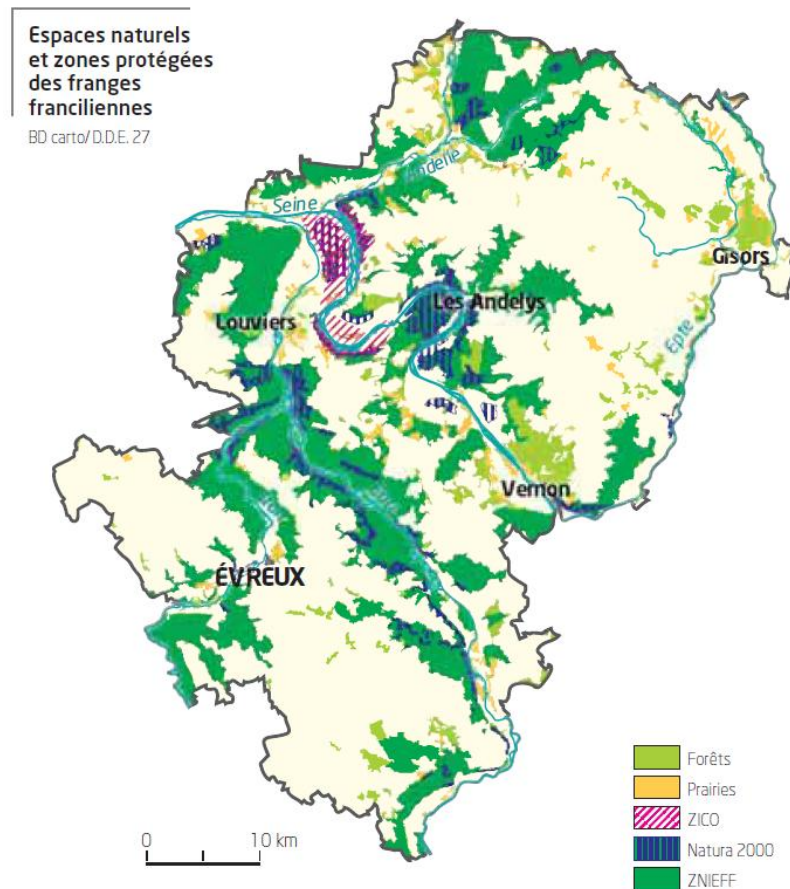


Fig. 24. Espaces naturels et zones protégées sur le territoire des Franges Franciliennes (source : DDT de l'Eure, 2008)

En résumé, le territoire des franges franciliennes est un espace de grandes cultures polarisé par l'agglomération parisienne. La dynamique d'urbanisation, génératrice potentielle de conflits pour l'occupation des sols, constitue un enjeu majeur pour l'avenir de ce territoire.

3.1.2. Evolution climatique attendue

3.1.2.1. CLIMAT ACTUEL

Relativement au reste du territoire interrégional, le territoire des Franges franciliennes est le plus continental de Normandie :

- L'amplitude thermique annuelle y est plus élevée que sur le littoral : 3,5 à 4°C en moyenne hivernale et 18 à 19°C en moyenne estivale, contre 6°C en hiver et 14°C en été à Dieppe ;
- Les précipitations ne dépassent pas 700mm/an et sont parmi les plus faibles de l'interrégion. À titre de comparaison, le Pays de Caux reçoit jusqu'à 1 100 mm en moyenne annuelle.

Au-delà de ces considérations générales, un contraste apparaît au sein du territoire des Franges franciliennes entre les plateaux et la vallée de la Seine. Cette dernière permet en effet une plus grande pénétration de l'influence océanique à l'intérieur des terres. L'amplitude thermique annuelle y est donc relativement moins importante.

Les territoires Normands restent à ce jour peu exposés aux épisodes de canicules et de sécheresses en comparaison des autres régions françaises. Toutefois, le territoire des Franges franciliennes est le plus exposé des territoires normands à ces événements climatiques, en raison notamment de son caractère plus continental.

3.1.2.2. CLIMAT FUTUR : RESULTAT DES SIMULATIONS CLIMATIQUES²⁷

L'analyse des simulations climatiques de Météo-France aboutit à un certain nombre d'observations concernant l'évolution des paramètres climatiques en relation avec le changement climatique, pour le territoire des Franges franciliennes.

De manière générale, le **caractère continental du territoire devrait s'accroître** :

- Hausse plus rapide des températures moyennes estivales (jusqu'à +1,5°C en 2030, +3°C en 2050 et +5°C en 2080) par rapport à celle des températures moyennes hivernales (jusqu'à +1,5°C en 2030, +2°C en 2050 et +3°C en 2080) ;
- Baisse des précipitations moyennes annuelles (-10% à l'horizon 2050 et jusqu'à -20% en 2080) et surtout estivales (-10% dès 2030 et jusqu'à -30% en 2080).

Dans ce contexte, l'**exposition aux épisodes de sécheresse et de canicule devrait s'accroître** sensiblement :

- Le temps passé sur 30 ans en situation de sécheresse devrait ainsi atteindre 20 à 30% dès 2030 et jusqu'à plus de 70% à l'horizon 2080 ;
- L'augmentation de l'exposition aux canicules devrait être plus forte que dans le reste de l'inter-région : le nombre de jours passés en situation de canicule sur une période de 30 ans devrait ainsi passer d'environ 15 à 20 jours en 2030 à près de 150 à 300 jours en 2080 (contre seulement 5 à 20 jours sur le littoral à ce même horizon).

²⁷ Sources : Météo-France – DATAR, décembre 2012, *Fourniture d'indicateurs pour caractériser le changement climatique* ; *Projet de SRCAE Haute Normandie*, Conseil Régional et DREAL Haute-Normandie, 2012

3.1.3. Les principaux impacts du changement climatique

Au regard des caractéristiques socioéconomiques et environnementales décrites plus haut et de l'évolution attendue du climat pour ce territoire, trois enjeux majeurs ressortent en terme de vulnérabilité au changement climatique :

- Le maintien d'une agriculture performante, au cœur de l'économie du territoire ;
- La préservation de qualité de vie des habitants (confort thermique estival) ;
- La préservation de l'intégrité des bâtiments (risque de retrait-gonflement des argiles), face à une tendance lourde de périurbanisation.

N.B. : peu de chiffres sont disponibles pour qualifier la vulnérabilité aux impacts du changement climatique à l'échelle des franges franciliennes. Ce territoire couvrant les deux tiers du département de l'Eure, les chiffres avancés le sont souvent à cette échelle administrative.

3.1.3.1. DES GRANDES CULTURES VULNERABLES A LA SECHERESSE ET AUX BIOAGRESSEURS

Changement climatique et évolution des rendements

Toute chose égale par ailleurs, la hausse des températures moyennes annuelles et l'augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère auront deux impacts majeurs :

- Le décalage des stades phénologiques des cultures ;
- L'augmentation des rendements, en particulier pour les plantes classées en C3, qui valorisent davantage le CO₂ : tournesol, blé et colza notamment.

Ces impacts sont déjà observés – notamment par les agronomes de l'INRA (Benoît, 2007) – depuis quelques décennies : plus grande précocité des dates de semis et de récolte par exemple.

Les résultats du programme Climator²⁸ pour la zone « Centre-Nord » incluant la Haute-Normandie soulignent, dans la perspective du changement climatique :

- Une augmentation notable des rendements pour le blé et le maïs (en particulier pour les variétés précoces : Soissons pour le blé par exemple) ;
- Le décalage des stades phénologiques devrait avoir deux conséquences :
 - La plus grande précocité des dates de semis et la croissance plus rapide des plantes pourraient réduire partiellement leur sensibilité au stress hydrique ainsi qu'au risque d'échaudage durant la phase de remplissage des grains ;
 - La croissance plus rapide des plantes pourrait réduire la phase de remplissage des grains, entraînant une baisse relative des rendements.

L'impact de la hausse des températures moyennes annuelles sur les rendements agricoles semble globalement positif pour les grandes cultures des franges franciliennes.

²⁸ Nadine BRISSON & Frédéric LEVRAULT, Projet CLIMATOR : Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces, projet ANR, INRA & ADEME, 2007-2010.

Il pourrait néanmoins se trouver contrebalancé, voire annulé, par la réduction des précipitations moyennes estivales et l'augmentation consécutive de la fréquence des épisodes de sécheresses agricoles et hydrologiques.

La sensibilité à la sécheresse agricole est très variable d'une parcelle agricole à une autre, dans la mesure où elle dépend de la réserve utile des sols²⁹. Au-delà de ces contrastes locaux, les franges franciliennes sont globalement marquées par des sols limoneux présentant une réserve utile conséquente, caractéristiques du Bassin Parisien.

Pour faire face aux épisodes de sécheresse agricole, les agriculteurs ont recours à l'irrigation. Les chiffres du Ministère de l'Agriculture soulignent une augmentation importante des surfaces irrigables dans l'Eure, qui ont plus que doublé entre 1970 et 2007.

Cette augmentation s'explique principalement par la nécessité, pour les agriculteurs, de sécuriser leur production face à l'éventualité d'une sécheresse agricole (irrigation assurance). L'équipement en matériel d'irrigation a également permis de diversifier la production vers des cultures à plus forte valeur ajoutée (betteraves, semences, etc.). On notera enfin que l'irrigation constitue de plus en plus souvent un critère de contractualisation, assurant au producteur un débouché pour sa récolte.

Evolution des surfaces irriguées et irrigables dans l'Eure (ha)

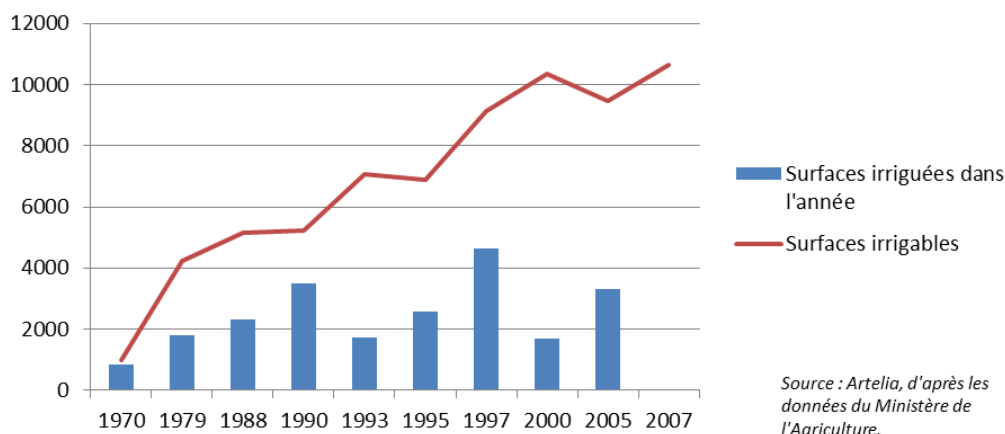


Fig. 25. Evolution des surfaces irriguées et irrigables dans le département de l'Eure entre 1970 et 2007 (Artelia, d'après les données du Ministère de l'Agriculture - données non disponible pour les surfaces irriguées en 2007)

La baisse des précipitations moyennes, significative dès 2030 pour la période estivale, devrait conduire à une réduction de la recharge des masses d'eau souterraines et du débit des cours d'eau. Cette situation se traduirait par une augmentation de l'exposition de l'agriculture à la sécheresse hydrologique, en limitant la disponibilité des ressources en eau pour l'irrigation.

Dans cette perspective et en l'absence d'actions d'adaptation (changement variétal, évolution des pratiques culturales, etc.), la récurrence et la durée des périodes de restriction d'eau pour l'irrigation devraient ainsi s'accroître, avec un impact direct sur les rendements des grandes cultures dans les franges franciliennes.

Ce dernier constat doit cependant être nuancé. La surface irrigable de l'Eure (10 500 ha en 2007), si elle est la plus importante à l'échelle des départements normands, reste bien inférieure à certains départements du Bassin Parisien (150 000 ha en Eure-et-Loir, 180 000 dans le Loiret, etc.). La vulnérabilité à cet impact du changement climatique reste donc moyenne dans les franges franciliennes.

²⁹ O. CANTAT, P. LE GOUEE, A. BENSARD, Le rôle de la topographie et des sols dans la modélisation spatiale d'échelle fine des bilans hydriques, Programme Climaster, 2009.

La question des bioagresseurs

L'augmentation des températures moyennes devrait favoriser la remontée vers le nord de l'aire de répartition de certains bioagresseurs (ravageurs et maladies) et/ou leur implantation sur le territoire, après leur introduction par le biais par exemple de l'activité humaine (les réseaux de transport permettent notamment cette introduction).

Le territoire des franges franciliennes apparaît comme l'un des plus exposés en Normandie, pour deux raisons majeures :

- Il s'agit du territoire normand où les températures moyennes sont les plus élevées et où la hausse attendue de ces dernières devrait être la plus forte ;
- La faible diversité spécifique des grandes cultures leur confère une forte sensibilité en cas d'implantation d'un ravageur ou d'une maladie affectant une ou plusieurs d'entre elles, avec des conséquences potentiellement importantes sur la filière.

Même si la remontée vers le nord de l'aire de répartition de certains bioagresseurs a ponctuellement déjà été observée (pyrale affectant le maïs par exemple), il apparaît nécessaire d'évaluer cet impact du changement climatique, en raison de la forte incertitude entourant l'évolution de la propagation de ces bioagresseurs et de la difficulté à séparer l'impact du climat des autres paramètres – notamment anthropologiques – susceptibles de favoriser cette propagation.

Tabl. 6 - Synthèse de la vulnérabilité des grandes cultures dans les franges franciliennes

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur de suivi potentiel
Hausse des Températures moyennes annuelles	Décalage des stades phénologiques et hausse des rendements	Oui (Travaux de l'INRA, Programme Climator)	Poursuite attendue de la hausse des rendements au moins jusqu'en 2050 et du décalage des stades phénologiques.	Dates de semis Dates de récolte
	Implantation et/ou plus grande virulence des bioagresseurs	Ponctuellement	Forte incertitude : il est difficile de distinguer les impacts anthropiques des impacts climatiques sur l'implantation et le développement des bioagresseurs.	Non identifié
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse	Baisse des rendements et perte de récoltes	Oui Retours d'expériences : 1976, 1990, 1996, 2003, 2005	Vulnérabilité moyenne : des épisodes de sécheresse plus fréquents et une baisse de la disponibilité des ressources, mais un besoin en eau pour l'irrigation plus faible que dans les autres territoires du Bassin Parisien.	Evolution de la réserve hydrique des sols

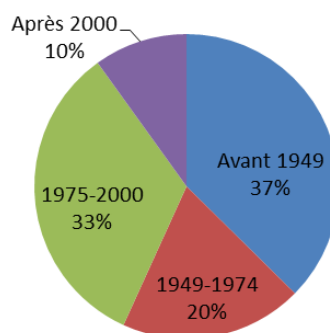
3.1.3.2. URBANISATION DES FRANGES FRANCIENNES ET DEGRADATION DU CONFORT THERMIQUE D'ETE

Les franges franciliennes sont marquées par une tendance lourde de périurbanisation, directement liée à la proximité de l'agglomération parisienne : le long de la vallée de la Seine d'une part, qui concentre les réseaux de transport en direction de la capitale, et de la limite administrative entre l'Eure et l'Île-de-France d'autre part, en particulier sur l'axe Paris-Evreux. Les franciliens, à la recherche d'un cadre de vie agréable et d'un foncier plus abordable, viennent ainsi s'installer en nombre sur ce territoire.

Cette dynamique d'urbanisation se traduit par :

- La construction en grand nombre de maisons individuelles, aux dépens des espaces agricoles et naturels ;
- Un développement important des déplacements automobiles lié à la dispersion des logements.

Répartition des maisons individuelles en fonction de la date de construction dans l'Eure



Source : Artelia, d'après les données INSEE (2008) et CEREN (2007)

Fig. 26. Répartition des maisons individuelles selon leur date de construction (Artelia, d'après les données de l'INSEE, 2008 et du CEREN, 2007)

Comme l'illustre le diagramme (Fig. 26) une part importante des maisons individuelles – qui représentent 78% du parc de logement dans l'Eure – ont été construites au cours des quarante dernières années, ce qui témoigne de cette dynamique d'urbanisation en cours.

Dans la perspective du changement climatique, le territoire des franges franciliennes devrait être l'un des plus concernés par la hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires. Dans ce contexte d'urbanisation et en l'absence de mesures d'adaptation, **la vulnérabilité à l'aggravation des épisodes caniculaires paraît relativement élevée pour différentes raisons liées :**

- **À la nature des bâtiments :** la majorité des logements construits dans le cadre de cette dynamique d'urbanisation sont des maisons individuelles. Plus difficiles à isoler que les logements collectifs (quatre façades et une toiture ouvertes sur l'extérieur), elles présentent une plus forte sensibilité à l'inconfort thermique d'hiver et d'été.

Les réglementations thermiques mises en place depuis 1975 ont permis d'améliorer le confort thermique d'hiver, en réglementant la construction de logements neufs. Néanmoins, la prise en compte du confort d'été reste relativement faible dans la réglementation et, a fortiori, sur le terrain.

Des bâtiments BBC mis en défaut vis à vis du confort estival

La Direction Régionale de l'ADEME en Languedoc-Roussillon a mené une étude en 2009, afin d'évaluer le comportement de dix bâtiments basse consommation (BBC) – dont deux BBC rénovation – dans le contexte des conditions climatiques attendues aux horizons 2030 et 2050. L'objectif était d'interroger la pertinence des choix techniques, basés initialement sur la performance des bâtiments en matière de consommation d'énergie (en particulier en hiver), face aux défis climatiques à venir.

Résultats de l'étude :

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, seuls cinq d'entre eux présenteraient un niveau de confort thermique acceptable. Deux présenteraient un inconfort thermique moyen (entre 50 et 100 heures / an à des températures intérieures supérieures à 28°C) et trois un inconfort thermique significatif (>100 heures). En 2050, seuls les deux bâtiments rénovés garantiraient une durée d'inconfort inférieure à 100 heures.

Ce type d'approche comparative met en évidence la faible adaptation des bâtiments BBC construits jusqu'à présent à l'évolution attendue des épisodes caniculaires et à l'enjeu du confort thermique estival. Dans les conditions de l'épisode caniculaire d'août 2003, seules les deux bâtiments rénovés limitent l'inconfort thermique à moins de 200h / an.

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.

- **Aux caractéristiques démographiques et sociologiques** des franges franciliennes :
 - **Vieillesse de la population** : selon les scénarios d'évolution démographique de l'INSEE, la part des plus de 65 ans devrait passer de 15 % de la population aujourd'hui à 25 % à l'horizon 2040 dans le département de l'Eure (INSEE, 2011). Comme l'illustre l'évolution des pyramides des âges (Fig. 27) et le tableau ci-après (Tabl. 7 -), ce vieillissement sera plus marqué dans l'Eure qu'en Ile-de-France.

Tabl. 7 - Evolution de la population par tranche d'âge entre 2007 et 2040 (Artelia, d'après les données INSEE, 2011)

	< 20 ans	20-64 ans	65 ans et +
Eure	+ 6,7%	+ 3,0%	+ 112,5%
Ile-de-France	+ 2,0%	+ 0,3%	+ 76,2%

Les personnes âgées étant parmi les plus sensibles aux épisodes caniculaires, il s'agit là d'un bon indicateur de la vulnérabilité future élevée du territoire des franges franciliennes face à l'aggravation attendue des épisodes caniculaires.

On note toutefois qu'au-delà des personnes âgées, d'autres catégories de population sont également sensibles aux fortes chaleurs. C'est le cas en particulier des enfants en bas âge, des travailleurs en extérieur, ou encore des personnes socialement fragilisées.

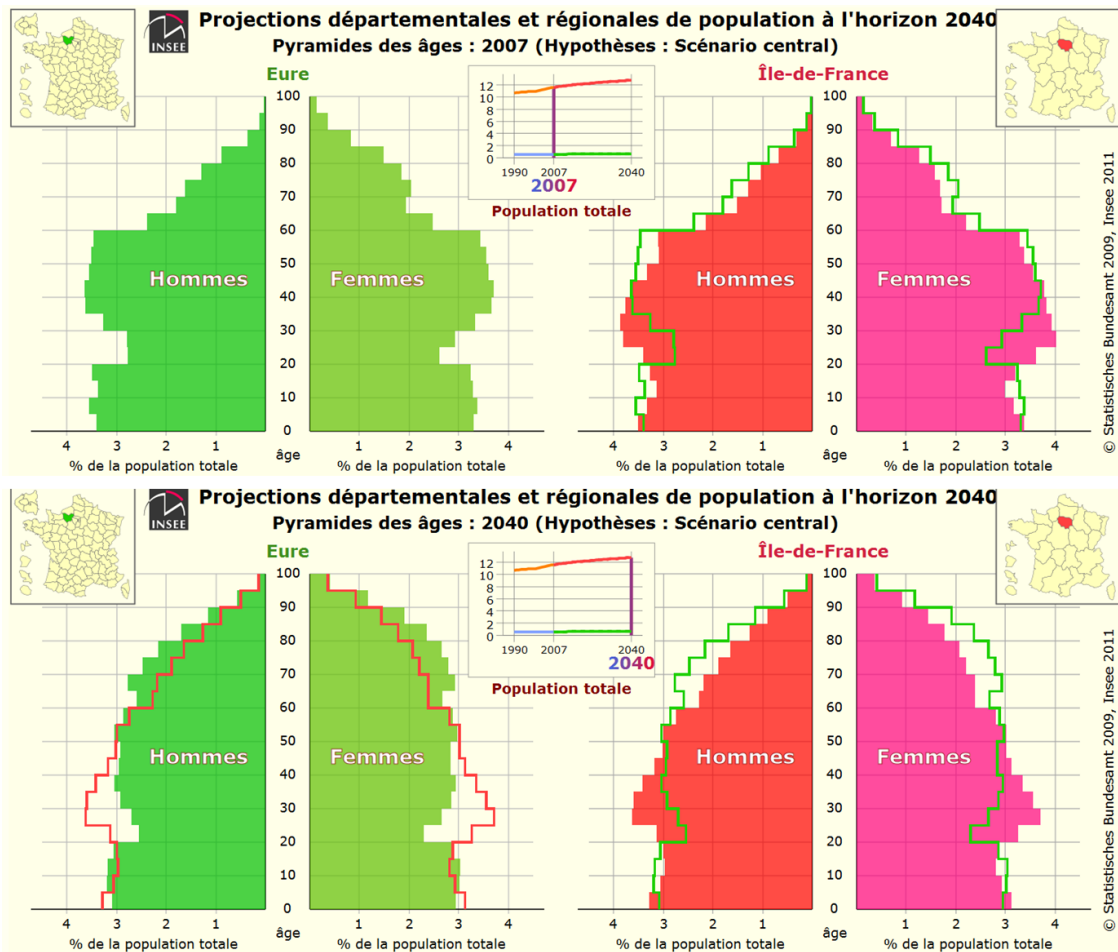


Fig. 27. Evolution de la pyramide des âges entre 2007 (en haut) et 2040 (en bas) dans l'Eure (à gauche) et en Ile-de-France (à droite) – INSEE, 2011

- **Culture de la chaleur** : la canicule d'août 2003 a ainsi conduit, en Haute-Normandie, à une surmortalité plus importante que dans les régions du sud de la France (Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Midi-Pyrénées). Cette situation s'explique en grande partie par une culture de la chaleur beaucoup moins présente que dans les territoires confrontés régulièrement à de fortes chaleurs.

Cette culture de la chaleur s'exprime aussi bien sur le plan comportemental (fermer les volets aux heures les plus chaudes de la journée, s'hydrater régulièrement, etc.) que sur le plan de la conception thermique des bâtiments.

- **À l'isolement des personnes et à l'accessibilité aux soins** : la dynamique d'urbanisation se traduit par une dispersion croissante des logements et des habitants sur le territoire. Dans le contexte actuel et à venir du vieillissement de la population, cette dispersion spatiale pose les problèmes de l'isolement des personnes sensibles (en particulier les personnes âgées) et de l'accessibilité aux centres de soin.

Vers une aggravation de l'EICU à Evreux ?

Dans un contexte d'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires, le centre-ville d'Evreux pourrait être concerné par une aggravation de l'Effet Ilot de Chaleur Urbain (EICU). Le *SRCAE de Haute-Normandie* (2012) indique que ce phénomène a été mesuré lors de la canicule d'août 2003, avec 41,4°C dans le centre-ville contre 40°C en périphérie (températures maximales enregistrées).

La ville, en raison de sa taille moyenne (51 000 habitants, contre près de 110 000 à Rouen), présente une sensibilité plus faible à cet impact que Rouen ou Caen. Toutefois, son exposition plus élevée à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires lui confère une vulnérabilité non négligeable à cet impact.

Tabl. 8 - Synthèse de la vulnérabilité de la population des franges franciliennes à l'aggravation des épisodes caniculaires

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateurs de suivi potentiels
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires	Dégradation du confort thermique dans les bâtiments résidentiels	Oui Retour d'expérience de la canicule d'août 2003	Vulnérabilité élevée liée à la dynamique de périurbanisation (marges de l'agglomération parisienne).	Nombre de logements individuels neufs / an
	Aggravation du phénomène d'EICU dans le centre-ville d'Evreux		Une vulnérabilité qui reste limitée pour une densité de population et de bâti qui reste moyenne.	Part des espaces végétalisées dans le centre-ville d'Evreux
	Surmortalité des populations les plus fragiles		Vulnérabilité élevée liée au vieillissement de la population et de la dispersion des logements (périurbanisation) : isolement des personnes, difficultés d'accessibilité aux soins, etc.	Evolution de la part des plus de 65 ans dans la population

3.1.3.3. UNE VULNERABILITE ACCRUE AU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Le territoire des franges franciliennes est le plus concerné des territoires normands par le risque de retrait-gonflement des argiles. Ainsi, selon les chiffres de la base GASPARD, repris par le BRGM³⁰, le département de l'Eure a été concerné, entre mai 1989 et septembre 2003, par 21 arrêtés de catastrophes naturels concernant en tout 31 communes (4,6 % des communes du département). Il se place au 53^{ème} rang des départements français en matière de coût d'indemnisation au titre du régime des catastrophes naturelles (Caisse Centrale de Réassurance, 2006).

La vulnérabilité actuelle des franges franciliennes à ce risque peut donc être qualifiée de moyenne.

³⁰ Etablissement de Plans de Prévention des Risques Naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Eure, BRGM, août 2008.

Dans la perspective d'une exposition accrue aux épisodes de sécheresse d'une part et de la poursuite de la dynamique de périurbanisation d'autre part, cette vulnérabilité devrait s'accroître sensiblement dans les décennies à venir :

- L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse devrait conduire à accroître le risque pour l'ensemble des zones présentant des sols argileux (zones d'aléa, carte du BRGM - Fig. 28).

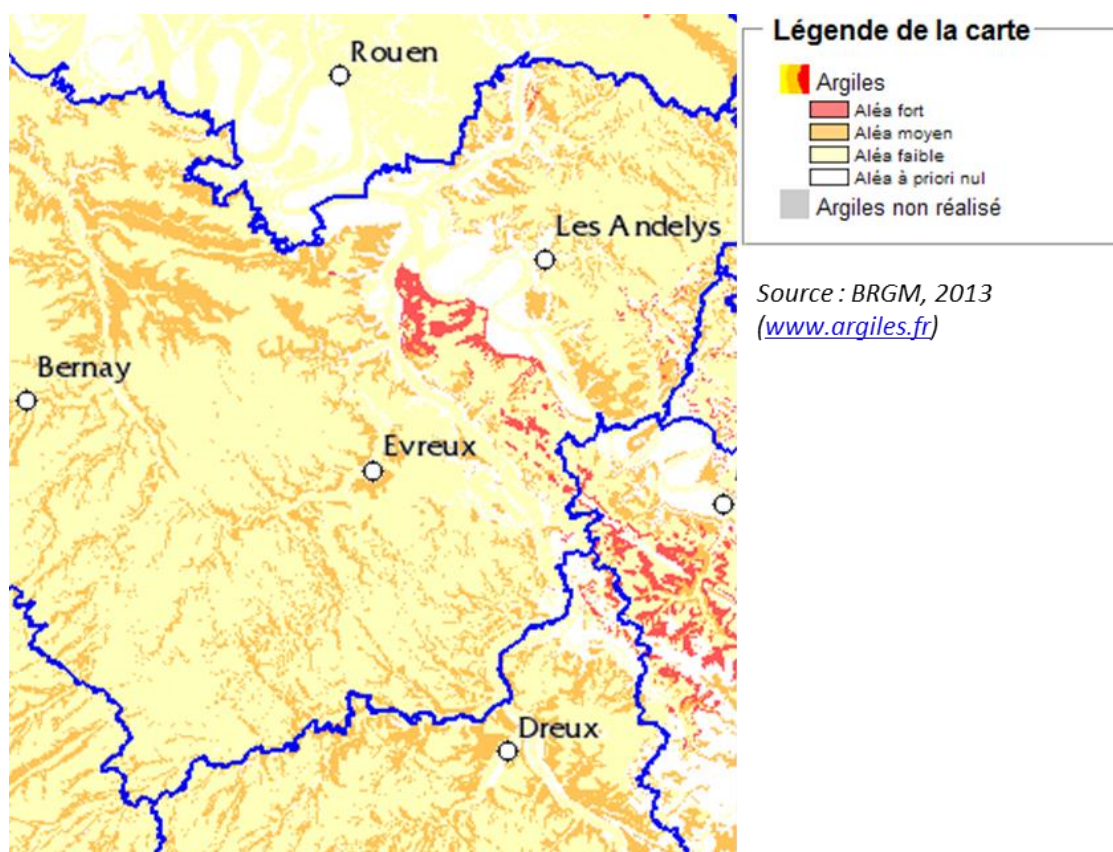


Fig. 28. Zonage de l'aléa retrait-gonflement des argiles dans les franges franciliennes (BRGM, 2013)

- Comme évoqué plus haut (point 3.1.3.2), la dynamique d'urbanisation se traduit en effet par la construction de maisons individuelles. Or, les fondations souvent peu profondes de ces bâtiments les rendent particulièrement sensibles au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

La construction de ces nouveaux logements, en l'absence de mesure d'adaptation, devrait donc accroître la vulnérabilité du territoire des franges franciliennes, en particulier pour les communes déjà vulnérables actuellement. C'est le cas notamment des six communes désignées par le BRGM comme les plus vulnérables dans l'Eure, toutes situées dans le territoire des franges franciliennes.

Tabl. 9 - Communes les plus vulnérables au phénomène de retrait-gonflement des argiles (BRGM, 2008)

Commune	Nb d'arrêtés de catastrophe naturelle	Nb de sinistres recensés	Zones d'aléa
Evreux	3	113	42% du territoire en aléa moyen
Houlbec-Cocherel	2	19	18% du territoire en aléa fort et 10% en aléa moyen
Incarville	1	15	58% du territoire en aléa moyen
St-Aubin-sur-Gaillon	2	37	15% du territoire en aléa fort et 9% en aléa moyen
St-Pierre-la-Garenne	1	9	13,5% du territoire en aléa fort et 3% en aléa moyen
Vernon	1	8	1% du territoire en aléa fort et 28% en aléa moyen

La vulnérabilité du territoire des franges franciliennes à une aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles dans le contexte du changement climatique est donc élevée.

Tabl. 10 - Synthèse de la vulnérabilité des franges franciliennes à une aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse	Aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles	Oui 21 arrêtés de catastrophe naturelle (1989-2003).	Vulnérabilité élevée, liée à la dynamique de périurbanisation des franges franciliennes et à une exposition accrue aux épisodes de sécheresse.	Nombre de maisons individuelles situées dans les zones d'aléa moyens et forts

3.2. LA SEINE AVAL DE ROUEN AU HAVRE : UN AXE INDUSTRIALO-PORTUAIRE MAJEUR

3.2.1. Périmètre et contexte géographique

Le territoire de la Seine Aval s'étend sur l'ensemble de la basse vallée de la Seine, de Rouen jusqu'à l'embouchure du fleuve au Havre. Il s'étend au sud jusqu'au port de Honfleur, mais intègre Caen et Ouistreham, voire Cherbourg et Dieppe, dans un même ensemble industrialo-portuaire normand.

La Seine aval constitue la porte d'entrée de Paris sur l'espace maritime (80% de ses échanges sont maritimes³¹). Cette situation privilégiée et stratégique (approvisionnement de la capitale en produits pétroliers notamment) lui a valu un développement urbain, industriel et portuaire précoce, notamment à partir de la Révolution Industrielle au XIXème siècle (apparition de l'industrie pétrolière) et jusqu'aux Trente Glorieuses (diversification des activités industrielles)³².

Elle se caractérise aujourd'hui par une armature urbaine relativement dense, maillée par de nombreux réseaux de transport Est-Ouest reliant Paris à la côte (axe fluvial, autoroute A13, voie de chemin de fer Paris-Rouen-Le Havre) et Nord-Sud reliant l'Europe du nord (Angleterre, Belgique, Pays-Bas, etc.) à l'Europe du sud (Espagne, Portugal), via notamment le Pont de Normandie (autoroutes A28 et A29).

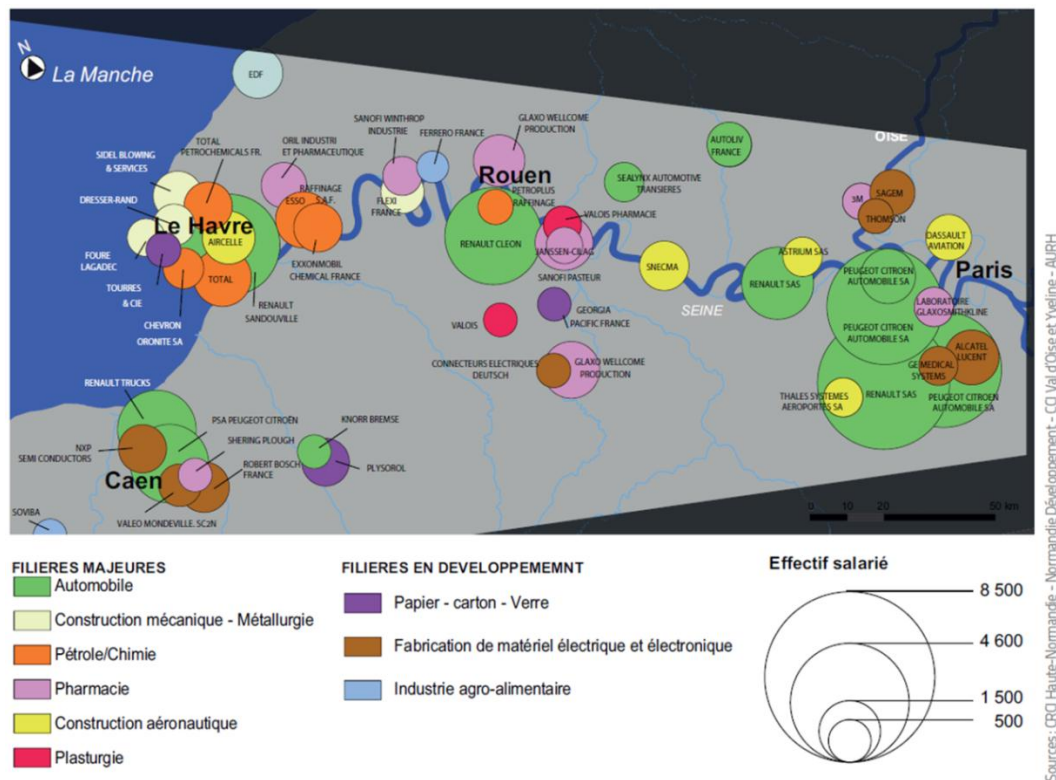


Fig. 29. Etablissements Industriels de plus de 500 salariés (source : Les données essentielles – Paris Rouen Le Havre Axe Seine, Coopération des agences d'urbanisme, 2011)

³¹ Les données essentielles – Paris Rouen Le Havre Axe Seine, Coopération des agences d'urbanisme, 2011.

³² Usages et aménités : Développement industrialo-portuaire de l'estuaire de la Seine, GIP Seine Aval, 2010.

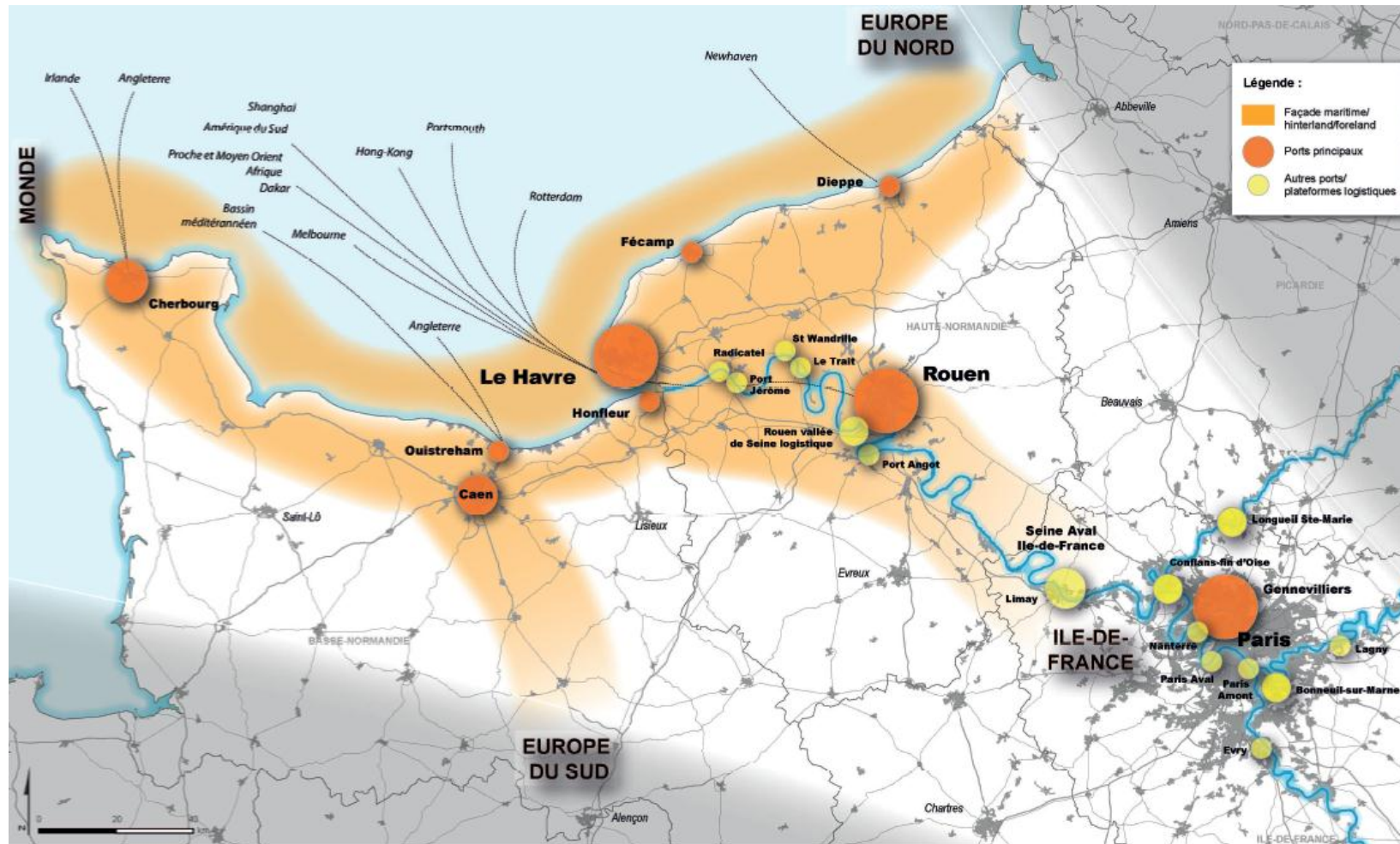


Fig. 30. Le réseau Seine Aval : de la métropole parisienne à la Normandie (source : Coopération des agences d'urbanisme, Les données essentielles – Paris Rouen Le Havre Axe Seine, 2011)

Depuis une vingtaine d'années, plusieurs projets ont visé à valoriser le positionnement de cet axe industrialo-portuaire au sein d'un commerce maritime mondial très concurrentiel. C'est le cas notamment de Port 2000. Le port du Havre demeure de ce fait le quatrième port nord européen et le premier port national pour le trafic de conteneurs.

Zoom sur le projet Port 2000

Grâce à son emplacement dans l'estuaire de la Seine qui lui offre d'énormes possibilités de développement économique, le Havre est le premier port français pour le trafic de conteneurs et est au quatrième rang des ports nord européens. Pour conserver, voire améliorer, cette position stratégique portuaire et logistique, et concurrencer d'autres ports d'envergure tels que ceux de Rotterdam ou d'Anvers, le port du Havre a dû anticiper les évolutions du secteur de la logistique et de l'économie. C'est notamment dans cet objectif qu'une réflexion de fond a été menée sur l'avenir du port dès les années 1990, avec l'ensemble des acteurs économiques et a abouti à la mise en place du grand projet communautaire Port 2000.

L'objectif de ce projet était de doubler le trafic du port d'ici 2010, en développant les équipements portuaires dédiés au trafic des conteneurs et en modernisant le port (agrandissement du port, installation d'escales de grandes lignes maritimes et de nouveaux quais, etc.), tout en intégrant les enjeux environnementaux et de développement durable dans l'estuaire de la Seine³³. Après la mise en service en 2006 des premières infrastructures, le trafic conteneurisé du port du Havre a augmenté de près de 25% dès 2007³⁴. Toutefois, les effets bénéfiques du projet sur le dynamisme du port sont à nuancer. Les parts de marché du port du Havre diminuent en effet depuis une dizaine d'années, et ce malgré la mise en service progressive des infrastructures de Port 2000³⁵ (en raison notamment de la crise économique actuelle).

Au-delà de ses caractéristiques socioéconomiques et industrielles, le territoire Seine Aval est marqué depuis 1974 par la présence du Parc Naturel Régional (PNR) des Boucles de la Seine. Véritable coupure naturelle au sein d'un ensemble majoritairement urbain et industriel, ce PNR s'étend sur trente-cinq communes et cinq entités géographiques (le Pays de Caux, le Val de Seine, le Roumois, le Marais Vernier et la basse Vallée de la Risle).

Ce PNR vise, pour l'essentiel, à préserver les zones humides des berges de la Seine (22% du territoire est couvert par ce type de milieu). Il se caractérise également par un couvert forestier relativement important par rapport au reste du territoire normand (1/4 du territoire du parc). Son patrimoine bâti y est aussi remarquable.

³³ Programme National d'Assistance Technique, janvier 2004, Port 2000 - Port autonome du Havre.

³⁴ Site de la ville du Havre (<http://lehavre.fr/dossier/port-2000-0>).

³⁵ Commissaire Général pour le Développement de la vallée de la Seine, février 2012, Rapport au Premier ministre.



Fig. 31. Périmètre du Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine (source : Géoportail, 2013)

3.2.2. Evolution climatique attendue

3.2.2.1. CLIMAT ACTUEL

Le climat actuel de la Seine Aval est largement déterminé par sa proximité à l'espace maritime et le relief de la vallée de la Seine (qui laisse pénétrer l'influence océanique à l'intérieur des terres) :

- Les températures moyennes y sont plus élevées qu'à l'intérieur des terres : entre 10,5 à 11,5°C en moyenne annuelle, entre 4,5 et 6°C en moyenne hivernale et entre 17 à 18°C en moyenne estivale (entre 1970 et 2000) ;
- Les précipitations se situent entre 800 et 900 mm en moyenne annuelle (1970-2000). En période estivale, les précipitations observées se situent entre 300 et 400 mm, l'hiver constituant la période la plus arrosée (450 et 550 mm).

La Seine aval est à ce jour encore peu exposée aux épisodes de fortes chaleurs et de sécheresses.

3.2.2.2. CLIMAT FUTUR : RESULTAT DES SIMULATIONS CLIMATIQUES³⁶

D'après l'analyse des simulations climatiques de Météo-France pour le territoire de la Seine-Aval, cette particularité climatique liée au relief de la vallée de la Seine devrait perdurer. L'évolution des paramètres climatiques semble en effet homogène dans la vallée et sur les plateaux situés à proximité, avec :

- **Une augmentation de l'amplitude thermique annuelle** : hausse plus rapide des températures moyennes estivales (jusqu'à +1,4°C en 2030, +2,5°C en 2050 et +4,5°C en 2080) par rapport à celle des températures moyennes hivernales (jusqu'à +1,8°C en 2030, +2,2°C en 2050 et +2,6°C en 2080).

³⁶ Sources : Météo-France – DATAR, décembre 2012, *Fourniture d'indicateurs pour caractériser le changement climatique* ; *Projet de SRCAE Haute Normandie*, Conseil Régional et DREAL Haute-Normandie, 2012

Malgré cette hausse significative des températures moyennes estivales, **l'aggravation de l'exposition aux canicules reste peu significative avant la fin du siècle**, passant de 0 à 5 jours sur 30 ans à l'horizon 2030 à 20 à 80 jours à l'horizon 2080 (pour les scénarios A1B et A2 uniquement).

- **Une baisse des précipitations** : en moyenne annuelle, cette baisse reste peu significative avant l'horizon 2050 (jusqu'à -10% par rapport aux cumuls actuels, et entre -10 et -20 % à l'horizon 2080), avec une stabilité des précipitations moyennes hivernales durant la première moitié du siècle. Toutefois, Une baisse très nette se dessine dès 2030 pour les précipitations moyennes estivales et s'accroît tout au long du siècle (-10 à -15% à l'horizon 2030, -10 à -20 % à l'horizon 2050 et -20 à -30 % à l'horizon 2080).

Dans cette perspective, **l'exposition aux épisodes de sécheresse hydrologique et agricole s'accroît de façon significative** tout au long du siècle (20 à 35% du temps passé en situation de sécheresse sur 30 ans à l'horizon 2030, 30 à 50% à l'horizon 2050 et 40 à 80% à l'horizon 2080).

L'évolution de la fréquence des épisodes de fortes précipitations (nombre de jours où le cumul de précipitations atteint au moins 10mm) paraît pour la Seine aval relativement stable, voire en augmentation à proximité du littoral jusqu'à l'horizon 2050.

3.2.3. Les principaux impacts du changement climatique

La confrontation du contexte socioéconomique et environnemental décrit plus haut avec l'évolution attendue du climat au cours du XXIème siècle fait ressortir cinq enjeux majeurs en termes de vulnérabilité au changement climatique :

- Malgré une exposition limitée à l'aggravation des épisodes caniculaires, l'urbanisation localement très dense du territoire le rend vulnérable à la **baisse du confort thermique estival**, aussi bien en matière de qualité de vie que sur le plan sanitaire ;
- L'incertitude entourant l'évolution – potentiellement à la hausse – des épisodes de fortes précipitations, dans un contexte de forte artificialisation des sols, conduit à prendre en compte une **aggravation possible du risque d'inondation par ruissellement**, auquel le territoire est déjà très vulnérable aujourd'hui ;
- L'estuaire de la Seine, comme le reste du littoral, sera soumis à l'élévation du niveau marin. L'importance économique du territoire conduit à considérer la vulnérabilité des installations industrialo-portuaires face à une **aggravation possible du risque de submersion marine** ;
- Les ressources en eau en Seine aval sont fortement sollicitées, en particulier par l'industrie et les besoins en eau potable. L'exposition accrue aux épisodes de sécheresse révèle la vulnérabilité du territoire à la **réduction de la disponibilité des ressources en eau**, en particulier en période estivale ;
- Pour finir, l'importance du PNR des Boucles de la Seine pour l'équilibre socioéconomique et environnemental du territoire conduit à s'interroger sur la vulnérabilité des milieux et écosystèmes, en particulier pour ce qui concerne les massifs forestiers qui, malgré leur petite taille, constituent une ressource non négligeable pour le territoire.

Changement climatique et évolution des routes maritimes du nord : quelle conséquence pour Le Havre ?

Dans la perspective du changement climatique, la fonte plus importante de la calotte glaciaire Arctique pourrait chaque année libérer des glaces les passages du nord-ouest et du nord-est, rapprochant considérablement les ports nord-européens – incluant Le Havre – et les grands ports de la façade est-asiatique.

L'impact économique de cette évolution paraît relativement incertain pour le port du Havre, dans la mesure où les ports de Rotterdam et Amsterdam seraient situés aux avant-postes d'une telle route commerciale. Néanmoins, un part de l'activité actuelle de Marseille pourrait se trouver reporter dans l'estuaire de la Seine.

Comparaison des routes maritimes entre Le Havre et Tokyo :

Route maritime	Avantages	Inconvénients
Canal de Panama	<ul style="list-style-type: none"> - route praticable en permanence - bon niveau de sécurité sur le parcours - conditions météorologiques en général satisfaisantes - escales possibles pour abri ou réparations 	<ul style="list-style-type: none"> - Route traditionnelle la plus longue (environ 23 500 km) - tirant d'eau limité à 12,5 m dans le canal - droits de passage élevés (100 à 150 k€ pour un gros porte conteneur) - temps d'attente au canal - risques pour l'environnement
Canal de Suez	<ul style="list-style-type: none"> - route praticable en permanence - route traditionnelle la plus courte (environ 21 000 km) - conditions météorologiques en général satisfaisantes - escales possibles pour abri ou réparations 	<ul style="list-style-type: none"> - tirant d'eau limité à 17 m dans le canal - droits de passage élevés - temps d'attente au canal - traversée d'une zone politiquement instable avec risques de conflits - traversée d'une zone de piraterie (détroit de Malacca...) - risques pour l'environnement
Passage du Nord-ouest	<ul style="list-style-type: none"> - route courte (16 000 km, soit environ les ¾ de la plus courte des routes traditionnelles) - pas de piraterie - pas de zone de conflits à traverser 	<ul style="list-style-type: none"> - route praticable pendant une durée très limitée - conditions météorologiques souvent difficiles - navires à coque renforcée conseillés - nécessité de disposer d'un appui logistique pendant le passage du nord-ouest - pas d'abri pour escale ou réparations dans la partie délicate du parcours - risques pour l'environnement - problème de droits de passage (Canada)
Passage du Nord-est	<ul style="list-style-type: none"> - route la plus courte (14 000 km) - pas de piraterie - pas de zone de conflits à traverser 	<ul style="list-style-type: none"> - route praticable pendant une durée très limitée - conditions météorologiques souvent difficiles - navires à coque renforcée conseillés - nécessité de disposer d'un appui logistique pendant le passage du nord-est (accompagnement) - pas d'abri pour escale ou réparations dans la partie délicate du parcours - risques pour l'environnement - problème de droits de passage (Russie)

Source : J.L.ETIENNE, *Changement climatique et nouvelles voies maritimes ; Passages du Nord-ouest et du Nord-est.*

3.2.3.1. BAISSSE DU CONFORT THERMIQUE ESTIVAL DANS UN TERRITOIRE URBANISE

Le territoire de la Seine aval présente une exposition à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules plus faible que les franges franciliennes, en raison de la proximité de la mer et de la pénétration des influences maritimes par la vallée de la Seine. La vulnérabilité à cet effet du changement climatique n'est cependant pas négligeable pour deux raisons majeures :

- **La Seine aval est le territoire normand le plus urbanisé** : La densité de population et de bâtiments devrait conduire à une sensibilité accrue aux épisodes caniculaires.

Densité de population communale en Haute et Basse-Normandie

(source : INSEE, 2008)

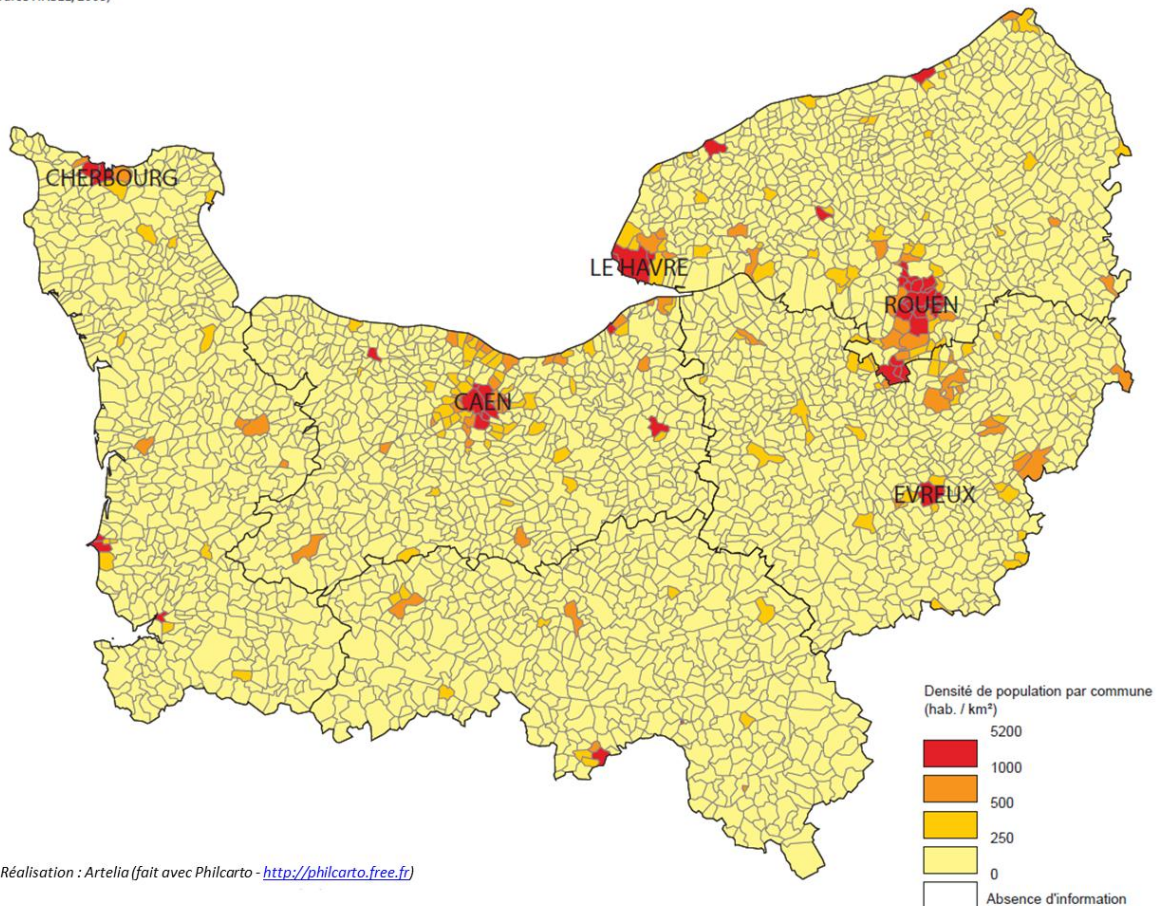


Fig. 32. Densité de population par commune en Normandie (Artelia, d'après les données de l'INSEE, 2008 – réalisé avec Philcarto)

La ville de Rouen présente notamment une vulnérabilité élevée à l'aggravation de l'Effet Ilot de Chaleur Urbain. Sa densité de population et de bâtiment est en effet la plus importante des communes normandes (5 118 hab. / km² à l'échelle de la commune de Rouen, chiffre INSEE, 2008). Par ailleurs, l'agglomération rassemble près du tiers des communes les plus denses de Normandie (cf. Fig. 32).

Il n'est pas possible, à l'échelle de cette étude interrégionale, d'évaluer précisément l'importance de l'EICU à Rouen, qui dépend – à l'échelle locale et au-delà de la densité de population et de bâtiments – de nombreux autres paramètres, parmi lesquels :

- L'effet albédo³⁷, qui diffère en fonction du degré de minéralisation de l'espace et des matériaux utilisés pour le revêtement des voiries et des toitures ; et le degré de végétalisation de l'espace urbain ;
- La morphologie urbaine (orientation des rues, qui détermine notamment la circulation des flux d'air, etc.) ;
- Les émissions de chaleur en milieu urbain, qui dépendent des différentes activités économiques et du degré d'équipement des logements en appareils de refroidissement.

Le retour d'expérience de la canicule d'août 2003 témoigne d'ores et déjà de cette vulnérabilité. Comme l'indique le tableau suivant, les températures maximales journalières moyennes en été (du 1er juin au 30 septembre) ont augmenté de près de 3°C à Rouen en 2003 par rapport à la moyenne des étés précédents (1996-2002), contre une augmentation de 2°C pour Le Havre, moins dense et directement exposé aux influences maritimes.

La vulnérabilité future à l'EICU, dans la perspective du changement climatique, dépendra de l'évolution de ces différents paramètres, donc des choix d'aménagement urbain (prise en compte d'une architecture bioclimatique pour la conception des bâtiments, végétalisation de l'espace urbain, sélection des matériaux en fonction de leur effet albédo, etc.).

Tabl. 11 - Températures maximales journalières (moyenne estivale), INVS, 2004³⁸

	Moyenne des étés de 1996 à 2002	Été 2003
Le Havre	19,6	21,6
Rouen	21	23,9
Strasbourg	23,5	27,8
Toulouse	25,7	29,7

- **La Seine aval est le territoire normand présentant la qualité de l'air la plus dégradée :**

Cette situation s'explique par la concentration des réseaux de transports et des sites industriels dans la vallée de la Seine, qui se traduit par une forte exposition de la population aux polluants atmosphériques. La vulnérabilité actuelle à cette qualité de l'air médiocre est d'autant plus élevée que la population est nombreuse. Ainsi, d'après le SRCAE de Haute-Normandie (2012), si les zones sensibles du point de vue de la qualité de l'air ne couvrent que 9,5% du territoire régional, elles concernent 47% de la population, essentiellement sur le territoire de Seine aval.

Cette vulnérabilité est également renforcée par le phénomène de « brise de mer », vents d'Est qui tendent à diffuser les polluants atmosphériques vers l'arrière-pays, en particulier du Havre vers Rouen³⁹.

³⁷ Définition tirée du *Projet de SRCAE Haute-Normandie* (2012) : « l'albédo est le rapport de l'énergie solaire réfléchi par une surface sur l'énergie solaire incidente ».

³⁸ INVS, Vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre températures, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises – Rapport d'étude, 2004.

³⁹ Etude sur la vulnérabilité et l'adaptation de la Haute-Normandie aux changements climatiques, DREAL Haute-Normandie, 2012 ; Etude interrégionale « Ozone en Normandie », AirNormand et Air C.O.M., 2011

Dans la perspective du changement climatique, la vulnérabilité aux pics de pollution générés par les épisodes de canicule devrait s'accroître sur le territoire de la Seine aval. Ces événements climatiques favorisent en effet la concentration des polluants et la formation d'ozone (O₃), à partir des oxydes d'azote et des composés organiques produits par l'industrie et les transports.

Si l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires reste plus modérée que sur d'autres territoires, tels que les franges franciliennes, la vulnérabilité à ce type d'évènement pourrait donc s'accroître de façon significative en raison des caractéristiques socioéconomiques du territoire, avec des conséquences sanitaires non négligeables.

Tabl. 12 - Part de l'ozone et des températures dans l'excès de risque moyen du 3 au 17 août 2003 (INVS, 2004) ⁴⁰

	Excès de risque moyen	Mortalité totale tous âges		Mortalité des 65 ans et plus		
		Part ozone	Part température	Excès de risque moyen	Part ozone	Part température
Le Havre	11%	58%	42%	11%	82%	18%
Rouen	35%	33%	67%	36%	31%	69%
Strasbourg	12%	76%	24%	11%	74%	26%
Toulouse	18%	85%	15%	23%	92%	8%

Comme l'illustre le tableau ci-dessus (Tabl. 12 -), la surmortalité liée à la canicule de 2003 a été plus marquée à Rouen qu'à Toulouse ou Strasbourg, avec un effet plus important de la température par rapport à l'ozone.

Cette situation s'explique, pour l'essentiel, par une culture de la chaleur beaucoup moins présente en Normandie que dans les territoires confrontés régulièrement à de fortes chaleurs. Ce manque de culture se traduit dans les comportements (s'hydrater régulièrement, etc.) et dans la conception thermique des bâtiments.

⁴⁰ INVS, Vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre températures, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises – Rapport d'étude, 2004.

Tabl. 13 - Synthèse de la vulnérabilité de la population de la Seine aval à l'aggravation des épisodes caniculaires

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateurs de suivi potentiels
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires	Dégradation du confort thermique dans les bâtiments résidentiels	Oui Retour d'expérience de la canicule d'août 2003	Vulnérabilité moyenne liée à la dynamique de périurbanisation autour de l'axe Rouen-Le Havre.	Nombre de logements individuels neufs / an
	Aggravation du phénomène d'EICU dans le centre-ville de Rouen		Vulnérabilité élevée dans le centre-ville de Rouen en raison de la densité de population et de bâtiment et de l'amplification du phénomène en fond de vallée.	Part des espaces végétalisées dans l'agglomération rouennaise
	Surmortalité des populations les plus fragiles		Vulnérabilité moyenne liée au vieillissement de la population, mais à une meilleure accessibilité aux soins que dans les territoires ruraux.	Evolution de la part des plus de 65 ans dans la population
	Dégradation de la qualité de l'air	Oui Suivi par Air Normand	Vulnérabilité élevée, liée à la présence de nombreuses industries et à l'importance des réseaux de transport (production d'ozone).	Suivi de la concentration d'Ozone dans l'atmosphère

3.2.3.2. UNE VULNERABILITE ACCRUE AUX INONDATIONS PAR RUISSELLEMENT DANS UN CONTEXTE DE FORTE ARTIFICIALISATION DES SOLS

Les inondations par ruissellement sont provoquées par d'importantes précipitations sur un temps relativement court : le ruissellement rapide des eaux de pluie gonfle les petits cours d'eau, qui entrent en crue de façon temporaire (jusqu'à plusieurs dizaines d'heures).

Dans la vallée de la Seine, le relief favorise ce ruissellement qui, sur des sols nus, peut entraîner des glissements de terrain et des coulées de boues.

Dans la perspective du changement climatique, l'évolution des épisodes de fortes précipitations responsables de ce type d'évènement paraît relativement incertaine. Le nombre de jours où le cumul de précipitations atteint au moins 10mm paraît pour la Seine aval relativement stable, voire en augmentation à proximité du littoral jusqu'à l'horizon 2050 (d'après l'analyse des simulations climatiques de Météo-France utilisées pour cette étude).

Le territoire de la Seine aval, fortement urbanisé, présente une vulnérabilité actuelle élevée à ce risque. L'artificialisation des sols favorise en effet le ruissellement des eaux pluviales et leur accumulation dans les points bas.

À titre d'exemple, la commune de Rouen a fait l'objet de dix-huit arrêtés de catastrophe naturelle « inondations et coulées de boue » entre 1987 et 2006, liés pour l'essentiel à des inondations temporaires en relation avec des épisodes de fortes précipitations.

Retour d'expérience : inondation des 16 et 17 juin 1997 à Rouen

« Le 16 juin après-midi et dans la nuit du 16 au 17 des orages d'une violence exceptionnelle éclatent dans la région de Rouen provoquant inondations, torrents de boue et victimes.

Sur la Seine-Maritime, l'épisode s'est déroulé en 2 temps, tout d'abord dans la région d'Yvetot vers 15 h 30 UTC puis dans la région de Rouen vers 17 h 00 UTC.

Les précipitations associées à cet évènement ont été très intenses. On a relevé en environ 6 heures : 144 mm à Auzebosc, 81 mm à Vatterville-la-Rue dont 70 mm en 1 h 30, 84 mm à Goupillières, 64 mm à Grand-Quevilly et 62 mm à Rouen rive gauche. [...]

Les trombes d'eau ont entraîné des glissements de terrain coupant les voies ferrées et les routes. Les dégâts matériels ont été importants en agglomération en raison de la montée des eaux. »

Source : Institut pour l'Histoire et la mémoire des catastrophes (<http://memoiredescatastrophes.org/>).

La vulnérabilité future au risque d'inondation par ruissellement en Seine aval dépendra pour l'essentiel de la capacité à maîtriser l'occupation des sols et la gestion des eaux pluviales en milieu urbain, dans un contexte probable de poursuite de l'accroissement démographique.

Tabl. 14 - Synthèse de la vulnérabilité des zones urbaines de Seine aval à une aggravation du risque d'inondation par ruissellement

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Evolution incertaine de la fréquence des épisodes de fortes précipitations (stabilité, voire augmentation jusqu'à l'horizon 2050)	Aggravation du risque d'inondation par ruissellement	Oui Une vulnérabilité élevée liée au relief de la vallée et à l'urbanisation (artificialisation des sols)	Maintien, voire augmentation de la vulnérabilité, en relation avec la poursuite de l'urbanisation et une possible augmentation de la fréquence des épisodes de fortes précipitations.	Arrêtés de catastrophe naturelle « inondations et coulées de boue »

3.2.3.3. UNE VULNERABILITE ACCRUE DES INSTALLATIONS INDUSTRIALO-PORTUAIRES AU RISQUE DE SUBMERSION MARINE DANS L'ESTUAIRE DE LA SEINE, EN RELATION AVEC L'ELEVATION DU NIVEAU MARIN

Toute chose égale par ailleurs, la submersion marine est une « *inondation, temporaire ou non, des zones côtières par la mer dans des conditions météorologiques extrêmes*⁴¹ ». Elle résulte d'une élévation ponctuelle du niveau de la mer provoquée par une marée de tempête.

Dans l'estuaire de la Seine, ce phénomène peut-être démultiplié lorsque la submersion survient concomitamment à une inondation continentale, liée à la crue du fleuve et/ou à un épisode de forte précipitation (qui accompagne souvent les tempêtes).

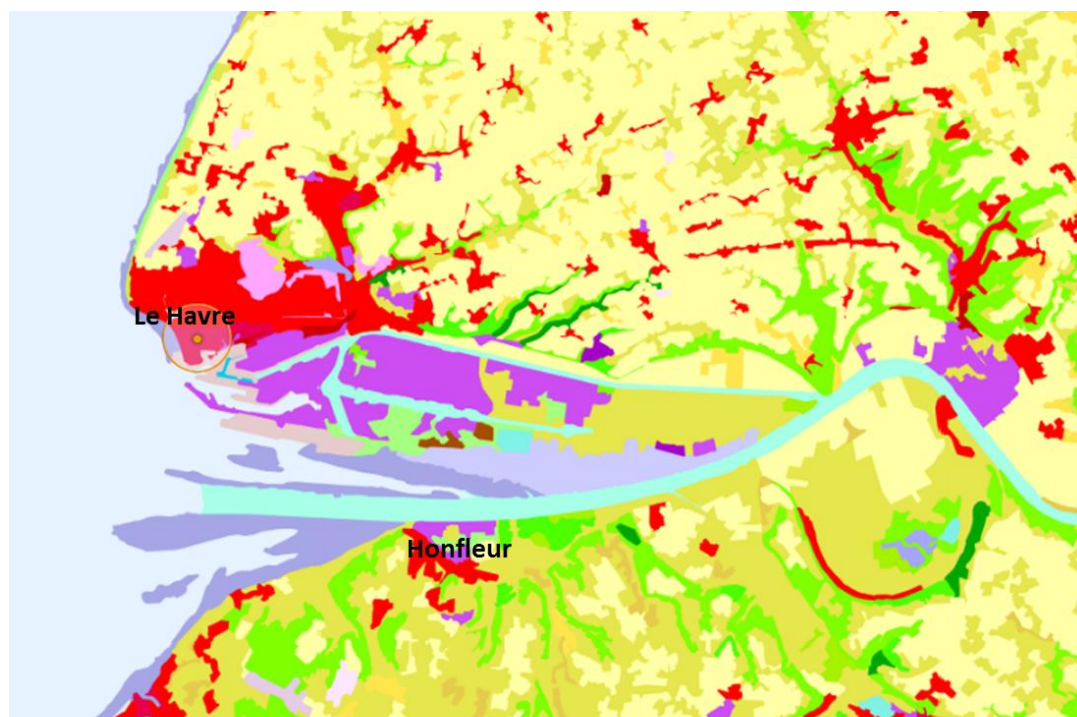
⁴¹ DREAL Languedoc-Roussillon, 2008.

L'effet du changement climatique sur l'évolution du régime des tempêtes est marqué d'une forte incertitude⁴². Toutefois, l'élévation attendue du niveau marin – 20 à 51 cm à l'horizon 2100 selon le GIEC et jusqu'à 1m selon l'ONERC – aura pour conséquence (au-delà de la submersion permanente de certaines zones basses) une hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes de submersion.

L'estuaire de la Seine est marqué par la présence d'un grand nombre d'enjeux :

- Humains, en relation avec l'importance de l'urbanisation de part et d'autre du fleuve et notamment au Havre ;
- Economiques : le port du Havre et les installations industrielles, nombreuses dans l'estuaire, constituent un enjeu économique d'envergure nationale (1^{er} port à conteneurs français et 4^{ème} à l'échelle nord européenne).
- Environnementaux : à la rencontre entre le fleuve et l'espace maritime, l'estuaire de la Seine compte plusieurs milieux remarquables. En dépit d'un développement industrialo-portuaire important, plusieurs mesures conservatoires ont permis de préserver ces milieux, à l'instar de la Réserve Naturelle de l'Estuaire de la Seine.

Confrontées par le passé à des événements de submersion marine, les collectivités de l'estuaire ont mis en place des dispositifs techniques et organisationnels destinés à réduire la vulnérabilité des enjeux. C'est le cas en particulier de la Communauté d'Agglomération du Havre (CODAH), dont une partie du territoire urbanisé se trouve sur la plaine alluviale au nord de l'estuaire, les activités industrialo-portuaire étant par ailleurs situées pour une bonne part sur des polders.



Source : Geoportail, 2013, d'après les données de la base Corine Land Cover, 2006

Fig. 33. Occupation des sols dans l'estuaire de la Seine (Geoportail, 2013, d'après les données de la base Corine Land Cover, 2006). Les zones urbanisées sont figurées en rouge, les zones commerciales et industrielles en violet.

⁴² Extrait du Projet de SRCAE Haute-Normandie (2012) : « Concernant l'éventuelle augmentation des fréquences et intensités des événements de tempête, celle-ci est trop incertaine pour constituer une source d'inquiétude importante ».

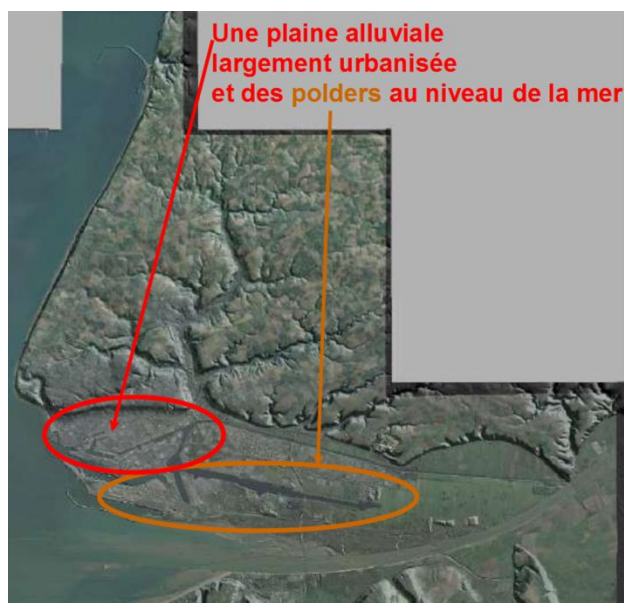


Fig. 34. Topographie de l'estuaire de la Seine (Levé LIDAR, CODAH & GPMH, 2010)

L'estuaire, et notamment sa rive nord, est donc marqué par une importante artificialisation (réseau de digues, polders, etc.), destinée à protéger les zones basses urbanisées et les installations industrielles des risques littoraux.

Le nombre d'évènements passés est relativement peu élevé. La CODAH en recense ainsi 32 depuis la création du port du Havre en 1517⁴³. De son côté, la base GASPARE ne recense depuis 1982 qu'un seul arrêté de catastrophe naturelle, fin février 1990, ayant concerné les communes du Havre sur la rive droite de l'estuaire et de Berville-sur-mer et Saint-Samson-de-la-Roque sur la rive gauche.

La vulnérabilité actuelle des zones urbanisées et industrialo-portuaires peut donc être jugée limitée, en raison notamment des nombreuses mesures de gestion du risque mise en place par les acteurs publics et privés dans l'estuaire (collectivités, GPMH, industriels, etc.).

Cette vulnérabilité pourrait néanmoins s'accroître de façon significative dans la perspective de l'élévation du niveau marin. L'*Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie* (DREAL Basse-Normandie 2011), en s'appuyant sur les travaux de Pirazolli (2006) et de Vermeer & Rahmstorf (2009), a évalué l'évolution attendue des niveaux extrêmes de la marée au Havre en 2050 et en 2100, selon les hypothèses du GIEC en 2001 et de Vermeer & Rahmstorf (ces dernières tenant compte des nouvelles projections du GIEC fournies en 2007).

Tabl. 15 - Hypothèses d'élévation du niveau marin en 2050 et 2100 (Pirazolli, 2006, Vermeer & Rahmstorf, 2009)

	2050	2100
GIEC, 2001 (Pirazolli, 2006)	17 +-12 cm	48 +-39 cm
Vermeer & Rahmstorf (2009)	75 +-10cm	190 +-60 cm

⁴³ CODAH, Etude du risque de submersion marine au Havre et ses environs, 2003.

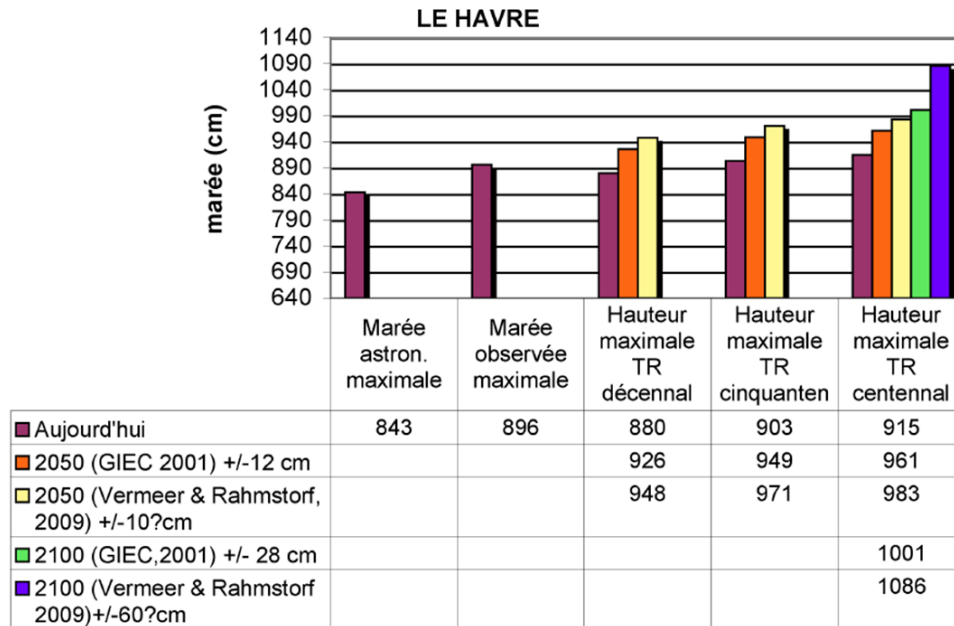


Fig. 35. Estimation des niveaux extrêmes de marée pour 2050 et 2100 au Havre (DREAL Basse-Normandie, 2011)

Il est difficile, à l'échelle de cette étude interrégionale, de préciser localement la vulnérabilité des différentes zones urbaines et sites industriels de l'estuaire à cette élévation du niveau marin. Cette évaluation laisse toutefois présager une hausse significative de la vulnérabilité des zones urbaines et industrialo-portuaires aux épisodes de submersion marine, en cas par exemple de concomitance d'une marée haute de retour décennal à l'horizon 2050 (+68cm par rapport aux marées de retour décennales actuelles selon Vermeer & Rahmstorf) avec une marée de tempête, susceptible d'accroître temporairement le niveau marin de plusieurs mètres.

Point de vigilance : distinction évènement extrême / catastrophe

Les données disponibles pour cette étude ne permettent pas de conclure à une augmentation de la fréquence des évènements extrêmes (tempêtes).

Néanmoins, l'élévation du niveau marin devrait conduire à une augmentation du nombre d'enjeux exposés (cf. données du CETMEF, 2012), donc à une hausse de la fréquence et de l'intensité des catastrophes causées par ces évènements.

Tabl. 16 - Synthèse de la vulnérabilité des zones urbaines et industrialo-portuaires à une aggravation du risque de submersion marine

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Elévation du niveau marin	Aggravation du risque de submersion marine pour les zones urbaines et industrialo-portuaires	Un évènement récent recensé (février 1990) Une vulnérabilité actuelle faible	Vulnérabilité moyenne à élevée, en fonction de l'élévation du niveau marin et de l'évolution du régime des tempêtes.	Evolution du niveau marin dans l'estuaire

3.2.3.4. GESTION DES RESSOURCES EN EAU : VERS UNE RECRUESCENCE DES CONFLITS D'USAGE (INDUSTRIE / EAU POTABLE) ?

La concentration de population et d'activités industrielles génère d'importants besoins en eau sur le territoire de la Seine Aval, en particulier pour l'alimentation en eau potable et pour les usages industriels. La Seine elle-même répond en partie à ces besoins. Néanmoins, les ressources souterraines sont également très sollicitées, en raison notamment de leur meilleure qualité.

Le territoire est actuellement peu concerné par le manque d'eau. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) évoque toutefois le cas de la masse d'eau « Alluvions de la Seine moyenne et aval », avec la préconisation suivante : « *Cette masse d'eau subit une tension quantitative à l'échelle de l'estuaire de Seine. La zone industrielle de Port Jérôme sollicite la nappe d'eau souterraine au détriment de l'usine d'eau potable de Norville. L'objectif est de limiter l'utilisation de l'eau souterraine pour l'usage industriel.* »

La hausse attendue de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse hydrologique, dans le contexte du changement climatique, devrait accroître cette tension entre les usages domestique et industriel de cette masse d'eau.

On notera que certaines industries ont besoin d'une eau de très bonne qualité pour leur production. C'est le cas en particulier des industries agroalimentaires.

Au-delà de cet aspect quantitatif, l'élévation attendue du niveau marin et la pression accrue sur les ressources en eau devraient conduire à un déplacement progressif du biseau salé dans l'estuaire de la Seine et les nappes littorales, limitant progressivement l'usage de ces ressources pour l'industrie et l'alimentation en eau potable (AEP).

Les publications examinées dans le cadre de cette étude interrégionale ne permettent pas de préciser davantage cet impact du changement climatique.

Tabl. 17 - Synthèse de la vulnérabilité des usages à la réduction de la disponibilité des ressources en eau

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse	Baisse de la disponibilité des ressources en eau (sécheresse hydrologique)	Vulnérabilité faible Tensions ponctuelles sur la nappe « Alluvions de la Seine moyenne et aval » entre industrie et AEP	Vulnérabilité moyenne : aggravation de l'exposition au manque d'eau, mais peu de problèmes attendus pour les usages dépendants de la Seine.	Evolution du niveau de la nappe « Alluvions de la Seine moyenne et aval »
Elévation du niveau marin	Déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres	Non identifié	Vulnérabilité élevée des aquifères littoraux.	Evolution de la remontée des eaux salines dans l'estuaire de la Seine

3.2.3.5. EVOLUTION DES MILIEUX NATURELS ET DES ECOSYSTEMES DE LA SEINE AVAL

La Seine aval présente une grande diversité de milieux naturels : marais maritimes de l'estuaire, zones humides des berges de la Seine, massifs forestiers (forêt de Brotonne notamment), etc. La plupart de ces milieux sont aujourd'hui intégrés dans des périmètres de protection (Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine, Réserve Naturelle de l'Estuaire de la Seine, zones Natura 2000, etc.) et l'enjeu de leur préservation est mieux pris en compte dans les projets d'aménagement. Le projet Port 2000 a par exemple mis en place des mesures compensatoires pour contrebalancer la destruction de certains milieux naturels de l'estuaire.

Les effets du changement climatique auront des conséquences sur ces milieux et écosystèmes :

- A l'échelle spécifique : l'augmentation des températures moyennes et l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse devrait notamment se traduire par une évolution de l'aire de répartition des espèces ;
- A l'échelle éco-systémique : l'évolution de l'aire de répartition des espèces et le décalage des cycles biologiques de certaines d'entre elles bouleversera les équilibres éco-systémiques (disparition de la coïncidence entre l'apparition des chenilles et l'éclosion des œufs d'oiseaux qui s'en nourrissent par exemple) ;
- A l'échelle du territoire : ces bouleversements aux échelles spécifiques et éco-systémiques affecteront les usages qui en dépendent (tourisme, pêche, production de bois énergie et de bois d'œuvre, etc.).

La complexité des relations entre les espèces et l'incertitude entourant l'effet du climat nécessairement propre à chaque espèce conduisent à une incertitude élevée quant à l'impact du changement climatique sur l'évolution des milieux et écosystèmes en Seine aval.

Plusieurs éléments d'information ressortent néanmoins de l'analyse des publications mises à disposition pour cette étude interrégionale :

- Les marais maritimes de l'estuaire de la Seine⁴⁴ : considérés comme un site remarquable, notamment du point de vue de la biodiversité avienne, ces marais devraient être affectés par l'évolution des phénomènes migratoires. Les effectifs de certaines espèces hivernant actuellement dans l'estuaire de la Seine pourraient diminuer, tandis que des espèces actuellement plus méridionales pourraient s'y implanter en plus grand nombre.

Ces marais devraient par ailleurs être directement affectés par l'élévation du niveau marin. L'arrière-pays étant occupé par les zones urbaines et industrielles, les espaces de vasières ne pourront pas reculer et pourraient disparaître en plusieurs endroits, avec un effet direct sur la biodiversité avienne.

- Les espaces forestiers, constitués pour l'essentiel de chênes pédonculés et de hêtres peu adaptés au manque d'eau, sont très vulnérables à l'aggravation attendue de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse. C'est le cas notamment de la forêt de Brotonne en Seine aval.

En l'absence de mesure adéquate, visant par exemple à implanter des essences mieux adaptées au manque d'eau, les espaces forestiers de la Seine aval pourraient se trouver fragilisés (dépérissement des arbres et plus grande sensibilité aux bioagresseurs liés au stress hydrique).

⁴⁴ GIP Seine-Aval, Les effets du changement climatique dans le contexte des changements globaux, Expertise Collective sur l'estuaire de la Seine, 2010.

Tabl. 18 - Synthèse de la vulnérabilité des milieux et écosystèmes

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Elévation du niveau marin de la fréquence	Réduction des zones humides de l'estuaire	Non	Vulnérabilité élevée : réduction des surfaces de vasières liée à l'impossibilité du milieu de reculer avec l'élévation du niveau marin (présence d'enjeux humains et économiques dans l'arrière-pays).	Evolution des surfaces de vasières dans l'estuaire de la Seine
Augmentation des températures moyennes annuelles	Evolution de l'aire de répartition de l'avifaune migratoire	Oui Evolution mise en évidence par le GIP Seine aval	Vulnérabilité élevée : la biodiversité avienne devrait fortement évoluer, avec une incertitude importante, le climat n'étant pas le seul facteur de changement.	Suivi des effectifs de l'alouette hausse-col (qui devraient diminuer) et de l'aigrette garzette (qui devraient augmenter)
Augmentation de l'intensité des épisodes de sécheresse	Dépérissement des arbres	Non identifié	Vulnérabilité élevée : les essences majoritaires sont peu adaptées au manque d'eau.	Non identifié

3.3. LE LITTORAL DE LA BAIE DE SEINE AU TREPOT

3.3.1. Périmètre et contexte géographique

Le littoral du marais du Bessin au sud-ouest au Tréport au nord-est se compose de deux grandes entités géomorphologiques différentes, de part et d'autre de l'estuaire de la Seine :

- La Côte d'Albâtre du Tréport à l'estuaire de la Seine : 130 km de falaises crayeuses en forte érosion (70m) interrompues par des valleuses ou de profondes vallées drainées (Costa, Delahaye, 2005) où sont implantées les agglomérations ;
- La côte du Pays d'Auge et de la plaine de Caen, délimitée à l'ouest par les marais du Bessin et du Cotentin, est formée pour l'essentiel de côtes basses : plages adossées ou cordons dunaires (ou de galets) protégeant de petits marais arrière-littoraux (marais de Graye-sur-mer par exemple). L'urbanisation littorale y est quasi-continue.

Néanmoins, on note çà et là quelques côtes plus rocheuses, en particulier sur le littoral du Pays d'Auge (falaise des vaches noires) et à l'ouest (pointe du Hoc et Falaises du Bessin). Les platiers rocheux offre un support à l'activité conchylicole.

A l'ouest, les marais du Cotentin et du Bessin marquent la transition géologique entre le Bassin Parisien et le Massif Armoricain.

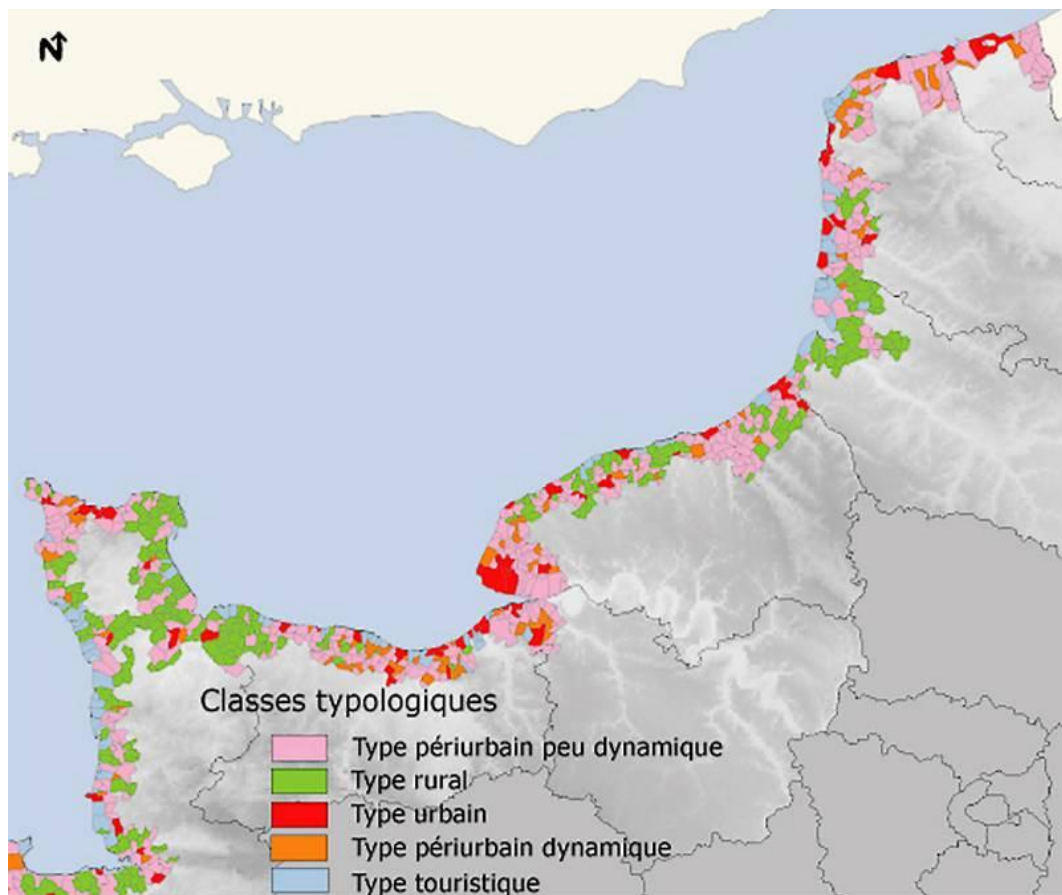


Fig. 36. Classement des commune selon la dynamique d'urbanisation (Observatoire National de la Mer et du Littoral, 1999)

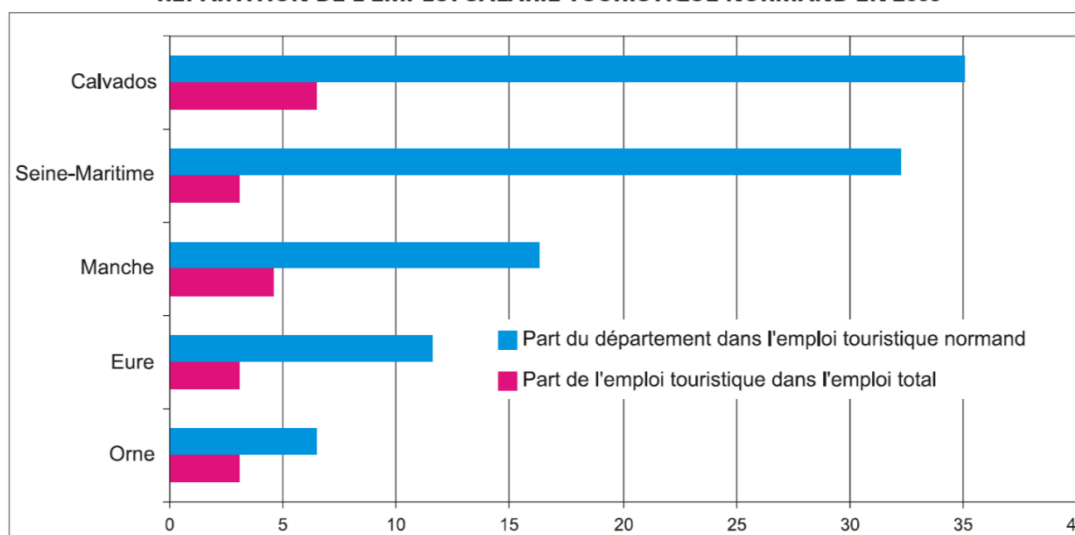
Comme l'illustre la Fig. 36, ces deux entités géomorphologiques distinctes présentent une occupation de l'espace relativement contrastée :

- La Côte d'Albâtre présente un littoral relativement préservé, marqué par une dynamique d'urbanisation relativement faible, excepté autour des agglomérations principales et/ou touristiques (Fécamp, Dieppe, Etretat, etc.) ;
- À l'inverse, la Côte Fleurie du Pays d'Auge et la Côte de Nacre de la Plaine de Caen sont plus urbanisées. La forte urbanisation du trait de côte, liée au tourisme balnéaire, reporte aujourd'hui l'étalement urbain vers l'arrière-pays.

A des degrés différents, les littoraux haut et bas-normands concentrent l'essentiel de l'activité touristique interrégionale, ainsi qu'une part importante de la population. À titre indicatif, le littoral au nord de la Seine concentre 20% de la population haut-normande⁴⁵.

En 2009, le tourisme a généré environ 45 100 emplois salariés, soit 4% de l'emploi salarié total⁴⁶ (proportion comparable aux Pays-de-la-Loire). Comme l'illustre l'histogramme ci-après, l'essentiel de l'activité touristique est concentré sur le littoral, et en particulier sur celui du Calvados (côte Fleurie en particulier) et de la Seine-Maritime. On note également la forte proportion d'emplois touristiques dans la Manche (près de 5% de l'emploi total).

RÉPARTITION DE L'EMPLOI SALARIÉ TOURISTIQUE NORMAND EN 2009



Source : Insee, DADS 2009

Unité : %

Secteur clé de l'économie littorale normande, le tourisme est ainsi au cœur de l'organisation spatiale du littoral normand depuis le XIXème siècle, avec le développement des premières stations balnéaires telles que Deauville, Trouville ou encore Etretat. Deux raisons majeures permettent de l'expliquer :

- La proximité et l'accessibilité du littoral normand pour la population de l'agglomération parisienne.
- La diversité de l'offre touristique sur le littoral et dans l'arrière-pays :
 - Un tourisme balnéaire concentré pour l'essentiel sur le littoral du Calvados. Le développement des activités balnéaires a ainsi favorisé l'urbanisation du trait de côte (qui se reporte aujourd'hui vers l'arrière-pays) et le développement des transports ;

⁴⁵ *Projet de SRCAE de la Haute-Normandie – Diagnostic*, DREAL et Conseil Régional de Haute-Normandie, 2012.

⁴⁶ INSEE, chiffres 2009.

- Un tourisme patrimonial, lié à l'histoire du littoral (plages du débarquement, centres préservés des stations balnéaires, etc.) et aux caractéristiques de certaines côtes (falaises d'Étretat, etc.) ;
- Un tourisme vert rendu possible par la richesse des milieux et des écosystèmes littoraux et arrière-littoraux : zones humides notamment.

Ce développement touristique et urbain sur le littoral (en particulier sur la côte de Nacre et la côte Fleurie), a conduit à la fragilisation des milieux littoraux et arrière-littoraux. Bien que certains d'entre eux soient aujourd'hui protégés, en particulier par l'acquisition de sites par le Conservatoire du littoral, leur fragmentation se traduit depuis plusieurs années par une érosion de la biodiversité.

Au-delà des activités touristiques, le littoral de la Baie de Seine au Tréport présente d'autres activités économiques liées à la mer, en particulier la conchyliculture et la pêche. On notera également la présence sur le littoral de Haute-Normandie des sites nucléaires de Penly et Paluel.

3.3.2. Evolution climatique attendue

3.3.2.1. CLIMAT ACTUEL

Le climat du littoral de la Baie de Seine au Tréport est largement déterminé par la proximité immédiate de l'espace maritime :

- Le territoire connaît une amplitude thermique annuelle relativement faible, avec des températures relativement douces en hiver (5 à 6°C en moyenne) et en été (16 à 17°C en moyenne) ;
- Les précipitations sur la frange littorale sont plus faibles (entre 700 et 900mm en moyenne annuelle) que dans l'arrière-pays (jusqu'à 1 100 dans l'arrière-pays du Pays de Caux), exception faite du littoral de la Plaine de Caen.

3.3.2.2. CLIMAT FUTUR : RESULTAT DES SIMULATIONS CLIMATIQUES⁴⁷

L'analyse des données des simulations climatiques de Météo-France apporte des éléments sur l'évolution possible de certains paramètres climatiques à différents horizons temporels pour le territoire de la Baie de Seine au Tréport. On devrait ainsi observer :

- Une **augmentation progressive des températures, notamment lors des périodes estivales** (jusqu'à +1,2°C en 2030, +2,2°C en 2050 et +4°C en 2080) par rapport à celle des températures moyennes hivernales (jusqu'à +1,8°C en 2030, +2,2°C en 2050 et +2,8°C en 2080) ;
- Une **baisse progressive des précipitations moyennes annuelles** (de -5 à -10% à l'horizon 2030, de -5 à -15% à 2050 et jusqu'à -15% en 2080) et surtout estivales (-15% dès 2050 et jusqu'à -25% en 2080) ;
- Une augmentation de l'exposition du territoire aux canicules avec, selon les données de Météo-France, entre 5 jours en 2030 et 60 jours en 2080 de jours cumulés sur 30 ans présentant un caractère de canicule ;
- Une **hausse de l'exposition du territoire aux périodes de sécheresses** avec entre 30 et 40% de temps passé en état de sécheresse en 2030 à plus de 80% à l'horizon 2080.

⁴⁷ Sources : Météo-France – DATAR, décembre 2012, *Fourniture d'indicateurs pour caractériser le changement climatique* ; *Projet de SRCAE Haute Normandie*, Conseil Régional et DREAL Haute-Normandie, 2012

3.3.3. Les principaux impacts du changement climatique

3.3.3.1. UN LITTORAL ENTRE DEVELOPPEMENT TOURISTIQUE ET AGGRAVATION DES RISQUES LITTORAUX

La majorité du linéaire côtier de la baie de Seine et du littoral haut-normand est soumis à l'érosion. Deux types de côtes se distinguent (cette distinction générale ne tient pas compte de réalités locales plus contrastées, le littoral du Calvados présentant également quelques secteurs de falaises par exemple) :

- Les falaises crayeuses du littoral haut-normand, qui reculent en moyenne de 20 cm/an⁴⁸ ;
- Les plages adossées et cordons dunaires du littoral du Calvados.

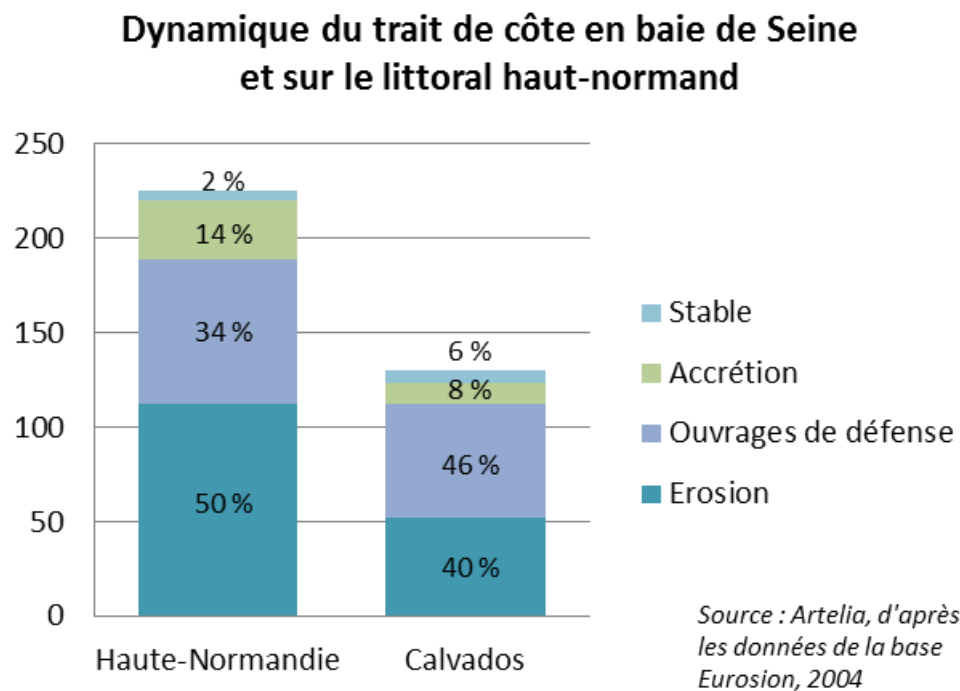


Fig. 37. La dynamique du trait de côte en Baie de Seine et sur le littoral haut-normand (l'axe des ordonnées figure le trait de côte en kilomètres) (Artelia, d'après les données de la base Eurosion, 2004)

L'érosion et l'accrétion sont des phénomènes naturels, liés aux tempêtes et au transport des sédiments par les courants marins et la houle, qui se traduisent par une mobilité constante du trait de côte, en particulier pour les littoraux « meubles ».

⁴⁸ Source : Projet de SRCAE Haute-Normandie, 2012.

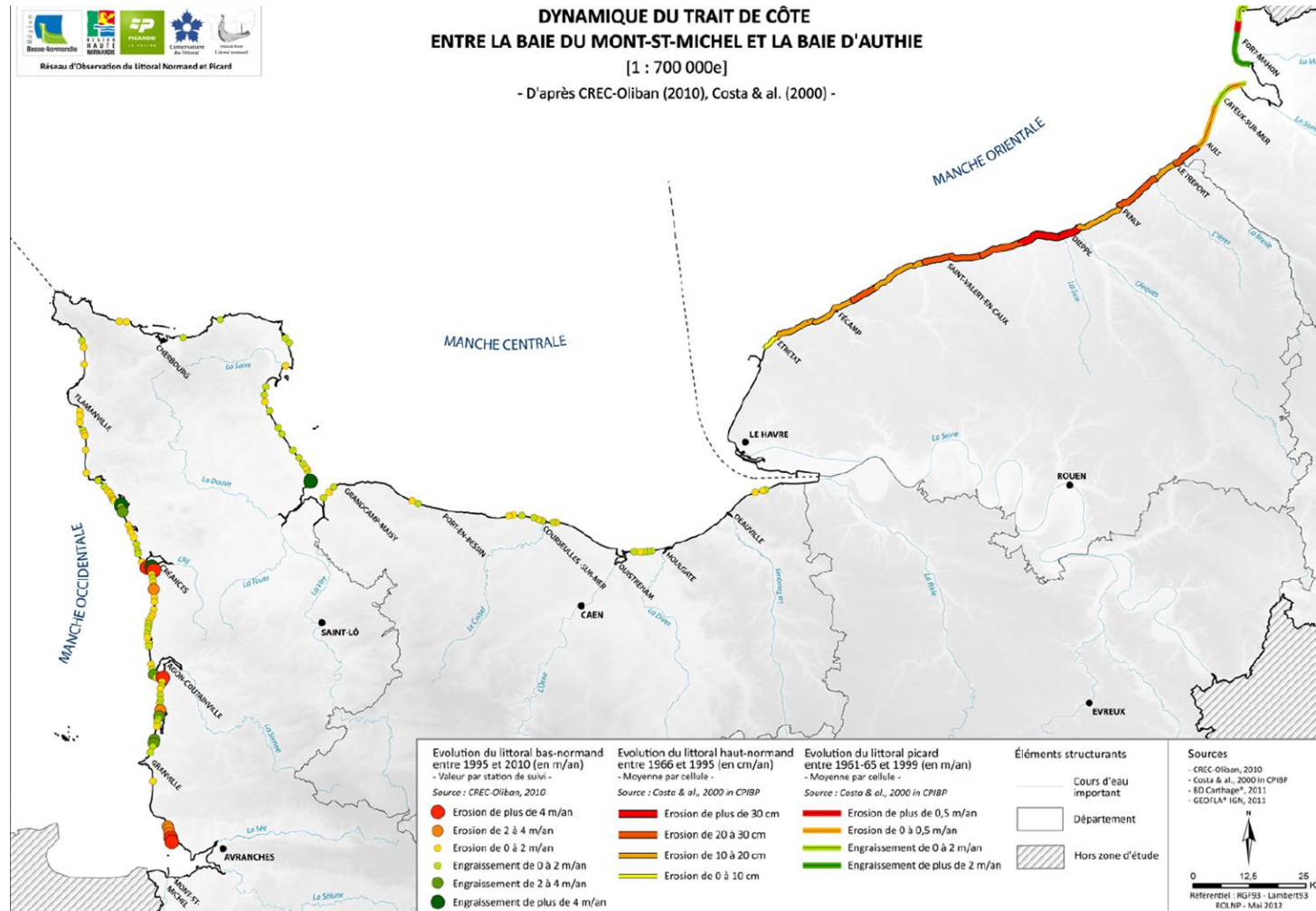


Fig. 38. La dynamique du trait de côte sur le littoral Normand et Picard (source : Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard, 2012)

En dépit de cette forte exposition à l'érosion, le littoral de la Baie de Seine et de Haute-Normandie a connu un développement urbain important dès la seconde moitié du XIX^{ème} siècle et qui se poursuit encore actuellement, en raison principalement de la proximité de l'agglomération parisienne. Cette croissance urbaine est étroitement liée au développement du tourisme balnéaire, avec plusieurs étapes :

- La seconde moitié du XIX^{ème} siècle voit d'abord se développer un tourisme de villégiature, avec la création des premières stations balnéaires telles que Deauville, Trouville pour le littoral du Calvados, ou encore Etretat sur en Haute-Normandie.
- A partir des années 1930 (premiers congés payés) et surtout de l'après-guerre se développe un tourisme de masse, entraînant une urbanisation progressive de l'ensemble du trait de côte, en particulier sur le littoral du Calvados et dans les vailleuses et fonds de vallée de la côte d'Albâtre.

Les anciens villages, souvent situés sur les hauteurs en retrait du trait de côte, se sont étendus – voire dédoublés – sur le littoral, ajoutant le plus souvent le suffixe « sur-mer » aux toponymes d'origine.

Le littoral est aujourd'hui arrivé « à saturation ». L'ensemble des côtes susceptibles d'accueillir des activités et infrastructures touristiques est occupé, entraînant un report de l'urbanisation vers l'arrière-pays.



Fig. 39. Un littoral très urbanisé, tourné vers le tourisme (source : Geoportail, 2013)

Pour parer à l'érosion des côtes, les communes littorales ont investi massivement dans la construction d'ouvrages de défense (épis, brise-lames, digues, etc.) destinés à fixer le trait de côte et ainsi de :

- préserver les plages, supports majeurs de l'économie touristique ;
- protéger les zones urbaines et les infrastructures de l'érosion et des événements extrêmes.

Cette situation explique la part importante des ouvrages de défense sur le linéaire côtier haut-normand (34% dans l'estuaire de la Seine et le linéaire côtier des vailleuses) et du Calvados (46%).

Jusqu'à présent, ces ouvrages de défense ont permis de limiter les dommages causés par les événements extrêmes. Plusieurs événements passés témoignent néanmoins de la vulnérabilité élevée du littoral à l'érosion et aux épisodes de submersion marine.

Tabl. 19 - Exemples d'événements passés de submersion marine ayant touché la baie de Seine et le littoral haut-normand

Evènement	Littoral concerné ⁴⁹	Domages ⁵⁰
Novembre 1984	Côte Fleurie et embouchure de l'Orne (10 communes)	300 millions de francs d'indemnités versées par les assureurs (à l'échelle nationale).
Février 1990	Côte de Nacre, Côte Fleurie et côte d'Albâtre (17 communes dans le Calvados, 11 en Haute-Normandie)	8 700 millions de francs d'indemnités versées par les assureurs (à l'échelle nationale).
Février 2010 (Xynthia)	Côte de Nacre (7 communes)	Pas d'éléments chiffrés identifiés.

L'élévation du niveau marin devrait se traduire par une aggravation des risques littoraux :

- L'érosion des côtes « meubles » – valleuses de la côte d'Albâtre, plages et cordons dunaires du littoral du Calvados – devrait s'accroître, en particulier sur les littoraux urbanisés, où les ouvrages de défense ont supprimé la mobilité naturelle du trait de côte. L'évolution du phénomène d'érosion dans la perspective du changement climatique reste néanmoins difficile à prévoir. Elle dépend en effet, au-delà de l'élévation du niveau marin, d'autres paramètres tels que l'évolution de l'apport sédimentaire des fleuves.

L'érosion des falaises calcaires de Haute-Normandie pourrait quant à elle se trouver renforcée par la plus grande récurrence des épisodes de sécheresse (qui rendent les sols poreux) d'une part et des périodes de gel et dégel⁵¹ d'autre part.

- L'élévation du niveau marin devrait entraîner une plus grande récurrence des épisodes de submersion marine, en menaçant directement un grand nombre d'enjeux situés sur les côtes basses. Dans ce cadre, des effets de seuil sont possibles : rupture définitive d'un cordon dunaire ou d'une digue entraînant la maritimisation d'un polder ou d'un marais arrière-littoral par exemple.

Là encore, de nombreuses incertitudes demeurent. Les épisodes de submersion marine sont liés aux surcotes provoquées par les marées de tempête, le plus souvent lors des périodes de vives eaux. L'évolution de ces phénomènes extrêmes, dans le contexte du changement climatique, reste pour le moment très incertaine.

La vulnérabilité, relativement élevée, à l'aggravation des risques littoraux dans le contexte du changement climatique interroge les politiques d'aménagement futures sur le littoral de la baie de Seine et de Haute-Normandie.

Comme l'illustre le tableau ci-après (Tabl. 20 -), un grand nombre d'enjeux humains et socioéconomiques se trouvent dans les zones basses situées sous les niveaux marins centennaux sur les littoraux de la Baie de Seine et de Haute-Normandie.

⁴⁹ Source : base de données GASPARE recensant les arrêtés de catastrophe naturelle par commune.

⁵⁰ Source : <http://www.alertes-meteo.com/>

⁵¹ Source : Projet de SRCAE Haute-Normandie, 2012.

Tabl. 20 - Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux (CETMEF, 2010)

Enjeux	Seine-Maritime	Eure	Calvados	
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux -1m	Surface (ha)	11 039	4 533	5 078
	Nombre de bâtiments	3 776	287	2 583
	Linéaire de transport routier (km)	246	25	100
	Linéaire de transport ferroviaire (km)	30	0	6
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux	Surface (ha)	18 822	6 927	13 458
	Nombre de bâtiments	8 266	737	7 740
	Linéaire de transport routier (km)	691	85	325
	Linéaire de transport ferroviaire (km)	146	1	27
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux +1m	Surface (ha)	21 815	7 192	17 997
	Nombre de bâtiments	12 037	1 094	13 204
	Linéaire de transport routier (km)	995	95	563
	Linéaire de transport ferroviaire (km)	231	6	40

La pression foncière sur le littoral, déjà élevée actuellement, pourrait en effet s'accroître, dans la perspective d'une hausse de l'attractivité touristique liée en particulier à la hausse des températures moyennes estivales et au possible (mais incertain) report de population touristique de la côte méditerranéenne vers les côtes atlantique et de la Manche. Les études disponibles actuellement soulignent ainsi une hausse attendue du nombre de jours favorables aux activités touristiques de l'ordre de 20 à 30 jours, dont 10 en été, entre 1970 et 2080⁵².

L'un des enjeux futurs majeurs de ce territoire sera de concevoir et d'encadrer l'aménagement pour saisir cette opportunité économique, tout en tenant compte et en réduisant la vulnérabilité à l'évolution des risques d'érosion et de submersion.

⁵² CGDD, 2010, cité par l'Etude sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation du Calvados au changement climatique, Conseil Général du Calvados, 2011.

Tabl. 21 - Synthèse de la vulnérabilité des zones urbaines et touristiques du littoral de la Baie de Seine au Tréport

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Elévation du niveau marin	Evolution du risque d'érosion du trait de côte	Vulnérabilité élevée Nombreux ouvrages de protection	Aggravation du risque d'érosion, en particulier dans les secteurs où le trait de côte est urbanisé. Poursuite de l'érosion des falaises de la côte d'Albâtre avec une possible aggravation.	Rythme de l'érosion des falaises Evolution de la charge sédimentaire
	Aggravation du risque de submersion marine pour les zones urbaines	Vulnérabilité élevée Un grand nombre d'enjeux dans les zones basses exposées et plusieurs retours d'expériences	Aggravation du risque de submersion marine, qui sera plus ou moins forte en fonction des choix d'aménagement du littoral.	Evolution du niveau marin Récurrence des événements extrêmes Nombre et qualification des enjeux situés dans les zones basses exposées
Augmentation des températures moyennes estivales	Hausse de l'attractivité touristique sur le littoral	Un littoral depuis longtemps tourné vers les activités balnéaires	Le changement climatique : une possible nouvelle étape dans le développement touristique du littoral de la Baie de Seine et de Haute-Normandie (report d'une partie de la population touristique de la côte méditerranéenne).	Taux de fréquentation touristique (nombre de nuitées par an)

3.3.3.2. BAISSÉ DE LA QUALITÉ DES RESSOURCES EN EAU LITTORALES AVEC DES CONSÉQUENCES SUR LE TOURISME (BAIGNADE) ET LA CONCHYLICULTURE

Plusieurs activités économiques du littoral de la baie de Seine et de Haute-Normandie dépendent directement de la bonne qualité des eaux littorales. C'est le cas en particulier du tourisme balnéaire d'une part, dont l'attractivité dépend, entre autres, de la qualité des eaux de baignade, et de la conchyliculture d'autre part.

Dans la perspective du changement climatique, la hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse devrait abaisser le débit d'étiage des cours d'eau, et par conséquent réduire leur capacité à diluer les pollutions diffuses agricoles et les eaux de station d'épuration. L'arrivée de ces eaux sur le littoral via l'embouchure des fleuves côtiers (l'Orne, la Dives, la Touques, l'Arques, etc.) pourrait donc entraîner un renforcement du phénomène d'eutrophisation préjudiciable à ces activités.

Au-delà de l'aggravation des sécheresses, l'évolution de deux autres paramètres climatiques pourrait renforcer ce phénomène :

- L'augmentation possible des précipitations au printemps, lorsque les sols agricoles sont nus et font l'objet de traitements phytosanitaires ou d'épandage de lisiers. Les données climatiques mises à disposition pour cette étude ne permettent pas d'identifier de tendance d'évolution sur ce point. Toutefois, l'*Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie* (DREAL Basse-Normandie, 2011) évoque une « *augmentation des précipitations printanières* ». Une telle évolution conduirait à une hausse de l'érosion des sols agricoles, donc à une pollution diffuse agricole plus importante des cours d'eau et du littoral ;
- L'augmentation des températures moyennes estivales devrait favoriser l'activité chlorophyllienne, donc le phénomène d'eutrophisation sur le littoral, ainsi que le développement de micro-algues toxiques.

Les conséquences du changement climatique pourraient donc être très importantes pour :

- La conchyliculture : cette activité est déjà régulièrement touchée par des arrêtés interdisant la commercialisation des coquillages, ce qui a conduit localement à fragiliser la filière. L'augmentation de la récurrence et de la durée de ces arrêtés pourrait accroître cette fragilité en l'absence de mesures d'adaptation.

Au-delà du développement des micro-algues toxiques pour les coquillages et/ou la santé humaine, la hausse des températures moyennes devrait favoriser la résistance des agents infectieux, conduisant à une hausse de la mortalité des coquillages en période estivale et en particulier des huîtres⁵³.

- Le tourisme : la baignade étant au cœur de l'attractivité du territoire, sa possible interdiction durant certaines périodes de l'été porterait un coup important à l'activité économique du littoral, aussi bien en baie de Seine que dans les stations balnéaires de Haute-Normandie. Cet impact pourrait notamment contrebalancer la hausse attendue de l'attractivité touristique, liée à l'augmentation des températures estivales. L'augmentation de la population touristique conduirait d'ailleurs à accroître les volumes d'eau rejetés en sortie de stations d'épuration.

Cette hausse de l'attractivité touristique pourrait également accroître la pression sur les ressources en eau pour l'alimentation en eau potable. Dans le contexte de l'élévation du niveau marin et en l'absence de mesures d'adaptation, cette pression accrue pourrait favoriser la remontée du biseau salé dans les aquifères littoraux (basse vallée des fleuves côtiers et nappes littorales), réduisant d'autant la disponibilité des ressources pour cet usage. Les publications examinées dans le cadre de cette étude interrégionale ne permettent pas de préciser davantage cet impact du changement climatique.

⁵³ Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011.

Tabl. 22 - Synthèse de la vulnérabilité des activités touristiques et conchylicoles à la dégradation de la qualité des eaux littorales en Baie de Seine et sur le littoral haut-normand

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse Augmentation des températures moyennes	Dégradation de la qualité de l'eau sur le littoral avec des conséquences négatives sur les activités touristiques et conchylicoles	Arrêts interdisant ponctuellement la commercialisation des coquillages en relation avec la présence de micro-algues toxiques.	Fragilisation de la filière conchylicole. Ponctuellement : interdiction possible de la baignade, avec des conséquences importantes sur l'attractivité touristique.	Nombre et durée des arrêts interdisant la commercialisation des coquillages et/ou la baignade
Elévation du niveau marin	Déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres	Non identifié.	Vulnérabilité élevée des aquifères littoraux, avec des conséquences sur la disponibilité des ressources pour l'alimentation en eau potable.	Evolution de la remontée des eaux salines dans les nappes et les fleuves côtiers

3.3.3.3. VERS UNE TRANSFORMATION DES MILIEUX ET ECOSYSTEMES LITTORAUX, AVEC DES CONSEQUENCES SUR LE TOURISME (TRANSFORMATION DES PAYSAGES, ETC.)

L'élévation du niveau marin, s'il affecte les enjeux humains, aura aussi des conséquences sur l'évolution des milieux et des écosystèmes littoraux. Comme l'illustre le tableau ci-après (Tabl. 23 -), la majorité des zones basses les plus exposées (niveaux marins centennaux -1m) est occupée par des sites d'intérêt écologique, excepté en Seine-Maritime (en raison de l'artificialisation des côtes basses au nord de l'estuaire de la Seine – port du Havre).

Tabl. 23 - Enjeux environnementaux situés sous les niveaux marins centennaux (CETMEF, 2010)

	Enjeux	Seine-Maritime	Eure	Calvados
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux -1m	Surface (ha)	11 039	4 533	5 078
	Sites d'intérêt écologique (ha)	4 592	4 145	3 162
	Part des sites d'intérêt écologique sur le total de la surface exposée	42%	91%	62%
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux	Surface (ha)	18 822	6 927	13 458
	Sites d'intérêt écologique (ha)	6 367	6 043	4 632
	Part des sites d'intérêt écologique sur le total de la surface exposée	34%	87%	34%
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux +1m	Surface (ha)	21 815	7 192	17 997
	Sites d'intérêt écologique (ha)	6 526	6 193	5 138
	Part des sites d'intérêt écologique sur le total de la surface exposée	30 %	86 %	29 %

Les milieux littoraux sont des espaces de transition entre l'espace terrestre et l'espace maritime et présentent de ce fait une riche biodiversité, sensible à toute variation d'origine climatique et/ou anthropique.

Cette pression anthropique est déjà localement très forte, en particulier sur le littoral urbanisé du Calvados et dans les valleuses et fonds de vallée de la côte d'Albâtre. L'espace consacré aux milieux naturels s'est ainsi, pour l'essentiel, réduit aux périmètres de protection réglementaires : sites du Conservatoire du littoral, zones rendues inconstructibles en raison des risques naturels (érosion des falaises, érosion et submersion marine, etc.).

L'érosion du trait de côte et la plus grande récurrence des épisodes de submersion marine, en relation avec l'élévation du niveau marin, devrait se traduire par un recul des milieux naturels. Néanmoins, dans beaucoup de cas, ce recul sera rendu impossible par la présence d'ouvrages de défense et/ou d'enjeux socioéconomiques (zone urbaine, etc.) en arrière du trait de côte actuel, conduisant en l'absence de mesure d'adaptation à la disparition de ces milieux. C'est le cas en particulier des marais maritime ou arrières-littoraux.

Par ailleurs, comme pour les autres milieux naturels normands, la hausse des températures moyennes aura des conséquences sur l'aire de répartition des espèces, donc sur l'évolution des écosystèmes. La capacité d'adaptation de ces derniers à l'évolution du climat dépendra donc pour une bonne partie de la qualité des continuités écologiques.

De façon générale, la faible continuité des espaces naturels sur de nombreuses portions du littoral de la baie de Seine et de Haute-Normandie constitue un facteur de vulnérabilité significatif à l'élévation du niveau de la mer dans le contexte du changement climatique.

Zoom sur deux sites du littoral de la Baie de Seine et de Haute-Normandie

Le site de Graye-sur-mer

Situé sur le littoral du Calvados entre les deux zones urbaines touristiques de Ver-sur-mer et de Courseulles-sur-mer, ce site du Conservatoire du littoral est constitué d'un estran sableux et d'un cordon dunaire protégeant un marais des influences maritimes.

Le cordon étant exposé à l'érosion, des aménagements ont été réalisés pour le préserver de ce risque et protéger le marais contre les intrusions marines. Il s'agit en effet de préserver un milieu humide très riche, présentant une grande diversité d'habitats et d'écosystèmes (roselières, tourbières boisées, etc.).

Dans la perspective de l'élévation du niveau marin, le renforcement de l'érosion devrait conduire à des intrusions marines plus fréquentes, entraînant une modification durable de ce milieu remarquable (hausse du niveau de l'eau et de la salinité). A terme, et en l'absence de mesure de protection du cordon dunaire, le marais pourrait se trouver en contact permanent avec l'espace maritime.

Ce site naturel, encadré par des zones urbaines touristiques, est fréquenté par les touristes, en particulier pour la qualité des paysages et la diversité du milieu. Le changement climatique pose donc la question de l'évolution de ce milieu, entre gestion patrimoniale destinée à protéger le milieu dans sa configuration actuelle (impliquant une défense plus lourde du cordon dunaire) et gestion éco-systémique destinée à accompagner l'évolution du milieu.

Source : Programme européen BRANCH (Biodiversity Requires Adaptation in North West Europe under a CHanging climate », 2003-2007).

Le site de la basse vallée de la Saône

Située sur le littoral de la côte d'Albâtre, la basse-vallée de la Saône est déjà marquée par les risques d'érosion et d'inondation par submersion marine et par crue du cours d'eau.

Un processus de concertation est engagé avec les deux communes se partageant le site et les différentes parties prenantes sur le territoire. Deux enjeux majeurs ont été identifiés sur le plan environnemental : le suivi de la salinisation, en cours, du milieu d'eau douce d'une part, et la restauration de la continuité écologique terre-mer, destinée à assurer la libre circulation des poissons migrateurs.

L'enjeu pour ce territoire est d'assurer la prise en compte de ces enjeux environnementaux tout en valorisant le développement des activités de tourisme et de loisir sur le territoire (présence d'un camping, activités de chasse, etc.).

Cet exemple témoigne de l'imbrication des enjeux environnementaux et socioéconomiques sur les territoires littoraux. La prise en compte des impacts du changement climatique sur les premiers ne saurait être efficace sans prendre en compte les seconds, et inversement.

Source : Projet INTERREG LICCo (« Living with a changing coast », 2011-2014)

Tabl. 24 - Synthèse de la vulnérabilité des milieux et écosystèmes littoraux à l'évolution du climat en baie de Seine et sur le littoral haut-normand

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Elévation du niveau marin	Transformation des milieux littoraux en relation avec une mobilité accrue du trait de côte	Oui ponctuellement (ex : salinisation progressive de la basse vallée de la Saône)	La hausse du niveau marin se traduira par une mobilité accrue du trait de côte et un recul progressif des milieux littoraux. La vulnérabilité des milieux est très élevée lorsque les ouvrages de défense et/ou zones urbanisées limitent cette capacité de recul.	Evolution du niveau marin
Augmentation des températures moyennes	Evolution de l'aire de répartition des espèces	Oui	Vulnérabilité élevée : la biodiversité devrait fortement évoluer, en particulier pour les zones humides d'eau douce arrière-littorales. Le degré d'incertitude reste important, l'évolution des milieux et écosystèmes dépendant de nombreux facteurs (relations entre les espèces, vitesse d'élévation du niveau marin, etc.).	Non identifié (dépend du contexte local).

3.4. LE LITTORAL DE LA PRESQU'ILE DU CONTENTIN : UN ESPACE PRESERVE

3.4.1. Périmètre et contexte géographique

Le littoral du Cotentin s'étend de la Baie du Mont Saint-Michel aux marais du Bessin et du Cotentin (qu'il intègre) et peut être divisé en quatre grands ensembles :

- **La baie du Mont St Michel** : modelée en permanence par les dynamiques marines locales (marnages du golfe Normano-Breton, puissants courants de marée, vents forts de secteur Ouest, etc.), qui se traduisent par des mouvements hydro-sédimentaires importants, elle connaît une morphologie fluctuante, avec de fortes incidences sur les activités humaines⁵⁴. C'est le cas notamment du tourisme, particulièrement important, en raison de l'attractivité du site du Mont St Michel (3,5 millions de visiteurs par an en moyenne, selon l'Office de tourisme du Mont St Michel).

Au-delà, la Baie du Mont St Michel constitue un espace de haute qualité paysagère et écologique, en raison de la diversité de ses milieux naturels : milieux marins immergés en permanence, estran sablo-vaseux, platiers rocheux, marais salés, bancs coquilliers et littoral diversifié (cordons dunaires, falaises granitiques, marais périphériques et polders). La Baie représente à ce titre un site d'importance internationale pour l'avifaune migratrice. Le caractère exceptionnel de la biodiversité de la Baie est d'ailleurs reconnu au titre du Réseau Natura 2000 et bénéficie de la politique européenne en matière de préservation des milieux naturels⁵⁵.

- **La côte des Havres** (côte ouest de la presqu'île), se caractérise par la présence de huit havres, entités écologiques estuariennes spécifiques des côtes sableuses basses très évolutives (présence d'une flèche sableuse très mobile). Quelques espaces urbanisés bordent ces havres, mais l'activité touristique y reste limitée.

L'enjeu majeur de ces sites relève de la protection des milieux et des écosystèmes naturels, souvent très riches (milieux dunaires, marais maritimes, etc.). La plupart des havres font l'objet de mesures de protection (acquisition de terrains par le Conservatoire du littoral, classement en zone Natura 2000, ZICO etc.).



Fig. 40. Photographie aérienne du Havre de Regneville (source : Geoportail, 2013)

⁵⁴ Conservatoire du Littoral, 2012.

⁵⁵ Conservatoire du Littoral, 2010, Documents d'objectifs Natura 2000 – Baie du Mont-Saint-Michel – Document de synthèse

- **Le nord de la presqu'île**, marqué notamment par le port et la ville de Cherbourg, ainsi que par les activités liées à l'industrie nucléaire (site de la Hague, centrale de Flamanville, chantier de construction de l'EPR). Ce dynamisme industriel, générateur d'emplois, est aussi source de risques technologiques (deux sites classés SEVESO).

La situation excentrée de l'agglomération de Cherbourg, encore assez mal desservie par les réseaux de transport (malgré les efforts importants des collectivités territoriales et de l'Etat), limite la capacité du port à capter les flux de marchandises transitant au large de ses côtes, au bénéfice de ports mieux desservis et en particulier du Havre.

- **Le Parc Naturel Régional (PNR) des marais du Cotentin et du Bessin** (carte ci-après) débouche sur l'espace maritime par la Baie des Veys à l'ouest de la Baie de Seine et regroupe des zones humides d'intérêt national et international (20% de la surface du PNR est classé en zone humide).

Couvrant une grande partie de la presqu'île du Cotentin, de la Baie de Seine à la Côte des Havres, ce PNR s'organise autour d'un vaste ensemble de marais. Créé en 1991, il a vocation à préserver les milieux qu'il abrite (marais, landes, espaces littoraux et forêts), qui sont souvent le résultat des aménagements réalisés par l'homme au cours des siècles (bocage, aménagements hydrauliques, etc.). S'étendant au cœur d'une dépression allant du havre de Lessay à l'ouest à la Baie des Veys à l'est, cet ensemble forme « l'isthme du Cotentin », susceptible, en cas d'élévation du niveau marin, d'accroître le caractère insulaire de la presqu'île du Cotentin au nord.

La question de la préservation des milieux humides est étroitement liée à celle de la gestion de l'eau. L'Atlas cartographique du PNR (2007) souligne notamment la fragilité du territoire sur le plan de la qualité de l'eau, en relation avec les rejets de stations d'épuration (STEP) et industriels (en particulier sur le bassin de la Douve). Les pollutions diffuses agricoles sont également mises en exergue (azote, matières phosphorées et nitrates). Si les eaux de baignades littorales restent à ce jour peu touchées par ces pollutions, ce n'est pas le cas des eaux conchylicoles au fond de la baie des Veys et au sud du Havre de Gêfosse (classement en B pour la qualité des eaux).

Plusieurs initiatives sont en cours pour répondre à cet enjeu. C'est le cas notamment de la mise en place du Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) Douve-Taute, dont les objectifs sont la préservation des milieux humides, la sécurité de l'alimentation en eau potable (gestion des prélèvements dans l'aquifère de l'isthme du Cotentin) et l'amélioration de la qualité de l'eau dans la Baie des Veys.

Le littoral de la presqu'île du Cotentin se caractérise donc avant tout par la richesse de sa biodiversité, de la Baie du Mont St Michel à la Baie des Veys en passant par la Côte des Havres et l'isthme du Cotentin. Deux raisons majeures expliquent le caractère préservé de ce territoire :

- Son caractère relativement excentré, qui ne facilite pas son accessibilité, malgré la volonté depuis plusieurs années d'améliorer la qualité des réseaux de transports ;
- La mise en place de nombreuses mesures de protection des milieux, en bonne intelligence avec le développement local, comme en témoigne en particulier le PNR des marais du Cotentin et du Bessin.

La Baie du Mont St Michel et le nord de la presqu'île se distinguent dans cet ensemble, le premier pour sa forte attractivité touristique et le second pour son dynamisme urbain et industriel, porté pour l'essentiel par la filière nucléaire.



Fig. 41. Le territoire du Parc Naturel Régional des marais du Cotentin et du Bessin (source : PNR des marais du Cotentin et du Bessin, janvier 2007, Atlas cartographique)

3.4.2. Evolution climatique attendue

3.4.2.1. CLIMAT ACTUEL

Le climat du littoral du Cotentin est largement déterminé par sa forte exposition aux influences océaniques :

- Les températures moyennes y sont plus importantes qu'à l'intérieur des terres : entre 11 et 11,5°C en moyenne annuelle, entre 6 et 6,5°C en moyenne hivernale et entre 16 à 18°C en moyenne estivale (pour la période 1970-2000) ;
- Les cumuls de précipitations y sont parmi les plus élevés de Normandie (jusqu'à 1 200mm par an). La presqu'île du Cotentin forme en effet un obstacle face aux dépressions atlantiques. Les précipitations observées en moyenne estivale s'échelonnent entre 300 et 450 mm, et jusqu'à 900 mm en période hivernale.

3.4.2.2. CLIMAT FUTUR : RESULTAT DES SIMULATIONS CLIMATIQUES⁵⁶

L'analyse des données des simulations climatiques de Météo-France permet d'apprécier l'évolution possible de certains paramètres climatiques à différents horizons temporels pour le territoire de la Baie du Mont St Michel à la presqu'île du Cotentin. On devrait ainsi observer :

- **Une augmentation progressive des températures**, notamment lors des périodes estivales (jusqu'à +1,2°C en 2030, +2°C en 2050 et +3,5°C en 2080) par rapport à celle des températures moyennes hivernales (jusqu'à +1,6°C en 2030, +2,2°C en 2050 et +2,6°C en 2080) ;
- **Une évolution contrastée des précipitations moyennes annuelles** (de 0 à -5% à l'horizon 2050 et jusqu'à -15% en 2080) et surtout estivales (-15% dès 2050 et jusqu'à -25% en 2080) ;
- **Une augmentation de l'exposition du territoire aux canicules** avec, selon les données de Météo-France, entre 0 et 5 jours en 2030 et jusqu'à 40 jours en 2080 (cumulés sur 30 ans) ;
- **Une hausse de l'exposition du territoire aux périodes de sécheresses** avec entre 25 et 40% de temps passé en état de sécheresse en 2030 à plus de 80% à l'horizon 2080.

3.4.3. Les principaux impacts du changement climatique

Au regard des caractéristiques socioéconomiques et environnementales décrites plus haut et de l'évolution attendue du climat pour ce territoire, deux enjeux majeurs ressortent en terme de vulnérabilité au changement climatique :

- Assurer la préservation de milieux naturels terrestres et marins remarquables et très diversifiés, dont dépendent bon nombre d'activités, à commencer par le tourisme et la conchyliculture ;
- Saisir l'opportunité de la hausse de l'attractivité touristique en tenant compte de l'aggravation des risques littoraux et de la réduction de la disponibilité des ressources en eau.

⁵⁶ Sources : Météo-France – DATAR, décembre 2012, *Fourniture d'indicateurs pour caractériser le changement climatique* ; *Projet de SRCAE Haute Normandie*, Conseil Régional et DREAL Haute-Normandie, 2012

3.4.3.1. LA VULNERABILITE DES MARAIS DU BESSIN ET DU COTENTIN : VERS UNE TRANSFORMATION ENCORE INCERTAINE DES MILIEUX ET ECOSYSTEMES

Maritimisation du milieu et déplacement du biseau salé

Comme évoqué plus haut, les marais du Bessin et du Cotentin constituent un ensemble de milieux naturels très riche en biodiversité. S'étendant du Havre de Lessay à l'Ouest à la baie des Veys à l'Est, ils couvrent en effet une grande partie du territoire du Cotentin.

Cette situation explique la très forte proportion de sites d'intérêt écologique situés sous les niveaux marins centennaux dans le département de la Manche (Tabl. 25 - et ci-dessous), comparativement aux autres départements littoraux normands (Fig. 42).

Tabl. 25 - Enjeux environnementaux situés sous les niveaux marins centennaux sur le littoral de la Manche (CETMEF, 2010)

	Enjeux	Manche
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux -1m	Surface (ha)	19 786
	Sites d'intérêt écologique - Natura 2000 (ha)	16 765
	Part des sites d'intérêt écologique sur le total de la surface exposée	85%
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux	Surface (ha)	31 989
	Sites d'intérêt écologique - Natura 2000 (ha)	24 292
	Part des sites d'intérêt écologique sur le total de la surface exposée	76%
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux +1m	Surface (ha)	41 992
	Sites d'intérêt écologique - Natura 2000 (ha)	28 200
	Part des sites d'intérêt écologique sur le total de la surface exposée	67%

Part des sites d'intérêt écologique dans les zones basses situées sous les niveaux marins centennaux +1m (ha)

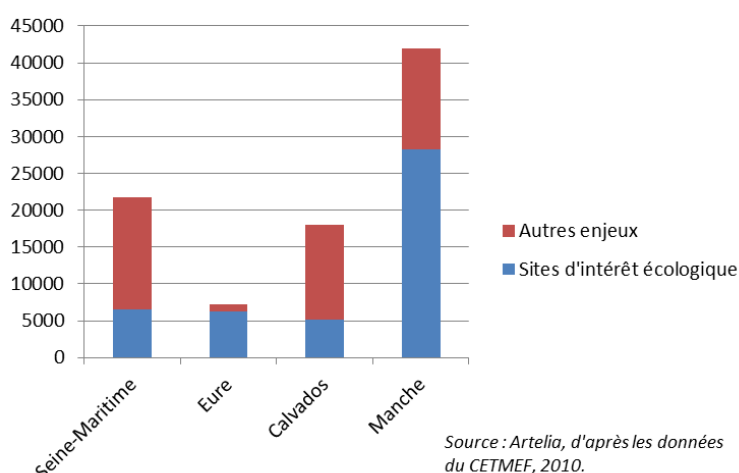


Fig. 42. Part des sites d'intérêt écologique dans la surface des zones basses situées sous les niveaux marins centennaux +1m (d'après les données du CETMEF, 2010).

Dans la perspective du changement climatique, la hausse du niveau marin pourrait se traduire par une maritimisation progressive de ces marais, susceptible de modifier profondément les écosystèmes et les paysages, avec un effet indirect sur les activités humaines dans les marais et en particulier :

- Sur le tourisme ;
- Sur l'agriculture : cette maritimisation progressive des marais devrait en effet se traduire par une perte non négligeable de surfaces en herbe le long du littoral, avec un effet direct sur les filières d'élevage et notamment sur la filière lait-viande.

Cette maritimisation progressive des marais pourrait également se traduire par le déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres, avec des conséquences importantes sur la disponibilité des ressources en eau. Les marais du Bessin et du Cotentin constituent en effet une ressource importante pour l'alimentation en eau potable des populations et l'approvisionnement des industries (notamment agro-alimentaires) de la Manche et de l'ouest du Calvados. Ils sont ainsi qualifiés « d'aquifère remarquable » par le SDAGE Seine-Normandie.

Comme l'illustre la carte ci-après, la remontée du biseau salé pourrait, à long terme et en l'absence de mesures d'adaptation, réduire considérablement la disponibilité de cette ressource en affectant un grand nombre de points de prélèvements.

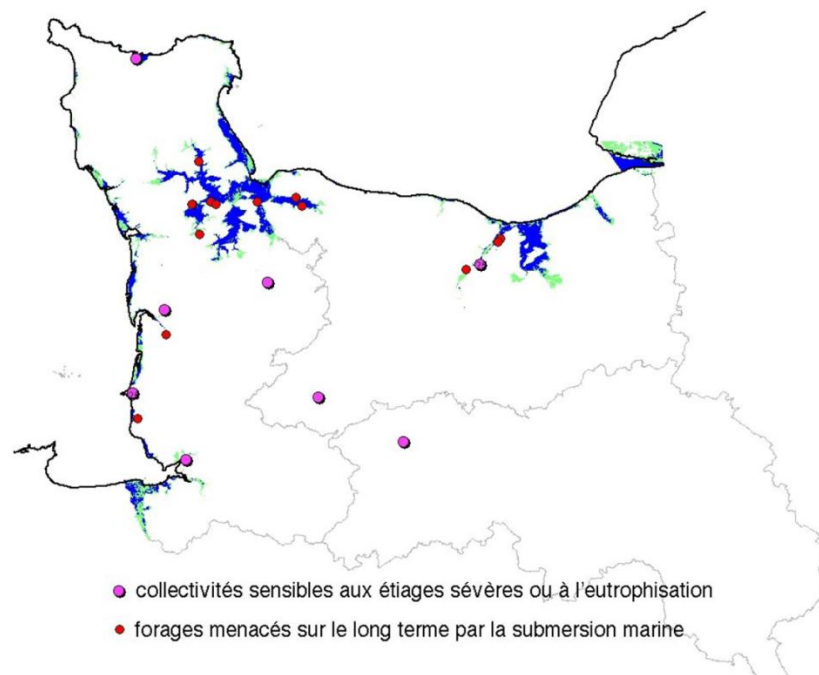


Fig. 43. Impact du changement climatique sur la disponibilité de la ressource en eau en Basse-Normandie (DREAL Basse-Normandie, 2011)

Dégradation de la qualité des eaux littorales : un impact direct sur le tourisme et la conchyliculture

De même que pour le territoire de la baie de Seine et du littoral haut-normand, la hausse de l'intensité et de la fréquence des épisodes de sécheresse devrait avoir des conséquences sur la qualité des eaux littorales, donc sur le tourisme balnéaire et la conchyliculture.

La situation actuelle est décrite dans l'*Atlas cartographique du PNR* (2007) comme suit :

- La qualité des eaux de surface est jugée « médiocre », en raison de la mauvaise qualité des stations d'épuration (notamment sur les bassins de la Douve et de la Vire) et des pollutions agricoles (bassins de la Taute et de la Vire) ;
- Cette situation n'affecte pas, pour l'essentiel, la qualité des eaux de baignade, jugée satisfaisante à l'heure actuelle ;
- La qualité de l'eau pour la conchyliculture est ponctuellement insuffisante, en particulier au fond de la baie des Veys et au sud du Havre de Gêfosse.

Dans la perspective du changement climatique et en l'absence de mesures visant à réduire les pollutions à la source, la baisse du débit d'étiage liée à la hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse devrait réduire la dilution de ces polluants et contribuer à dégrader davantage la qualité des eaux sur le littoral. L'augmentation possible des précipitations de printemps, lorsque les sols sont nus et font l'objet de traitements phytosanitaires ou d'épandage de lisiers, devrait également contribuer à cette dégradation.

Dans le même temps, la hausse des températures moyennes hivernales pourrait accroître le taux de mortalité des huîtres. Les hivers doux – tels que l'hiver 2000-2001 – permettent en effet aux agents pathogènes touchant les huîtres de survivre en plus grand nombre (IFREMER, 2009⁵⁷). L'impact financier d'une telle évolution pourrait être très important. En 2001, la douceur de l'hiver a ainsi conduit à un taux de mortalité d'environ 40% en baie des Veys, entraînant une perte financière de l'ordre de 7,6 millions d'euros⁵⁸.

Evolution des écosystèmes marins et conséquences sur les activités de pêche

L'espace maritime au large du littoral du nord Bretagne et du Cotentin constitue un espace de transition entre deux zones biogéographiques septentrionale et méridionale, ce qui rend les effets du changement climatique sur l'évolution de l'aire de répartition des espèces difficile à détecter. Une telle zone est en effet marquée par des fluctuations constantes de ces aires de répartition.

⁵⁷ « Les hivers doux et humides sur la façade atlantique sont liés à un phénomène climatologique de grande ampleur : l'Oscillation Nord Atlantique (NAO en anglais). Une corrélation a pu être établie entre l'indice NAO hivernal (connu dès mars) et le taux des mortalités estivales. » (IFREMER, 2009)

Les hivers dominés par des régimes NAO positifs seront à l'avenir plus fréquents du fait du changement climatique (Cassou, 2004). » (Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie, DREAL Basse-Normandie, 2011)

⁵⁸ Estimation tirée de l'Etude sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation du Calvados au changement climatique, Conseil Général du Calvados, 2011.

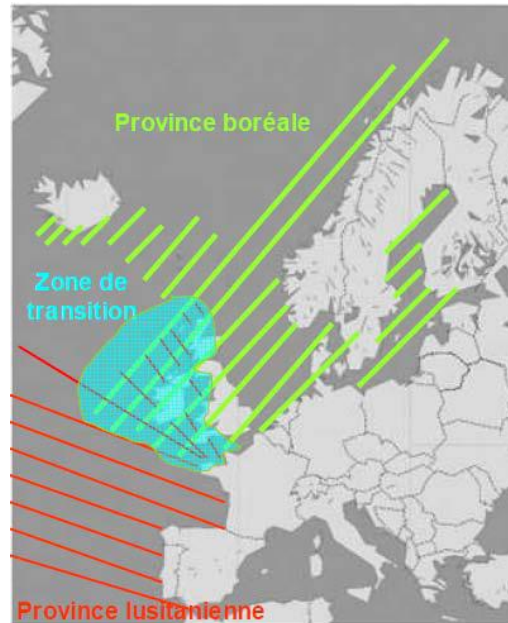


Fig. 44. Zone de transition entre les zones biogéographiques boréales et lusitaniennes (source : CSE Bretagne, 2009, d'après Briggs, 1974)

Les différentes études et publications sur le sujet ont permis de mettre en évidence l'impact direct du changement climatique sur la migration de l'aire de répartition de quelques espèces uniquement. C'est le cas par exemple de l'huître creuse du Pacifique : introduite dans les années 1970 pour répondre à l'effondrement de l'huître portugaise et des huîtres plates, les scientifiques de l'Ifremer affirmaient à l'époque qu'elle ne pourrait pas s'acclimater dans le milieu naturel. Les études récentes montrent qu'elles se sont aujourd'hui acclimatées sur l'ensemble des côtes françaises.

Zoom sur le projet Continuous Plankton Recorder (CPR)

Depuis les années 1930, les scientifiques anglais placent des « enregistreurs de planctons » (Continuous Plankton Recorder) à la remorque des navires transatlantiques.

Les séries de données statistiques obtenues, traitées par Grégory Beaugrand, permettent de distinguer ce qui relève de la variabilité interannuelle normale – liée à l'oscillation nord Atlantique – d'une part, et ce qui relève de l'anomalie liée à l'évolution de la température de l'eau d'autre part.

Ses travaux montrent ainsi que les populations de plancton ont migré vers le nord, ce qui peut provoquer un déséquilibre alimentaire pour les larves de morues qui s'en nourrissent. Ce phénomène a un impact direct sur la pêche au cabillaud, impact qui s'associe par ailleurs à celui de la surexploitation de cette ressource halieutique pour expliquer la diminution très importante de cette dernière en mer du Nord.

Source : <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v204/p299-303/>

L'aire de répartition de certaines espèces se déplace donc vers le nord. Au-delà de ce constat, l'évolution des écosystèmes marins dépendra de nombreux autres facteurs (capacité et vitesse d'adaptation des espèces, déplacement plus ou moins rapide d'espèces interdépendantes, etc.).

S'il est clair qu'une telle évolution aura des conséquences sur les activités de pêche, il semble difficile de les qualifier au regard des informations disponibles.

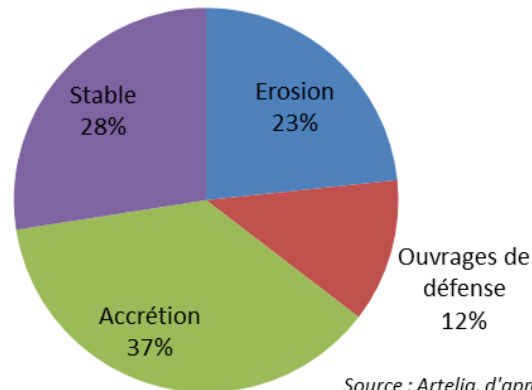
Tabl. 26 - Synthèse de la vulnérabilité des marais du Bessin et du Cotentin aux impacts du changement climatique

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Elévation du niveau marin	Transformation des milieux et des écosystèmes en relation avec la maritimisation progressive des marais Déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres	Non identifié	Vulnérabilité élevée à la hausse du niveau marin en raison de la faible altitude des marais : maritimisation progressive entraînant une évolution progressive des écosystèmes. La remontée du biseau salé à l'intérieur des terres aura d'importantes conséquences sur les nombreux usages dépendant de cet aquifère (AEP et industrie pour l'essentiel).	Evolution de la remontée des eaux salines dans les marais du Bessin et du Cotentin
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse Hausse des températures moyennes hivernales	Dégradation de la qualité de l'eau sur le littoral avec des conséquences négatives sur les activités touristiques et conchylicoles	Vulnérabilité moyenne pour les eaux conchylicoles, en particulier au fond de la baie des Veys et au sud du Havre de Géfosse	Vulnérabilité élevée des activités conchylicoles (mortalité accrue des coquillages et baisse de la qualité des eaux littorales) et du tourisme balnéaire.	Taux de mortalité des huîtres Nombre et durée des arrêts interdisant la commercialisation des coquillages et/ou la baignade
Hausse des températures moyennes	Evolution des écosystèmes marins	Le déplacement vers le nord de l'aire de répartition de certaines espèces en relation avec l'évolution du climat a été démontré.	L'évolution des écosystèmes marins reste difficile à prévoir en l'état actuel des connaissances disponibles. Il n'est donc pas possible de qualifier la vulnérabilité des activités de pêche à cette évolution.	Suivi des populations de planctons

3.4.3.2. UNE VULNERABILITE ACCRUE DES COTES BASSES AU RISQUE DE SUBMERSION MARINE, DANS UN CONTEXTE D'ATTRACTIVITE TOURISTIQUE ACCRUE

Contrairement au littoral de la baie de Seine et de Haute-Normandie, l'essentiel du littoral de la presqu'île du Cotentin est stable ou en accrétion, ce qui s'explique, d'une part, par les caractéristiques géologiques du territoire, qui présente notamment des côtes granitiques, peu sensibles à l'érosion ; et, d'autre part, par la présence de nombreux secteurs abrités de la houle (havres, baie des Veys, etc.).

Dynamique du trait de côte sur le littoral de la Manche



Source : Artelia, d'après
les données de la base
Eurosion, 2004

Fig. 45. La dynamique du trait de côte sur le littoral de la Manche (Artelia, d'après les données de la base Eurosion, 2004)

La vulnérabilité au risque de submersion est néanmoins élevée, en raison de l'importance des zones basses (marais du Cotentin et du Bessin, Havres, Baie du Mont St Michel, etc.). Comme l'illustre le tableau ci-après (Tabl. 27 -), la Manche compte ainsi près de la moitié des zones basses situées sous les niveaux marins centennaux et environ un tiers des bâtiments et des infrastructures exposés, alors que le département ne rassemble que 15% de la population normande (INSEE, 2007).

Tabl. 27 - Enjeux socio-économiques situés sous les niveaux marins centennaux (CETMEF, 2010)

	Enjeux	Haute-Normandie	Calvados	Manche
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux - 1m	<i>Surface (ha)</i>	15 572	5 078	19 786
	<i>Nombre de bâtiments</i>	4 063	2 583	3 287
	<i>Linéaire de transport routier (km)</i>	271	100	247
	<i>Linéaire de transport ferroviaire (km)</i>	30	6	13
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux	<i>Surface (ha)</i>	25 749	13 458	31 989
	<i>Nombre de bâtiments</i>	9 003	7 740	7 851
	<i>Linéaire de transport routier (km)</i>	776	325	490
	<i>Linéaire de transport ferroviaire (km)</i>	147	27	26
Enjeux situés sous les niveaux marins centennaux +1m	<i>Surface (ha)</i>	29 007	17 997	41 992
	<i>Nombre de bâtiments</i>	13 131	13 204	15 270
	<i>Linéaire de transport routier (km)</i>	1 090	563	791
	<i>Linéaire de transport ferroviaire (km)</i>	237	40	40

Dans la perspective du changement climatique, la hausse du niveau marin devrait avoir des conséquences importantes pour l'ensemble de ces enjeux situés en zones basses.

Il est difficile, en l'état actuel des connaissances, de qualifier précisément ces conséquences. Les épisodes de submersion marine sont liés aux surcotes provoquées par les marées de tempête, le plus souvent lors des périodes de vives eaux. L'évolution de ces phénomènes extrêmes, dans le contexte du changement climatique, reste pour le moment très incertaine. Par ailleurs, un évènement extrême est susceptible, en atteignant un certain seuil, d'entraîner la maritimisation définitive d'un polder ou d'un marais arrière littoral, suite à la rupture d'une digue ou d'un cordon dunaire.

En dépit de cette incertitude et en considérant la hausse probable de l'attractivité touristique du littoral du Cotentin – qui pourrait se traduire par une hausse du nombre d'enjeux situés dans les zones basses exposées – la vulnérabilité du littoral du Cotentin à l'aggravation du risque de submersion dans le contexte du changement climatique apparaît relativement élevée.

Tabl. 28 - Synthèse de la vulnérabilité des zones basses à l'aggravation des risques littoraux

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Elévation du niveau marin	Evolution du risque d'érosion du trait de côte	Vulnérabilité moyenne Une proportion de côte exposée à l'érosion plus faible que pour le littoral de la Baie de Seine et de Haute-Normandie	Aggravation du risque d'érosion dans les secteurs déjà exposés.	Evolution de la charge sédimentaire
	Aggravation du risque de submersion marine dans les zones basses	Vulnérabilité élevée Un grand nombre d'enjeux dans les zones basses exposées et plusieurs retours d'expériences (novembre 1984, mars 2008, février 2010)	Aggravation du risque de submersion marine, qui sera plus ou moins forte en fonction des choix d'aménagement du littoral.	Evolution du niveau marin Récurrence des évènements extrêmes Nombre et qualification des enjeux situés dans les zones basses exposées
Augmentation des températures moyennes estivales	Hausse de l'attractivité touristique sur le littoral	Un littoral depuis longtemps tourné vers les activités balnéaires	Le Cotentin devrait bénéficier du report d'une partie de la population touristique de la côte méditerranéenne. Son caractère excentré devrait maintenir pour une bonne part son caractère préservé.	Taux de fréquentation touristique (nombre de nuitées par an)

3.5. LES PLAINES ET PLATEAUX ARRIERE-LITTORAUX : PLAINE DE CAEN-ARGENTAN ET PAYS DE CAUX

3.5.1. Périmètre et contexte géographique

Le territoire des plaines et plateaux arrières-littoraux intègre au sein d'un même ensemble territorial la plaine de Caen-Argentan (qui s'étend au sud jusqu'à Alençon) et le Pays de Caux. Il tire son unité de quatre éléments principaux :

- **Son orientation agricole**, tournée pour l'essentiel vers les grandes cultures (céréales et oléo-protéagineux) et les cultures industrielles (betterave, lin, etc.), par opposition à l'élevage dans les zones de bocage. Le Pays de Caux présente la particularité d'être la première région productrice de lin en France⁵⁹.

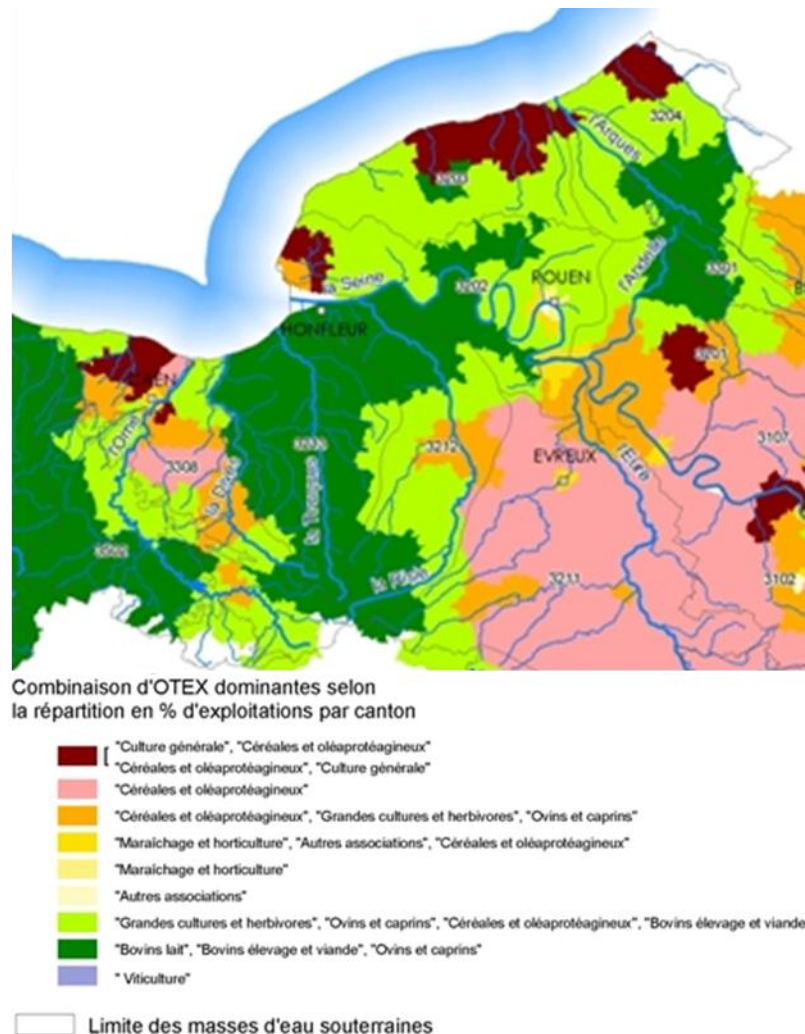


Fig. 46. Orientation technico-économiques des exploitations agricoles par canton (Recensement agricole, 2000)

⁵⁹ P. Lebourgeois, *Pays de Caux. Vie et patrimoine*, 2007

- **Le phénomène d'étalement urbain** et de périurbanisation aux abords des villes (Caen, Le Havre, Dieppe, etc.), qui se traduit par le grignotage de terres agricoles de bonne qualité.

La plaine de Caen, qui présente les terres agricoles parmi les plus fertiles de Normandie, est particulièrement concernée. L'agglomération de Caen génère en effet l'un des phénomènes de périurbanisation les plus importants à l'échelle nationale, comme en témoigne la carte ci-après présentant les densités de population communales dans le Calvados⁶⁰.

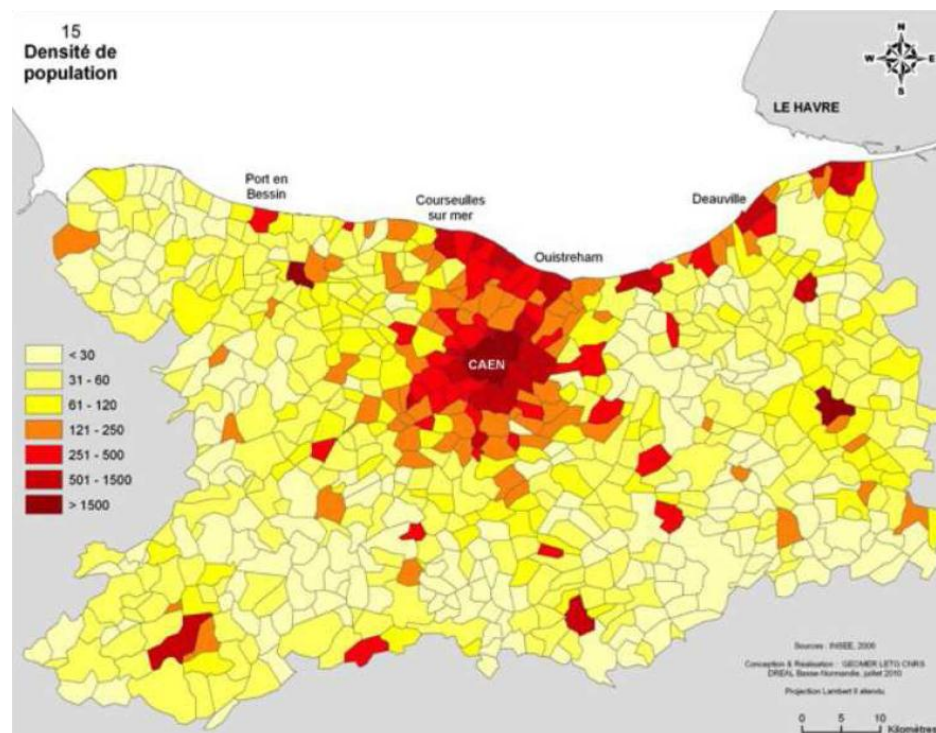


Fig. 47. La densité de population dans le Calvados (source : Le Berre et al., 2009).

- **La problématique de la gestion de l'eau** : les pressions qualitatives (pollutions diffuses agricoles et urbaines, risque d'intrusion d'eau salée dans les aquifères littoraux) et quantitatives (conflits d'usage possibles en situation de sécheresse entre les usages AEP, agricoles et industriels) sur les masses d'eau constituent un enjeu important pour ce territoire.

On notera le classement par le SDAGE Seine-Normandie de la masse d'eau « Bathonien-bajocien plaine de Caen et du Bessin » en zone de répartition des eaux (ZRE), qui impose la définition de volumes prélevables par les différents usages afin de préserver la capacité de renouvellement de la nappe ; ce qui témoigne de la fragilité des ressources en situation de sécheresse.

L'irrigation reste à l'heure actuelle peu développée pour ce territoire. Ainsi, seuls 47 irrigants et 996 ha irrigués ont été recensés dans le Calvados en 2006 (Chambre Régionale d'Agriculture, 2010).

⁶⁰ Conseil Général du Calvados - CLIMPACT, juin 2011, Etude sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation du Calvados au changement climatique

- **L'exposition et la sensibilité au risque d'inondation** : les zones urbanisées de ce territoire sont pour la plupart exposées à ce risque. C'est le cas notamment de Caen, exposée aux crues de l'Orne, ainsi que de Lisieux et Pont l'Evêque, davantage exposées au ruissellement des eaux de pluies du Pays d'Auge vers la plaine de Caen. La poursuite de l'étalement urbain dans la plaine de Caen et de la périurbanisation dans le Pays d'Auge et le Pays de Caux favorisent par ailleurs l'artificialisation des sols, donc la sensibilité du territoire aux inondations⁶¹. Une sensibilité qui devrait donc évoluer pour l'essentiel en fonction des choix d'aménagement en zone inondable, en termes d'occupation des sols et de gestion des eaux pluviales en milieu urbain qui seront faits.

3.5.2. Evolution climatique attendue

3.5.2.1. CLIMAT ACTUEL

Le territoire des plaines et plateaux arrière-littoraux affiche un important contraste climatique entre le Pays de Caux et la plaine de Caen-Argentan, en particulier pour ce qui concerne les précipitations :

- Le Pays de Caux, exposé aux flux d'ouest, présente des précipitations moyennes annuelles élevées (entre 900 et 1100 mm/an) ;
- La plaine de Caen-Argentan présente des cumuls plus faibles (environ 700 mm/an), en raison de l'effet d'abri procuré par les collines de Normandie⁶².

Sur le plan des températures, l'influence océanique se traduit par des températures moyennes annuelles plus douces à proximité du littoral (plaine de Caen et Pays de Caux) qu'à l'intérieur des terres (plaine d'Argentan jusqu'à Alençon).

3.5.2.2. CLIMAT FUTUR : RESULTAT DES SIMULATIONS CLIMATIQUES⁶³

L'analyse des simulations climatiques de Météo-France aboutit à un certain nombre d'observations concernant l'évolution possible des paramètres climatiques dans le contexte du changement climatique, pour le territoire des plaines et plateaux arrière-littoraux.

De façon générale, on devrait constater sur le territoire :

- **Une augmentation progressive des températures moyennes** avec jusqu'à +1,2°C en 2030, +2°C en 2050 et +3,2°C en 2080. Les températures moyennes estivales devraient augmenter davantage par rapport aux températures moyennes hivernales (jusqu'à +1,4°C en 2030, +2°C en 2050 et +4,5°C en 2080) ;
- **Une baisse modérée des précipitations moyennes annuelles à long terme** avec jusqu'à -5% à l'horizon 2050 et jusqu'à -20% en 2080. La baisse devrait être plus importantes en période estivale avec jusqu'à -15% dès 2030, -20% en 2050 et jusqu'à -30% en 2080).

L'exposition aux épisodes de sécheresse et de canicule devrait également s'accroître avec :

- **Une augmentation du temps passé sur 30 ans en situation de sécheresse** avec de 25 à 35% dès 2030, de 40 à 50% en 2050 et jusqu'à plus de 80% à l'horizon 2080 ;
- **Une hausse du nombre de jours passés en situation de canicule** sur une période de 30 ans avec entre 5 et 20 jours en 2030 et 2050 et près de 0 à 80 jours en 2080.

⁶¹ DREAL Basse-Normandie, avril 2010, Etude sur l'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie.

⁶² *Profil Environnemental Régional de Basse-Normandie* (version de travail), DREAL Basse-Normandie, 2013.

⁶³ Sources : Météo-France – DATAR, décembre 2012, *Fourniture d'indicateurs pour caractériser le changement climatique* ; *Projet de SRCAE Haute Normandie*, Conseil Régional et DREAL Haute-Normandie, 2012

3.5.3. Les principaux impacts du changement climatique

L'analyse du contexte socioéconomique et environnemental des plaines et plateaux arrière-littoraux, confrontée à l'évolution attendue des paramètres climatiques met en évidence trois enjeux majeurs pour ce territoire en termes de vulnérabilité au changement climatique :

- Le maintien d'une agriculture performante, marquée dans la plaine de Caen par un recul lié à la croissance de l'agglomération ;
- La préservation de qualité de vie et de la santé des habitants en période de forte chaleur, en dépit d'un étalement urbain conséquent ;
- La gestion d'une aggravation possible du risque d'inondation par crue et/ou ruissellement, incertaine sur le plan de l'évolution du climat, mais qui sera également fonction des choix d'aménagement (enjeux en zones inondables, artificialisation des sols, etc.).

3.5.3.1. DES GRANDES CULTURES ET CULTURES INDUSTRIELLES VULNERABLES A LA SECHERESSE ET AUX BIOAGRESSEURS

Changement climatique et évolution des rendements

Toute chose égale par ailleurs, la hausse des températures moyennes annuelles et l'augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère auront deux impacts majeurs :

- Le décalage des stades phénologiques des cultures ;
- L'augmentation des rendements, en particulier pour les plantes classées en C3, qui valorisent davantage le CO₂ : tournesol, blé et colza notamment.

Ces impacts sont déjà observés – notamment par les agronomes de l'INRA (Benoît, 2007) – depuis quelques décennies : plus grande précocité des dates de semis et de récolte par exemple.

Les résultats du programme Climator⁶⁴ pour la zone « Ouest » incluant la Basse-Normandie⁶⁵ soulignent notamment, dans la perspective du changement climatique :

- Une absence d'évolution notable du rendement des cultures de blé, la forte diminution du confort hydrique étant compensée par l'effet bénéfique de la hausse du taux de CO₂ dans l'atmosphère ;
- La baisse des précipitations et l'augmentation des températures pourraient entraîner une réduction de la sensibilité des cultures à certaines maladies (rouille et septoriose notamment). Le changement climatique pourrait donc conduire à une réduction de l'usage de certains traitements phytosanitaires. Néanmoins, de nouveaux parasites pourraient apparaître et se développer du fait même de l'évolution du climat.

Le décalage des stades phénologiques devrait quant à lui avoir deux conséquences :

- La plus grande précocité des dates de semis et la croissance plus rapide des plantes pourraient réduire partiellement leur sensibilité au stress hydrique ainsi qu'au risque d'échaudage durant la phase de remplissage des grains ;
- La croissance plus rapide des plantes pourrait réduire la phase de remplissage des grains, entraînant une baisse relative des rendements.

⁶⁴ Nadine BRISSON & Frédéric LEVRAULT, Projet CLIMATOR : Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces, projet ANR, INRA & ADEME, 2007-2010.

⁶⁵ La Haute-Normandie est incluse dans la zone « Centre-Nord ». Nous considérerons uniquement, pour ce territoire-type, la zone « Ouest », les informations de la zone « Centre-Nord » étant décrites pour ce même impact dans le territoire des « franges franciliennes ».

L'impact de la hausse des températures moyennes annuelles sur les rendements agricoles semble donc globalement positif pour les grandes cultures.

Il pourrait néanmoins se trouver contrebalancé, voire annulé, par la réduction des précipitations moyennes printanières et estivales et l'augmentation consécutive de la fréquence des épisodes de sécheresses agricoles et hydrologiques.

Par ailleurs, la sensibilité à la sécheresse agricole est très variable d'une parcelle agricole à une autre, dans la mesure où elle dépend de la réserve utile des sols⁶⁶.

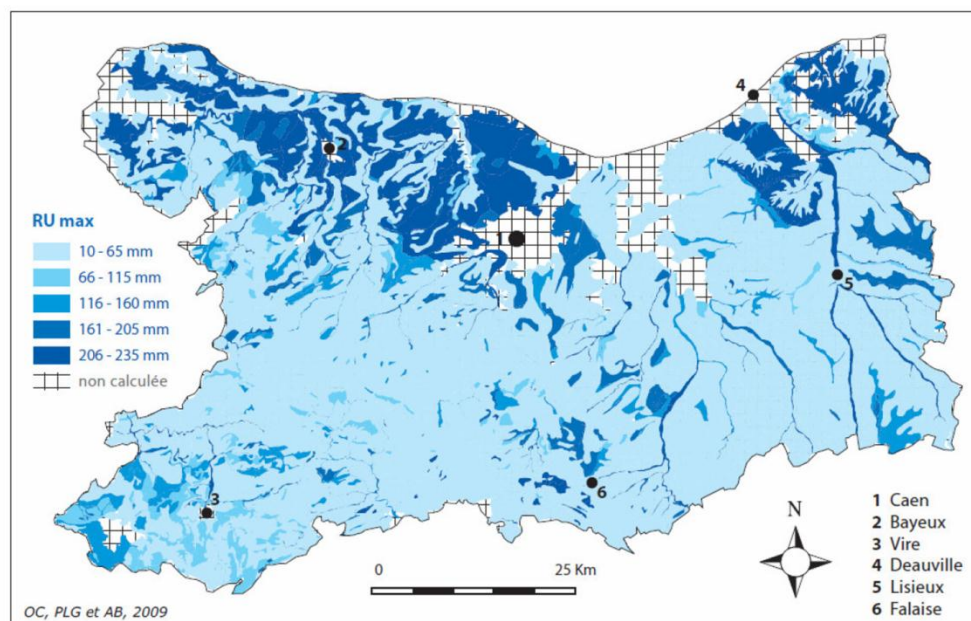


Fig. 48. Réserve agricole utile maximale du sol dans le Calvados (Programme Climaster, 2009, d'après Le Gouée et Delahaye, 2008, modifié)

Pour faire face aux épisodes de sécheresse agricole, les agriculteurs ont recours à l'irrigation. Celle-ci reste relativement marginale jusqu'à présent dans les plaines et plateaux arrière-littoraux, comparativement au territoire des franges franciliennes.

Toutefois, dans le contexte de la hausse attendue de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse, les agriculteurs pourraient être plus nombreux à s'équiper, de façon à préserver leurs rendements. La pression sur les ressources en eau pourrait alors s'accroître.

Or, dans le même temps, la baisse des précipitations moyennes, non négligeable en 2030 pour la période estivale et significative à l'horizon 2050, devrait conduire à une réduction de la recharge des masses d'eau souterraines et du débit des cours d'eau. Cette situation se traduirait par une augmentation de l'exposition de l'agriculture à la sécheresse hydrologique, en limitant la disponibilité des ressources en eau pour l'irrigation.

⁶⁶ O. CANTAT, P. LE GOUEE, A. BENSARD, Le rôle de la topographie et des sols dans la modélisation spatiale d'échelle fine des bilans hydriques, Programme Climaster, 2009.

Tabl. 29 - Synthèse de la vulnérabilité des grandes cultures dans les plaines et plateaux arrières-littoraux (en particulier dans la plaine de Caen-Argentan)

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur de suivi potentiel
Hausse des Températures moyennes annuelles	Décalage des stades phénologiques et hausse des rendements	Oui (Travaux de l'INRA, Programme Climator)	Poursuite attendue de la hausse des rendements au moins jusqu'en 2050 et du décalage des stades phénologiques.	Dates de semis Dates de récolte
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse	Baisse des rendements et perte de récoltes	Oui Retours d'expériences : 1976, 1990, 1996, 2003, 2005	Vulnérabilité moyenne à élevée : des épisodes de sécheresse plus fréquents et une baisse de la disponibilité des ressources. Même si le besoin en eau pour l'irrigation sera plus faible que dans d'autres territoires en France, la tension sur les ressources dans la plaine de Caen pourrait s'avérer importante.	Etat de la réserve utile des sols

3.5.3.2. ETALEMENT URBAIN DANS LA PLAINE DE CAEN ET DEGRADATION DU CONFORT THERMIQUE D'ETE

La plaine de Caen est marquée par une dynamique d'étalement urbain parmi les plus importantes à l'échelle nationale. Ce phénomène a plusieurs conséquences, avec entre autre :

- La construction de logements individuels, aux dépens en particulier de terres agricoles de bonne qualité (présentant une forte réserve utile) ;
- Le développement important des déplacements automobiles.

La hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires est moins importante dans la plaine de Caen qu'à Alençon ou dans le territoire des franges franciliennes. Toutefois, cette dynamique d'étalement urbain se traduit par une vulnérabilité moyenne pour les raisons suivantes :

- **La nature des bâtiments et de l'aménagement urbain** : l'étalement urbain est le résultat de la construction massive de logements individuels, plus difficiles à isoler que les logements collectifs et qui présentent de ce fait une plus forte sensibilité à l'inconfort thermique d'été et d'hiver que les logements collectifs.

L'étalement urbain, caractérisé par un taux d'artificialisation des sols relativement élevé, devrait par ailleurs se traduire par une aggravation de l'Effet Ilot de Chaleur Urbain (EICU) dans le centre-ville de Caen.

- **Les caractéristiques démographiques et sociologiques du territoire :**

- **Le vieillissement de la population :** selon les scénarios d'évolution démographique de l'INSEE, la part des plus de 65 ans devrait passer de 16 % de la population aujourd'hui à 27 % à l'horizon 2040 dans le département du Calvados (INSEE, 2011). Les personnes âgées étant parmi les plus sensibles aux épisodes caniculaires, il s'agit là d'un bon indicateur de la vulnérabilité future élevée du territoire face à l'aggravation attendue des épisodes caniculaires.

Tabl. 30 - Evolution de la population par tranche d'âge entre 2007 et 2040 dans le Calvados (Artelia, d'après les données INSEE, 2011)

	< 20 ans	20-64 ans	65 ans et +
Calvados	+0 %	-2.56%	+ 90,91%

- **La culture de la chaleur :** la canicule d'août 2003 a ainsi conduit, en Normandie, à une surmortalité plus importante que dans les régions du sud de la France (Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Midi-Pyrénées). Cette situation s'explique en grande partie par une culture de la chaleur beaucoup moins présente que dans les territoires confrontés régulièrement à de fortes chaleurs.

Cette culture de la chaleur s'exprime sur le plan comportemental (fermer les volets aux heures les plus chaudes de la journée, s'hydrater régulièrement, etc.) que sur le plan de la conception thermique des bâtiments.

- La qualité de l'air : les zones sensibles du point de vue de la qualité de l'air couvrent seulement 3,6% du territoire régional, mais concernent 31,7% de la population. La plaine de Caen est le territoire le plus concerné. L'étalement urbain a en effet conduit à augmenter le trafic automobile, renforçant d'autant les pics de pollution à l'ozone (O3) en situation de canicule.

Au-delà, cette sensibilité se trouve renforcée par les vents d'Est venus de l'océan (brise de mer), qui tendent à diffuser les polluants atmosphériques dans l'arrière-pays.

Tabl. 31 - Synthèse de la vulnérabilité de la population des plaines et plateaux arrière-littoraux à l'aggravation des épisodes caniculaires

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateurs de suivi potentiels
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires	Dégradation du confort thermique dans les bâtiments résidentiels	Oui Retour d'expérience de la canicule d'août 2003	Vulnérabilité moyenne liée à l'étalement urbain très important autour de Caen.	Nombre de logements individuels neufs / an
	Aggravation du phénomène d'EICU dans le centre-ville de Caen		Vulnérabilité moyenne en raison de la proximité de l'espace maritime d'une part, mais de la forte artificialisation des sols liée à l'étalement urbain d'autre part.	Part des espaces végétalisés dans l'agglomération de Caen
	Dégradation de la qualité de l'air		Vulnérabilité élevée, liée à l'importance des transports routiers individuels (étalement urbain) dans l'agglomération de Caen.	Suivi de la concentration d'Ozone dans l'atmosphère
	Surmortalité des populations les plus fragiles		Vulnérabilité élevée liée au vieillissement de la population.	Evolution de la part des plus de 65 ans dans la population

3.5.3.3. UNE VULNERABILITE INCERTAINE A L'AGGRAVATION DU RISQUE D'INONDATION

Le territoire des plaines et plateaux arrière-littoraux est exposé aux inondations en relation avec :

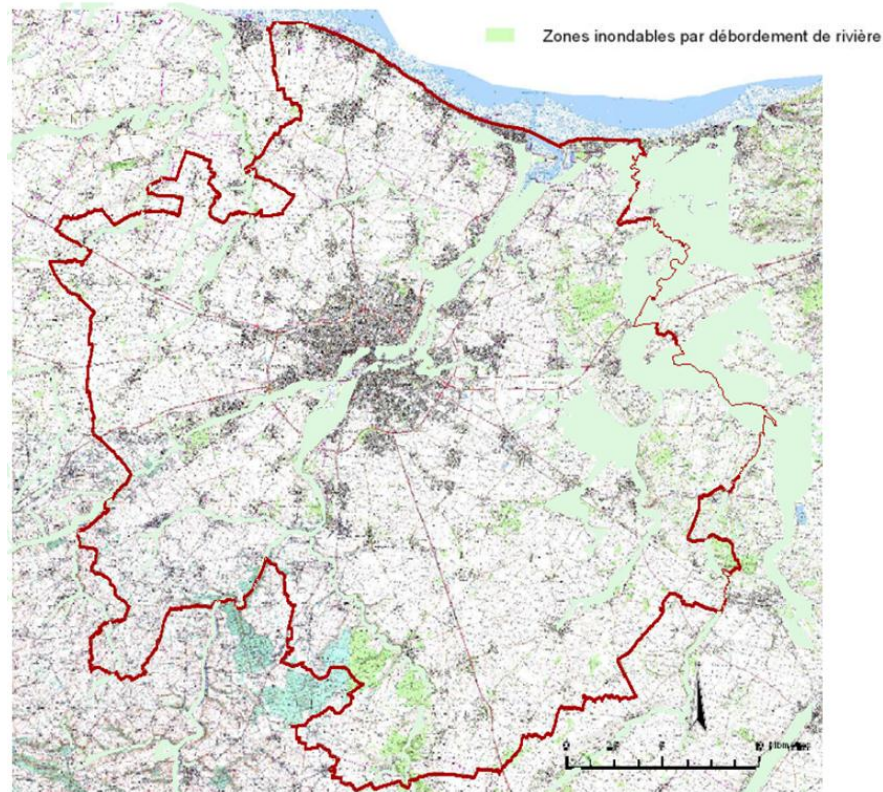
- La crue des cours d'eau : c'est le cas en particulier dans la vallée de l'Orne à Caen (principales crues en 1925, 1974, 1990, 1993, 1995 et 2000), mais également des vallées des petits fleuves côtiers du Pays de Caux (la Saône par exemple) ;
- Le ruissellement des eaux de pluies lors des épisodes de fortes précipitations, qui se traduit dans les secteurs de forte pente, par une accumulation rapide de l'eau dans les points bas, susceptible de provoquer des coulées de boue ou des glissements de terrain.

Ce type d'inondation est particulièrement répandu dans le Pays de Caux et dans la plaine de Caen-Argentan, sur le versant ouest du Pays d'Auge (villes de Pont l'Evêque et de Lisieux en particulier). Il représente près de 88% des arrêtés de catastrophes naturels en Haute-Normandie.

L'évolution de la récurrence et de l'intensité de ces événements dans le contexte du changement climatique est très incertaine pour deux raisons :

- L'analyse de l'évolution des précipitations, simulée par Météo-France en moyenne annuelle, hivernale et estivale et pour les épisodes de fortes précipitations, ne permet pas de dégager une tendance nette d'évolution des inondations, événements climatiques ponctuels dépendant de nombreux autres facteurs qu'il est difficile de prévoir, tels que le débit des cours d'eau ;

- La vulnérabilité aux inondations dépend non seulement du climat, mais également des choix d'aménagement. Ainsi, l'artificialisation des sols favorise le ruissellement des eaux pluviales et accroît d'autant la vulnérabilité aux inondations par ruissellement.



Source : Atlas de l'environnement et des risques du territoire de Caen-Métropole, AUCAME, 2008

Fig. 49. Les zones inondables sur le territoire de Caen-Métropole (Atlas de l'environnement et des risques du territoire de Caen-Métropole, AUCAME, 2008)

Tabl. 32 - Synthèse de la vulnérabilité des zones urbaines des plaines et plateaux arrière-littoraux à une aggravation du risque d'inondation par crue ou par ruissellement

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Evolution incertaine de la fréquence des épisodes de fortes précipitations (stabilité, voire augmentation jusqu'à l'horizon 2050)	Evolution incertaine des risques d'inondation liés aux crues des cours d'eau et au ruissellement des eaux pluviales.	Oui Une vulnérabilité élevée de l'agglomération de Caen aux crues de l'Orne et aux inondations par ruissellement dans le Pays de Caux et dans la plaine de Caen-Argentan, sur le versant ouest du Pays d'Auge.	Evolution incertaine de la vulnérabilité, qui sera fonction de l'évolution du climat et les choix d'aménagement dans les zones exposées.	Arrêtés de catastrophe naturelle « inondations et coulées de boue »

3.6. LE BOCAGE NORMAND

3.6.1. Périmètre et contexte géographique

Les limites du territoire « bocage normand » correspondent, pour l'essentiel, à l'aire d'extension traditionnelle du bocage, en incluant d'Ouest en Est :

- Les collines de Normandie et la Suisse Normande ;
- La Parc Naturel Régional Normandie-Maine ;
- La Perche et le Pays d'Auge ;
- Le Pays de Bray.

Il encadre donc la plaine de Caen-Argentan, qui s'étend au sud jusqu'à Alençon.

L'appellation « Bocage Normand » est souvent attribuée exclusivement à la partie Ouest de la Basse-Normandie. Toutefois, l'Est de la plaine de Caen Argentan (Pays d'Auge, Pays d'Ouche et Perche) est également bocager et présente une situation climatique similaire.

À dominante rurale, ce territoire constitue la seconde région française d'élevage pour la production de viande et de lait. À titre indicatif, la production de lait et de viande bovine représente plus de la moitié du produit agricole (33% pour le lait 18% pour la viande), soit environ 1,8 milliard d'euros pour les deux régions normandes (chiffres 2010⁶⁷), les trois-quarts du cheptel étant Bas-Normand.

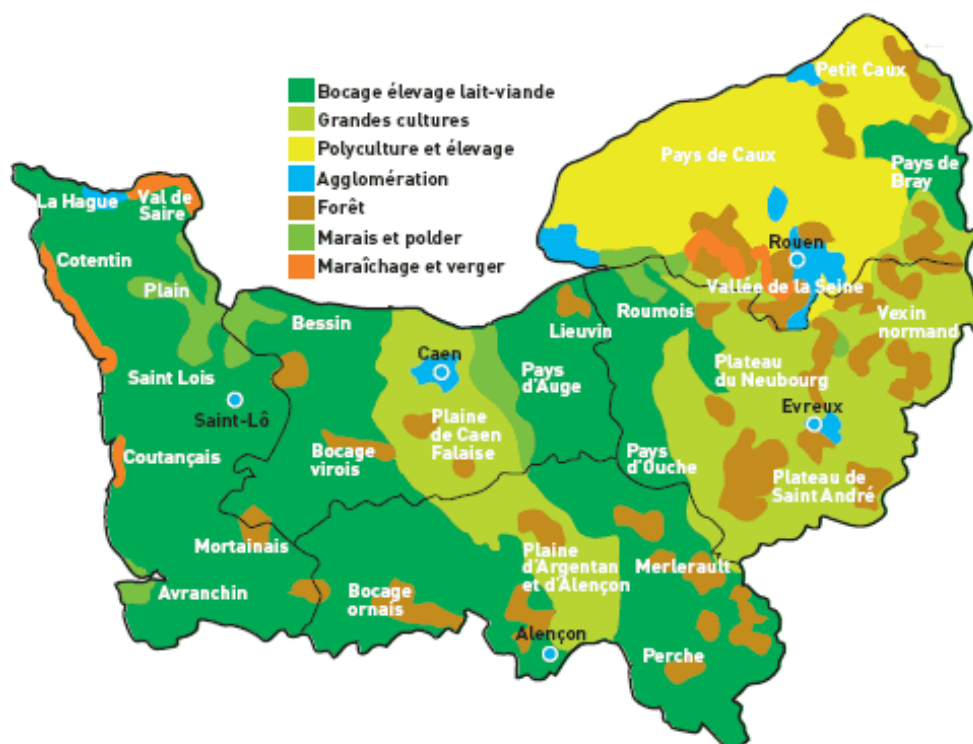


Fig. 50. Occupation des sols en Haute et Basse-Normandie (Chambre d'Agriculture de Normandie, 2013)

⁶⁷ Chambre d'agriculture de Normandie, Panorama de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Normandie 2010-2011.

Autour de cette activité s'organise une filière amont (pour l'alimentation des animaux : cultures fourragères et importation de protéines animales) et avale (industrie agro-alimentaire) structurante pour l'économie normande. Les industries agro-alimentaires représentent ainsi près de 22% des emplois industriels bas-normands (source : *Projet de SRCAE Basse Normandie*, 2012).

Le bocage présente également un certain nombre de cultures plus spécialisées marquant l'identité régionale, en particulier des vergers (pommés à cidre, etc.).

Par ailleurs, l'organisation du territoire lui confère un rôle important sur le plan de la biodiversité spécifique, éco-systémique et paysagère :

- Le paysage fragmenté et fermé du bocage favorise les continuités écologiques. Au-delà, les haies constituent un milieu particulièrement propice à la biodiversité ;
- Le relief caractéristique de ce territoire, associé à la mise en valeur du milieu par l'homme, conduit à une diversité importante de milieux et d'écosystèmes :
 - Zones humides de fond de vallée (mares, étangs, etc.) ;
 - Forêts : ce territoire concentre l'essentiel des forêts normandes ;
 - Milieux et écosystèmes subméditerranéens sur les escarpements des collines très exposées au rayonnement solaire (Climaster, 2010).

Cette richesse biologique est un support majeur de l'activité économique locale, en particulier du tourisme. Le tourisme vert et patrimonial est en effet bien implanté dans ces territoires, en complément du tourisme balnéaire sur le littoral.

3.6.2. Evolution climatique attendue

3.6.2.1. CLIMAT ACTUEL⁶⁸

Le climat de ce territoire est largement déterminé par l'importance du relief (relativement au reste de la Normandie) et à son exposition. Il présente ainsi deux caractéristiques majeures :

- Des précipitations abondantes (900 mm dans le sud de la Perche et jusqu'à plus de 1 400 mm sur les collines de Normandie) ;
- Des températures plus faibles que sur le littoral (d'environ 2°C), mais qui restent relativement douces (environ 10°C en moyenne annuelle).

Au-delà de ces caractéristiques générales, le bocage présente d'importants contrastes locaux : entre les hauteurs et les fonds de vallée d'une part, et selon l'exposition des versants d'autre part, les cumuls annuels de précipitations et les températures peuvent varier fortement, avec un effet important sur la diversité des milieux et écosystèmes présents.

Au sein de ce territoire, on note une légère augmentation de l'influence continentale vers le sud-est. Le sud de la Perche connaît ainsi une amplitude thermique annuelle un peu plus forte et des précipitations plus faibles que les collines de Normandie.

La présence de relief conduit néanmoins à une certaine homogénéité climatique sur l'ensemble de ce territoire.

⁶⁸ Source : Projet de SRCAE de Basse-Normandie, d'après les données du Profil Environnemental, 2012.

3.6.2.2. CLIMAT FUTUR : RESULTAT DES SIMULATIONS CLIMATIQUES

L'analyse des simulations climatiques de Météo-France pour le Nord-Ouest de la France conduit à certaines observations concernant l'évolution du climat sur ce territoire :

- Les contrastes saisonniers devraient s'accroître :
 - Les températures moyennes estivales devraient s'élever plus rapidement que les températures moyennes hivernales, en particulier à partir de l'horizon 2050 pour les scénarios A1B et A2 (+1,4°C à +2°C en hiver contre +2°C à +3°C en été) ;
 - Le cumul moyen précipitations devrait rester stable, voire augmenter sur les collines de Normandie en hiver, et connaître à l'inverse une réduction importante en période estivale (-10% dès 2030 et jusqu'à -25 à -30% en 2080).
- La hausse des températures moyennes annuelles devrait être plus élevée que sur le littoral.
- En moyenne annuelle, les précipitations devraient connaître une réduction d'environ 10%. Toutefois, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse devrait s'accroître moins fortement que sur le littoral et la plaine de Caen-Argentan.
- Enfin, on notera une augmentation possible des épisodes de fortes précipitations sur les collines de Normandie.

En résumé, si l'évolution des températures et des précipitations en moyenne annuelle semble peu significative avant 2050, les contrastes saisonniers et territoriaux devraient s'accroître dès l'horizon 2030, conduisant à une modification notable du climat local.

3.6.3. Les principaux impacts du changement climatique

3.6.3.1. UNE MENACE ACCRUE SUR LES SURFACES FOURRAGERES ET L'ELEVAGE

Les **surfaces toujours en herbe (STH) et les cultures fourragères représentent respectivement 48% et 33% de la Surface Agricole Utile** en Basse-Normandie, soit la majeure partie du bocage⁶⁹.

La réduction des précipitations moyennes estivales et l'augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse affecteront directement les cultures fourragères et la production des prairies, dont dépend l'alimentation du bétail, avec deux impacts :

- **Une augmentation de la production des prairies au printemps et une réduction importante de la production estivale** (Programme Climaster, Mérot, 2011). Cet impact est déjà mesuré : le départ de végétation des prairies est plus précoce d'environ deux à trois semaines (DREAL Basse Normandie, 2011) ;
- **Une perte de rendement des cultures fourragères** (maïs fourrage, tubercules fourragers, prairies temporaires, etc.) en relation avec **un stress hydrique accru**. La faiblesse globale de la réserve utile des sols dans le bocage les rendent en effet très sensibles aux épisodes de sécheresse (Climaster, Cantat, 2010).

Depuis une trentaine d'années, la STH a reculé (67% de la SAU en 1980 contre 48% aujourd'hui) au profit des cultures fourragères et des grandes cultures, conduisant à une déstructuration partielle du bocage. Cela s'explique en partie par la hausse des températures moyennes, qui se traduisent jusqu'ici par de meilleurs rendements, amenant les agriculteurs à privilégier ce type de cultures.

⁶⁹ Chambre d'agriculture de Normandie, Panorama de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Normandie 2010-2011.

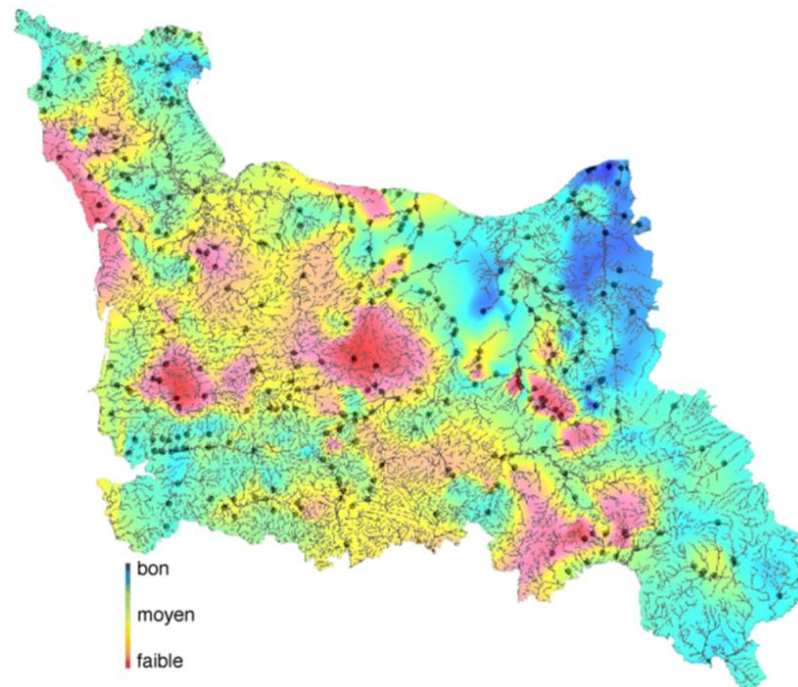


Fig. 51. Exposition à la sécheresse : capacité des cours d'eau à résister à la sécheresse (DREAL Basse-Normandie, 2012)

Toutefois, dans un contexte d'augmentation de la fréquence et de la durée des épisodes de sécheresse hydrologique, ces rendements pourraient chuter fortement. Le recours à l'irrigation pourrait d'ailleurs s'avérer limité en de nombreux endroits, comme en témoigne la carte ci-avant, qui présente la sensibilité des cours d'eau à la sécheresse en Basse-Normandie.

Au-delà, l'augmentation des températures moyennes estivales pourrait **affecter la santé des animaux d'élevage (stress thermique, en particulier pour les élevages hors sol) et, in fine, la productivité des exploitations.**

Tabl. 33 - Synthèse de la vulnérabilité de l'élevage dans le bocage normand

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur de suivi potentiel
Hausse des Températures moyennes annuelles	Décalage des stades phénologiques et hausse des rendements des prairies	Oui (Programme Climaster)	Poursuite attendue de la hausse du rendement des prairies au printemps doublée d'une baisse notable en période estivale.	Evolution des rendements des systèmes fourragers
	Implantation et/ou plus grande virulence des bioagresseurs	Non identifié	Forte incertitude : il est difficile de distinguer les impacts anthropiques des impacts climatiques sur l'implantation et le développement des bioagresseurs. Une possible remontée vers le nord des populations de tiques est envisagée (Gray, 2009).	Non identifié
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse	Baisse de la production des prairies	Oui Retours d'expériences : 1976, 1990, 1996, 2003, 2005, 2011	Vulnérabilité moyenne : des épisodes de sécheresse agricole plus fréquents et une baisse de la disponibilité des ressources en eau (sécheresse hydrologique.	Etat de la réserve utile des sols

3.6.3.2. MILIEUX ET ECOSYSTEMES : DE FORTES PRESSIONS ANTHROPIQUES QUI POURRAIENT LIMITER LA CAPACITE D'ADAPTATION DU MILIEU

La plupart des études relatives à la vulnérabilité et l'adaptation au changement climatique en Normandie soulignent une **érosion de la biodiversité dans le bocage normand**, liée à une fragmentation accrue du milieu **d'origine anthropique**. Dans certains secteurs, le bocage a en effet fortement reculé depuis une quarantaine d'années, au profit notamment d'une agriculture plus intensive (destruction des haies et des zones humides locales). De même, l'habitat dispersé et la densité du maillage de bourgs et de petites villes favorisent cette fragmentation.

L'impact du changement climatique lui-même sur les écosystèmes reste très incertain. L'aire de répartition des espèces devrait évoluer dans l'espace, entraînant simultanément la disparition et l'apparition d'espèces sur le territoire.

La modélisation du « **turnover** » **des espèces** en Basse-Normandie selon le scénario A1F1 indique, en 2080 qu'il concernera 63 à 78% des plantes, 51 à 73% des mammifères, 48 à 78% des batraciens et 48 à 63% des oiseaux (Thuiller, 2003).

Une telle évolution aura un impact sur l'organisation des écosystèmes. Cet impact reste néanmoins difficile à envisager, étant données la **complexité des interactions entre les espèces et l'incertitude concernant la vitesse d'évolution de l'aire de répartition** de chacune d'elle.

Au-delà, le bocage normand présente une **grande diversité de milieux naturels** : haie vive, forêt, zone humide de fond de vallée, versants secs aux caractéristiques quasi-méditerranéennes, etc.

L'évolution des températures et des précipitations moyennes dans le cadre du changement climatique aura un effet sur la réduction ou l'expansion de ces milieux.

Si l'impact du changement climatique sur les milieux et écosystèmes reste difficile à déterminer précisément, il est certain que la **capacité d'adaptation de ces derniers sera largement dépendante de la qualité des continuités écologiques dans le bocage.**

L'équilibre paysager et éco-systémique du bocage normand est, pour une grande partie, le résultat du travail de l'homme. L'avenir de ces milieux et écosystèmes aura donc un **effet direct sur les activités humaines** de ce territoire et en particulier sur **l'agriculture** – et l'industrie agro-alimentaire – et le **tourisme** ; et inversement.

Tabl. 34 - Synthèse de la vulnérabilité des milieux et écosystèmes dans le bocage normand

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur de suivi potentiel
Hausse des températures moyennes annuelles	Evolution de l'aire de répartition des espèces et modification (encore incertaine) des écosystèmes	Oui, sans qu'il soit toujours possible d'établir un lien clair avec le changement climatique (travaux de Thuiller, 2003))	Transformation des écosystèmes difficile à prévoir, qui dépendra en grande partie des choix d'aménagement du bocage et du maintien des continuités écologiques.	Evolution de l'aire de répartition des espèces caractéristiques de chaque aire bioclimatique (via les inventaires faune-flore par exemple)
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse	Transformation des milieux marquée par une réduction des aires bioclimatiques humide et sub-humide	Non identifié	Extension des milieux tempéré, sub-sec et secs aux dépens des milieux humide et sub-humide conduisant à une transformation des paysages (Climaster, 2008).	

3.6.3.3. VERS UNE AGGRAVATION DU PHENOMENE DE RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES

Le territoire du bocage normand se trouve à la limite entre le Massif Armoricain et les plateaux sédimentaires du Bassin Parisien. Cette limite, matérialisée à l'est de la plaine de Caen-Argentan du nord au sud par le Pays d'Auge, le Pays d'Ouche et le Perche, présente d'importants affleurements de couches géologiques argileuses.

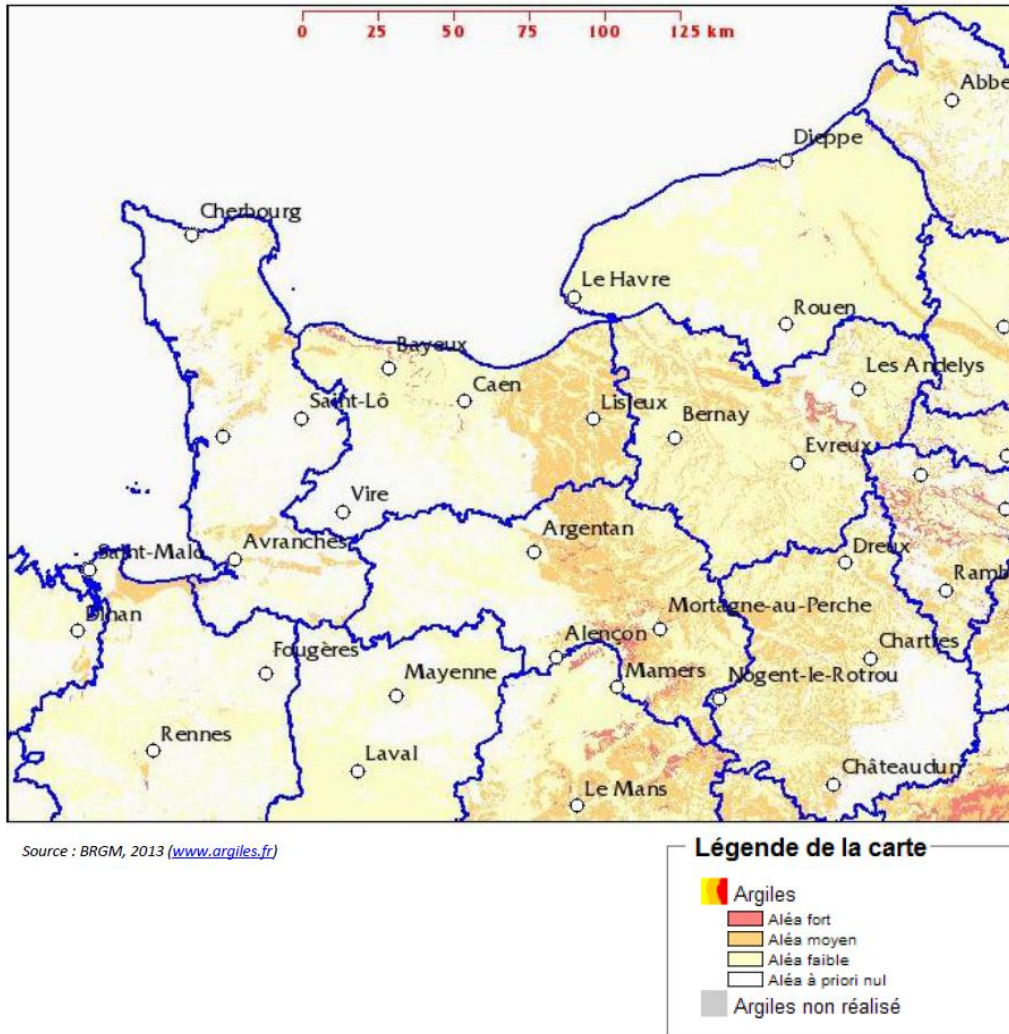


Fig. 52. L'exposition des régions Normandes à l'aléa retrait-gonflement des argiles (BRGM, 2013 – www.argiles.fr)

Le phénomène de « retrait-gonflement des argiles » est déterminé par la présence de sols argileux et l'exposition aux épisodes de sécheresse. Selon les chiffres de la base GASPARG, la région Basse-Normandie a été concernée, entre juin 1989 et juin 2011, par 23 arrêtés de catastrophes naturels, concernant exclusivement les départements du Calvados et de l'Orne.

Dans la perspective du changement climatique, les simulations climatiques de Météo-France indiquent une hausse sensible du temps passé en situation de sécheresse tout au long du siècle à venir. Ce phénomène devrait donc s'accroître dans les secteurs déjà exposés cités plus haut. Les maisons individuelles sont particulièrement sensibles à cet aléa. Or, le bocage est marqué par un habitat individuel particulièrement dispersé.

Une aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles paraît donc très probable dans la perspective du changement climatique pour ces territoires.

Tabl. 35 - Synthèse de la vulnérabilité du bocage normand à une aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse	Aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles	Oui 23 arrêtés de catastrophe naturelle recensés en Basse-Normandie	Vulnérabilité moyenne, liée à la dynamique de périurbanisation dans le pays d'Auge et à une exposition accrue aux épisodes de sécheresse.	Nombre de maisons individuelles situées dans les zones d'aléa moyens et forts

3.6.3.4. VERS UNE AGGRAVATION DU RISQUE D'INONDATION PAR RUISSELLEMENT ?

Les simulations climatiques de Météo-France laissent présager d'une possible augmentation de la fréquence des épisodes de fortes précipitations sur les reliefs du bocage normand, en particulier à l'ouest, sur les Collines de Normandie.

Une telle évolution pourrait conduire à un accroissement du risque d'inondation par ruissellement, dans les fonds de vallée urbanisés. Les épisodes de fortes précipitations lors d'événements extrêmes peuvent par ailleurs combiner inondation par ruissellement et submersion marine dans les fonds de vallées littorales.

L'incertitude sur de ce risque demeure néanmoins relativement importante (DREAL Basse-Normandie, 2011). Synthèse de la vulnérabilité du bocage normand à une aggravation du risque d'inondation par ruissellement

Tabl. 36 - Synthèse de la vulnérabilité du bocage normand à une aggravation du risque d'inondation par ruissellement

Effet du changement climatique	Description des impacts	Evolution déjà observée (Vulnérabilité actuelle)	Evolution Attendue (Vulnérabilité future)	Indicateur potentiel
Evolution incertaine de la fréquence des épisodes de fortes précipitations (stabilité, voire augmentation jusqu'à l'horizon 2050)	Evolution incertaine du risque d'inondation lié au ruissellement des eaux de pluie.	Oui Une vulnérabilité élevée dans les fonds de vallée du bocage (nombreux arrêtés de catastrophe naturelle)	Evolution incertaine de la vulnérabilité, qui sera fonction de l'évolution de la récurrence des épisodes de forte précipitation et des choix d'aménagement dans les zones exposées.	Arrêtés de catastrophe naturelle « inondations et coulées de boue » en Basse-Normandie.

SECTION 2 NOTE STRATEGIQUE POUR L'ADAPTATION DES TERRITOIRES NORMANDS AUX IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

INTRODUCTION

Cette note stratégique formalise les orientations d'adaptation proposées pour chacun des 6 territoires-types, définis en fonction des enjeux de vulnérabilité identifiés lors de la phase de diagnostic, à savoir :

- les Franges franciliennes ;
- la Seine-Aval, correspondant à la Vallée de Seine de Rouen au Havre en incluant l'Estuaire ;
- le Littoral de la Baie de Seine au Tréport ;
- le Littoral de la presqu'île du Cotentin ;
- les Plaines et plateaux arrière-littoraux ;
- le Bocage normand (Haute et Basse-Normandie).

En sus des orientations propres à chaque territoire-type, cinq orientations transversales sont proposées ; elles sont communes aux 6 territoires-types :

- Accompagner les propriétaires forestiers dans l'anticipation des impacts du changement climatique sur les peuplements forestiers ;
- Mettre en place un mode de gouvernance permettant une gestion intégrée des zones côtières à l'échelle de la façade maritime ;
- Inscrire les continuités écologiques dans l'aménagement du territoire comme condition d'évolution de la biodiversité (trame verte et bleue par exemple) ;
- Assurer une gestion cohérente des ressources en eau, des collines bocagères au littoral ;
- Assurer la capitalisation et la diffusion des connaissances relatives aux impacts du changement climatique en Normandie et des actions permettant de s'y adapter.

Les orientations d'adaptation proposées sont issues d'un intense travail collectif, organisé en deux ateliers de prospective, au cours desquels des spécialistes des six territoires et de l'aménagement du territoire, ont travaillé ensemble sur la base d'une méthode de prospective stratégique. L'exercice a consisté à élaborer des scénarios exploratoires, dessinant des visions possibles des territoires en fonction de leur degré d'adaptation au changement climatique, pour en déduire des enjeux et des questions stratégiques, qui ont servi d'outils pour formuler et qualifier les différentes orientations par territoire.



Fig. 53. Processus de travail pour élaborer les orientations (Stratys, 2013)

1. FRANGES FRANCIENNES

Renforcer les dispositifs existants en matière de diversification agricole, de gestion du risque retrait gonflement des argiles, de gestion des canicules (santé).

Les franges franciliennes sont marquées par une forte attractivité résidentielle auprès des ménages franciliens. Cet afflux de population alimente l'économie du territoire, aux côtés des grandes cultures agricoles et des industries agroalimentaires.

Si les effets attendus du changement climatique – notamment l'évolution des épisodes de sécheresse et des températures moyennes annuelles estivales – sont plus marqués pour ce territoire que dans le reste de la Normandie, on note paradoxalement que les impacts du changement climatique y sont relativement circonscrits, bien connus et sans risque de contagion systémique, à la différence des territoires littoraux et de la Seine-Aval.

La stratégie d'adaptation pour les Franges franciliennes consiste donc davantage en un plan d'actions sectoriel traitant séparément les différents impacts du changement climatique, sans travail de mise en cohérence particulier ou à centrer les projets de territoire autour des enjeux d'adaptation. Trois orientations sectorielles d'adaptation sont proposées.

1.1. ORIENTATION (FF1) : SOUTENIR LA DIVERSIFICATION DES PRODUCTIONS AGRICOLES VERS DES CULTURES ADAPTEES (SOL, EAU, CLIMAT, PAYSAGES)

Comme pour d'autres territoires agricoles, l'augmentation attendue de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse devrait fragiliser les productions agricoles situées sur les terres à faible réserve utile, dans un contexte où le recours à l'irrigation sera de plus en plus contraint en raison de conflits d'usages croissants sur la ressource en eau.

Les Franges franciliennes sont particulièrement concernées, dans la mesure où les besoins résidentiels en eau potable seront tirés vers le haut ; ceci en raison d'une croissance démographique alimentée par le desserrement de l'Ile-de-France, voire des agglomérations et villes situées dans la vallée de Seine (notamment Rouen).

Pour amortir ces impacts, cette orientation préconise de diversifier les productions agricoles en fonction de la réserve utile des sols. On opère par ce biais une dichotomie entre un modèle agricole à dominante intensive sur les terres capables de supporter les épisodes de sécheresse et la transition vers de nouveaux marchés agricoles (alimentaires et non alimentaires) sur les espaces moins fertiles.

Cette trajectoire d'adaptation veillera à intégrer le rôle central de l'agriculture dans la fabrication et l'entretien des paysages, ainsi que de sa contribution au maintien des continuités et fonctionnalités écologiques du territoire. Dans un territoire à fortes aménités résidentielles, comme les Franges franciliennes, l'adaptation de l'agriculture doit tenir compte de la préservation du cadre de vie.

1.2. ORIENTATION (FF2) : SENSIBILISER LES PUBLICS FRAGILES AUX BONNES PRATIQUES LORS DES CANICULES

En raison du caractère très résidentiel des Franges franciliennes et de l'importance d'un habitat diffus en zone rurale, relativement isolé et éloigné de l'offre de soins, où vit une population vieillissante, cette orientation rappelle l'importance des actions de sensibilisation auprès des publics fragiles sur les bonnes pratiques à suivre en cas de canicule.

1.3. ORIENTATION (FF3) : GENERALISER LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENT ET DE CONSTRUCTION

Le changement climatique devrait accentuer le risque de retrait-gonflement des argiles (RGA), alors même que le mode d'urbanisation du territoire le rend très sensible à ce risque (construction de maisons individuelles). L'orientation consiste à :

- Soutenir les expérimentations sur la résilience au risque de RGA ;
- Développer la connaissance sur les territoires sensibles au RGA ;
- Sensibiliser les populations et les acteurs du bâtiment aux risques RGA.

2. SEINE-AVAL

Dans un grand territoire en transition écologique et économique, affirmer la vocation industrielle, logistique et touristique du corridor, dans le respect des engagements environnementaux de la France en matière de protection des milieux naturels (en particulier estuariens).

La Vallée de Seine constitue un territoire prioritaire pour le développement économique national et régional. La présence des complexes industrialo-portuaires, des agglomérations rouennaise et havraise, d'un tissu historique d'industries lourdes, d'un chapelet de villes et de bourgs dessinant un maillage de la vallée depuis Paris, du pôle touristique d'envergure internationale du Nord Pays d'Auge, d'espaces écologiques de grande valeur comme l'Estuaire de la Seine, font de ce territoire, un territoire à la fois singulier et emblématique.

La Seine-Aval, de Rouen jusqu'à l'estuaire, constitue un corridor « habitué » à vivre avec les risques majeurs, qu'ils soient d'ordre technologique, avec les nombreux sites SEVESO ; ou naturels, avec les inondations par ruissellement liées au relief particulier de la Vallée ou aux risques de submersion marine. Le changement climatique va accentuer ces risques, en jouant sur une fréquence plus grande des épisodes extrêmes et une intensité plus forte des aléas, notamment en raison de la montée du niveau marin et de l'augmentation des températures extrêmes en été. Ces risques ne sont donc pas nouveaux, mais leur aggravation continue tout au long du XXI^e siècle devrait augmenter la vulnérabilité générale du territoire, en fragilisant directement les piliers de son développement économique, les zones où la majorité de la population régionale habite et un patrimoine éco-systémique de très grande valeur.

Les impacts du changement climatique sur la Seine-Aval ne sont pas anecdotiques ou mineurs ; ils pèseront sur l'avenir du territoire. Les enjeux et défis du territoire sont nombreux et variés : une ré-industrialisation verte, la construction de la ville durable, l'insertion vertueuse de la Seine-Aval dans l'économie des flux, l'utilisation du fleuve comme axe majeur de communication et comme avantage compétitif pour l'industrie régionale, l'amélioration du cadre de vie avec la réduction des pollutions diffuses de l'eau, de l'air, des sols, la réhabilitation des espaces naturels et leurs fonctionnalités écologiques.

Le traitement de ces enjeux et défis par les acteurs du territoire, devra intégrer pleinement une perspective d'adaptation au changement climatique. Trois grandes orientations d'adaptation sont proposées pour la Seine-Aval.

2.1. ORIENTATION (SA1) : FAIRE DE LA VALLEE DE LA SEINE UN TERRITOIRE D'EXCELLENCE POUR L'EXPERIMENTATION ET LE DEVELOPPEMENT DE LA VILLE BIOCLIMATIQUE

Le terme « bio-climatique » revêt deux acceptions, plus ou moins larges ou ambitieuses, que cette orientation reprend en totalité :

- La première acception, la plus restrictive en termes de champ, mais non moins engageante et d'envergure, tourne autour des notions de confort thermique et de performance énergétique du bâtiment.

La ville bioclimatique serait donc une ville où la qualité de la construction (isolation thermique, etc.), de l'aménagement et de l'équipement intérieur et extérieur du bâtiment (aération, végétalisation, etc.), la pertinence des usages résidentiels (bonnes pratiques), permettraient à la fois de maîtriser les consommations énergétiques et de réguler le confort thermique intérieur. L'action est ici centrée sur le bâti.

- Une autre acception, qui inclut cette première approche, élargit ce concept plus globalement à la place de la Nature en ville, à la qualité du cadre de vie urbain, à l'inscription du fait urbain dans les dynamiques naturelles.

Cette orientation positionne la Seine-Aval comme un territoire à l'avant-garde de la transition écologique, en saisissant l'opportunité de l'adaptation au changement climatique, comme un levier enclenchant un mouvement plus large de transformation de la ville. Cette orientation concerne plus particulièrement les agglomérations rouennaise et havraise, ainsi que d'autres pôles urbains comme Val-de-Reuil, Yvetot, Lillebonne, etc.

2.2. ORIENTATION (SA2) : ORIENTER LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION ET DE PROGRAMMATION POUR DEVELOPPER PRIORITAIREMENT LES ZONES NON EXPOSEES AUX RISQUES D'INONDATION (CRUE, RUISSELLEMENT, SUBMERSION)

Cette deuxième orientation est définie par cohérence avec le choix de privilégier le développement industriel et logistique en bords de Seine, sur les usages résidentiels et en particulier l'habitat.

La réduction de la vulnérabilité globale du territoire aux risques d'inondations passe par la maîtrise des flux résidentiels (par opposition au stock), en « fléchant » l'installation des nouveaux arrivants en Seine-Aval (ou par le biais des parcours résidentiels) vers des zones moins ou non exposées aux risques d'inondation.

Le principal levier identifié est d'ordre normatif avec la boîte à outils des documents de planification (DTA, SCOT, PLU, PLH, PPR). Pour le tissu urbain existant, un travail sur la robustesse du bâti devra être engagé, ainsi que le renforcement des procédures existantes de gestion du risque.

L'enjeu pour le territoire sera de réussir à articuler efficacement ce report de l'urbanisation du fond de vallée vers les coteaux et les zones moins exposées aux risques, avec les autres exigences de consommation raisonnée de l'espace, de maillage avec les dessertes de transports collectifs, d'intégration paysagère, de polarisation des espaces périurbains, de continuités écologiques (trames vertes et bleues), pour ne citer que ces quelques sujets.

En d'autres termes, si les objectifs stratégiques visent clairement à hiérarchiser les rythmes et niveaux de développement résidentiel des territoires de la Seine-Aval, la mise en œuvre de la stratégie devra faire avec des contraintes de plus en plus fortes sur le foncier.

2.3. ORIENTATION (SA3) : MAINTENIR ET RENFORCER LES ACTIVITES ECONOMIQUES LE LONG DE LA VALLEE DE LA SEINE, EN ADAPTANT LES INFRASTRUCTURES ET L'AMENAGEMENT AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Cette orientation affirme la vocation et l'ambition économique de la vallée de la Seine. Dans le cadre fixé par la Directive territoriale d'aménagement de l'estuaire de la Seine, cette orientation donne une priorité dans l'utilisation du foncier « aménageable » (dans le respect de la préservation des espaces naturels et agricoles), aux seules activités – existantes et nouvelles – nécessitant un accès direct au fleuve, comme certaines activités industrielles, logistiques ou touristiques.

La prise en compte de l'élévation des risques d'inondations dans les documents d'urbanisme amène une réduction globale de la disponibilité foncière en bords de Seine. Cette orientation exprime donc une volonté forte de réserver les sites aménageables aux usages industriels, logistiques et touristiques induisant de fait une certaine spécialisation des espaces en fonds de vallée. Une autre facette de cette orientation porte sur la mise à niveau des infrastructures de transport et de l'appareil de production, du point de vue de la robustesse, de la résistance, voire de la résilience aux risques d'inondations (crue, ruissellement ou submersion marine).

L'objectif est donc de renforcer, de protéger, d'abriter les sites, d'éco-concevoir les process industriels pour les rendre moins vulnérables aux aléas, d'inscrire plus fortement les effets du changement climatique dans les plans de prévention des risques naturels et technologiques. Il n'est pas question ici de déplacer, relocaliser ou d'abandonner certains sites ou espaces face à la montée des risques d'inondation.

3. LITTORAL DE LA BAIE DE SEINE AU TREPORT

Développer des outils, sensibiliser et soutenir les projets innovants pour assurer une gestion intégrée des zones côtières.

Les territoires littoraux font partie de ces territoires auxquels on pense tout de suite lorsque l'on s'intéresse aux impacts du changement climatique, au même titre que les territoires de haute-montagne et/ou forestiers. En effet, l'élévation du niveau marin, la réduction de l'enneigement, l'arrivée d'espèces envahissantes dans les massifs forestiers, sont autant de conséquences du changement climatique dont on peut estimer que le grand public a au moins une vague idée et a déjà entendu parler.

Pour autant, si cette partie émergée de l'iceberg est connue de tous, il est loin d'exister un consensus entre les différents acteurs du territoire sur la trajectoire d'adaptation à adopter et à suivre. L'intensité des impacts du changement climatique sur le littoral, par une accentuation généralisée des risques côtiers sur les populations, les activités économiques, le patrimoine bâti, les infrastructures de communication, la ressource en eau, ou encore l'évolution de milieux et espaces naturels ; fait de l'adaptation au changement climatique sur le littoral un sujet éminemment sensible et très compliqué à aborder avec sérénité et objectivité.

A l'importance des impacts s'ajoute leur ampleur géographique : la totalité des territoires littoraux sont concernés et devront intégrer l'aggravation des risques côtiers dans leur projet de territoire. Cela explique les tensions souvent observées lorsque l'on se risque à évoquer une alternative à la protection lourde du littoral par la consolidation des ouvrages. L'adaptation des territoires littoraux, de même que l'adaptation de l'ensemble des territoires normands, est également caractérisée par les solidarités entre les territoires qu'elle requiert, pour deux raisons principales :

- les montants financiers en jeu pour adapter le littoral font que certains territoires très impactés par le changement climatique n'auront pas les moyens d'assumer les efforts d'adaptation, en dépit d'enjeux localement forts (Baie des Veys par exemple) ;
- le littoral n'est pas une succession de séquences de bandes littorales indépendantes les unes des autres. L'aménagement conduit sur un site, une commune, un espace, un territoire aura des répercussions sur les espaces et territoires littoraux voisins ou plus lointains (logique et cohérence de la façade maritime).

Cette analyse des jeux d'acteurs amène à formuler trois orientations stratégiques d'adaptation, qui relèvent davantage du registre de la méthode, que du projet et de réalisations concrètes sur le territoire. Il s'agit en effet de poser les conditions, pour créer un dialogue constructif et ouvert autour des enjeux d'adaptation. Tant que ces prérequis ne seront pas réunis, il est vain d'envisager la mise en œuvre de mesures d'adaptation active (exemples : dépoldérisation, réestuarisation, etc.), tant l'énergie dépensée pour gérer les tensions et les blocages risque d'empêcher de travailler efficacement sur les projets en tant que tels.

3.1. ORIENTATION (LBS1) : DEFINIR LES CRITERES MATERIELS ET IMMATERIELS DE SELECTION DES TERRITOIRES A PROTEGER

Avec l'élévation du niveau marin et l'aggravation consécutive des risques côtiers (érosion et submersion), le littoral de la Baie de Seine au Tréport est un territoire très exposé aux effets du changement climatique. L'ampleur géographique des impacts et leur intensité ne permettent pas une approche réaliste de protection et de maintien homogènes du trait de côte pour l'ensemble de la façade maritime.

Il s'agit donc de prioriser les usages existants et futurs, que les territoires littoraux choisiront de maintenir et de développer sur le littoral et, en complément, d'avancer résolument vers un aménagement des territoires littoraux intégrant pleinement la mobilité du trait de côte.

Cette orientation s'attache à proposer une méthode de qualification et de priorisation des zones à protéger, qui s'appuie fortement sur les analyses coût / bénéfiques, en posant trois prescriptions pour celles-ci. Ces analyses coûts / bénéfiques devront prendre en compte :

- une intégration des aspects immatériels, comme la qualité des paysages et les fonctionnalités éco-systémiques ;
- la capacité du territoire à porter un projet d'adaptation, autrement dit sa capacité à poser les différentes options, d'en débattre sereinement et de choisir rationnellement, sur la base de données, de faits et d'hypothèses (issues en partie de l'analyse coût-bénéfiques) ;
- la monétarisation du rendement sur investissement.

Ces analyses coût-bénéfices préparent le terrain à une gestion intégrée des zones côtières à l'échelle de la façade maritime Manche-Mer du Nord.

3.2. ORIENTATION (LBS2) : APPRENDRE AUX TERRITOIRES A VIVRE AVEC LE RISQUE

Dans tous les cas, l'adaptation du littoral de la Baie de Seine au Tréport est un travail de long terme, qui s'étalera probablement sur plusieurs dizaines d'années. Dans l'intervalle, les risques côtiers seront toujours aussi présents et croissants au fil du temps. Sur la base de ce postulat, cette orientation vise à renforcer la résistance du territoire aux aléas auxquels il sera soumis. Deux types de leviers sont à envisager :

- le levier réglementaire et normatif, à travers les documents de planification qui devront renforcer leurs prescriptions sur la robustesse du bâti et intégrer les coûts supplémentaires de mise à niveau de ce bâti. L'objet est ici de faire de la « mitigation » en cherchant à diminuer les impacts, faute de pouvoir influencer sur la sensibilité aux effets du changement climatique, en atténuant l'aléa, ou en déplaçant les enjeux humains et économiques impactés.
- le levier des dispositifs d'alerte, auxquels on rattache toutes les actions de sensibilisation et d'information des populations, sur les comportements à adopter en cas d'épisodes majeurs, pour éviter des dégâts trop importants.

Cette orientation se fonde sur la capacité des acteurs publics à transmettre aux acteurs – individus, entreprises, institutions, société civile – une certaine culture du risque, sur un principe de responsabilité partagée, individuelle et collective. En d'autres termes, il s'agit d'impliquer davantage les populations dans leur propre sécurité. La puissance publique n'est garante de la sécurité de tous qu'à la condition que chacun y veille aussi, à travers l'aménagement intérieur et extérieur des logements, ou encore l'adoption de comportements adaptés en cas de tempête ou d'inondation.

3.3. ORIENTATION (LBS3) : RECHERCHER LE CONSENSUS SUR UNE EVOLUTION PARTAGEE DU TRAIT DE COTE

Cette troisième orientation symbolise l'esprit de la stratégie proposée pour le littoral de la Baie de Seine au Tréport. Le changement climatique devrait accentuer la mobilité du trait de côte, interrogeant directement l'évolution de la vie des territoires littoraux et de leur mode de développement. Sur ce constat, le choix est fait de ne pas définir une grande orientation-cadre, qui s'appliquerait de manière homogène et cohérente à tous les territoires littoraux.

Le pragmatisme est en revanche de mise, puisque cette orientation parie sur les réalisations et réussites concrètes en matière d'aménagement du littoral intégrant les problématiques d'évolution du trait de côte, en comptant sur les succès et résultats escomptés, pour démontrer la faisabilité et l'intérêt de tels projets d'adaptation.

Deux types d'actions peuvent être envisagés :

- Mettre en place des démonstrateurs de dépoldérisation dans les territoires volontaires ;
- Procéder par expérimentation et appel à projets dans les projets d'adaptation à l'évolution du trait de côte.

4. LITTORAL DE LA PRESQU'ILE DU COTENTIN

Sauvegarder la qualité écologique des milieux et les aménités littorales dans une perspective de développement des usages économiques et résidentiels.

Territoire à part en Normandie en raison de sa géographie, la presqu'île du Cotentin l'est tout autant du point de vue des impacts du changement climatique. En effet, le territoire devrait être touché par une aggravation des tensions sur l'eau, liée à la fois à une diminution globale de la ressource (en relation avec la réduction des précipitations annuelles moyennes) et à un déplacement du biseau salé dans les marais du Bessin et du Cotentin.

La dégradation des eaux littorales, provoquée par une moindre dilution des pollutions diffuses dans les fleuves côtiers, menace quant à elle certaines activités économiques comme la conchyliculture et le tourisme (baignade), alors que l'exacerbation future des conflits d'usages de l'eau déboucherait sur une fragilisation des filières agroalimentaires.

Le Cotentin va également connaître une accentuation des risques côtiers liée à l'élévation du niveau marin (submersion marine, mobilité accrue du trait de côte) ; ainsi que des évolutions importantes des milieux et écosystèmes littoraux, notamment dans les havres et marais du Bessin et du Cotentin.

Enfin, pour rajouter à cette liste déjà très lourde d'impacts, on citera les risques de rupture des grands réseaux de transports, énergétiques et logistiques, qui menacent d'isoler une partie du territoire lors des épisodes climatiques extrêmes.

D'une certaine manière, le Cotentin présente une palette assez variée et complète des enjeux d'adaptation qui peuvent se poser dans un territoire littoral. Des enjeux spécifiques concernent ainsi :

- l'agglomération de Cherbourg, dont certains quartiers sont fortement exposés aux risques côtiers ;
- la côte des Havres pour la richesse de ses espaces naturels et les usages conchylicoles et touristiques ;
- les Marais du Cotentin et du Bessin pour leurs fonctions éco-systémiques, leur importance dans les grandes migrations de l'avifaune et les activités agricoles emblématiques et identitaires.

L'omniprésence du littoral, la taille du territoire et la diversité de sa façade maritime imposent de dépasser le débat entre fixisme et mobilité du trait de côte. Pour traiter ces enjeux, quatre grandes orientations d'adaptation sont proposées.

4.1. ORIENTATION (LC1) : PRESERVER LA QUALITE DES EAUX POUR LES ACTIVITES DE PECHE ET CONCHYLICOLES

En raison de l'importance économique des filières conchylicoles et de la pêche sur le littoral du Cotentin, cette orientation vise spécifiquement à garantir une qualité des eaux littorales suffisante pour les activités conchylicoles et de pêche (professionnelle et loisirs), que ce soit dans l'estuaire de la Vire, la Baie du Mont Saint-Michel ou dans les secteurs d'estran de la côte des Havres.

Comme pour la qualité des eaux de baignade littorale, cette orientation se concentre sur la réduction des pollutions diffuses agricoles et urbaines charriées par les fleuves côtiers.

4.2. ORIENTATION (LC2) : GARANTIR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DOUCE EN COTENTIN

Fragile par nature, en raison de l'absence d'aquifère majeur en dehors de la nappe de l'isthme du Cotentin, le territoire subit de plein fouet la réduction globale de la ressource en eau. Cette orientation prévoit trois types de préconisations :

- l'interconnexion croissante avec les réseaux d'alimentation en eau (AEP) des territoires voisins, de manière à pouvoir acheminer l'eau vers le Cotentin en cas de pénurie ponctuelle (période de sécheresse) ; mais aussi de manière structurelle, en cas de pénurie chronique de la ressource en eau. Ce pourrait notamment être le cas si le développement résidentiel et économique du Cotentin est découplé de la capacité de ses ressources en eau à accueillir et supporter ce développement ;
- le renforcement des actions de maîtrise de la demande en eau, auprès de la population et des acteurs économiques (industrie, agriculture) ;
- les expérimentations sur de nouvelles techniques pour accroître la ressource en eau, notamment par le dessalement de manière très spécifique.

4.3. ORIENTATION (LC3) : AMELIORER LA CONNAISSANCE SUR L'EVOLUTION DES MARAIS, DIFFUSER CETTE INFORMATION ET ANTICIPER L'IMPACT DU BISEAU SALE SUR LES ACTIVITES ECONOMIQUES DES MARAIS

Cette orientation porte spécifiquement sur les impacts du déplacement du biseau salé sur les marais du Bessin et du Cotentin, plus particulièrement sur les activités agricoles et sur les milieux, qui devraient progressivement se transformer et ne plus permettre les cultures ou les formes d'élevage telles qu'elles existent aujourd'hui, avec un impact potentiel sur certaines Appellations d'Origine Contrôlées (AOC).

La mobilité des espèces et l'évolution des milieux naturels, accélérées par le changement climatique, trouvent une résonance particulière dans les marais du Bessin et du Cotentin. En effet, ces milieux constituent un « sanctuaire écologique » majeur, garant de la préservation de nombreuses espèces à l'échelle régionale, nationale, voire internationale pour certains sites comme la baie des Veys. L'évolution de ces marais, en relation notamment avec l'élévation du niveau marin, pourrait avoir un impact très important sur les équilibres éco-systémiques à ces différentes échelles et sur la richesse écologique du territoire.

L'orientation se veut très concrète et n'indique pas de doctrine quant à l'approche à adopter par rapport à l'évolution des milieux et des écosystèmes. Elle vise principalement à poursuivre les travaux de recherche sur ce sujet (les impacts du changement climatique sur l'évolution des milieux et écosystèmes restent à l'heure actuelle très mal connus) et à partager cette connaissance avec les acteurs locaux concernés.

4.4. ORIENTATION (LC4) : PRESERVER LES AMENITES ET L'ATTRACTIVITE DE LA COTE DES HAVRES

Le radoucissement attendu du climat du Cotentin, notamment en période estivale, est susceptible d'ouvrir des opportunités de développement touristique pour le territoire, en particulier sur la côte des Havres, littoral relativement préservé, au patrimoine naturel et paysager reconnu et aux nombreuses aménités.

Cette orientation consiste à consolider la capacité d'accueil de la côte des Havres, en protégeant les stations balnéaires et les ports par des techniques de protection douce.

L'autre piste d'action concerne la qualité des eaux de baignade. Elle préconise d'agir pour améliorer la qualité de l'eau des fleuves côtiers, *via* la réduction des pollutions diffuses à la source, notamment émanant en amont des activités agricoles du Bocage.

5. PLAINES ET PLATEAUX ARRIERES-LITTORAUX

Mieux récupérer, utiliser et canaliser l'eau et coupler les usages avec la disponibilité globale de la ressource.

La plaine de Caen-Argentan jusqu'à Alençon et le Pays de Caux peuvent être considérés comme des zones agricoles de premier ordre, tournées vers les marchés internationaux de céréales et de cultures industrielles. La richesse agronomique de certaines zones agricoles leur vaut d'être considérées comme un « triangle d'or » à l'ouest de la plaine de Caen.

Comme tout territoire abritant une importante filière agricole, les plaines et plateaux arrières-littoraux bas et haut normands devraient être fortement impactés par la réduction des précipitations moyennes annuelles et leurs conséquences sur la disponibilité de l'eau dans les sols (qui dépend de la réserve utile) et dans les masses d'eau superficielles et souterraines.

L'autre grand impact du changement climatique concerne la hausse du risque d'inondation par ruissellement, générée à la fois par :

- La hausse potentielle de la fréquence des épisodes de fortes pluies ;
- Une poursuite de l'imperméabilisation des sols liée à l'étalement urbain (en particulier dans la plaine de Caen) ;
- Des pratiques agricoles favorisant l'érosion des sols nus.

Ce territoire comprend la deuxième agglomération de l'inter-région : l'aire urbaine de Caen comptait ainsi environ 400 000 habitants en 2010. Quatre grandes orientations d'adaptation sont proposées pour traiter les enjeux liés aux activités agricoles, à la gestion des risques d'inondation et au confort thermique en ville.

5.1. ORIENTATION (PPAL1) : SECURISER LA RESSOURCE EN EAU POUR TOUS LES USAGES (QUANTITE ET QUALITE)

Faisant face à la réduction de la disponibilité des ressources en eau, due à la réduction des précipitations moyennes, notamment en période estivale, cette orientation repose sur trois volets principaux :

- diffuser les pratiques agricoles destinées à préserver la réserve hydrique des sols (agroforesterie, paillage, etc.) et éviter ainsi le recours à l'irrigation ;
- mettre en place des instances de concertation pour gérer les conflits d'usage de l'eau (notamment dans le cadre des SAGE) ;
- accroître le recours à l'infiltration vers les nappes, à travers un aménagement réduisant le ruissellement vers les cours d'eau.

Cette orientation prend une tournure particulière dans plaine de Caen, avec une agglomération caennaise en expansion démographique dont les besoins en eau potable devraient s'accroître et collisionner directement et de plus en plus fortement avec les besoins des activités agricoles.

5.2. ORIENTATION (PPA2) : PRESERVER LES BONNES TERRES ET LES ESPACES NATURELS FACE A L'URBANISATION

La réduction globale de la disponibilité des ressources en eau amène à distinguer plus fortement et plus finement les terres agricoles selon leur qualité agronomique et leur réserve utile. Il s'agit de préserver les espaces agricoles les moins sensibles au manque d'eau (à forte réserve utile) et de les réserver aux cultures gourmandes en eau. Les espaces agricoles moins dotés en eau verront à l'inverse leurs productions agricoles varier, en fonction du potentiel agronomique des terres.

L'étalement urbain à grande échelle de l'agglomération caennaise pousse les politiques publiques à être plus vigilantes et volontaristes sur la préservation des terres agricoles et des espaces naturels, qui jouent des rôles complémentaires dans le maintien des continuités écologiques. A ce titre, des plans de reconstitution du maillage agricole peuvent être élaborés. Une action particulière sur la préservation du maillage des haies est donc également souhaitable dans le cadre de cette orientation.

Selon ce même raisonnement, les productions agricoles des terres vulnérables au manque d'eau (à faible réserve utile) devront évoluer en direction d'une agro-écologie, voire vers des entreprises poly-activités (agro-tourisme par exemple).

5.3. ORIENTATION (PPA3) : RENFORCER LES MESURES DE PREVENTION DU RUISSellement ET DE L'EROSION DES SOLS

Il s'agit ici de diffuser les bonnes pratiques agricoles favorisant, d'une part, le maintien de la réserve hydrique des sols et limitant d'autre part l'érosion des sols liée au ruissellement des eaux de pluies sur les sols nus : agroforesterie, couverture permanente des terres, etc.

5.4. ORIENTATION (PPA4) : PRENDRE EN COMPTE LE CONFORT THERMIQUE ESTIVAL A L'ECHELLE DU BATIMENT ET DE L'AMENAGEMENT URBAIN

La hausse de l'intensité et de la fréquence des épisodes caniculaires pose la question du confort thermique dans l'espace urbain et dans les bâtiments (en particulier dans les logements).

Cette orientation comprend deux types d'actions :

- Agir par le biais normatif, en intégrant le bioclimatisme dans les prescriptions et recommandations des documents d'urbanisme ;
- Soutenir le développement et la structuration d'une filière régionale d'éco-matériaux, qui viendraient alimenter les efforts de construction et de rénovation des bâtiments, dans le sens d'un meilleur confort thermique estival.

6. BOCAGE NORMAND

Réhabiliter le maillage bocager en diversifiant ses usages (agricoles, filière bois, fonctionnalités écologiques, aménités paysagères).

Les deux régions normandes constituent une grande région d'élevage d'envergure nationale, avec des filières agro-agri relativement spécialisées et structurées, positionnées à la fois sur les marchés régionaux, nationaux et internationaux.

Ces activités d'élevage ont joué un rôle majeur dans l'aménagement des territoires normands, en particulier sur la fabrication des paysages ; au point même que le « bocage » en tant que tel constitue à lui-seul une entité paysagère, au même titre que les massifs forestiers, les paysages ouverts, les falaises rocheuses, etc. Ainsi, résultant de l'action d'aménagement des éleveurs et des agriculteurs, le Bocage est devenu peu à peu un héritage, un patrimoine à préserver. De plus, les nombreuses fonctionnalités écologiques qu'il assure lui confèrent une importance encore plus grande pour l'équilibre du territoire.

Pourtant, les pressions sur le maillage bocager sont réelles : l'étalement urbain aux dépens des terres agricoles, la mécanisation de la production et la recherche continue de gains de productivité amènent les exploitations à homogénéiser les parcelles et à « raser tout ce qui dépasse » (suppression des haies, rectification des cours d'eau, suppression des talus, etc.).

Aujourd'hui, le Bocage est devenu un symbole de la Normandie et sa sauvegarde constitue un enjeu identitaire, partagé par les acteurs normands. La stratégie d'adaptation au changement climatique du Bocage doit donc être lue et comprise à l'aune de cette perspective historique, des enjeux économiques autour des filières agro-agri et du rôle du Bocage dans le maillage et les continuités écologiques à l'échelle régionale.

6.1. ORIENTATION (BN1) : PRESERVER LES FILIERES AGRO-AGRI SANS CHANGEMENT DE MODELE ECONOMIQUE

La tonalité de cette orientation traduit l'état d'urgence et de vulnérabilité des filières d'élevage en Normandie et plus généralement dans le Grand Ouest. Déjà fragilisées par les mutations rapides des marchés agricoles, les impacts du changement climatique, en particulier sur la baisse des rendements des prairies et cultures fourragères, devraient renchérir les coûts de production, et pourraient grever la compétitivité du Bocage normand au point de le mettre hors course dans la compétition européenne sur les filières lait et viande.

Pour soutenir les activités d'élevage, cette orientation cherche à créer une source de revenus supplémentaire à travers par exemple la méthanisation des déchets agricoles. L'idée est de compenser les pertes de revenus liées à une baisse du potentiel fourrager au niveau local.

L'autre volet de cette orientation porte sur l'avancement des dates de semis et de récoltes des cultures fourragères, de façon à constituer des stocks suffisants pour affronter la période estivale. Cela permettrait d'éviter par ce biais de recourir, plus que de mesure et structurellement à l'achat d'aliments pour les bêtes, qui ruinerait les comptes d'exploitation et menacerait directement la viabilité économique des entreprises agricoles.

On notera que cette orientation n'induit pas de rupture par rapport au modèle agricole existant. Elle donne clairement la priorité aux enjeux économiques, dans des territoires où les filières agro-agri occupent une place prépondérante. Cependant, la sauvegarde des activités d'élevage sans changement de modèle économique n'efface pas, leur forte vulnérabilité aux périodes de sécheresse d'été.

6.2. ORIENTATION (BN2) : CONSOLIDER LES CONTINUITES BOCAGERES ET LEURS FONCTIONNALITES ECOLOGIQUES

Cette orientation est fondée sur la reconnaissance de l'efficacité du maillage bocager dans les équilibres écologiques du territoire, en particulier en matière de préservation des continuités écologiques. Elle repose sur la capacité à convaincre les agriculteurs de leur intérêt direct à réhabiliter le maillage bocager, en termes de bénéfices pour leurs activités d'élevage d'une part (lutte contre l'érosion, limitation du ruissellement, régulation de la température), et en termes de revenus complémentaires d'autre part, par la valorisation du bois des haies dans les filières bois-énergie au niveau local.

Pour conforter cette idée qu'un maillage bocager puisse coïncider avec l'émergence d'une filière-énergie en Normandie, cette orientation prévoit un volet agroforesterie axé sur l'organisation des filières bois-énergie entre producteurs, transformateurs et villes ou entreprises disposant d'unités collectives de chauffage. En parallèle, une action de sensibilisation sera menée auprès des propriétaires forestiers privés sur les bonnes pratiques de gestion forestière (pépinière) à même de gérer au mieux les impacts du changement climatique sur les forêts.

RECAPITULATIF DES STRATEGIES D'ADAPTATION TERRITORIALES

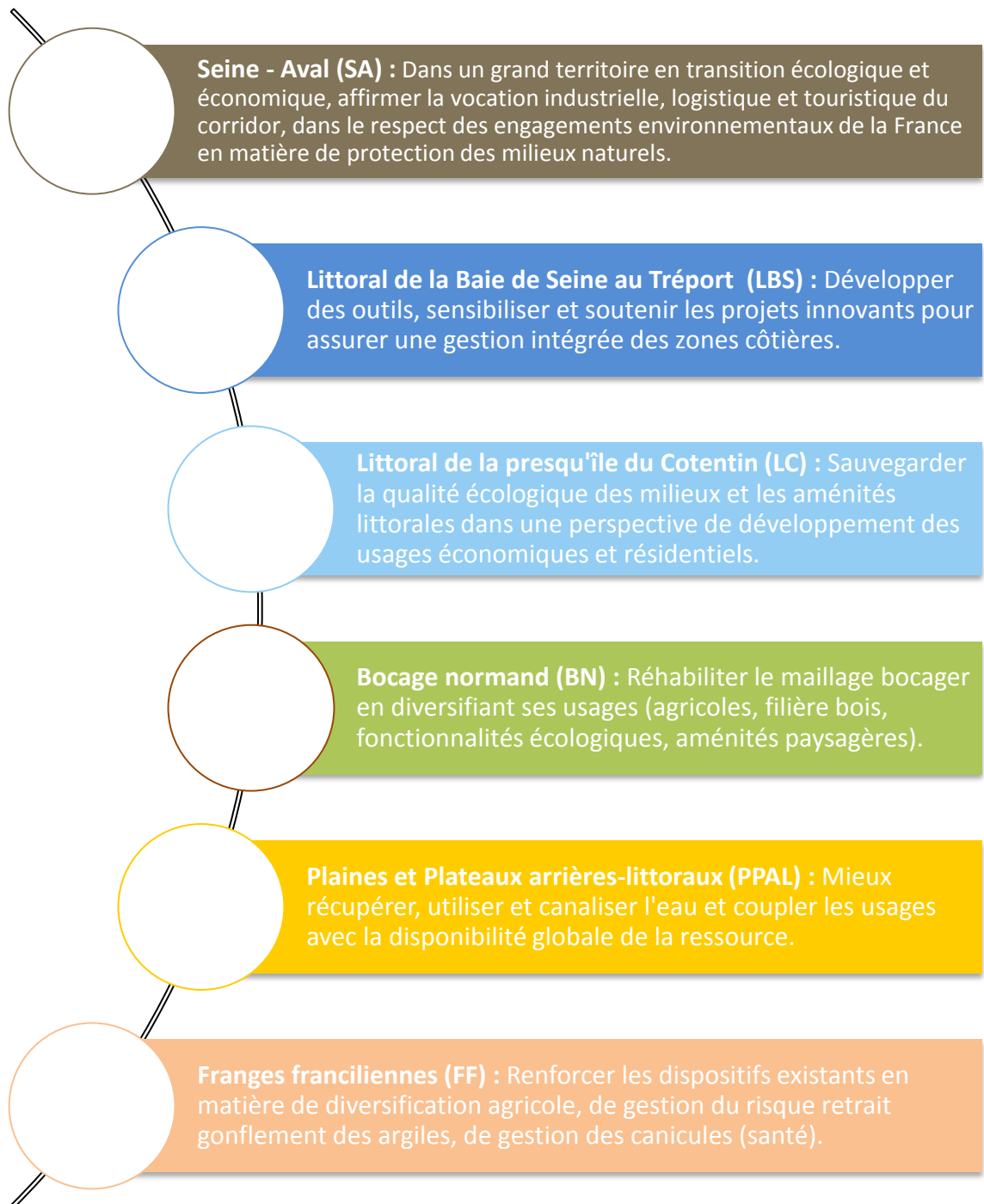


Fig. 54. Stratégies d'adaptation par territoire-type (Artelia-Stratys, 2013)

L'adaptation aux effets du changement climatique en Haute et Basse-Normandie

Etude

RAPPORT TECHNIQUE FINAL

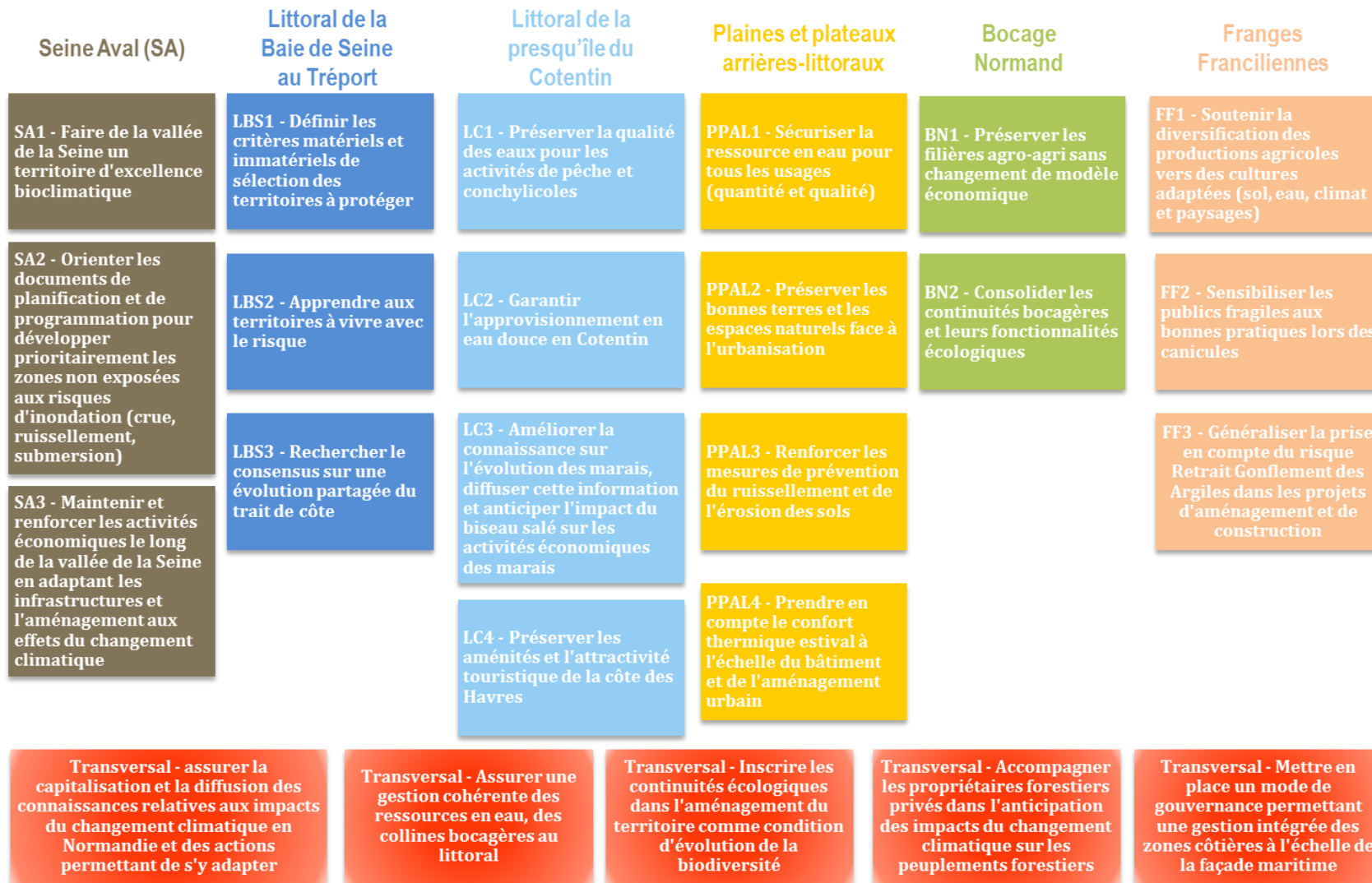


Fig. 55. Orientations stratégiques par territoire-type (Artelia-Stratys, 2013)

SECTION 3 PRECONISATIONS D'ADAPTATION

INTRODUCTION

L'objectif final de l'étude, commanditée par la DATAR et pilotée par le SGAR Haute-Normandie, est de définir et caractériser une stratégie d'adaptation cohérente à l'échelle des territoires normands, susceptible de nourrir les réflexions et le dire de l'Etat en matière d'adaptation de ces territoires au changement climatique.

Cette dernière section présente les résultats de la troisième phase de l'étude, les deux premières ayant permis :

- **Phase 1 :** de mettre en évidence la vulnérabilité des territoires normands aux impacts du changement climatique à l'échelle interrégionale, puis à l'échelle de territoires-types, cohérents du point de vue de cette vulnérabilité ;
- **Phase 2 :** de partager ce diagnostic avec les personnes ressources du territoire pour construire à l'échelle de chaque territoire-type des scénarios prospectifs ; et définir sur cette base un cadre stratégique pour l'adaptation (2 à 4 orientations stratégiques par territoire-type).

L'objectif de cette dernière phase est de **préciser les orientations élaborées lors de la phase prospective, en formulant des préconisations d'actions et en fournissant quelques clés destinées à faciliter leur mise en œuvre dans les territoires.**

Il ne s'agit pas de caractériser des actions mais de proposer des préconisations, qui pourront alimenter un dire de l'Etat et être, le cas échéant, approfondies sur le plan opérationnel dans les territoires, par exemple dans le cadre de l'élaboration et/ou de la révision des SRCAE et des PCET.

Ces préconisations répondent ainsi à l'objectif de l'étude, d'ordre stratégique, en apportant une réponse à la question suivante : comment accompagner les dires de l'Etat en matière d'adaptation en Normandie ?

Cette section s'organise autour des résultats de la phase de prospective (section 2 du présent rapport), afin de s'inscrire dans sa continuité et de prendre en compte les travaux du groupe de travail mobilisé au cours des deux ateliers.

Dans ce cadre, chacun des territoires-types a fait l'objet de la rédaction d'un chapitre particulier, qui s'articule comme suit :

- Présentation synthétique du territoire et de sa vulnérabilité au changement climatique ;
- Présentation, pour chaque orientation issue de la phase de prospective, des préconisations la concernant. Chaque préconisation est caractérisée comme suit :
 - Un encadré permet, pour commencer, de situer la préconisation par rapport :
 - **Au type d'action** auquel elle correspond : la typologie retenue, issue de l'analyse des typologies existantes⁷⁰, en contient cinq : amélioration des connaissances, incitation économique, sensibilisation / information / formation, investissement direct et normes et réglementations (ce dernier type inclus les actions de planification) ;
 - **Au domaine d'action concerné** (objet sur lequel porte l'action) : la typologie retenue, issue de l'analyse des typologies existantes⁷¹, en contient sept : aménagement, bâti, agriculture, forêt, biodiversité, eau et santé⁷².

⁷⁰ Carter et al. 1994 ; Tompkins et al. 2009 ; PNACC, MEDDE, 2011.

⁷¹ PNACC, MEDDE, 2011 ; ADEME.

⁷² La problématique de la gestion des risques naturels est traitée, pour l'essentiel, dans les domaines aménagement et bâti. S'il s'agit d'une thématique à part entière pour l'analyse des

- **Au cadre stratégique d'adaptation** dans lequel elle s'insère, *via* la référence aux actions et/ou mesures du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC, MEDDE, 2011).
- **Aux autres préconisations d'adaptation** : il s'agit ici d'identifier les éventuelles synergies avec d'autres préconisations d'adaptation définies pour les territoires normands.⁷³
- **Descriptif** : ce paragraphe permet notamment de contextualiser la préconisation par rapport au territoire-type concerné et d'en énoncer les objectifs. Ce paragraphe inclut l'identification de l'**échelle de mise en œuvre** et des **cadres opérationnels existants**, susceptibles d'être mobilisés pour mettre en œuvre la préconisation.
- **Acteurs potentiellement concernés pour la mise en œuvre de la préconisation** : leur identification, à valeur indicative, vise à fournir une information utile à la mise en œuvre des préconisations. Un ou plusieurs **porteur(s) potentiel(s)** sont proposés pour chacune d'elles.
- **Points de vigilance** : ce dernier paragraphe vise à mettre en évidence les éléments à prendre en compte dans le cadre de la mise en œuvre de la préconisation considérée. Ces points de vigilance peuvent être de différents ordres (économiques, sociaux, juridiques, humains, etc.).

Analyse des coûts de l'adaptation

Pour certaines mesures d'adaptation, des éléments de chiffrage des coûts sont proposés. Ils proviennent de retours d'expériences de mesures comparables mises en œuvre en France ou à l'étranger, ou d'hypothèses et dires d'experts issus de la littérature.

Ces coûts sont à considérer comme des ordres de grandeur uniquement. En effet :

- le coût réel de mise en œuvre d'une mesure dépend du contexte local : les retours d'expérience ne peuvent être transposés directement au cas inter-régional ;
- le coût d'une mesure est susceptible d'évoluer dans le temps, en fonction de la maturité des techniques et du marché ;
- les coûts présentés ne tiennent pas compte des coûts indirects qui peuvent être associés à une mesure (formation, organisation etc.) ;
- l'efficacité des mesures d'adaptation, c'est à dire leur traduction en termes de réduction du coût de l'impact, est difficilement évaluable.

Ils présentent néanmoins l'intérêt de fournir un premier éclairage, utile à la décision publique.

- La conclusion de cette section s'attache quant à elle, d'une part, à mettre en lumière les enjeux d'adaptation transversaux, à prendre en compte à l'échelle interrégionale et d'autre part à identifier visuellement les liens entre les préconisations.

impacts, les actions d'adaptation portent en effet sur les enjeux susceptibles d'être affectés (bâtiments, populations, infrastructures, etc.), non sur les aléas.

⁷³ Les éventuelles contradictions sont quant à elles identifiées dans le paragraphe consacré aux points de vigilance.

1. FRANGES FRANCIENNES

Le territoire des Franges franciliennes, qui s'étend approximativement sur les deux tiers sud-est du département de l'Eure, présente des paysages de plateaux marqués par les grandes cultures. La proximité de l'agglomération parisienne se traduit par une forte dynamique d'urbanisation : attirés par des prix du foncier plus faible qu'en Ile-de-France et par une meilleure qualité de vie, de nombreux franciliens viennent en effet s'y installer.



La vulnérabilité du territoire des franges franciliennes peut être qualifiée de « sectorielle ». En effet, même s'il présente un climat plus continental que le reste de la Normandie – ce qui l'expose à des effets plus marqués du changement climatique (sécheresse, hausse des températures moyennes, etc.) – ce territoire est marqué par des impacts distincts les uns des autres. Trois impacts se distinguent nettement dans le diagnostic de vulnérabilité (Section 1) :

- La baisse des rendements agricoles, liée en particulier à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse ;
- La dégradation du confort thermique d'été, susceptible d'avoir d'importantes conséquences sanitaires, en raison notamment du vieillissement de la population ;
- L'aggravation du risque de retrait-gonflement des argiles, liée à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse d'une part, et à la dynamique d'urbanisation d'autre part, qui se traduit par la construction de nombreuses maisons individuelles dans un territoire marqué par l'importance des sols argileux.

La stratégie d'adaptation pour ce territoire est, à l'image de sa vulnérabilité, peu systémique et très sectorisée ; autour de trois orientations indépendantes les unes des autres et répondant à chacun des trois impacts identifiés dans le diagnostic.

1.1. FF1 : SOUTENIR LA DIVERSIFICATION DES PRODUCTIONS AGRICOLES VERS DES CULTURES ADAPTEES (SOL, EAU, CLIMAT ET PAYSAGES)

1.1.1. Améliorer la connaissance locale de la réserve utile (en eau) des sols pour la prendre en compte dans le choix des assolements

Préconisation n°FF1-1

Type d'action : Amélioration des connaissances

Domaine : Agriculture

Cadre stratégique (PNACC) : AGRICULTURE - Action n°4 : Accompagner le développement d'activités et une occupation des sols compatibles avec les ressources en eau disponibles localement.

Synergie possible : PPA2-1

Descriptif

Une méthode de spatialisation des bilans hydriques des sols a été mise en évidence dans le cadre du programme Climaster et a notamment permis de cartographier la « réserve agricole utile maximale du sol » à l'échelle du Calvados (Cantat O., Le Gouée P., Bensaid A. et Savouret E., 2010). L'objectif de cette préconisation est d'étendre le travail réalisé dans le Calvados à une échelle plus large et en particulier dans les Franges franciliennes, afin de tenir compte de la réserve utile des sols dans le choix des assolements.

Dans une perspective d'accroissement de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires, cette connaissance locale sera en effet très utile pour adapter le choix des cultures à la capacité des sols à résister aux déficits de précipitation.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Programme Climaster.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Locale.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Chambres d'agriculture.

Autres acteurs potentiellement concernés : Instituts de recherche agronomiques (INRA, Arvalis, etc.), Universités, Chambres d'Agriculture, DDT(M), SAFER, DREAL, DRAAF, Agence de l'eau Seine-Normandie, BRGM.

Points de vigilance

- Au-delà des recherches menées dans le cadre du programme Climaster, plusieurs acteurs cherchent à améliorer la connaissance de la réserve utile des sols agricoles (critère qui entre dans la qualification de la valeur agronomique des terres) et à diffuser cette connaissance. C'est le cas par exemple de la SAFER et des chambres d'agriculture.

La mise en œuvre de cette préconisation sera donc d'autant plus efficace si elle s'appuie sur une mutualisation des méthodes d'investigations et des moyens financiers et humains déployés par ces différents acteurs. La définition d'une méthodologie commune reconnue par tous ces acteurs (une « norme de connaissance ») serait ici particulièrement utile.

1.1.2. Soutenir les agriculteurs diversifiant leur production vers des cultures mieux adaptées au manque d'eau (afin notamment de mieux répartir les risques de perte de revenu)

Préconisation n°FF1-2

Type d'action : Incitation économique

Domaine : Agriculture

Cadre stratégique (PNACC) : AGRICULTURE - Action n°4 - Mesure 4-3 : Promouvoir une agriculture efficiente en eau.

Synergie possible : PPA2-3

Descriptif

Cette préconisation vise à créer ou étendre les dispositifs de soutien public aux initiatives locales de diversification de la production agricole. Il s'agit notamment de les orienter vers un soutien à la diversification vers des variétés plus résistantes au manque d'eau. Au-delà, la diversification de l'assolement des exploitations permet de répartir les risques de perte de revenu pour les agriculteurs, que ce soit en situation de manque d'eau ou d'apparition de bioagresseurs affectant les cultures.

Une telle préconisation peut entrer en synergie avec des objectifs tels que le développement de circuits courts et de productions agricoles locales de qualité. La diversification de la production agricole des exploitations peut en effet conduire à développer localement de nouvelles filières.

Si l'accent est mis pour le territoire des Franges franciliennes sur la diversification de la production des exploitations agricoles, d'autres mesures sont susceptibles de permettre aux agriculteurs de s'adapter aux impacts du changement climatique, et notamment au manque d'eau. Il est ainsi possible de mettre en place des pratiques agricoles favorisant le maintien de l'humidité des sols, telles que le paillage des terres agricoles (voir préconisation PPA3-1).

Cadres opérationnels mobilisables :

- Contrat Régional de Développement Economique et Programme Agriculture et Nutrition de la Région Haute-Normandie.
- Politique Agricole Commune.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Exploitation agricole.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Chambres d'agriculture.

Autres acteurs potentiellement concernés : Conseil Régional, Chambres d'Agriculture, DRAAF.

Points de vigilance

- Sur le plan technique, diversifier l'assolement sur une exploitation induit un certain nombre de contraintes pour l'agriculteur : charge de travail potentiellement accrue et achat nécessaire de matériel supplémentaire notamment ;
- Sur le plan économique, le choix de l'assolement reste très dépendant des débouchés disponibles pour la récolte (logique des bassins d'approvisionnement).

1.2. FF2 : SENSIBILISER LES PUBLICS FRAGILES AUX BONNES PRATIQUES LORS DES CANICULES

1.2.1. Améliorer et élargir la diffusion des bonnes pratiques à adopter en situation de canicule à l'ensemble des personnes vulnérables aux épisodes caniculaires

Préconisation n°FF2-1

Type d'action : Information, sensibilisation, formation

Domaine : Santé

Cadre stratégique (PNACC) : SANTE - Action n°4 - Mesure 4-4 : Prendre en compte le changement climatique dans les plans nationaux de prévention et de soin.

Synergie possible :

Descriptif

Le territoire des Franges franciliennes est marqué par une dynamique d'urbanisation, liée à l'attrait du territoire pour la population francilienne (prix du foncier plus faible qu'en Ile-de-France, cadre de vie agréable, etc.). Cette dynamique – qui devrait perdurer dans les prochaines décennies avec la croissance de l'agglomération parisienne – se traduit par la construction de nombreux logements individuels et un étalement urbain croissant sur ce territoire.

Cette croissance démographique associée à une dispersion de l'habitat et au vieillissement de la population devrait se traduire par une forte vulnérabilité sanitaire à l'augmentation attendue de la fréquence et de l'intensité des épisodes caniculaires.

Dans ce cadre, cette préconisation vise à renforcer les dispositifs existants de sensibilisation des populations fragiles (plans canicules départementaux par exemple), quant aux bonnes pratiques à adopter en situation de canicule. Il s'agit en particulier de :

- Identifier les personnes vulnérables au regard de leur sensibilité (personnes âgées, enfants en bas âges, personnes souffrant de maladies cardiovasculaires, etc.) et/ou de leur exposition (travailleurs en extérieur, personnes habitant des logements très exposés à la chaleur : sous les toits, en centre urbain dense, etc.) ; dans un territoire marqué par une dispersion croissante de la population, donc par une accessibilité aux soins potentiellement difficile. Cette action permet également de cibler les différents publics à sensibiliser.
- Diffuser régulièrement une information claire et adaptée aux publics identifiés, afin d'assurer une appropriation progressive d'une « culture de la chaleur ».

Une telle préconisation est particulièrement pertinente pour le territoire des Franges franciliennes, au regard de sa vulnérabilité élevée, sur le plan sanitaire, à la dégradation du confort thermique d'été. Elle n'en demeure pas moins valable pour les autres territoires Normands, en particulier pour la Seine Aval, marquée par des densités urbaines localement fortes et par une périurbanisation croissante.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Plans Canicules Départementaux.
- Plans Régionaux Santé Environnement (PRSE).

Echelle spatiale de mise en œuvre : De l'échelle communale à l'échelle départementale.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : ARS.

Autres acteurs potentiellement concernés : ARS, EPHAD, ADEME, Conseils Généraux (action sociale et collèges), Communes (écoles) et CCAS, Conseils Régionaux (lycées et établissements professionnels), DREAL (PRSE) et DDT(M) (Plans Canicules), Services de l'Education Nationale.

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

Les retours d'expérience compilés par l'UNCCAS fournissent plusieurs éléments sur les coûts de mise en place de dispositifs d'accompagnement des personnes vulnérables aux canicules.

Mise en place d'un dispositif « télé-alerte », d'appel automatique des personnes vulnérables

- A Alès (39 000 habitants) dans le Gard, la mise en place d'un tel dispositif a nécessité un investissement initial de 12 000€ (pour l'achat de bases de données et l'abonnement à 250 lignes téléphoniques). Le coût moyen d'appel par habitant est estimé entre 0,5 et 1€.

Déploiement d'un réseau de soutien aux personnes vulnérables

- A Montbéliard (26 000 habitants) dans le Rhône, un réseau de solidarité pour les personnes de plus de 60 ans résidant sur la commune (5 500 personnes), mobilisant un réseau de 23 bénévoles fonctionne annuellement sur un budget de 8 800€ : frais administratifs, formation, psychologue, charges liées au personnel. Les bénévoles suivent les personnes âgées toute l'année, avec contact (au moins un par mois) et visites régulières. Le réseau permet une mission de veille en période de canicule.
- A Châteauroux (46 000 habitants) dans l'Indre, le recensement des personnes vulnérables (764 personnes) et l'animation d'un réseau de proximité, à travers un dispositif « voisins solidaires » (1 753 personnes référencées) intervenant en cas d'événement climatique majeur mobilise :
 - 1 assistante sociale (0,2 ETP)
 - 1 animatrice (0,2 ETP)
 - 1 psychologue (0,5 ETP)
 L'organisation d'une veille téléphonique avec astreinte soirs et week-end et de visites à domicile si nécessaire mobilise un budget annuel de 6300€.
- A Bordeaux (240 000 habitants) en Gironde, la mise en place d'un registre nominatif de personnes vulnérables (752 personnes inscrites), le repérage des personnes isolées (62 personnes) et l'organisation d'un suivi individualisé et de visites à domicile mobilise :
 - 1 coordinateur à mi-temps
 - 10 jeunes en service civique
 - pour un budget global de 24 219€.

Sources : UNCCAS, Banque d'expériences de l'action locale.

1.3. FF3 : GENERALISER LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE DE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENT ET DE CONSTRUCTION

1.3.1. Améliorer la cartographie du risque de retrait-gonflement des argiles (aléa et enjeux exposés) et assurer sa diffusion aux décideurs et au grand public

Préconisation n°FF3-1

Type d'action : Amélioration des connaissances

Domaine : Bâti

Cadre stratégique (PNACC) : RISQUES NATURELS - Action n°1 - Mesure 1-1 : Améliorer la compréhension des phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux et des mouvements gravitaires, en lien avec les conditions climatiques.

Synergie possible : FF3-2

Descriptif

L'objectif est d'améliorer les outils à disposition des professionnels du bâtiment, des communes (délivrance des permis de construire) et du grand public ; permettant d'identifier et de caractériser localement la vulnérabilité au risque de retrait-gonflement des argiles.

Des travaux de cartographie des zones d'aléas – qui permettent de mieux cerner l'exposition au phénomène de retrait-gonflement des argiles – sont déjà mis à disposition par le BRGM. Il s'agit de poursuivre ces travaux et d'assurer leur diffusion, afin que le risque de retrait-gonflement des argiles soit pris en compte dans les projets de construction dans les zones concernées, particulièrement importantes sur le territoire des Franges franciliennes.

Là encore, bien que cette préconisation soit définie pour le territoire des Franges franciliennes, très concerné par ce risque, elle n'en demeure pas moins valable pour les autres territoires Normands, en particulier pour le territoire du Bocage normand, lui aussi marqué par d'importantes zones exposées (du Pays d'Auge au Perche notamment).

Cadres opérationnels mobilisables :

- PPR Retrait-gonflement des argiles.
- Cartographie de l'aléa réalisé par le BRGM.
- Etude du BRGM sur l'établissement de PPR Retrait-gonflement des argiles dans le département de l'Eure, susceptible d'être étendue à l'ensemble des Franges franciliennes ainsi qu'aux autres territoires normands.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Echelle régionale.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : BRGM.

Autres acteurs potentiellement concernés : DREAL, DDTM, BRGM, Universités.

Points de vigilance

- Les cartographies disponibles actuellement quant au zonage de l'aléa (qui dépend de la présence de sols argileux) ne permettent pas, à l'heure actuelle, de graduer le risque en fonction du type d'argile présent. Ce travail pourrait donc être approfondi, pour fournir une aide à la décision plus efficace en matière de construction et de choix d'aménagement.
- Le phénomène de retrait-gonflement des argiles reste à ce jour mal connu et parfois sous-estimé, comme en témoigne le peu de Plans de Prévention des Risques approuvés.

1.3.2. Diffuser les bonnes pratiques en matière de prise en compte du risque de retrait-gonflement des argiles pour les maisons individuelles (construction et aménagement des parcelles)

Préconisation n°FF3-2

Type d'action : Information, sensibilisation, formation

Domaine : Bâti

Cadre stratégique (PNACC) : RISQUES NATURELS - Action n°5 - Mesure 5-3 : Évaluer les préconisations constructives et les pratiques actuelles des professionnels et quantifier leur adaptation aux impacts attendus du changement climatique, dans les zones soumises au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux (RGA).

Synergie possible : FF3-1

Descriptif

Il s'agit de concevoir et de diffuser des supports de communication expliquant aux professionnels du bâtiment et aux particuliers les bonnes pratiques permettant de réduire la vulnérabilité des maisons individuelles au risque de retrait-gonflement des argiles dans le neuf et l'existant (éloigner les arbres et les points d'infiltration des eaux pluviales de la maison, adapter les fondations, etc.).

Cette préconisation est complémentaire de la précédente : en effet, l'identification plus précise des zones vulnérables peut permettre de :

- Cibler la diffusion de ces supports de communication dans les secteurs les plus concernés ;
- Informer les propriétaires situés dans les zones à risques (et/ou les promoteurs) afin qu'ils mettent en pratique les recommandations contenues dans ces supports.

Au-delà des Franges franciliennes, elle est donc également valable pour l'ensemble des territoires normands exposés au risque de retrait-gonflement des argiles.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM).

Echelle spatiale de mise en œuvre : De l'échelle communale à l'échelle départementale.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : DDT(M).

Autres acteurs potentiellement concernés : Communes et EPCI, DREAL et DDT(M), BRGM, associations de professionnels du bâtiment (CAPEB, FFB, etc.), experts (CSTB, etc.).

Points de vigilance

- Le phénomène de retrait-gonflement des argiles reste à ce jour mal connu et parfois sous-estimé, comme en témoigne le peu de Plans de Prévention des Risques approuvés pour ce risque.

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

Les mesures d'adaptation techniques des maisons individuelles face au retrait-gonflement des argiles diffèrent largement selon qu'il s'agit d'un bien neuf ou existant.

Dans l'existant :

La mesure présentant le meilleur coût-efficacité est la gestion de la végétation aux abords des habitations, dont l'efficacité est difficile à évaluer. Le renforcement des fondations est la mesure la plus efficace mais présente un coût élevé : il n'est pas réaliste de proposer cette intervention sur l'ensemble du parc existant exposé (Projet ARGIC).

Dans le neuf :

Des prescriptions forfaitaires sont définies dans le cadre des PPRN : fondations armées, bétonnées à pleine fouille et ancrées de manière homogène à une profondeur minimale comprise entre 0,8 et 1,2m. **Leur application stricte génère un surcoût à la construction estimé entre 5 et 8 % du coût de construction de l'habitation**, soit, pour un coût moyen de 100 000 euros, un surcoût compris entre 5 000 et 8 000 € (Projet ARGIC).

Au-delà de ces prescriptions, différentes mesures techniques sur les fondations ont été estimées par l'INERIS.

- Radier en demi-gaufre : entre 6 et 13% du coût du bien (construction + terrain), soit environ 15 000€
- Sous-sol complet : entre 6 et 13% du coût du bien (construction + terrain), soit environ 15 000€
- Fondation profonde : entre 10 et 22% du coût du bien (construction + terrain), soit environ 25 000€.

A noter : la valeur du terrain est très variable entre les régions et au sein d'une même région.

Le Groupe interministériel propose quant à lui de retenir un surcoût moyen de l'adaptation des fondations des maisons individuelles de **15 % du coût de construction**.

L'adaptation systématique de toutes les nouvelles maisons construites entre 2013 et 2030 en zones d'aléa fort et moyen (30 000 maisons environ si la tendance observée entre 1999 et 2006 se poursuit) coûterait entre 150 et 240M€ en cas de stricte application des prescriptions forfaitaires des PPRN sur l'ensemble de ces maisons ; et plus de 450M€ en cas d'adaptation optimale selon l'hypothèse du Groupe interministériel.

Pour aller dans le sens d'une adaptation au cas par cas, ciblant les zones de risque avéré, la prescription systématique d'une étude des sols en zone d'aléa fort engendrerait un coût cumulé entre 2013 et 2030 compris entre 1,3 et 4,1M€ pour un coût d'étude compris entre 1000 et 3000€.

Sources : d'après le *Projet ARGIC, Rapport final, mai 2009* ; *Groupe interministériel, 2009*

2. SEINE-AVAL

Le territoire de la Seine-Aval s'étend de Rouen à l'embouchure de la Seine. Il tire son unité de son armature urbaine et industrialo-portuaire, en cohérence avec Ouistreham et Cherbourg, mais aussi de la qualité de ses milieux naturels (corridor écologique marqué par le Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine et la Réserve Naturelle de l'Estuaire de la Seine).



Le diagnostic de vulnérabilité a permis d'identifier deux impacts majeurs pour ce territoire :

- La baisse du confort thermique estival, en particulier dans les centres urbains denses de la vallée de la Seine (notamment à Rouen), liée à des vagues de chaleurs plus fréquentes et intenses, dont les effets sont démultipliés en milieu urbain par l'Effet Îlot de Chaleur Urbain.
- L'aggravation des risques d'inondations (pour les zones résidentielles et d'activités) :
 - par ruissellement, en relation avec la hausse possible de la fréquence des épisodes de précipitation d'une part, et avec l'artificialisation accrue des sols liée à la poursuite de la périurbanisation sur les coteaux et dans les points bas d'autre part ;
 - par submersion marine dans l'estuaire de la Seine : la hausse du niveau marin se traduira en effet par une exposition accrue des zones résidentielles et industrialo-portuaires de l'estuaire.

La stratégie issue du travail réalisé en atelier souligne que l'aggravation de ces risques connus est susceptible de remettre en cause la dynamique de développement de la vallée de la Seine. L'enjeu des trois orientations définies par le groupe de travail consiste donc à intégrer l'adaptation au cœur des projets de développement territorial de la Seine-Aval.

2.1. SA1 : FAIRE DE LA VALLEE DE LA SEINE UN TERRITOIRE D'EXCELLENCE BIOCLIMATIQUE

2.1.1. Prendre en compte le confort thermique d'été dans la conception et la réhabilitation des bâtiments (architecture bioclimatique), via des recommandations et des prescriptions normatives

Préconisation n°SA1-1

Type d'action : Normes et réglementation

Domaine : Bâti

Cadre stratégique (PNACC) : URBANISME ET CADRE BÂTI, Action n°4, Mesure 4.1 : Renforcer l'exigence de confort d'été dans les bâtiments.

Synergie possible : PPA4-1

Descriptif

L'objectif est ici d'encourager la prise en compte des principes de l'architecture bioclimatique dans la construction ou la réhabilitation des bâtiments, afin de limiter l'inconfort thermique en situation de fortes chaleurs tout en évitant le recours à la climatisation. Une telle préconisation vise en particulier les bâtiments résidentiels et tertiaires des agglomérations de la Seine-Aval, dont la vulnérabilité à la baisse du confort thermique estival a été mise en évidence dans le diagnostic de vulnérabilité. Elle est néanmoins applicable à l'ensemble des bâtiments quel que soit leur usage.

Au-delà des économies d'énergie liées à un recours moins systématique aux systèmes de ventilation et de climatisation, cette préconisation vise sur le plan social à limiter la précarité énergétique d'été et d'hiver.

Si le cadre législatif dépend de l'échelle nationale, les collectivités territoriales peuvent mettre en place des cadres réglementaires locaux pour assurer une meilleure prise en compte du confort thermique d'été dans la conception et la réhabilitation des bâtiments. Des recommandations et/ou des prescriptions en la matière peuvent par exemple être intégrées aux documents d'urbanisme (PLU et règlements de ZAC notamment).

Ces recommandations et prescriptions peuvent s'appuyer sur l'appropriation et la réappropriation de pratiques de construction anciennes ou propres à des territoires plus méridionaux, propres à réduire la vulnérabilité des bâtiments à cet effet du changement climatique.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Règlements thermiques à venir.
- Documents d'urbanisme (PLU et ZAC notamment).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Bâtiment.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Communes et Intercommunalités.

Autres acteurs potentiellement concernés : ADEME, architectes, professionnels du bâtiment, FFB, CAPEB, Offices de l'habitat, CAUE, CSTB, DREAL et DDT(M).

Points de vigilance

- La faible sensibilisation et le manque de formation des professionnels du bâtiment constituent aujourd'hui des facteurs limitant majeurs.
- Attention à la mise en cohérence des objectifs d'atténuation (maîtrise de l'énergie dans les bâtiments notamment) et d'adaptation.

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

D'après les estimations d'Alain Liébard, Président de l'Observatoire des Energies Renouvelables et inventeur de l'architecture bioclimatique, **l'architecture bioclimatique génère actuellement un surcoût à la construction de l'ordre de 10 à 15 %**, soit entre 10 000 et 15 000€ pour un coût moyen de construction de 100 000€.

Il est probable que la diffusion de ces techniques de constructions conduira à diminuer le surcoût qu'elles présentent.

L'architecture bioclimatique génère par ailleurs des gains sur la consommation énergétique de l'ordre de 30 à 50 % et des coûts d'entretien plus faibles sur la durée de vie de la maison.

Source : « *Habitat du futur, habitat du plaisir* », Entretien avec Alain Liébard, Dalkia.com

2.1.2. Prendre en compte le confort thermique d'été dans les projets d'aménagement et de renouvellement urbain (végétalisation, etc.), en s'appuyant sur la réalisation d'opérations exemplaires

Préconisation n°SA1-2

Type d'action : Investissement direct

Domaine : Aménagement

Cadre stratégique (PNACC) : URBANISME ET CADRE BÂTI, Action n°3 : Lutter contre la canicule en ville et limiter l'effet d'îlot de chaleur.

Synergie possible : PPA4-2

Descriptif

Il est possible de limiter le phénomène d'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU) en agissant sur les formes urbaines, la végétalisation de l'espace urbain, etc.

L'objectif consiste à s'appuyer sur des projets pilotes d'aménagement ou de renouvellement urbain pour mettre en œuvre et communiquer sur les bonnes pratiques d'aménagement en matière de prise en compte du confort thermique estival en ville.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Label Ecoquartier.
- SCoT, PLU, ZAC.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Quartier urbain.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Communes et Intercommunalités.

Autres acteurs potentiellement concernés : ADEME, Agences d'urbanisme, Universités, Collectivités territoriales, DREAL, DDT(M).

Points de vigilance

- La localisation précise du phénomène d'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU) reste aujourd'hui un exercice difficile à l'échelle locale, car dépendant de nombreux paramètres (topographie, formes urbaines, effet albédo des surfaces, etc.). Toutefois, les travaux de recherche publiés ou en cours (projet EPICEA à Paris par exemple) permettent progressivement de disposer de méthodes et d'indicateurs d'analyse utiles à la décision.

Eclairage sur les coûts de l'adaptation : l'exemple des toitures végétalisées

L'installation de toitures végétalisées peut présenter un surcoût important par rapport à une toiture traditionnelle, mais génère des bénéfices notables en matière de confort thermique, de consommation d'énergie, d'amélioration de la qualité de l'air, de réduction du bruit et de gestion des eaux pluviales.

Le coût d'installation varie selon le type de végétalisation (ALE Grenoble, 2007).

- Végétalisation intensive : 100 à 205€/m² en moyenne
- Végétalisation extensive : de 35 à 85€/m² en moyenne

Le coût d'entretien dépend également du type de végétation :

- Végétalisation intensive : 2 à 5€/m²/an
- Végétalisation extensive : 1 à 2,5€/m²/an

Quelques retours d'expérience :

- La Ville de Paris a mené un programme de végétalisation de toitures, avec un budget de 2,4M€ pour 25 150m² (soit environ 100€/m²)
- Le Centre Technique du Pays Voironnais a eu recours à la végétalisation extensive pour couvrir 2 600 m² de garages, pour un budget de 306 000€ (soit environ 117/m²)
- A Toronto, la végétalisation de 6 % des toits de la ville permettrait de réduire la température urbaine de 1 à 2°C
- D'après une étude de l'Université du Michigan, l'installation de 1 950m² de toiture végétale aurait généré un coût de 464 000\$ (environ 357 000€, soit 187€/m²) contre 335 000\$ (environ 258 000 euros) pour une toiture conventionnelle, soit un surcoût de 38 %. Les bénéfices (économies d'énergie, qualité de l'air) sur la durée de vie de l'installation sont supérieurs aux surcoûts. Ils s'élèvent à 200 000\$ (environ 154 000€), dont les deux-tiers proviennent de la baisse de la consommation d'énergie.

Sources : *Communauté d'Agglomération Grenoble Alpes Métropole, Les toits végétalisés, Notice Technique 1 ; ADEME, Centre de ressources PCET, Fiche Action « Programme de végétalisation urbaine », Ville de Paris ; Foster, Lowe, Winkelman, 2011. The value of green infrastructure for urban climate adaptation. Center for Clean Air Policy, Février 2011.*

2.2. SA2 : ORIENTER LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION ET DE PROGRAMMATION POUR DEVELOPPER PRIORITAIREMENT LES ZONES NON EXPOSEES AUX RISQUES D'INONDATION (CRUE, RUISSELLEMENT, SUBMERSION)

2.2.1. Etablir des prescriptions dans les documents de planification et d'urbanisme pour construire les nouveaux logements dans les secteurs peu ou non exposés aux inondations et risques associés

Préconisation n°SA2-1

Type d'action : Normes et réglementation

Domaine : Aménagement

Cadre stratégique (PNACC) : RISQUES NATURELS, Action n°4 : Prendre en compte l'impact du changement climatique sur les risques naturels dans la maîtrise de l'urbanisation.

Synergie possible : LBS2-1

Descriptif

La poursuite du développement économique et démographique du territoire de la Seine-Aval devrait se traduire, dans les prochaines décennies, par une croissance régulière des zones urbaines. Dans le contexte du changement climatique, cette croissance devrait se traduire par une augmentation des risques d'inondations causées par :

- les crues de la Seine ;
- le ruissellement des eaux pluviales (dans un contexte d'artificialisation croissante du territoire) ;
- des épisodes de submersion plus fréquents, en raison de l'élévation du niveau marin.

L'objectif de cette préconisation est d'encadrer la croissance des zones résidentielles pour la limiter, voire l'interdire dans les secteurs exposés. Elle est complémentaire des deux suivantes, qui visent quant à elles à :

- Adapter les bâtiments résidentiels déjà construits dans les zones exposées ;
- Permettre le maintien des activités et infrastructures nécessitant un accès à la Seine dans les zones exposées.

L'encadrement de la construction de nouveaux logements passe par l'intégration de prescriptions dans les documents d'urbanisme et en particulier dans les PLU, qui doit annexer les Plans de Prévention des Risques.

Cadres opérationnels mobilisables :

- SCoT, PLU.
- Plans de Prévention des Risques.
- Territoires à Risques Importants d'Inondation et Programmes d'Actions de Prévention contre les Inondations (TRI et PAPI, outils issus de la Directive Inondations).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Echelles communale et intercommunale.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Communes et Intercommunalités.

Autres acteurs potentiellement concernés : Communes et EPCI, DDT(M) et DREAL.

Points de vigilance

- La mise en place de prescription dans les documents de planification doit s'accompagner d'un travail de sensibilisation des populations (en particulier des nouveaux arrivants) aux risques qui les concernent. Il s'agit notamment de développer une « culture du risque », dans le cadre d'une vision prospective partagée du territoire.
- L'importance de la pression foncière peut limiter la portée de cette préconisation, fondée sur des prescriptions réglementaires.
- L'urbanisation prioritaire des zones peu ou non exposées doit être menée dans le cadre d'un développement équilibré de ces zones, tenant compte de la nécessité de maintenir des espaces agricoles et naturels (continuités écologiques) ; nécessité par ailleurs encadrée par d'autres documents de planification (Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique, zones Natura 2000, etc.).

2.2.2. Soutenir des projets exemplaires pour adapter les logements existants situés dans les zones exposées à l'évolution des risques dans le contexte du changement climatique

Préconisation n°SA2-2

Type d'action : Incitation économique

Domaine : Bâti

Cadre stratégique (PNACC) : RISQUES NATURELS, Action n°5 : Réduire la vulnérabilité, améliorer la résilience et l'adaptation au changement climatique.

Synergie possible : LBS2-2

Descriptif

Il est peu envisageable, à court et moyen terme, de délocaliser les zones résidentielles existantes situées dans les zones à risque. L'objectif est donc de soutenir techniquement et/ou financièrement des projets locaux destinés à améliorer la résilience des logements existants face à l'évolution attendue des risques d'inondations (crue de la Seine, ruissellement des eaux pluviales et/ou submersion marine) dans la perspective du changement climatique.

L'évaluation de ces projets exemplaires pourra ensuite permettre de diffuser des bonnes pratiques d'adaptation des infrastructures et des bâtiments à ces risques.

Cadres opérationnels mobilisables :

- OPAH.
- Appel à projet.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Locale

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Etat

Autres acteurs potentiellement concernés : Collectivités territoriales, DREAL et DDTM.

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

Une étude du CEPRI recense trois stratégies pour adapter les logements au risque d'inondation :

- « **Eviter** » : applicable essentiellement aux nouvelles constructions, il s'agit d'éviter le risque, en surélevant le bâtiment ;
- « **Résister** » : il s'agit de mettre en place des dispositifs temporaires ou permanents pour retarder voire empêcher la pénétration de l'eau dans le bâtiment ;
- « **Céder** » : il s'agit d'accepter que l'eau pénètre dans le bâtiment et de mettre en place des mesures visant à réduire les dommages et le temps de retour à la normale.

Une revue de la littérature et un exercice de simulation sur des maisons individuelles « types » indiquent que (CEPRI) :

- L'adaptation des logements au risque d'inondation n'est rentable que sous certaines conditions d'exposition (plus les inondations sont fréquentes, plus l'adaptation est rentable) et de protection du territoire par des ouvrages.
- Dans les logements neufs, la stratégie « éviter » semble toujours plus rentable que les stratégies « résister » ou « céder ». Cette dernière n'est rentable que pour des crues très fréquentes, en raison de dommages résiduels.
- Adapter un logement existant peut s'avérer très coûteux, à moins que l'opération ne soit entreprise dans le cadre d'une rénovation ou d'une remise en état après une inondation.

Des fourchettes de coûts sont recensées dans une étude menée aux Pays-Bas, correspondant à un panel de constructions neuves types, de 39 à 81m² au sol. (attention, ces coûts sont à considérer comme des ordres de grandeur. Ils ne sont pas nécessairement directement transposables au cas français) :

Stratégie	Mesures	Coût	Rentabilité
Eviter	Surélévation de 0,5 à 1m avec des pilotis	Entre 1000 et 1900€	Rentable pour une période de retour < 400 ans
	Surélévation entre 0,3 et 0,9m à l'aide de murs	Entre 1700 et 4300€	
Résister	Mesures temporaires (barrières étanches devant les portes, dispositif d'occultation des prises d'air, clapet anti-retour)	De l'ordre de 2300€	Rentable pour une période de retour < 40 ans
	Mesures permanentes (clapet anti-retour, portes extérieures étanches, pompes, lignes de drainage autour de la maison...)	Entre 6600 et 8200€	Rentable pour une période de retour <100 ans

Céder	Clapet anti-retour, pompage, sol en plastique, portes, fenêtres et encadrements résistants, cuisine résistante, dallage en béton, isolant à cellule fermée, mur interne adapté	Entre 15000 et 25000€	Rentable pour une période de retour <2 ans
-------	--	-----------------------	--

Dans le logement existant, quelques estimations du coût d'adaptations à mettre en œuvre à l'occasion de travaux de remise en état (MEDDE), pour un logement type de 77m² :

- Remplacement des portes intérieures et huisseries bois en blocs porte alvéolé carton et huisseries métalliques : 900€HT
- Mesures sur les installations électriques : 2000€HT
- Remplacement des cloisons de carreaux de plâtre par des cloisons en plaque BA13 avec isolant : 2065€
- Remplacement des plinthes en bois en plinthes PVC : 1150€HT

Sources : CEPRI, 2009. *Un logement « zéro dommage » face au risque inondation est-il possible ?* ; GERSONIUS et al., 2008. *Efficiency of private flood proofing of new buildings - Adapted redevelopment of a flood plain in the Netherlands.* ; MEDDE, *Etude de cas inondation* : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/Ref-Inond-EtudeCas04.pdf>

2.3. SA3 : MAINTENIR ET RENFORCER LES ACTIVITES ECONOMIQUES LE LONG DE LA VALLEE DE LA SEINE EN ADAPTANT LES INFRASTRUCTURES ET L'AMENAGEMENT AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

2.3.1. Etablir des prescriptions encadrant l'installation/construction de nouvelles activités/infrastructures en bord de Seine et dans l'estuaire, dans les secteurs exposés aux risques d'inondations, en fonction de leurs besoins (accès à la Seine notamment)

Préconisation n°SA3-1

Type d'action : Normes et réglementation

Domaine : Bâti

Cadre stratégique (PNACC) : RISQUES NATURELS, Action n°5 : Réduire la vulnérabilité, améliorer la résilience et l'adaptation au changement climatique.

Synergie possible : LBS2-1

Descriptif

L'objectif de cette préconisation est de permettre l'installation de nouvelles infrastructures nécessitant un accès à la Seine sous condition de prise en compte, dans leur conception, de l'évolution attendue des risques d'inondations.

La mise en œuvre d'une telle préconisation pourra s'appuyer sur :

- L'intégration des impacts du changement climatique sur l'aggravation potentielle des risques dans les stratégies d'aménagement et les projets de territoire déjà engagés (projet Vallée de la Seine, Directive Territoriale d'Aménagement de l'Estuaire de la Seine, etc.), en permettant l'installation de nouvelles activités ou infrastructures au regard de leur besoins fonctionnels (accès à la Seine notamment) ;
- Des prescriptions (dans les permis de construire par exemple) obligeant les acteurs souhaitant installer de nouvelles activités ou infrastructures dans les zones exposées, à mettre en place des dispositifs constructifs intégrant la prise en compte des risques et assurant la résilience des bâtiments et infrastructures.

Il s'agit donc de trouver un équilibre entre les projets de développement économique de la vallée de la Seine et une gestion efficace des risques dans la perspective du changement climatique.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Plans de Prévention des Risques.
- Territoires à Risques Importants d'Inondation et Programmes d'Actions de Prévention contre les Inondations (TRI et PAPI, outils issus de la Directive Inondations).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Echelles communale et intercommunale.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Etat.

Autres acteurs potentiellement concernés : Collectivités territoriales, Chambres de Commerce et de l'Industrie, Grands Ports Maritimes du Havre et de Rouen, Gestionnaires des réseaux routiers, RFF, VNF DDTM et DREAL.

Points de vigilance

- La mise en place de cette préconisation demande un approfondissement de la connaissance des impacts du changement climatique sur les risques concernés sur le territoire de la Seine-Aval. Cet approfondissement, associé au travail de prospective territoriale mené dans le cadre des projets de territoire actuels (notamment le projet Vallée de la Seine) serait dans ce cadre particulièrement pertinent.
- La bonne application de telles prescriptions demande la mise en place d'un dispositif de contrôle.

3. LITTORAL DE LA BAIE DE SEINE AU TREPOT

Le littoral de la Baie de Seine au Tréport se décompose en deux grandes unités géomorphologiques, séparées par l'estuaire de la Seine : une côte à falaise soumise à une forte érosion au nord (côte d'Albâtre) ; et le littoral de la Baie de Seine au sud, formé pour l'essentiel de côtes sableuses (plages adossées et cordons dunaires).



Source : Artelia (d'après le fond de carte Mappy (www.mappy.com))

L'ensemble des côtes basses de ce littoral (valleuses et fonds de vallées au nord de l'estuaire et côtes sableuses du Calvados) est marqué par une forte urbanisation, liée pour l'essentiel à l'attractivité touristique du territoire.

Dans la perspective du changement climatique, la hausse de l'attractivité touristique – liée à un climat plus favorable au tourisme balnéaire – associée à l'aggravation des risques littoraux (érosion et submersion) – consécutive à l'élévation du niveau marin – devraient se traduire par une vulnérabilité élevée des côtes basses à ces risques.

Une telle évolution interroge la logique de développement du littoral, qui prévaut depuis la fin du XIX^{ème} siècle et la mise en place des premières stations balnéaires (Deauville, Trouville, etc.). L'engagement des acteurs dans un nouveau projet de territoire, cohérent à l'échelle de la façade maritime et incluant de nouveaux modes de gestion du trait de côte (recul stratégique par exemple) demandera donc du temps.

La stratégie définie par le groupe de travail vise donc avant tout à mettre en place les conditions nécessaires à cet engagement des acteurs (identification des enjeux, sensibilisation des acteurs, etc.), passage obligé avant d'envisager la mise en œuvre de mesures d'adaptation plus opérationnelles.

3.1. LBS1 : DEFINIR LES CRITERES MATERIELS ET IMMATERIELS DE SELECTION DES TERRITOIRES A PROTEGER

3.1.1. Définir une méthodologie multicritère et multiscalaire fournissant des indicateurs utiles à la prise de décision pour la définition de stratégies locales de gestion du trait de côte dans la perspective de l'élévation du niveau marin

Préconisation n°LBS1-1

Type d'action : Information, sensibilisation, formation

Domaine : Aménagement

Cadre stratégique (PNACC) : LITTORAL, Action n°4 : Conforter la méthodologie de gestion de la bande littorale et ajuster les différentes stratégies de gestion.

Synergie possible : territoire-type du littoral de la presqu'île du Cotentin.

Descriptif

Le littoral de la Baie de Seine au Tréport concentre un grand nombre d'enjeux humains (zones résidentielles), culturels (patrimoine bâti, paysages, etc.), économiques (activités touristiques, infrastructures de transport, etc.) et environnementaux (plages, zones humides, etc.) exposés à l'élévation du niveau marin.

L'objectif de cette préconisation consiste à élaborer une méthodologie cohérente, intégrant l'ensemble de ces enjeux pour déterminer localement la stratégie de gestion du trait de côte la plus appropriée au regard des spécificités locales (défense, repli stratégique, etc.). Une telle méthodologie pourrait s'appuyer sur les outils existants (analyses coût-bénéfice, inventaires de la biodiversité, etc.) et sur les préconisations de la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte.

En d'autres termes, il s'agit de fournir aux collectivités littorales et à leurs partenaires une « boîte à outils » méthodologique leur apportant une aide à la décision pour définir une stratégie de gestion du trait de côte en fonction des spécificités locales de leur territoire. Une telle « boîte à outil » pourrait intégrer les retours d'expériences existants (exemple : démarche prospective réalisée par le Conservatoire du littoral pour prendre en compte le changement climatique dans sa stratégie d'acquisition et de gestion de ses sites, accompagnement de la dépoldérisation « spontanée » du polder de Mortagne, etc.).

Cadres opérationnels mobilisables :

- Stratégie Nationale de Gestion Intégrée des Zones Côtères.

Echelle spatiale de mise en œuvre : De l'échelle communale à l'échelle de la façade maritime normande.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Etat.

Autres acteurs potentiellement concernés : CETMEF, Conservatoire du littoral, Agence des Aires Marines Protégées, Agence de l'eau Seine-Normandie, Ports, DREAL, DDTM, Collectivités Territoriales, acteurs économiques, associations de riverains.

Points de vigilance

- Toute stratégie locale de gestion du trait de côte doit être conçue et mise en œuvre en cohérence avec l'ensemble de la façade maritime concernée.
- L'application d'une telle méthodologie doit s'accompagner d'un travail de sensibilisation des habitants et acteurs des territoires littoraux. Le choix de la défense de certains enjeux par rapport à d'autres est en effet susceptible de générer des tensions.

3.2. LBS2 : APPRENDRE AUX TERRITOIRES A VIVRE AVEC LE RISQUE

3.2.1. Adapter l'occupation de l'espace et les nouvelles constructions en fonction du niveau d'exposition aux risques littoraux

Préconisation n°LBS2-1

Type d'action : Normes et réglementation

Domaine : Aménagement

Cadre stratégique (PNACC) : RISQUES NATURELS, Action n°4 :

-Mesure 4.1 : Prendre en compte des impacts potentiels du changement climatique dans les documents d'urbanisme de type SCOT ou PLU ;

-Mesure 4.4 : Prendre en compte l'impact du changement climatique sur le niveau de la mer dans la révision de la doctrine relative aux plans de prévention des risques littoraux

Synergie possible : SA2-1 et SA3-2

Descriptif

Une partie importante des côtes basses du littoral de la Baie de Seine au Tréport est urbanisée. L'objectif de cette préconisation est de mieux encadrer l'urbanisation dans ces zones exposées à l'augmentation du risque de submersion (liée à l'élévation du niveau marin).

Il s'agit notamment d'éviter la construction de nouveaux logements à l'année, tout en autorisant l'installation de certaines activités estivales (restauration, équipements touristiques démontables, etc.).

La mise en œuvre de cette préconisation peut passer par plusieurs biais :

- La planification : les PPR littoraux et les PLU peuvent notamment établir des recommandations et des prescriptions pour l'installation de nouvelles activités dans les zones exposées ;
- L'expérimentation : réalisation de projets exemplaires destinés à adapter les bâtiments et/ou les activités en fonction du niveau d'exposition au risque (construction d'installations sur pilotis, mise en place d'installations touristiques saisonniers démontables, etc.).

Cadres opérationnels mobilisables :

- Plans de Prévention des Risques Littoraux (PPRL).
- SCOT et PLU (communaux et intercommunaux).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Echelles communale et intercommunale.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Communes et intercommunalités littorales.

Autres acteurs potentiellement concernés : Communes et EPCI, DDT(M), professionnels du tourisme.

Points de vigilance

- La forte pression foncière sur le littoral de la Baie de Seine peut freiner la mise en œuvre d'une telle préconisation, en particulier si elle est mise en œuvre dans le cadre de recommandations et de prescriptions dans les documents d'urbanisme. La bonne application de ces recommandations et prescriptions doit donc s'accompagner d'un travail de sensibilisation des acteurs à l'évolution des risques littoraux dans la perspective du changement climatique d'une part, et d'un suivi de leur mise en œuvre effective d'autre part.

3.2.2. Soutenir des projets pilotes destinés à adapter le bâti existant et, le cas échéant, les ouvrages de protection, aux risques littoraux

Préconisation n°LBS2-2

Type d'action : Incitation économique

Domaine : Bâti

Cadre stratégique (PNACC) : RISQUES NATURELS, Action n°5, Mesure 5.1 : Proposer des méthodes d'adaptation des ouvrages de protection présents sur le littoral.

Synergie possible : SA3-1 ; LBS2-1 et LC4-1

Descriptif

Comme l'indique la préconisation précédente, il est possible d'encadrer la construction de nouveaux bâtiments et l'installation de nouvelles activités en fonction du niveau d'exposition aux risques littoraux, afin d'éviter toute augmentation de la sensibilité des territoires à ces risques.

Toutefois, il est peu envisageable, au moins à court et moyen terme et dans un contexte d'accroissement de l'attractivité touristique, de délocaliser les zones urbanisées sur les côtes basses, exposées à l'accroissement du risque de submersion marine.

Cette préconisation vise donc à encourager les innovations permettant d'améliorer la résilience des bâtiments existants à ce risque :

- en testant ces innovations *in situ* dans le cadre de projets de réhabilitation exemplaires ;
- en diffusant les bonnes pratiques issues de ces projets exemplaires aux professionnels du bâtiment et au grand public.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Appel à projet.
- Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Locale

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : DDTM.

Autres acteurs potentiellement concernés : Collectivités territoriales, DREAL et DDTM.

3.2.3. Développer la culture du risque auprès des habitants et des touristes

Préconisation n°LBS2-3

Type d'action : Information, sensibilisation, formation

Domaine : Aménagement

Cadre stratégique (PNACC) : INFORMATION, Action n°2 : Organiser la diffusion des impacts sectoriels pour préparer le public aux mesures d'adaptation.

Synergie possible : LC3-2 et FF2-1

Descriptif

L'objectif de cette préconisation est de sensibiliser les acteurs des territoires littoraux à l'évolution possible du risque de submersion marine dans le contexte de l'élévation du niveau marin, pour assurer une prise de conscience du niveau de vulnérabilité aux risques littoraux et favoriser leur participation à leur gestion pour réduire cette vulnérabilité.

Une telle sensibilisation peut passer par des opérations de communication, de formation, ou encore par des exercices de gestion de crise.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM).
- Plan Communal de Sauvegarde (PCS).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Locale.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : DDTM

Autres acteurs potentiellement concernés : Communes et EPCI, DREAL et DDTM et, Assureurs pour les actions de sensibilisation, auxquels s'ajoutent les acteurs intervenant dans la gestion des crises (SDIS, gendarmerie, gestionnaires d'infrastructures, etc.).

Points de vigilance

- La communication relative à l'évolution des risques littoraux dans la perspective du changement climatique doit éviter tout discours catastrophiste ou culpabilisateur, susceptible d'une part d'être contreproductif et, d'autre part, de nuire à l'image du littoral de la Baie de Seine au Tréport, donc à son attractivité touristique.
- Le grand nombre d'enjeux (donc d'acteurs) dans les territoires littoraux et la pression foncière, pourraient limiter la portée d'appropriation de cette culture du risque.

3.3. LBS3 : RECHERCHER LE CONSENSUS SUR UNE EVOLUTION PARTAGEE DU TRAIT DE COTE

3.3.1. Expérimenter de nouveaux modes de concertation pour assurer la conception et la mise en œuvre partagées des projets d'aménagement du trait de côte tenant compte des impacts du changement climatique

Préconisation n°LBS3-1

Type d'action : Information, sensibilisation, formation

Domaine : Aménagement

Cadre stratégique (PNACC) : LITTORAL, Action n°4 : Conforter la méthodologie de gestion de la bande littorale et ajuster ses différentes stratégies de gestion.

Synergie possible : LBS1-1 et LBS2-3

Descriptif

L'élévation du niveau marin et l'aggravation consécutive des risques littoraux demandent de repenser la gestion du trait de côte sur le littoral de la Baie de Seine au Tréport ; de la protection lourde (digues, épis, etc.) au recul stratégique (dépoldérisation, etc.) en passant par des solutions intermédiaires (stratégie de double défense, adaptation du bâti existant et des nouvelles constructions dans les zones à risque, etc.). L'évolution de la gestion du trait de côte est susceptible de remettre en cause l'organisation du territoire et les habitudes de vie des habitants.

Dès lors, si le choix d'une stratégie de gestion du trait de côte peut être facilité par la mise à disposition d'une méthodologie multicritère et multiscalair (préconisation LBS1-1), il doit s'accompagner d'un processus de concertation afin d'être partagé dès sa conception par l'ensemble des acteurs concernés.

Cette préconisation vise donc à concevoir et à tester de nouveaux modes de concertation pour assurer un tel partage, voire une co-construction des stratégies de gestion du trait de côte tenant compte des impacts attendus du changement climatique.

Il est notamment possible pour cela de s'appuyer sur les retours d'expérience existant en France et à l'international (exemple : projet de réaménagement du lido des Petit et Grand Travers sur la côte de Languedoc-Roussillon, qui s'est traduit par un important travail de concertation avec l'ensemble des acteurs concernés).

Cadres opérationnels mobilisables :

- Observatoire du débat public
- Procédure d'enquête publique

Echelle spatiale de mise en œuvre : Locale

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Collectivités territoriales

Autres acteurs potentiellement concernés : Collectivités territoriales, DREAL, DDTM, Conservatoire du littoral.

4. LITTORAL DE LA PRESQU'ILE DU COTENTIN

Le littoral de la presqu'île du Cotentin se divise en trois ensembles bien distincts :

- La côte des Havres à l'ouest, de la Baie du Mont St Michel au nord de la presqu'île, littoral relativement préservé marqué par une haute qualité paysagère et environnementale, attractif sur le plan touristique (en particulier pour la Baie du Mont St Michel) ;
- Le nord de la presqu'île, marqué par les activités industrialo-portuaires de Cherbourg ;
- Les Marais du Bessin et du Cotentin à l'est, site remarquable sur le plan écologique et qui constitue la principale ressource pour l'approvisionnement en eau de la presqu'île.



Le diagnostic de vulnérabilité a mis en évidence trois impacts majeurs : la réduction de la disponibilité des ressources en eau, liée au déplacement du biseau salé dans les marais et à l'augmentation attendue de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse (la nappe de l'Isthme du Cotentin est déjà confrontée aujourd'hui à des tensions ponctuelles) ; la modification des milieux et des écosystèmes remarquables des marais ; et enfin l'aggravation des risques littoraux (érosion et submersion) sur les côtes basses, dans un contexte d'élévation du niveau marin et de hausse de l'attractivité touristique.

La stratégie issue du travail des ateliers prospectifs se concentre pour l'essentiel sur la problématique de l'eau, jugée prioritaire par le groupe de travail.

On notera cependant que les préconisations relatives à l'aggravation des risques littoraux sur les installations industrialo-portuaires, formulées pour le territoire de la Seine-Aval, sont également valables pour les installations du port de Cherbourg. De même, les préconisations relatives à l'aggravation des risques littoraux sur les zones urbaines littorales, formulées pour le territoire du littoral de la Baie de Seine au Tréport, sont transposables à la presqu'île du Cotentin.

4.1. LC1 : PRESERVER LA QUALITE DES EAUX POUR LES ACTIVITES DE PECHE ET CONCHYLICOLES

4.1.1. Sensibiliser les agriculteurs en vue de réduire les pollutions diffuses agricoles, afin d'atteindre et de maintenir des niveaux de concentration de polluants admissibles au titre de la DCE, en intégrant la baisse attendue du débit des cours d'eau

Préconisation n°LC1-1

Type d'action : Information, sensibilisation, formation

Domaine : Agriculture

Cadre stratégique (PNACC) : RESSOURCES EN EAU, Action n°5 : Renforcer l'intégration des enjeux du changement climatique dans la planification et la gestion de l'eau, en particulier dans les prochains programmes d'intervention des agences de l'eau (2013-2018) et les prochains Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (2016-2021).

N.B. : l'un des objectifs majeurs des SDAGE étant d'atteindre le bon état des milieux aquatiques à l'horizon 2015 et de le maintenir, la prise en compte de l'impact de la baisse des débits (liée au changement climatique) sur la baisse de la capacité de dilution des pollutions diffuses agricoles constitue un enjeu d'importance.

Synergie possible : LC1-2 et LC2-2

Descriptif

Les fleuves côtiers des marais du Bessin et du Cotentin et le littoral (en particulier en Baie des Veys et dans le Havre de Géfosse) sont déjà confrontés à des problèmes liés à la qualité médiocre des eaux, qui affecte les usages et les milieux naturels à l'intérieur des terres, mais aussi sur le littoral (conchyliculture en Baie des Veys par exemple).

Dans la perspective du changement climatique, la diminution du débit d'étiage de ces cours d'eau devrait réduire la capacité de dilution des pollutions de ces fleuves côtiers. La qualité des eaux s'en trouverait donc réduite, conduisant à une remise en cause de l'objectif de bon état des masses d'eau défini par le Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

Cette préconisation vise donc à réduire à la source les pollutions diffuses agricoles, qui contribuent pour une grande partie à cette mauvaise qualité des eaux (en particulier sur les bassins de la Taute et de la Vire), via des actions de sensibilisation et de conseil à destination des agriculteurs. L'agro-industrie est également concernée, mais dans une moindre mesure, comme en témoigne l'Atlas Cartographique du Parc Naturel Régional des marais du Cotentin et du Bessin (2007).

La mise en œuvre de cette préconisation s'inscrit en synergie avec les actions d'économie d'eau des différents usages (LC2-2) d'une part, qui contribuent à limiter l'impact du changement climatique sur la baisse des débits d'étiage, et avec les actions visant à réduire les autres sources de pollution (LC1-2) d'autre part.

Cadres opérationnels mobilisables :

- SDAGE et SAGE (en particulier celui de Douve-Taute).
- Plan Régional d'Agriculture Durable (PRAD).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Bassin versant.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Commission Locale de l'eau (CLE).

Autres acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau, Chambres d'Agriculture, Agriculteurs, Collectivités territoriales.

Points de vigilance

- Ce type d'action de sensibilisation doit éviter si possible d'adopter un discours culpabilisateur, tout en valorisant les co-bénéfices que pourraient tirer les agriculteurs en réduisant les apports d'intrants susceptibles de polluer les masses d'eau.

4.1.2. Améliorer la qualité de l'assainissement des eaux usées (construction et réhabilitation des stations d'épuration), afin d'atteindre et de maintenir des niveaux de concentration de polluants admissibles au titre de la DCE, en intégrant la baisse attendue du débit des cours d'eau

Préconisation n°LC1-2

Type d'action : Investissement direct

Domaine : Eau

Cadre stratégique (PNACC) : RESSOURCES EN EAU, Action n°5 : Renforcer l'intégration des enjeux du changement climatique dans la planification et la gestion de l'eau, en particulier dans les prochains programmes d'intervention des agences de l'eau (2013-2018) et les prochains Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (2016-2021).

N.B. : l'un des objectifs majeurs des SDAGE étant d'atteindre le bon état des milieux aquatiques à l'horizon 2015 et de le maintenir, la prise en compte de l'impact de la baisse des débits (liée au changement climatique) sur la baisse de la capacité de dilution des eaux en sortie de station d'épuration constitue un enjeu d'importance.

Synergie possible : LC1-1 et LC2-2

Descriptif

Les fleuves côtiers des marais du Bessin et du Cotentin et le littoral (en particulier en Baie des Veys et dans le Havre de Géfosse) sont déjà confrontés à des problèmes liés à la qualité médiocre des eaux, les usages et les milieux naturels à l'intérieur des terres, mais aussi sur le littoral (conchyliculture en Baie des Veys par exemple).

Dans la perspective du changement climatique, la diminution du débit d'étiage de ces cours d'eau devrait réduire la capacité de dilution des pollutions de ces fleuves côtiers. La qualité des eaux s'en trouverait donc réduite, conduisant à une remise en cause de l'objectif de bon état des masses d'eau défini par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

Cette préconisation vise à réduire à la source les pollutions liées aux rejets en sortie de station d'épuration, qui contribuent pour une partie à cette mauvaise qualité des eaux (en particulier sur les bassins de la Douve et de la Vire). Il s'agit notamment de s'appuyer sur le programme d'actions de l'Agence de l'eau, dont l'un des principaux objectifs est d'atteindre le bon état des milieux aquatiques à l'horizon 2015, *via* deux types d'action :

- Généraliser le traitement des eaux usées avant leur restitution dans le milieu naturel, et améliorer les systèmes de traitement pour réduire les rejets de polluants après traitement ;
- Renforcer la résilience des ouvrages face à l'aggravation attendue des risques naturels (inondation par ruissellement et/ou submersion marine), en particulier sur les côtes basses des Havres et des marais du Cotentin et du Bessin.

Cadres opérationnels mobilisables :

- SDAGE et SAGE (en particulier celui de Douve-Taute).
- Programme d'actions de l'Agence de l'eau.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Bassin versant.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Agence de l'eau, Communes ou EPCI (intercommunalités, syndicats, etc.) ayant la compétence assainissement.

Autres acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau, Collectivités territoriales, gestionnaires des réseaux d'assainissement.

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

Dans la municipalité de Chevières (Oise), le coût total d'aménagement d'une station d'épuration calibrée pour traiter les eaux usées de 5 000 personnes est estimé à 5,3M€.

Source : *Le Parisien*, 14/08/12, « Le coût de la nouvelle station d'épuration a été anticipé »

4.2. LC2 : GARANTIR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DOUCE EN COTENTIN

4.2.1. Mobiliser de nouvelles ressources en eau pour augmenter l'offre : transfert d'eau issue de territoires voisins, réutilisation des eaux usées retraitées, stockage, voire dessalinisation

Préconisation n°LC2-1

Type d'action : Investissement direct

Domaine : Eau

Cadre stratégique (PNACC) : RESSOURCES EN EAU, Action n°3 :

Mesure 3.2 : Soutenir, en particulier dans les régions déficitaires, la réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation de cultures ou d'espaces verts.

Mesure 3.4 : En matière agricole, optimiser le stockage de l'eau existant et mettre en œuvre la création de retenues de substitution dans le respect des contraintes environnementales ainsi que des mesures d'optimisation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau.

Synergie possible : BN1-1

Descriptif

Cette préconisation consiste à recourir à de nouvelles ressources en eau pour sécuriser l'approvisionnement de la presqu'île du Cotentin, par différents moyens :

- Renforcer les interconnexions entre les réseaux d'eau potable de la presqu'île avec ceux des territoires voisins, pour sécuriser l'approvisionnement à partir de ressources extérieures au territoire ;
- Réutiliser les eaux usées retraitées (notamment de l'agro-industrie) pour les usages non potables ;
- Construire des ouvrages pour stocker l'eau des précipitations hivernales et la réutiliser en été, en respectant la mobilité des écosystèmes aquatiques (trames bleues) ;
- Dessaler l'eau de mer.

Cadres opérationnels mobilisables :

- SDAGE et SAGE.
- SCoT, PLU.
- Guide juridique sur la construction de retenues, MEDDE.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Bassin versant et inter-bassin (pour ce qui concerne les transferts d'eau).

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Dépend du type d'action (retenue collinaire, transfert d'eau, etc.) et des usages concernés (agriculture, eau potable, etc.).

L'Agence de l'eau peut jouer ce rôle.

Autres acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau, Chambres d'Agriculture, Agriculteurs, Industriels, Collectivités territoriales, DDT(M), DREAL.

Points de vigilance

- Les aides attribuées pour la construction d'espace de stockage (retenues collinaires et/ou réserves de substitution) sont conditionnées à la mise en œuvre de mesures d'économie d'eau (via l'optimisation des process industriels et des pratiques agricoles par exemple – synergie avec la préconisation LC2-2).
- La construction d'ouvrages de stockage a un impact sur le fonctionnement hydrologique et les usagers du bassin en aval de l'installation, ainsi que sur les continuités écologiques (trames bleues). D'où un risque accru de conflits d'usage, en particulier entre l'intérieur de la presqu'île et le littoral.
- La réutilisation des eaux usées retraitées doit faire l'objet d'un contrôle sanitaire lourd. Par ailleurs, les volumes d'eau doivent être suffisants pour justifier un investissement de départ souvent élevé.
- L'installation et le fonctionnement d'une usine de dessalement sont très coûteux et consommateurs d'énergie. Ce type d'installation est en contradiction avec les objectifs d'atténuation du changement climatique, sauf à utiliser des sources d'énergie produites mais inutilisées (cogénération), ou renouvelables.
- Concernant les transferts d'eau depuis un territoire voisin : il est probable que l'accroissement de l'intensité et de la fréquence des épisodes de sécheresse touchera à terme l'ensemble du territoire français.

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

La réutilisation des eaux des STEP

L'ASA Limagne Noire a porté un projet de réutilisation des eaux de la station d'épuration de Clermont-Ferrand pour l'irrigation de 700ha (51 exploitations et une production alimentaire, soit entre 18 000 et 24 000 m³/jour). L'investissement total s'est élevé à 5,3M€ (soit environ 1800 €/ha). L'investissement est couvert à 65,4% par des subventions européenne, nationale, départementale et de l'Agence de l'eau.

Les frais de fonctionnement du réseau et l'amortissement des prêts contractés par l'ASA sont assurés par les agriculteurs à hauteur de 0,2 à 0,3 €/m³.

Le dessalement

L'installation d'une usine de dessalement présente des coûts élevés, qui varient selon la capacité de l'installation, le type d'énergie utilisée et le prix de l'énergie.

- A Barcelone, la plus grande usine de dessalement du monde, d'une capacité de 200 000m³ /jour pour alimenter 1,3 million de personnes a généré un investissement de 230M€.
- A une échelle moins importante, l'unité de dessalement qui était prévue sur l'île d'Yeu (projet aujourd'hui abandonné), d'une capacité de 2 000m³/jour aurait nécessité un investissement minimal de 9M€.

Une synthèse d'Agroparistech (2009) propose un éclairage sur les coûts de dessalement, différents selon le type d'énergie :

- Conventiennelle (énergies fossiles / électricité) : entre 0,35 et 2,70 €/m³ ;
- Eolien : entre 1 et 5 €/m³ ;
- Photovoltaïque : entre 3,14 et 9 €/m³

Le stockage

Plusieurs éléments de coûts sont disponibles (CGEDD, 2011) :

Les retenues collinaires présentent un coût d'investissement de 2 à 3€/m³ stocké.

Les réserves de substitution présentent quant à elles un coût d'investissement de 4 à 5€/m³ (6 à 8€/m³ stocké avec le système de remplissage et la création du réseau collectif permettant d'alimenter les anciens agriculteurs irrigants individuels).

Les coûts de fonctionnement sont de l'ordre de 2500€/an par ouvrage pour la gestion de l'ouvrage, et d'environ 0,008 €/m³ stocké minimum pour l'entretien courant. Les frais de pompage sont d'environ 0,01€/m³ pompé.

Sources : Explore 2070, Rapport du Lot 8 ; Bedel et al., 2001. Retenues de stockage d'eau - Bassin Adour-Garonne, CGEDD & CGAAER, 2011. ; Agrosparistech/AFD, 2009. Dessalement de l'eau de mer : bilan des dernières avancées technologiques, bilan économique, analyse critique en fonction des contextes ; La Gazette des communes, « La Vendée envisage de dessaler l'eau de mer », 7/07/2010

4.2.2. Mettre en place et/ou renforcer les programmes d'économies d'eau pour tous les usages (récupération des eaux pluviales, tarification incitative, utilisation de kits hydroéconomiques, etc.)

Préconisation n°LC2-2

Type d'action :

Domaine : Eau

Cadre stratégique (PNACC) : RESSOURCES EN EAU, Action n°3, Mesure 3.1 : Promouvoir, en particulier dans les régions déficitaires, les économies d'eau dans tous les secteurs et pour tous les usages.

Synergie possible : FF1-1, PPA2-1 et PPA3-1

Descriptif

L'objectif est ici d'améliorer la maîtrise de la demande en eau des différents usages, en mobilisant les différents leviers disponibles pour faire des économies d'eau :

- Sensibilisation des acteurs ;
- Diffusion des solutions techniques (kits hydroéconomiques, récupérateurs d'eau de pluie, etc.) ;
- Instruments économiques : mise en place de systèmes de tarification incitative par exemple.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Programme d'action de l'Agence de l'eau.
- SDAGE et SAGE.
- Schéma d'alimentation en eau potable.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Toute échelle.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Commune ou EPCI ayant la compétence eau potable ; Organisme unique d'irrigation.

Autres acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau, Collectivités territoriales, gestionnaires des réseaux d'eau potable, industriels, agriculteurs, particuliers.

Points de vigilance

- L'élasticité des prix de la production et de l'approvisionnement de l'eau potable est relativement faible, ce qui limite l'efficacité d'une tarification incitative.

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :**Récupération des eaux pluviales**

A Libourne (33) : la mise en place d'un dispositif de récupération des eaux pluviales au centre technique municipal a généré un investissement de 7 800 €. Il permet une économie de 200 m³/an, soit un retour sur investissement de l'ordre de 16 ans. La ville encourage par ailleurs les particuliers souhaitant acquérir un récupérateur d'eau pluviale par une subvention de 40% du coût total hors taxe de la cuve pour un montant plafonné à 200€.

Selon l'ADEME, le coût d'un système de récupération d'eau de pluie est de l'ordre de 4 000 à 6 000€.TTC pour une installation complète (pose et main-d'œuvre incluses).

Distribution de kits hydro-économiques :

Entre octobre 2010 et septembre 2012, le Conseil général de Corrèze a distribué 50 000 kits (soit 40% des ménages équipés). L'investissement représente 270 000€ (principalement fourniture des kits à environ 4,70€/kit, et communication), pour une économie espérée d'environ 1,8 Mm³/an.

Source : *Explore 2070, rapport du Lot 8*

4.3. LC3 : AMELIORER LA CONNAISSANCE SUR L'EVOLUTION DES MARAIS, DIFFUSER CETTE INFORMATION ET ANTICIPER L'IMPACT DU BISEAU SALE SUR LES ACTIVITES ECONOMIQUES DU MARAIS

4.3.1. Mettre en place / Renforcer un observatoire pour suivre l'évolution du fonctionnement hydrologique des marais du Bessin et du Cotentin, dans la perspective d'une hausse du niveau marin

Préconisation n°LC3-1

Type d'action : Amélioration des connaissances

Domaine : Biodiversité

Cadre stratégique (PNACC) : RESSOURCE EN EAU, Action n°1 : Améliorer notre connaissance des impacts du changement climatique sur les ressources en eau et des impacts de différents scénarios possibles d'adaptation.

Synergie possible : LC3-2

Descriptif

Comme évoqué dans le diagnostic de vulnérabilité (section 1 du rapport), l'élévation du niveau marin entraînera un déplacement du biseau salé vers l'intérieur des terres, affectant de ce fait la qualité des ressources en eau des marais du Bessin et du Cotentin (en particulier la nappe de l'isthme du Cotentin), qui répondent actuellement à la majeure partie des besoins en eau du territoire de la presqu'île du Cotentin (eau potable et industrie agroalimentaire notamment).

L'objectif de cette préconisation est de mettre en place un suivi efficace et continu du fonctionnement hydrologique des masses d'eau (superficielles et souterraines) des marais du Bessin et du Cotentin, en tenant compte de l'évolution des paramètres climatiques et de l'élévation consécutive du niveau marin. Il s'agit ainsi de pouvoir anticiper l'évolution en temps réel de la disponibilité des ressources.

La mise en œuvre de cette préconisation pourra notamment s'appuyer sur les travaux déjà menés par l'Agence de l'eau Seine-Normandie pour mieux cerner le fonctionnement hydrologique de la nappe de l'isthme du Cotentin (cf. référence ci-dessous).

Cadres opérationnels mobilisables :

- Charte du PNR.
- *Ressources en eau souterraine de l'isthme du Cotentin - Synthèse des connaissances*, étude réalisée par le BRGM pour l'Agence de l'eau Seine-Normandie, 2000.
- Publications du projet Explore 2070.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Marais du Bessin et du Cotentin

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Agence de l'eau et BRGM.

Autres acteurs potentiellement concernés : Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin, BRGM, MEDDE, DREAL et DDT(M) , Conservatoire du littoral.

Points de vigilance

- La qualité des travaux d'un tel observatoire est déterminée par la continuité du suivi de l'évolution quantitative et qualitative des masses d'eau à moyen et long termes. Ce type de structure doit donc bénéficier d'un soutien financier constant sur une longue période de temps.
- Les moyens techniques actuels restent limités pour connaître avec précision le fonctionnement hydrologique des masses d'eau souterraine, en dépit des progrès en cours (travaux du BRGM sur la piézométrie, etc.).

4.3.2. Utiliser ce travail de suivi et d'observation pour anticiper l'évolution des ressources et en informer les usagers qui en dépendent

Préconisation n°LC3-2

Type d'action : Information, sensibilisation, formation

Domaine : Eau

Cadre stratégique (PNACC) : INFORMATION, Action n°2 : Organiser la diffusion des impacts sectoriels pour préparer le public aux mesures d'adaptation.

INFORMATION, Action n°3 : Rassembler puis diffuser les connaissances de base sur le changement climatique, ses effets et l'adaptation nécessaire.

Synergie possible : LBS2-3 et LC3-1

Descriptif

Cette préconisation s'inscrit en complément de la précédente. Il s'agit en effet d'organiser la diffusion des travaux de l'observatoire pour assurer l'information régulière des consommateurs d'eau et l'adaptation « au fil de l'eau » des différents usages dépendants des marais pour leur approvisionnement (fournisseurs d'eau potable, industries agro-alimentaire, etc.).

La diffusion de l'information concernant l'évolution de la disponibilité des ressources, en permettant aux différents usages d'adapter leur activité à cette dernière, pourrait limiter les restrictions d'eau pour les usages jugés non prioritaires, donc réduire le risque d'apparition de conflits d'usage.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Charte du PNR.
- SAGE et Commissions Locales de l'Eau (CLE).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Marais du Bessin et du Cotentin.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Agence de l'eau.

Autres acteurs potentiellement concernés : Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin, Comité Régional du tourisme, Chambres d'agriculture, CCI, DREAL et DDT(M), Agence de l'eau, Collectivités territoriales, Conservatoire du littoral.

4.4. LC4 : PRESERVER LES AMENITES ET L'ATTRACTIVITE TOURISTIQUE DE LA COTE DES HAVRES

4.4.1. Mettre en place des dispositifs de protection douce des ports et stations balnéaires

Préconisation n°LC4-1

Type d'action : Investissement direct

Domaine : Aménagement

Cadre stratégique (PNACC) : RISQUES NATURELS, Action n°4, Mesure 5.1 : Proposer des méthodes d'adaptation des ouvrages de protection présents sur le littoral.

Synergie possible : LBS2-2

Descriptif

Le littoral de la presqu'île du Cotentin, et en particulier la Côte des Havres (dont il est plus particulièrement question dans l'orientation stratégique concernée) pourrait voir son attractivité touristique augmenter dans le contexte du changement climatique.

Dans cette perspective, cette préconisation vise à préserver les infrastructures touristiques existantes de l'augmentation des risques littoraux (érosion et submersion) liée à l'élévation du niveau marin, tout en cherchant à maintenir un cadre préservé.

Il s'agit dans ce cadre de valoriser les méthodes de protection douce (pose de ganivelles, végétalisation des milieux dunaires, voire le rechargement des plages en utilisant le sable issu du dragage des chenaux des ports, etc.).

Cadres opérationnels mobilisables :

- Plans de Prévention des Risques Littoraux.
- SCoT et PLU.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Echelles communale et intercommunale.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : DDT(M) et Communes.

Autres acteurs potentiellement concernés : Collectivités territoriales, DDTM, Conservatoire du littoral, gestionnaires des ports.

Points de vigilance

- Toute stratégie locale de gestion du trait de côte doit être conçue et mise en œuvre en cohérence avec l'ensemble de la façade maritime concernée, afin d'éviter les transferts de vulnérabilité.
- L'identification des acteurs en charge de la construction – et surtout de l'entretien – des ouvrages et dispositifs de protections doit être réalisée en amont des projets de construction, pour assurer la pérennité des installations.

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

Quelques estimations de coût pour différents dispositifs de protection douce des plages sont disponibles. Elles concernent le cas du littoral de Languedoc-Roussillon. Attention, il s'agit d'ordres de grandeur uniquement : ces coûts sont sensibles aux paramètres locaux.

- Rechargement en sable : entre 7 et 14€HT/m³ pour l'installation (par exemple, rechargement de 330 000m³ de sable pour une plage à Châtelailon, avec chaque année, ajout d'un volume de 10 000 à 40 000m³)
- Création d'un cordon dunaire : 570€HT/ml
- Ganivelles seules : 24€/ml
- Ouvrage « para sable » : 320€/ml
- Végétalisation : 75€/ml
- Drain de plage (dispositif « Ecoplage ») : 1300€/ml
- Panneau signalétique : 80€/unité
- Panneau pédagogique : 800€/unité

Source : Etude générale pour la protection et la mise en valeur du littoral des communes de Frontignan-La Peyrade et de Villeneuve Lès Maguelone, BCEOM, 2004
(ml = mètre linéaire)

4.4.2. Encadrer l'urbanisation touristique pour préserver les ressources du territoire (milieux naturels et ressources en eau)

Préconisation n°LC4-2

Type d'action : Normes et réglementation

Domaine : Aménagement

Cadre stratégique (PNACC) : BIODIVERSITE, Action n°3 : Promouvoir une gestion intégrée des territoires prenant en compte les effets du changement climatique sur la biodiversité.

URBANISME ET CADRE BÂTI, Action n°1, Mesure 1.1 : Faire prendre en compte la biodiversité dans les documents d'urbanisme.

Synergie possible : LBS2-1

Descriptif

Cette préconisation vise à utiliser les documents de planification et d'urbanisme pour encadrer l'urbanisation de la côte des Havres en fonction de la disponibilité des ressources en eau (en tenant compte de la baisse attendue de la disponibilité des ressources) d'une part et de la préservation des milieux (continuités écologiques) d'autre part.

Il s'agit par exemple de s'appuyer sur les connaissances relatives à la disponibilité des ressources en eau (cf. préconisation LC3-1) pour autoriser ou non la construction d'un nouveau lotissement de résidences secondaires.

Cadres opérationnels mobilisables :

- SCoT (notamment SCoT Grenelle), PLU.
- SAGE.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Echelles communale et intercommunale.

Acteurs

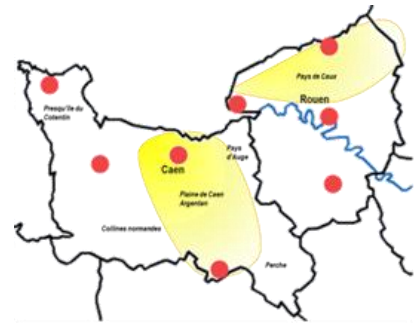
Porteur(s) potentiel(s) : Communes et EPCI.

Autres acteurs potentiellement concernés : Collectivités territoriales, Agence de l'eau, Conservatoire du littoral, DREAL, DDT(M), DRAAF, Comité Régional du Tourisme, etc.

Points de vigilance

- L'encadrement du développement touristique *via* les documents d'urbanisme doit s'accompagner de la sensibilisation des acteurs concernés (professionnels du tourisme et touristes). En termes de communication, il s'agit notamment d'insister sur l'importance de la préservation des milieux naturels pour préserver l'attractivité touristique du territoire.

5. PLAINES ET PLATEAUX ARRIERE-LITTORAUX



Source : Artelia d'après le fond de carte Mappy (www.mappy.com)

Le territoire des Plaines et plateaux arrière-littoraux réunit deux ensembles : la plaine de Caen-Argentan d'une part, qui s'étend jusqu'à Alençon au sud, et le Pays de Caux d'autre part, en Seine-Maritime.

Il tire son unité de sa vocation agricole – grandes cultures et cultures industrielles – par opposition à l'élevage, majoritaire dans le bocage. Au-delà, la plaine de Caen se caractérise par une très forte dynamique d'étalement urbain.

Le diagnostic de vulnérabilité (section 1) retient pour ce territoire trois impacts majeurs : la baisse des rendements agricoles, liée à des épisodes de sécheresse plus fréquents et intenses ; l'aggravation du risque d'inondation par ruissellement, liée notamment à la poursuite de l'artificialisation des sols (étalement urbain) ; et enfin la baisse du confort thermique d'été, en particulier au sein de l'agglomération caennaise.

La stratégie formulée sur la base des dires du groupe de travail lors des ateliers prospectifs s'appuie pour une bonne partie sur un meilleur encadrement de l'étalement urbain (en particulier dans la plaine de Caen), avec trois objectifs :

- Préserver les terres agricoles les plus résilientes au manque d'eau (présentant une forte réserve utile) de l'urbanisation ;
- Limiter le risque d'inondation par ruissellement en limitant notamment l'artificialisation des sols et en favorisant l'infiltration des eaux de pluie ;
- Concevoir des bâtiments et un espace urbain résilients aux vagues de chaleur.

5.1. PPA1 : SECURISER LA RESSOURCE EN EAU POUR TOUS LES USAGES (QUANTITE ET QUALITE)

5.1.1. Favoriser l'infiltration des eaux de pluies dans les nappes en milieu urbain, pour limiter le ruissellement et assurer la réalimentation des nappes

Préconisation n°PPA1-1

Type d'action : Investissement direct

Domaine : Eau

Cadre stratégique (PNACC) : RESSOURCES EN EAU, Action n°4, Mesure 4-4 : Limiter l'imperméabilisation des sols et favoriser ainsi l'infiltration des eaux pluviales.

Synergie possible : PPA3-1 et PPA3-2

Descriptif

L'objectif est ici de favoriser la réalimentation des nappes, via l'aménagement de systèmes de rétention et d'infiltration des eaux pluviales, en particulier en milieu urbain où l'eau ruisselle en surface sans s'infiltrer en raison de l'artificialisation des sols.

Plusieurs techniques sont mobilisables pour mettre en œuvre cette préconisation :

- Limiter l'imperméabilisation des sols sur l'espace public et les parcelles privées ;
- Aménager des systèmes de noues et/ou de tranchées drainantes en bordure de voiries ;
- Utiliser des matériaux de recouvrement des voiries poreux ;
- Installer des puits d'infiltration ;
- Etc.

Ces différentes techniques ont fait l'objet de la réalisation de fiches par l'Association pour le Développement Opérationnel et la Promotion des Techniques Alternatives en matière d'eaux pluviales (ADOPTA⁷⁴) ; mises à disposition des collectivités.

Au-delà de la réalimentation des nappes, cette préconisation permet de réduire le risque d'inondation par ruissellement (relativement élevé dans la plaine de Caen), en limitant le volume d'eau ruisselant rapidement vers les points bas (préconisation PPA3-2).

La rétention et l'infiltration des eaux pluviales entrent partiellement en contradiction avec la réutilisation de ces eaux pour les usages non domestiques. C'est pour cette raison que la réutilisation des eaux pluviales n'est préconisée que pour les territoires présentant des sols essentiellement imperméables (préconisation LC2-2 pour le littoral de la presqu'île du Cotentin).

Cadres opérationnels mobilisables :

- Programme de recherche OPUR mené par l'Agence de l'eau Seine-Normandie sur la gestion des eaux pluviales en milieu urbain.
- Taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines (Décret n°2011-815, 6 juillet 2011).
- Schéma directeur de gestion des eaux pluviales.

Echelle spatiale de mise en œuvre : De la parcelle au quartier.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Communes et EPCI.

Autres acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau, Collectivités territoriales, Agence d'urbanisme, CAUE, propriétaires privés, Association pour le Développement Opérationnel et la Promotion des Techniques Alternatives en matière d'eaux pluviales (ADOPTA).

⁷⁴ Site de l'ADOPTA : <http://www.adopta.fr>

Points de vigilance

- La plupart des techniques de rétention et d'infiltration des eaux pluviales présentent des inconvénients :
- Un système de filtrage des eaux pluviales est nécessaire pour l'installation de tout système d'infiltration des eaux pluviales, pour éviter la pollution des masses d'eau souterraines.
- Les matériaux poreux utilisés pour les voiries sont très sensibles au gel.
- La végétalisation de l'espace public et l'aménagement de noues ou de tranchées drainantes en bordure de voirie pose la question du service en charge de l'entretien de ces espaces (assainissement et/ou espace vert).

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

Puits d'infiltration

Le coût de mise en place d'un puits d'infiltration de 2m sur 2m (dimension classique pour un puits en voirie) est estimé à 1 500€HT en moyenne. Le coût d'entretien est évalué à 90€HT/an.

Structures poreuses

Les structures poreuses sont des revêtements permettant l'infiltration des eaux pluviales là où elles tombent. Le coût de mise en place de dalles engazonnées est compris entre 15 et 25€/m², et le coût d'entretien est de l'ordre de 0,2€/m²/an. Les revêtements en pavés drainants présentent quant à eux un coût supérieur de 10 à 15% par rapport aux pavés classiques.

Source : Communauté Urbaine du Grand Lyon, *Guide pratique de la gestion des eaux pluviales*

5.1.2. Renforcer les cadres de gouvernance existants pour assurer une gestion efficace des conflits d'usage (en s'appuyant sur les structures existantes)

Préconisation n°PPA1-2

Type d'action : Information, sensibilisation, formation

Domaine : Eau

Cadre stratégique (PNACC) : RESSOURCES EN EAU, Action n°5 : Renforcer l'intégration des enjeux du changement climatique dans la planification et la gestion de l'eau, en particulier dans les prochains programmes d'intervention des agences de l'eau (2013-2018) et les prochains Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (2016-2021).

Synergie possible : préconisation valable pour l'ensemble des territoires normands.

Descriptif

La masse d'eau « Bathonien-bajocien plaine de Caen et du Bessin » est classée en Zone de Répartition des Eaux et doit déjà faire l'objet de la définition de volumes prélevables pour préserver la ressource. La tension existante sur les ressources, en particulier dans la plaine de Caen entre les usages agricole et domestique, devrait donc s'accroître avec le changement climatique.

Il paraît dans ce cadre nécessaire de renforcer les espaces de concertation existants (Commissions Locales de l'Eau (CLE), Organismes Uniques d'Irrigation, etc.) pour assurer un partage apaisé de la ressource tenant compte des impacts du changement climatique sur cette dernière ; et éviter ainsi les conflits d'usage.

Si cette préconisation est définie pour le territoire des Plaines et plateaux arrières-littoraux, particulièrement vulnérable à la baisse de la disponibilité des ressources en eau, elle peut s'appliquer à l'ensemble des territoires normands.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Organismes Uniques d'Irrigation.
- Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE).
- Etudes volumes prélevables.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Bassin versant.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Agence de l'eau.

Autres acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau, membres des Commissions Locales de l'Eau (CLE), DREAL.

Points de vigilance

- Les personnes compétentes en matière de prise en compte des impacts du changement climatique sur l'offre et la demande en eau sont peu présentes à l'échelle locale. Une telle préconisation doit s'accompagner d'un travail de sensibilisation des usagers de l'eau aux impacts du changement climatique.
- L'approvisionnement en eau des plaines et plateaux arrières-littoraux dépend en grande partie des précipitations abondantes sur les collines bocagères qui les entourent (Collines et Suisse Normandes, Pays d'Auge, Pays de Bray, etc.). Au-delà de la gestion des conflits d'usage à l'échelle des plaines et plateaux arrières-littoraux, une telle préconisation doit permettre d'envisager une gestion de l'eau cohérente à l'échelle des territoires normands.

5.2. PPA2 : PRESERVER LES BONNES TERRES ET LES ESPACES NATURELS FACE A L'URBANISATION

5.2.1. Identifier les terres agricoles à forte réserve utile et les préserver de l'urbanisation

Préconisation n°PPA2-1

Type d'action : Normes et réglementation

Domaine : Agriculture

Cadre stratégique (PNACC) :

AGRICULTURE, Action n°2, Mesure 2.2 : Améliorer la mise en oeuvre des objectifs de réduction de la consommation des espaces agricoles dans les politiques de planification de l'urbanisme.

AGRICULTURE - Action n°4 : Accompagner le développement d'activités et une occupation des sols compatibles avec les ressources en eau disponibles localement.

Synergie possible : FF1-1 et PPA2-3

Descriptif

La préservation de la vocation agricole des terres présentant des sols à forte réserve utile constitue un enjeu de taille, dans la perspective d'un accroissement de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse. C'est notamment le cas dans la Plaine de Caen, qui connaît une forte dynamique d'étalement urbain, en particulier entre l'agglomération et la frange littorale.

Il s'agit donc de mener une politique foncière visant à préserver de l'urbanisation les terres agricoles les plus résilientes en situation de sécheresse.

Après avoir identifié les terres à forte réserve utile (synergie avec la préconisation FF1-1), il s'agit donc d'utiliser les outils à disposition – les documents d'urbanisme en particulier – pour les préserver de l'étalement urbain, en particulier dans la périphérie de l'agglomération de Caen.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Plan de Gestion de l'Espace Rural et Péri-urbain (GERPLAN).
- Zone Agricole Protégée.
- SCoT, PLU.

Echelle spatiale de mise en œuvre : De la parcelle au SCoT.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Intercommunalité.

Autres acteurs potentiellement concernés : Observatoire de la Consommation des Espaces Agricoles et Naturels, Commissions Départementales de la Consommation des Espaces Agricoles, Communes et EPCI en zone périurbaine (en partenariat avec les parties prenantes locales : agriculteurs, promoteurs, associations, etc.), SAFER, Etablissement Public Foncier de Normandie (EPFN), DREAL et DDT(M).

Points de vigilance

- La pression foncière à la périphérie de Caen – plus particulièrement entre Caen et la frange littorale – est très importante, ce qui devrait constituer un obstacle important à la préservation de terres à vocation agricole en zone périurbaine. C'est également le cas, dans une moindre mesure, à la périphérie des autres agglomérations de ce territoire.

5.2.2. Repenser le maillage agricole en vue de consolider les continuités écologiques (trames vertes)

Préconisation n°PPA2-2

Type d'action : Normes et réglementation

Domaine : Biodiversité

Cadre stratégique (PNACC) : AGRICULTURE, Action n°4, Mesure 4.1 : Favoriser dans les politiques publiques une gestion des ressources naturelles limitant les impacts du changement climatique.

Synergie possible : BN2-1

Descriptif

Cette préconisation répond à l'enjeu du maintien des continuités écologiques, dans un territoire où la concurrence pour l'espace est localement forte entre les espaces agricoles et urbains.

La plantation de haies, au-delà de cet objectif, pourrait également avoir un effet bénéfique sur la gestion des eaux pluviales, en limitant l'érosion des sols et en favorisant l'infiltration, donc le risque d'inondation par ruissellement (et risques associés : coulées de boue, etc.).

Cadres opérationnels mobilisables :

- Mesures Agro-Environnementales Territorialisée (MAET) relatives à la valorisation des haies.
- Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE).
- Plans Régionaux d'Aménagement Durable (PRAD).
- SCoT, PLU.

Echelle spatiale de mise en œuvre : De la parcelle à l'échelle régionale, voire au-delà.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : SAFER.

Autres acteurs potentiellement concernés : Chambres d'agriculture, collectivités territoriales, agriculteurs, DRAAF et DREAL, DDTM, INRA, SAFER.

Points de vigilance

- La plantation, puis l'entretien de haies, peuvent constituer une contrainte d'importance pour les agriculteurs. La mise en œuvre d'une telle préconisation peut dans ce cadre être confrontée à des oppositions locales fortes. Toutefois, les politiques de valorisation de la biomasse peuvent contrebalancer ces inconvénients (bien qu'elles puissent être parfois discutables en termes d'émissions de GES et de polluants atmosphériques).

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

Dans le cadre des appels à projet « Bocages » du Conseil régional de Bourgogne (appel à projet annuel de plantation et restauration des haies champêtres, d'arbres alignés et de bosquets), les coûts de plantation de haies ont été évalués à :

- 0,5 à 30€ HT/ml de haie pour les travaux de plantation (coût moyen de 7€HT/ml)
- 0,3 à 6€ HT/ml/an pour l'entretien (désherbage, recépage...) (coût moyen de 2€HT/ml)

Source : Marie THOMAS, Chargée de mission au CR de Bourgogne, « Les appels à projet bocage du CR de Bourgogne : Bilan de quatre années de mise en œuvre et perspectives ». Présentation Powerpoint.
(ml = mètre linéaire)

5.2.3. Développer l'agro-écologie pour les terres à faible réserve utile (via notamment l'appel à projet du Ministère de l'agriculture).

Préconisation n°PPA2-3

Type d'action : Investissement direct

Domaine : Agriculture

Cadre stratégique (PNACC) : AGRICULTURE, Action n°2 : Promouvoir l'aménagement du territoire au regard des vulnérabilités locales et des nouvelles opportunités offertes.

Synergie possible : PPA2-1

Descriptif

L'agro-écologie vise à développer de nouveaux systèmes agricoles conciliant rentabilité des exploitations agricoles et respect de l'environnement.

Il s'agit de s'appuyer sur la stratégie en cours d'élaboration par le Ministère de l'Agriculture sur le sujet (<http://agriculture.gouv.fr/Remise-du-rapport-sur-l-agro>) ; pour favoriser l'implantation de ces nouveaux systèmes agricoles sur les terres agricoles présentant une faible réserve utile, afin notamment de limiter au maximum le recours à l'irrigation dans la perspective du changement climatique.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Appel à projets « mobilisation collective pour l'agro-écologie », lancé en 2013 par le Ministère de l'Agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt dans le cadre du Programme National de Développement Agricole et Rural 2009-2013 (PNDAR).
- Plans Régionaux d'Agriculture Durable (PRAD).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Exploitation agricole.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Chambres d'agriculture.

Autres acteurs potentiellement concernés : Chambres d'agriculture, collectivités territoriales, agriculteurs, DRAAF et DREAL, DDTM, INRA, réseaux associatifs.

Points de vigilance

- Cette préconisation s'inscrit en négatif de la préconisation PPA2-1. La première vise à préserver les terres résilientes à la sécheresse de l'urbanisation, et la seconde à valoriser au mieux les terres agricoles peu résilientes. Dans ce cadre se pose la question de l'avenir de ces terres peu résilientes face à l'étalement urbain.
- Le développement de nouveaux systèmes agricoles ne sera viable que si les nouvelles productions trouvent un débouché commercial.
- La réussite de cette préconisation dépendra également de la maturité des techniques agroenvironnementales.

5.3. PPA 3 : RENFORCER LES MESURES DE PREVENTION DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION DES SOLS

5.3.1. Mettre en place des pratiques agricoles favorisant l'infiltration des eaux (cultures intermédiaires, agroforesterie, etc.)

Préconisation n°PPA3-1

Type d'action : Information, sensibilisation, formation

Domaine : Agriculture

Cadre stratégique (PNACC) : AGRICULTURE, Action n°4, Mesure 4-3 : Promouvoir une agriculture efficiente en eau.

Synergie possible : PPA1-1

Descriptif

Ces pratiques agricoles (cultures intermédiaires, cultures sans labour, semis direct, etc.), encore peu répandues aujourd'hui, favorisent la capacité de rétention des sols agricoles.

L'objectif principal de cette préconisation est de sensibiliser et de former les agriculteurs à ce type de pratique pour favoriser leur diffusion sur le territoire.

Cadres opérationnels mobilisables :

- La plantation des CIPAN (Cultures Intermédiaires Piège à Nitrate) fait l'objet de dispositifs d'aide des Chambres d'agriculture notamment.
- Les aides de la Politique Agricole Commune pourraient en partie évoluer vers le soutien à ce type de pratiques culturales.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Parcelle / Exploitation agricole.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Chambres d'agriculture.

Autres acteurs potentiellement concernés : Agriculteurs, Chambres d'agriculture, DRAAF, INRA.

Points de vigilance

- Si ces techniques permettent de réaliser des économies d'énergie et de temps, elles génèrent des coûts supplémentaires (exemple : outillage spécifique pour le semis direct et gestion plus complexe des adventices pour la technique sans labour). Dans ce cadre, il pourra être utile d'évaluer la rentabilité à moyen et long terme de l'investissement dans ce type de techniques, en tenant compte de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse (pertes de revenus évités par ces techniques).

5.3.2. Limiter l'imperméabilisation des sols pour éviter l'inondation par ruissellement des points bas

Préconisation n°PPA3-2

Type d'action : Normes et réglementation

Domaine : Aménagement

Cadre stratégique (PNACC) : RESSOURCES EN EAU, Action n°4, Mesure 4-4 : Limiter l'imperméabilisation des sols et favoriser ainsi l'infiltration des eaux pluviales.

Synergie possible : PPA1-1

Descriptif

Cette préconisation consiste à prendre en compte l'impact de l'artificialisation des sols sur le ruissellement des eaux pluviales, en particulier en milieu urbain. Cela peut notamment passer :

- Pour les parcelles privées : par des prescriptions obligeant à une gestion des eaux pluviales à la parcelle pour tout nouveau projet de construction (en prévoyant des dispositifs de rétention et d'infiltration) ;
- Pour l'espace public : par la mise en œuvre d'une gestion en surface des eaux pluviales pour tout projet d'aménagement ou de renouvellement urbain (aménagement de noues et de fossés drainants en bordures de voiries, etc.).

L'élaboration de ces prescriptions peut passer par les outils de planification et d'urbanisme (règlement de ZAC par exemple).

Cadres opérationnels mobilisables :

- Programme de recherche OPUR mené par l'Agence de l'eau Seine-Normandie sur la gestion des eaux pluviales en milieu urbain.
- Taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines (Décret n°2011-815, 6 juillet 2011).
- SCoT, PLU, ZAC.
- Schéma directeur de gestion des eaux pluviales.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Parcelle / Quartier urbain.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Communes et EPCI.

Autres acteurs potentiellement concernés : Communes et EPCI, Aménageurs, promoteurs, Agences de l'eau, DREAL, DDT(M).

Points de vigilance

- L'aménagement d'un quartier intégrant une gestion en surface des eaux pluviales pose la question du service en charge de l'entretien des espaces dédiés à cette gestion (assainissement ou espaces verts).

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

D'après le guide pratique de la gestion des eaux pluviales de la CU du Grand Lyon, les coûts relatifs à différentes techniques d'infiltration sont les suivants :

- Noue : mise en place = 20€/m³ stocké ; entretien = 1€/ml
- Fossé : mise en place = 40€/m³ stocké ; entretien = 3€/ml
- Tranchée drainante : mise en place = entre 60 et 300€/m³ stocké ; entretien = 0,7€/m³

Source : *Communauté Urbaine du Grand Lyon, Guide pratique de la gestion des eaux pluviales (ml = mètre linéaire)*

5.4. PPA4 : PRENDRE EN COMPTE LE CONFORT THERMIQUE ESTIVAL A L'ECHELLE DU BATIMENT ET DE L'AMENAGEMENT URBAIN

5.4.1. Prendre en compte le confort thermique d'été dans la conception et la réhabilitation des bâtiments résidentiels et tertiaires neufs (architecture bioclimatique), via des recommandations et des prescriptions normatives

Préconisation n°PPA4-1

Type d'action : Normes et réglementation

Domaine : Bâti

Cadre stratégique (PNACC) : URBANISME ET CADRE BÂTI, Action n°4, Mesure 4.1 : Renforcer l'exigence de confort d'été dans les bâtiments.

Synergie possible : SA1-1

Descriptif

La poursuite de l'étalement urbain dans la plaine de Caen devrait accroître la sensibilité du territoire à la baisse du confort thermique d'été.

L'objectif est ici d'encourager la prise en compte des principes de l'architecture bioclimatique dans la construction ou la rénovation des bâtiments, afin de limiter l'inconfort thermique en situation de fortes chaleurs, en particulier dans les futurs logements qui seront construits dans le cadre de l'étalement urbain de l'agglomération de Caen.

Si le cadre législatif dépend de l'échelle nationale, les collectivités territoriales peuvent mettre en place des cadres réglementaires locaux pour assurer une meilleure prise en compte du confort d'été dans la conception et la réhabilitation des bâtiments.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Règlements thermiques à venir.
- Documents d'urbanisme (PLU et ZAC notamment).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Bâtiment.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Communes et Intercommunalités.

Autres acteurs potentiellement concernés : ADEME, architectes, professionnels du bâtiment, FFB, CAPEB, Offices de l'habitat, CAUE, CSTB, DREAL et DDT(M).

Points de vigilance

- La faible sensibilisation et le manque de formation des professionnels du bâtiment constituent aujourd'hui un facteur limitant majeur.
- Attention à la mise en cohérence des objectifs d'atténuation (maîtrise de l'énergie dans les bâtiments notamment) et d'adaptation. Il s'agit en particulier d'anticiper, en amont des travaux de conception ou de réhabilitation des bâtiments, la prise en compte simultanée des enjeux de confort hivernal et estival, pour assurer la maîtrise de l'amplitude thermique à l'intérieur du bâtiment.

5.4.2. Prendre en compte le confort thermique d'été dans les projets d'aménagement et de renouvellement urbain (végétalisation, etc.), en s'appuyant sur la réalisation d'opérations exemplaires

Préconisation n°PPA4-2

Type d'action : Investissement direct

Domaine : Aménagement

Cadre stratégique (PNACC) : URBANISME ET CADRE BÂTI, Action n°3 : Lutter contre la canicule en ville et limiter l'effet d'îlot de chaleur.

Synergie possible : SA1-2

Descriptif

Le phénomène d'Effet Îlot de Chaleur Urbain peut être réduit en jouant sur les formes urbaines, la végétalisation de l'espace urbain, etc. L'objectif consiste à s'appuyer sur des projets pilotes d'aménagement ou de renouvellement urbain pour mettre en œuvre et communiquer sur les bonnes pratiques d'aménagement en matière de prise en compte du confort thermique estival en ville.

Il s'agit notamment d'encadrer l'étalement urbain de l'agglomération caennaise (et des autres agglomérations du territoire dans une moindre mesure) pour anticiper l'effet de l'augmentation des températures moyennes et de la fréquence des vagues de chaleur sur l'inconfort thermique en milieu urbain.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Label Ecoquartier.
- SCoT, PLU, ZAC.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Quartier urbain.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Communes et Intercommunalités.

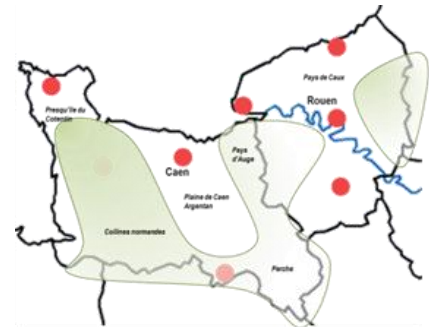
Autres acteurs potentiellement concernés : ADEME, Agences d'urbanisme, Universités, Collectivités territoriales, DREAL, DDT(M).

Points de vigilance

- La localisation précise du phénomène d'Effet Îlot de Chaleur Urbain (EICU) reste aujourd'hui un exercice difficile à l'échelle locale, car dépendant de nombreux paramètres (topographie, formes urbaines, effet albédo des surfaces, etc.). Toutefois, les travaux de recherche publiés ou en cours (projet EPICEA à Paris par exemple) permettent progressivement de disposer de méthodes et d'indicateurs d'analyse utiles à la décision.

6. BOCAGE NORMAND

Le territoire du Bocage Normand comprend l'ensemble des territoires de bocage au sens large du terme (Collines de Normandie et Suisse Normande, Parc Naturel Régional Normandie-Maine, Perche, Pays d'Ouche, Pays d'Auge et Pays de Bray), caractérisé par des paysages fermés et une activité dominante d'élevage.



Source : Artelia (d'après le fond de carte <http://www.ird-gis.com>)

Parmi les impacts du changement climatique identifiés et caractérisés pour ce territoire dans le diagnostic de vulnérabilité (section 1), le groupe de travail en a retenu deux majeurs à anticiper dans le cadre de la stratégie d'adaptation au changement climatique :

- La baisse de la production des prairies et des cultures fourragères, liée à des épisodes de sécheresse plus intenses et fréquentes ; susceptibles de générer des surcoûts importants pour l'approvisionnement des exploitations d'élevage en période estivale ;
- La modification des milieux et des écosystèmes, dans la perspective des effets du changement climatique (hausse des températures moyennes, évolution du régime des précipitations, etc.) d'une part, et de l'évolution du maillage bocager d'autre part (continuités écologiques).

L'enjeu de la stratégie d'adaptation, issue du travail des ateliers prospectifs, vise donc à maintenir le modèle du bocage avec deux objectifs : préserver le modèle économique des filières d'élevage existantes ; ainsi que les continuités écologiques matérialisées par le maillage bocager.

6.1. BN1 : PRESERVER LES FILIERES AGRO-AGRI SANS CHANGEMENT DE MODELE ECONOMIQUE

6.1.1. Valoriser la biomasse disponible pour diversifier les revenus des éleveurs, dans le respect de la gestion durable des ressources

Préconisation n°BN1-1

Type d'action : Incitation économique

Domaine : Agriculture

Cadre stratégique (PNACC) : Pas de relation directe avec l'une des préconisations du PNACC.

Toutefois, le développement des filières bois peut quant à lui favoriser le maintien des haies - donc des continuités écologiques - et améliorer ainsi la capacité d'adaptation des écosystèmes.

Au delà, le développement de la méthanisation et de la filière bois-énergie contribuent aux objectifs d'atténuation du changement climatique.

Synergie possible :

Descriptif

Cette préconisation vise à diversifier les revenus des agriculteurs tout en valorisant les continuités écologiques du bocage, via une meilleure valorisation économique de la biomasse. Deux types d'action sont possibles :

- Encourager les éleveurs à mettre en place des unités de méthanisation, afin de valoriser les effluents issus des activités d'élevage. La mise en œuvre de cette action pourrait s'appuyer sur le plan de méthanisation agricole mis en place par le Ministère de l'Agriculture et le MEDDE (« Energie Méthanisation Autonomie Azote », 2 milliards d'Euros mobilisés avec un objectif de 1 000 installations en 2020).
- Structurer une filière bois sur le territoire, afin de valoriser les ressources locales que constituent les haies.

Des initiatives existent déjà (SCIC Bois Bocage Energie dans l'Orne par exemple). Il s'agit de s'appuyer sur ces bonnes pratiques pour les généraliser et les fédérer.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Plan de Gestion des Haies.
- Mesures Agro-Environnementales Territorialisée (MAET) relatives à la valorisation des haies.
- Plan « Energie Méthanisation Autonomie Azote » (2013-2020).
- SRCAE, PCET.
- Plans Régionaux d'Aménagement Durable (PRAD).

Echelle spatiale de mise en œuvre : Du collectif d'exploitations à l'échelle régionale, voire au-delà pour la structuration d'une filière.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Conseil Régional.

Autres acteurs potentiellement concernés : ADEME, DRAAF, ONF, CRPF, Chambres d'agriculture, Collectivités territoriales, agriculteurs, professionnels de l'énergie (maîtrise d'œuvre), Entreprises ou coopératives en charge de coordonner la structuration des filières (exemple : Société Coopérative d'Intérêt Collectif Bois Bocage Energie).

Points de vigilance

- Répartition des frais de gestion et des revenus d'un méthaniseur entre les agriculteurs en bénéficiant.
- Attention à la mise en cohérence des objectifs d'atténuation et d'adaptation. Par ailleurs, si le développement de la méthanisation peut s'inscrire dans le cadre des énergies renouvelables, son impact sur la qualité de l'air reste à évaluer avec plus de précision (émission de CH4 notamment).

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

Le guide pratique de l'ADEME sur la méthanisation à la ferme fournit plusieurs données sur les coûts d'investissement et de fonctionnement des méthaniseurs à la ferme.

Coût d'investissement

- Investissement initial pour une installation de 35kWe : 0,3 à 0,5M€, soit 10 à 15 000€/kWe
- Investissement initial pour une installation de 170kWe : 1,3 à 1,5M€, soit 8600€/kWe environ
- Investissement initial pour une installation de 500kWe : 2,5 à 3,2M€, soit 5600€/kWe environ.

En 2011 en France, la puissance moyenne installée est de 140kWe. En Allemagne, elle est de 370kWe. En raison de la plus grande maturité de la filière, les coûts d'investissement en Allemagne sont moins élevés qu'en France (3 000€/kWe pour une installation de 500kWe).

Coûts de fonctionnement

- La main d'œuvre : de 1h à 3h30 par jour pour la conduite et l'entretien courant, en fonction de la puissance installée et du type de matières entrantes.
- L'entretien et la réparation : de 2 à 3% par an de l'investissement (hors cogénération). Sur la partie cogénération, les coûts sont proportionnels à l'électricité produite, soit environ 18€/MWh.
- Les consommables : la consommation d'électricité pour le fonctionnement représente 5 à 10% de l'électricité produite. S'y ajoute la consommation de fioul en cas de moteur dual, ainsi que la production éventuelle de cultures énergétiques (25 à 35€/t)
- L'approvisionnement en substrat et l'épandage du digestat : 2€/t pour les matières entrantes et 3€/t pour l'épandage. Les coûts de matériel et de transport sont variables selon les régions.
- S'ajoutent les frais administratifs, les assurances etc.

Recettes

- La rentabilité d'un projet dépend des débouchés à proximité pour la valorisation de l'énergie. La vente d'électricité seule ne permet pas de rentabiliser les installations dans la situation actuelle.
- Le tarif d'achat de l'électricité se décompose en un tarif de base compris entre 11,19 et 13,37c€/kWh selon la puissance de l'installation, auquel peut s'ajouter une prime à l'efficacité énergétique comprise entre 0 et 4c€/kWh et une prime pour le traitement d'effluents d'élevage comprise entre 0 et 2,6c€/kWh.
- La chaleur produite peut se substituer à l'achat d'énergie fossile pour les besoins de l'installation, ou être vendue.
- Une redevance pour le traitement des déchets peut être perçue. Elle est variable selon le contexte local et le type de déchets.

Sources : ADEME, 2011. *La Méthanisation à la ferme : guide pratique pour les projets d'une puissance électrique inférieure à 500kWe* ; MEDDE, *Dossier de presse sur le nouveau dispositif de soutien à la méthanisation*.

6.1.2. Centraliser et diffuser les bonnes pratiques pour faire évoluer le système bocager vers une meilleure anticipation des épisodes de sécheresse

Préconisation n°BN1-2

Type d'action : Sensibilisation

Domaine : Agriculture

Cadre stratégique (PNACC) : AGRICULTURE, Action n°4, Mesure 4.3 : Promouvoir une agriculture efficiente en eau

Synergie possible : BN1-1

Descriptif

L'augmentation attendue de la fréquence des épisodes de sécheresse aura un impact direct sur la quantité de fourrages disponible pour les activités d'élevage.

Dans cette perspective, cette préconisation vise à sensibiliser les agriculteurs aux bonnes pratiques de gestion de cette ressource, nécessaire à leur activité. Il s'agit pour l'essentiel de mettre en place et d'animer des réseaux d'échange permettant d'identifier et de diffuser les bonnes pratiques en la matière.

Cadres opérationnels mobilisables :

- Mesures Agro-Environnementales Territorialisée (MAET).
- SRCAE, PCET.
- Plans Régionaux d'Aménagement Durable (PRAD).

Echelle spatiale de mise en œuvre : De l'exploitation au collectif d'exploitations à l'échelle régionale, voire au-delà.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Chambres d'agriculture.

Autres acteurs potentiellement concernés : DRAAF, Chambres d'agriculture, Institut de l'élevage, INRA, Collectivités territoriales, agriculteurs.

6.2. BN2 : CONSOLIDER LES CONTINUITES BOCAGERES ET LEURS FONCTIONNALITES ECOLOGIQUES

6.2.1. Réhabiliter le maillage bocager pour préserver les continuités écologiques

Préconisation n°BN2-1

Type d'action : Normes et réglementation

Domaine : Biodiversité

Cadre stratégique (PNACC) : AGRICULTURE, Action n°4, Mesure 4.1 : Favoriser dans les politiques publiques une gestion des ressources naturelles limitant les impacts du changement climatique.

Synergie possible : PPA2-2 et BN1-1

Descriptif

Cette préconisation, qui associe agriculteurs et acteurs publics (collectivités et services de l'Etat) répond à l'enjeu du maintien des continuités écologiques.

La plantation de haies, au-delà de cet objectif, pourrait aussi avoir un effet bénéfique :

- Sur la gestion du ruissellement des eaux de pluies, en limitant l'érosion des sols et l'inondation des fonds de vallées (inondations par ruissellement et coulées de boue).
- Sur les activités agricoles et d'élevage : régulation des températures par écran thermique, rétention de l'eau, création d'une nouvelle source de revenu liée à la valorisation des haies (voir la mesure suivante).

Cadres opérationnels mobilisables :

- Mesures Agro-Environnementales Territorialisée (MAET) relatives à la valorisation des haies.
- Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique (SRCE).
- Plans Régionaux d'Aménagement Durable (PRAD).

Echelle spatiale de mise en œuvre : De la parcelle à l'échelle régionale, voire au-delà.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : SAFER.

Autres acteurs potentiellement concernés : Chambres d'agriculture, collectivités territoriales, agriculteurs, DRAAF et DREAL, DDT(M), INRA, SAFER.

Points de vigilance

- La plantation, puis l'entretien de haies, peuvent constituer une contrainte d'importance pour les agriculteurs. La mise en œuvre d'une telle préconisation peut dans ce cadre être confrontée à des oppositions locales fortes. Toutefois, les politiques de valorisation de la biomasse peuvent contrebalancer ces inconvénients, bien qu'elles puissent être parfois discutables en termes d'émissions de GES et de polluants atmosphériques (cf. préconisation BN1-1).

6.2.2. Construire des ouvrages pour stocker l'eau dans le bocage et sécuriser ainsi l'approvisionnement en eau des industries agro-alimentaires

Préconisation n°BN2-2

Type d'action : Investissement direct

Domaine : Eau

Cadre stratégique (PNACC) : RESSOURCES EN EAU, Action n°4, Mesure 4.2 : Dans une logique multi-usages et dans le respect des SDAGE, optimiser le stockage de l'eau existant et envisager, lorsque cela s'avère utile, la création de stockage d'eau, notamment par la substitution d'un prélèvement hivernal à un prélèvement pendant la période d'étiage. Le recours au stockage doit être conditionné à la mise en œuvre de mesures d'optimisation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau.

Synergie possible : LC2-1

Descriptif

La construction de retenues collinaires ou de réserves de substitution a pour objectif de stocker l'eau issue des précipitations hivernales pour la réutiliser en été, dans la perspective d'un accroissement de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse.

Cadres opérationnels mobilisables :

- SDAGE et SAGE
- SCoT, PLU
- Guide juridique sur la construction de retenues, MEDDE.

Echelle spatiale de mise en œuvre : Bassin versant.

Acteurs

Porteur(s) potentiel(s) : Agence de l'eau et/ou Chambres d'agriculture.

Autres acteurs potentiellement concernés : Agence de l'eau, Chambres d'Agriculture, Agriculteurs, Industriels, Collectivités territoriales, DREAL, DDT(M).

Points de vigilance

- Les aides attribuées pour la construction d'espace de stockage (retenues collinaires et/ou réserves de substitution) sont conditionnées à la mise en œuvre de mesures d'économie d'eau (*via* l'optimisation des process industriels et des pratiques agricoles par exemple).
- La construction d'une retenue collinaire ou d'une réserve de substitution a un impact sur le fonctionnement hydrologique et les usagers du bassin en aval de l'installation. D'où un risque accru de conflits d'usage, en particulier entre les territoires de bocage et le littoral.
- La construction de ce type d'ouvrage doit également veiller à respecter la mobilité des écosystèmes aquatiques (trames bleues), ainsi que la qualité de l'eau stockée.

Eclairage sur les coûts de l'adaptation :

Plusieurs éléments de coûts sont disponibles (CGEDD, 2011) :

Les retenues collinaires présentent un coût d'investissement de 2 à 3€/m³ stocké.

Les réserves de substitution présentent quant à elles un coût d'investissement de 4 à 5€/m³ (6 à 8€/m³ stocké avec le système de remplissage et la création du réseau collectif permettant d'alimenter les anciens agriculteurs irrigants individuels).

Les coûts de fonctionnement sont de l'ordre de 2500€/an par ouvrage pour la gestion de l'ouvrage, et d'environ 0,008 €/m³ stocké minimum pour l'entretien courant. Les frais de pompage sont d'environ 0,01€/m³ pompé.

Sources : *Explore 2070, Lot 8. D'après : Bedel et al., 2001. Retenues de stockage d'eau - Bassin Adour-Garonne, CGEDD & CGAAER, 2011.*

CONCLUSION

Les impacts du changement climatique concernent l'ensemble des éléments socioéconomiques et environnementaux d'un territoire. Dès lors, la mise en œuvre d'une préconisation sur un territoire-type donné, en vue de répondre à un enjeu particulier, aura potentiellement des conséquences sur les autres enjeux de ce territoire ou des territoires voisins.

Ainsi, la construction d'un grand nombre d'ouvrages de stockage de l'eau de pluie dans le bocage – pour répondre à la baisse de la disponibilité des ressources en eau – aura des conséquences sur les continuités écologiques (trames bleues) et sur l'approvisionnement en eau des territoires de plaines et littoraux.

Les préconisations d'adaptation formulées dans cette section sont donc interdépendantes. La caractérisation de ces interrelations est formalisée, pour une grande part, dans le paragraphe « points de vigilance » de chaque préconisation et via la mise en évidence des synergies possibles entre préconisations.

Cette conclusion s'attache à préciser davantage ces interrelations en deux temps :

- Caractérisation des orientations transversales aux six territoires-types, définies suite au travail des ateliers prospectifs ;
- Synthèse des interrelations entre les préconisations, via deux cartes heuristiques matérialisant ces relations.

ORIENTATIONS TRANSVERSALES

Le dernier atelier prospectif a permis de dégager cinq orientations stratégiques, valables pour l'ensemble des deux régions normandes et relatives à cinq enjeux : l'adaptation des peuplements forestiers à l'évolution du climat, l'adaptation des milieux et des écosystèmes, la gestion cohérente du trait de côte à l'échelle de la façade maritime normande, la gestion cohérente de l'eau et l'amélioration des connaissances quant aux impacts du changement climatique et aux mesures d'adaptation.

A ces trois enjeux s'ajoute les questions transversales de l'amélioration des connaissances et de la gestion de l'eau, qui dépasse elle aussi le périmètre des territoires-types.

Inscrire les continuités écologiques dans l'aménagement du territoire comme condition d'adaptation de la biodiversité (trame verte et bleue)

Les effets du changement climatique auront des conséquences sur les milieux et les écosystèmes, en particulier dans les zones naturelles de transition :

- Les zones humides devraient être directement affectées par l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse et par l'élévation du niveau marin (déplacement du biseau salé et maritimisation partielle des zones humides littorales) ;
- Les milieux littoraux (zones humides, milieux dunaires, fonds d'estuaires, etc.) seront impactés par l'élévation du niveau marin.

L'augmentation des températures moyennes annuelles devrait également se traduire par la redéfinition de l'aire de répartition de nombreuses espèces (élargissement, rétrécissement et/ou déplacement vers le nord).

Toutefois, il est très difficile de déterminer avec certitude l'évolution future des milieux et des écosystèmes, en raison d'une part de la complexité des relations entre les espèces.

Devant une telle incertitude, l'objectif en matière d'adaptation au changement climatique est donc, quel que soit le territoire, de préserver la capacité des espèces (faune et flore) à se déplacer, pour s'adapter au gré de l'évolution du climat.

Sur le plan opérationnel, il s'agit de prendre en compte les continuités écologiques dans l'aménagement du territoire, en s'appuyant notamment sur les Schémas Régionaux de Cohérence Ecologiques (SRCE), déclinés dans les SCoT et les PLU.

Dans la perspective de l'adaptation au changement climatique, cette prise en compte des continuités écologiques doit tenir compte du déplacement de certaines zones naturelles de transition, en particulier sur le littoral. Il s'agit notamment de permettre aux milieux naturels de reculer au fur et à mesure de l'élévation du niveau marin. Dans ce cadre, l'intégration d'un volet maritime aux SCoT des territoires littoraux.

Accompagner les propriétaires forestiers dans l'anticipation des impacts du changement climatique sur les peuplements forestiers

Cette orientation s'inscrit dans la continuité de la précédente. Le changement climatique devrait se traduire par une évolution de l'aire de répartition des essences forestières. Dans la perspective d'une hausse de la fréquence et de l'intensité des épisodes de sécheresse, les essences majoritaires aujourd'hui (chêne pédonculé et hêtre notamment), peu adaptées au manque d'eau, devraient se trouver fragilisées en Normandie.

A la différence des autres espèces, la « capacité de déplacement » des arbres en fonction de l'évolution du climat est relativement faible. Aussi est-il nécessaire, dès aujourd'hui, de prendre en compte l'évolution attendue du climat dans le choix des nouveaux peuplements forestiers – qui arriveront à maturité dans 30 à 50 ans – en introduisant des essences mieux adaptées au manque d'eau et à des températures plus élevées.

Cette prise en compte est déjà en cours pour ce qui concerne la gestion des forêts publiques, qui dépend de l'Office National des Forêts.

Néanmoins, tel n'est pas le cas de la forêt privée, souvent très morcelée et sous-exploitée. Cette orientation, valable pour l'ensemble des territoires-types normands, vise donc à sensibiliser les propriétaires forestiers aux enjeux de l'adaptation et à les accompagner pour adapter les peuplements à l'évolution du climat.

La mise en œuvre d'un tel objectif peut s'appuyer sur les groupements forestiers et les Centres Régionaux de la Propriété Forestière (CRPF). L'un des leviers pour mobiliser les propriétaires privés consisterait à valoriser la production de bois en développant les filières correspondantes.

Mettre en place un mode de gouvernance permettant une gestion intégrée des zones côtières à l'échelle de la façade maritime normande

Les préconisations relatives à la gestion du trait de côte, formulées pour chacun des deux territoires-types littoraux (Littoral de la Baie de Seine au Tréport et Littoral de la presqu'île du Cotentin), sont valables pour ces deux territoires.

Que ce soit ou non dans la perspective du changement climatique, la gestion cohérente du trait de côte à l'échelle des façades maritimes apparaît aujourd'hui nécessaire, comme en témoigne la *Stratégie Nationale de Gestion Intégrée du Trait de Côte* (MEDDE, 2012).

Les choix d'aménagement du trait de côte sur un secteur du littoral auront des conséquences sur l'évolution du trait de côte des secteurs littoraux voisins, en raison des dynamiques hydro-sédimentaires notamment (exemple : la construction d'un épi pour limiter l'érosion d'une plage se traduit par une érosion accrue des plages voisines).

Cette orientation vise donc à établir un nouveau mode de gouvernance associant l'ensemble des parties prenantes des territoires littoraux, pour définir une stratégie cohérente de gestion intégrant l'ensemble des enjeux de ces territoires, tenant compte de l'élévation attendue du niveau marin et de l'aggravation consécutive des risques littoraux (érosion et submersion).

Assurer une gestion cohérente des ressources en eau, des collines bocagères au littoral

La problématique de l'eau dépasse les périmètres administratifs et sectoriels classiques et demande une approche cohérente de la gestion des ressources à l'échelle interrégionale et selon la logique des bassins-versants. Dans le cas de la stratégie d'adaptation des deux régions normandes au changement climatique, il apparaît utile de rappeler cette nécessité, afin d'assurer la cohérence de la gestion des ressources entre les deux ensembles suivants :

- Les collines bocagères d'une part, qui reçoivent les plus forts cumuls de précipitations, mais disposent de faibles ressources souterraines capables de stocker l'eau ;
- Les plaines et plateaux et les territoires littoraux d'autre part, qui disposent de ressources souterraines plus abondantes, mais dont l'approvisionnement en eau dépend en grande partie des précipitations tombées sur les collines bocagères.

La mise en œuvre des préconisations relatives au bocage normand doivent donc tenir compte des conséquences éventuelles sur les territoires situés en partie aval des bassins versants.

La mise en œuvre de cette orientation passe donc par la prise en compte de l'adaptation dans les structures existantes de gestion intégrée des ressources en eau que sont le SDAGE et les SAGE, en mobilisant l'Agence de l'eau et les Commissions Locales de l'Eau (CLE).

Assurer la capitalisation et la diffusion des connaissances relatives aux impacts du changement climatique en Normandie et des actions permettant de s'y adapter

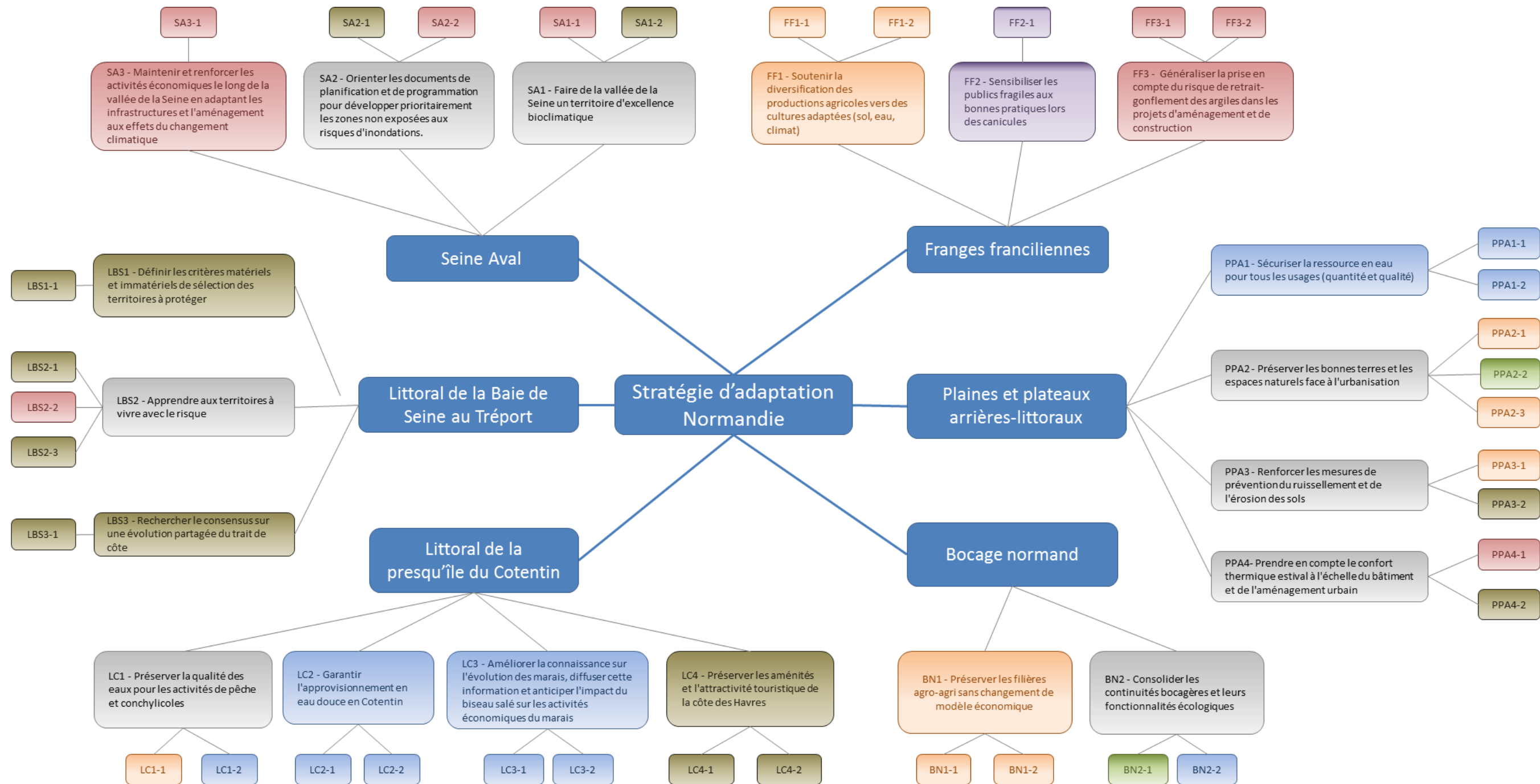
Comme l'a montré le diagnostic de vulnérabilité des territoires normands, de nombreuses incertitudes demeurent quant à la qualification précise des impacts locaux du changement climatique. Dans ce cadre, l'amélioration et la meilleure diffusion des connaissances quant à ces impacts et aux actions permettant de les anticiper apparaît comme un enjeu majeur, permettant de répondre à plusieurs objectifs :

- Réduire l'incertitude entourant l'évolution future des paramètres climatiques à l'échelle locale ;
- Faciliter la prise de décision pour l'adaptation, en fournissant notamment des évaluations plus fines et robustes des coûts de l'inaction et de l'adaptation ;
- Mettre en réseau les acteurs pour faciliter les échanges de bonnes pratiques en matière d'évaluation des impacts et d'actions d'adaptation.

Ce travail d'amélioration des connaissances n'est pas un préalable à l'action, mais doit permettre un accompagnement efficace de la mise en œuvre de l'adaptation, en assurant un suivi-évaluation des impacts et des politiques d'adaptation ; de façon à les ajuster au gré de l'évolution des connaissances disponibles.

La mise en œuvre de cette orientation pourrait par exemple passer par l'intégration de la problématique de l'adaptation aux observatoires climat-énergie et/ou environnementaux existants en Normandie.

SYNTHESE DES INTERRELATIONS ENTRE LES PRECONISATIONS



Légende

- Orientation non spécifique
- Eau
- Agriculture
- Biodiversité
- Santé
- Aménagement du territoire
- Bâtiment

Fig. 56. Carte heuristique des orientations et préconisations d'adaptation en fonction de la thématique concernée (Artelia, 2013)

Tabl. 37 - Tableau récapitulatif des préconisations par type d'action (Artelia, 2013)

Type d'action	Domaine	N°	Préconisation opérationnelle	Territoire	Orientation
Amélioration des connaissances	Agriculture	FF1-1	Améliorer la connaissance locale de la réserve utile (en eau) des sols pour la prendre en compte dans le choix des assolements.	Franges Franciliennes	Soutenir la diversification des productions agricoles vers des cultures adaptées (sol, eau, climat, paysages)
	Bâti	FF3-1	Améliorer la cartographie du risque de retrait-gonflement des argiles (aléa et enjeux exposés) et assurer sa diffusion aux décideurs et au grand public.	Franges Franciliennes	Généraliser la prise en compte du risque de retrait-gonflement des argiles dans les projets d'aménagement et de construction
	Biodiversité	LC3-1	Mettre en place / Renforcer un observatoire pour suivre l'évolution du fonctionnement hydrologique des marais du Bessin et du Cotentin, dans la perspective d'une hausse du niveau marin.	Littoral de la presqu'île du Cotentin	Améliorer la connaissance sur l'évolution des marais, diffuser cette information et anticiper l'impact du biseau salé sur les activités économiques du marais
Incitation économique	Agriculture	BN1-1	Valoriser la biomasse disponible pour diversifier les revenus des éleveurs dans le cadre de la gestion durable des ressources.	Bocage normand	Préserver les filières agro-agri sans changement de modèle économique
	Agriculture	FF1-2	Soutenir les agriculteurs diversifiant leur production vers des cultures mieux adaptées au manque d'eau (afin notamment de mieux répartir les risques de perte de revenu)	Franges Franciliennes	Soutenir la diversification des productions agricoles vers des cultures adaptées (sol, eau, climat, paysages)
	Bâti	LBS2-2	Soutenir des projets pilotes destinés à adapter le bâti existant et, le cas échéant, les ouvrages de protection, aux risques littoraux	Littoral de la Baie de Seine au Tréport	Apprendre aux territoires à vivre avec le risque
	Bâti	SA2-2	Soutenir des projets exemplaires pour adapter les logements existants situés dans les zones exposées à l'évolution des risques dans le contexte du changement climatique	Seine-Aval	Orienter les documents de planification et de programmation pour développer prioritairement les zones non exposées aux risques d'inondation (crue, ruissellement, submersion).
Information, sensibilisation, formation	Agriculture	LC1-1	Sensibiliser les agriculteurs en vue de réduire les pollutions diffuses agricoles, afin d'atteindre et de maintenir des niveaux de concentration de polluants admissibles au titre de la DCE, en intégrant la baisse attendue du débit des cours d'eau.	Littoral de la presqu'île du Cotentin	Préserver la qualité des eaux pour les activités de pêche et conchylicoles
	Agriculture	PPA3-1	Mettre en place des pratiques agricoles favorisant l'infiltration des eaux (cultures intermédiaires, agroforesterie, etc.)	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Renforcer les mesures de prévention du ruissellement et de l'érosion des sols
	Agriculture	BN1-2	Centraliser et diffuser les bonnes pratiques pour faire évoluer le système bocager vers une meilleure anticipation des épisodes de sécheresse	Bocage Normand	Préserver les filières agro-agri sans changement de modèle économique
	Aménagement	LBS2-3	Développer la culture du risque auprès des habitants et des touristes	Littoral de la Baie de Seine au Tréport	Apprendre aux territoires à vivre avec le risque
	Aménagement	LBS1-1	Définir une méthodologie multicritère et multiscalaire fournissant des indicateurs utiles à la prise de décision pour la définition de stratégies locales de gestion du trait de côte dans la perspective de l'élévation du niveau marin.	Littoral de la Baie de Seine au Tréport	Définir les critères matériels et immatériels de sélection des territoires à protéger
	Aménagement	LBS3-1	Expérimenter de nouveaux modes de concertation pour assurer la conception et la mise en œuvre partagées des projets d'aménagement du trait de côte tenant compte des impacts du changement climatique	Littoral de la Baie de Seine au Tréport	Rechercher le consensus sur une évolution partagée du trait de côte
	Bâti	FF3-2	Diffuser les bonnes pratiques en matière de prise en compte du risque de retrait-gonflement des argiles pour les maisons individuelles (construction et aménagement des parcelles).	Franges Franciliennes	Généraliser la prise en compte du risque de retrait-gonflement des argiles dans les projets d'aménagement et de construction
	Eau	LC3-2	Utiliser ce travail de suivi et d'observation pour anticiper l'évolution des ressources et en informer les usagers qui en dépendent.	Littoral de la presqu'île du Cotentin	Améliorer la connaissance sur l'évolution des marais, diffuser cette information et anticiper l'impact du biseau salé sur les activités économiques du marais
	Eau	PPA1-2	Renforcer les cadres de gouvernance existants pour assurer une gestion efficace des conflits d'usage (en s'appuyant sur les structures existantes).	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Sécuriser la ressource en eau pour tous les usages (quantité et qualité)
	Santé	FF2-1	Améliorer et élargir la diffusion des bonnes pratiques à adopter en situation de canicule à l'ensemble des personnes vulnérables aux épisodes caniculaires.	Franges Franciliennes	Sensibiliser les publics fragiles aux bonnes pratiques lors des canicules

Type d'action	Domaine	N°	Préconisation opérationnelle	Territoire	Orientation
Investissement direct	Agriculture	PPA2-3	Développer l'agro-écologie pour les terres à faible réserve utile (via notamment l'appel à projet du Ministère de l'agriculture).	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Préserver les bonnes terres et les espaces naturels face à l'urbanisation
	Aménagement	LC4-1	Mettre en place des dispositifs de protection douce des ports et stations balnéaires.	Littoral de la presqu'île du Cotentin	Préserver les aménités et l'attractivité touristique de la côte des Havres
	Aménagement	PPA4-2	Prendre en compte le confort thermique d'été dans les projets d'aménagement et de renouvellement urbain (végétalisation, etc.), en s'appuyant sur la réalisation d'opérations exemplaires	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Prendre en compte le confort thermique estival à l'échelle du bâtiment et de l'aménagement urbain
	Aménagement	SA1-2	Prendre en compte le confort thermique d'été dans les projets d'aménagement et de renouvellement urbain (végétalisation, etc.), en s'appuyant sur la réalisation d'opérations exemplaires	Seine-Aval	Faire de la vallée de la Seine un territoire d'excellence pour l'expérimentation et le développement de la ville bioclimatique
	Eau	BN2-2	Construire des ouvrages pour stocker l'eau dans le bocage et sécuriser ainsi l'approvisionnement en eau des industries agro-alimentaires	Bocage normand	Consolider les continuités bocagères et leurs fonctionnalités écologiques
	Eau	LC2-1	Mobiliser de nouvelles ressources en eau pour augmenter l'offre : transfert d'eau issue de territoires voisins, réutilisation des eaux usées retraitées, stockage, voire dessalinisation.	Littoral de la presqu'île du Cotentin	Garantir l'approvisionnement en eau douce en Cotentin
	Eau	LC2-2	Mettre en place et/ou renforcer les programmes d'économies d'eau pour tous les usages (récupération des eaux pluviales, tarification incitative, utilisation de kits hydroéconomiques, etc.).	Littoral de la presqu'île du Cotentin	Garantir l'approvisionnement en eau douce en Cotentin
	Eau	LC1-2	Améliorer la qualité de l'assainissement des eaux usées (construction et réhabilitation des stations d'épuration), afin d'atteindre et de maintenir des niveaux de concentration de polluants admissibles au titre de la DCE, en intégrant la baisse attendue du débit des cours d'eau.	Littoral de la presqu'île du Cotentin	Préserver la qualité des eaux pour les activités de pêche et conchylicoles
	Eau	PPA1-1	Favoriser l'infiltration des eaux de pluies dans les nappes en milieu urbain, pour limiter le ruissellement et assurer la réalimentation des nappes.	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Sécuriser la ressource en eau pour tous les usages (quantité et qualité)
Normes et réglementation	Agriculture	PPA2-1	Identifier les terres agricoles à forte réserve utile et les préserver de l'urbanisation	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Préserver les bonnes terres et les espaces naturels face à l'urbanisation
	Aménagement	LBS2-1	Adapter l'occupation de l'espace et les nouvelles constructions en fonction du niveau d'exposition aux risques littoraux	Littoral de la Baie de Seine au Tréport	Apprendre aux territoires à vivre avec le risque
	Aménagement	LC4-2	Encadrer l'urbanisation touristique pour préserver les ressources du territoire (milieux naturels et ressources en eau).	Littoral de la presqu'île du Cotentin	Préserver les aménités et l'attractivité touristique de la côte des Havres
	Aménagement	PPA3-2	Limiter l'imperméabilisation des sols pour éviter l'inondation par ruissellement des points bas	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Renforcer les mesures de prévention du ruissellement et de l'érosion des sols
	Aménagement	SA2-1	Etablir des prescriptions dans les documents de planification et d'urbanisme pour construire les nouveaux logements dans les secteurs peu ou non exposés aux inondations et risques associés	Seine-Aval	Orienter les documents de planification et de programmation pour développer prioritairement les zones non exposées aux risques d'inondation (crue, ruissellement, submersion).
	Bâti	PPA4-1	Prendre en compte le confort thermique d'été dans la conception et la réhabilitation des bâtiments résidentiels et tertiaires neufs (architecture bioclimatique), via des recommandations et des prescriptions normatives	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Prendre en compte le confort thermique estival à l'échelle du bâtiment et de l'aménagement urbain
	Bâti	SA1-1	Prendre en compte le confort thermique d'été dans la conception et la réhabilitation des bâtiments (architecture bioclimatique), via des recommandations et des prescriptions normatives	Seine-Aval	Faire de la vallée de la Seine un territoire d'excellence pour l'expérimentation et le développement de la ville bioclimatique
	Bâti	SA3-1	Etablir des prescriptions encadrant l'installation/construction de nouvelles activités/infrastructures en bord de Seine et dans l'estuaire, dans les secteurs exposés aux risques d'inondations, en fonction de leurs besoins (accès à la Seine notamment)	Seine-Aval	Maintenir et renforcer les activités économiques le long de la vallée de la Seine en adaptant les infrastructures et l'aménagement aux effets du changement climatique
	Biodiversité	BN2-1	Réhabiliter le maillage bocager pour préserver les continuités écologiques	Bocage normand	Consolider les continuités bocagères et leurs fonctionnalités écologiques
Biodiversité	PPA2-2	Repenser le maillage agricole en vue de consolider les continuités écologiques (trames vertes)	Plaines et plateaux arrière-littoraux	Préserver les bonnes terres et les espaces naturels face à l'urbanisation	

ANNEXE 1 - Détail méthodologique des évaluations du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation

1. CADRE GENERAL DE L'ÉVALUATION

1.1. REMARQUES ET MISES EN GARDES PRELIMINAIRES

L'évaluation économique de l'impact du changement climatique et de l'adaptation constitue une question de recherche, se heurtant à de nombreuses difficultés d'ordre méthodologique, parmi lesquelles :

- le traitement de l'incertitude ;
- l'absence de scénario socioéconomique aux horizons de temps compatibles avec celui du changement climatique ;
- l'évaluation des impacts portant sur les biens non marchands (biodiversité, santé, qualité de vie...) ;
- la prise en compte de l'adaptation spontanée des acteurs, etc. ;
- L'évaluation de l'efficacité des mesures d'adaptation mises en œuvre etc.

Ces difficultés sont d'autant plus prégnantes que l'échelle géographique de l'évaluation est fine.

Ainsi, les exercices de quantification de l'inaction présentés ci-après, ainsi que les coûts de l'adaptation figurant dans le rapport présentent de nombreuses limites, qui conduisent à considérer les résultats comme des ordres de grandeur uniquement. Ils 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.

1.2. ELEMENTS DE METHODOLOGIE

Pour proposer des premiers éclairages sur les coûts de l'inaction, ont été mobilisées des méthodologies simples, découlant notamment des travaux du Groupe interministériel « Impacts du changement climatique en France, adaptation et coûts associés »⁷⁵.

Trois types de méthodes ont été utilisés, présentés dans le tableau suivant :

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

Enfin, afin d'isoler l'impact du changement climatique de celui des autres évolutions que connaîtra le territoire au long du XXI^e siècle, nous adoptons **un raisonnement à économie constante**⁷⁶, « 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 (vieillesse de la population, urbanisation) à moyen terme (2030).

⁷⁵ ONERC, 2009

⁷⁶ Les coûts sont donnés en euros constants.

2. ESTIMATIONS DE L'IMPACT ECONOMIQUE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

2.1. ELEMENTS DE COUTS – RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

L'estimation du coût des impacts de la hausse du risque de RGA sur les maisons individuelles se fonde sur le retour d'expérience de la canicule de 2003. Cette méthode est adaptée de l'approche du Groupe interministériel « Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France ».

2.1.1. Le coût d'une sécheresse de type 2003

A l'échelle nationale, d'après les données du Groupe interministériel, **la sécheresse de 2003 a généré un coût pour le régime CatNat de 1,3 milliard d'euros**. Lors d'une année normale, le coût du retrait-gonflement des argiles pour le régime CatNat s'élève à 200 millions d'euros (en moyenne entre 1989 et 2002)⁷⁷.

En supposant qu'une sécheresse telle que celle de 2003 est actuellement un événement centennal (ayant une chance sur 100 de se produire chaque année), nous obtenons **un coût de référence, sans changement climatique, de 211 millions d'euros** (moyenne 1989-2002 à laquelle est ajouté un événement centennal de type 2003).

Ne disposant pas de données régionalisées, nous supposons que le coût est réparti entre les régions françaises, au prorata des maisons individuelles situées en zone d'aléa moyen et fort. Ainsi, d'après les données du SOeS, en 2006, 4,16% des maisons individuelles dans ces zones d'aléas sont situées en Basse Normandie et Haute Normandie. **Nous posons l'hypothèse que 4,16% du coût pour le régime CatNat du RGA est imputable aux deux régions, soit :**

- 54,3 millions d'euros en 2003 ;
- 8,3 millions d'euros lors d'une année normale ;
- 8,7 millions d'euros de coût de référence.

2.1.2. Le nombre de canicules de 2003 au XXI^e siècle

Dans le cadre du Groupe interministériel sur le changement climatique, les coûts associés et l'adaptation en France⁷⁸, 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.

Tabl. 38 - Dénombrement des canicules de type 2003 au XXI^e siècle (Groupe interministériel, 2009)

	2030	2050	2100
A2	0 – 3	2 - 11	32 - 51
B2	0 - 1	1 - 4	18 – 25

⁷⁷ FFSA, 2009 – L'assurance des catastrophes naturelles en 2007

⁷⁸ ONERC, 2009

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.

2.1.3. Estimation du coût du changement climatique

En considérant le stock de maisons individuelles constant et sans adaptation, **le surcoût annuel moyen de la recrudescence des canicules de type 2003 pour le régime CatNat pourrait atteindre jusqu'à 4,1 millions d'euros en 2030, de 1,8 à 24,8 millions d'euros entre 2030 et 2050 et de l'ordre de 16,1 à 46,6 millions d'euros en fin de siècle** pour les maisons individuelles.

En considérant la poursuite, jusqu'à 2030, du taux de croissance des maisons individuelles observé entre 1999 et 2006 (1,112% par an en Normandie), le surcoût du changement climatique à l'horizon 2030 pourrait atteindre 5,4 millions d'euros par an, soit **un coût supérieur de 30% à celui que l'on estime sans urbanisation**⁷⁹.

2.2. ELEMENTS DE COÛTS – EVENEMENT CLIMATIQUE DE TYPE 2003 ET AGRICULTURE

L'estimation du coût des impacts de la recrudescence des canicules sur l'agriculture se fonde sur le retour d'expérience de l'événement climatique de 2003. L'estimation concerne la production de matière sèche des prairies et le blé tendre.

2.2.1. L'impact d'un épisode climatique de type 2003

Pour estimer l'impact de la canicule de 2003 sur le rendement des prairies et du blé tendre, nous comparons les rendements observés en 2003 aux rendements observés en moyenne entre 1998 et 2002.

Tabl. 39 - Rendements des prairies et du blé tendre dans la zone d'étude (source : Agreste, statistiques annuelles)

	Rendement moyen 1998-2002 (q/ha)	Rendement 2003 (q/ha)	Evolution (%)
Prairies	72	63,3	-12,2%
Blé tendre	79,1	77,2	-2,4%

Nous notons que la diminution est bien plus significative pour la prairie que pour le blé tendre.

Nous appliquons ces baisses de rendements aux niveaux de production de la période 2007-2010 pour estimer l'impact d'un épisode climatique de type 2003 sur les productions.

⁷⁹ Ce surcoût n'est estimé qu'à l'horizon 2030, en l'absence de projections pertinentes de l'évolution du stock de maisons individuelles au-delà de cette échéance.

Tabl. 40 - Impact d'un épisode climatique de type 2003 sur les volumes produits dans la zone d'étude

	Volumes produits actuellement - moyenne 2007-2010 (milliers de tonnes)	Diminution de volumes produits (milliers de tonnes)
Prairies	7141	868
Blé tendre	3705	87

2.2.2. Le nombre de canicules de 2003 au XXI^e siècle

Dans le cadre du Groupe interministériel sur le changement climatique, les coûts associés et l'adaptation en France⁸⁰, 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.

Tabl. 41 - Dénombrement des canicules de type 2003 au XXI^e siècle en France (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.

2.2.3. Estimation du coût du changement climatique

En considérant un prix de la tonne de matière sèche de 75 euros (hypothèse) et un prix de la tonne de blé tendre de 133 euros (moyenne des prix 2005-2009, Eurostat), le coût annuel de la recrudescence des épisodes climatiques de type 2003 pourrait atteindre :

- Pour les prairies : jusqu'à 6,5 millions d'euros à l'horizon 2030, entre 3,3 et 36 millions d'euros en 2050 et entre 24 et 67 millions d'euros en 2100 ;
- Pour le blé tendre : jusqu'à 1,2 millions d'euros en 2030, entre 0,6 et 6,4 millions d'euros en 2050 et entre 4,2 et 12 millions d'euros en 2100.

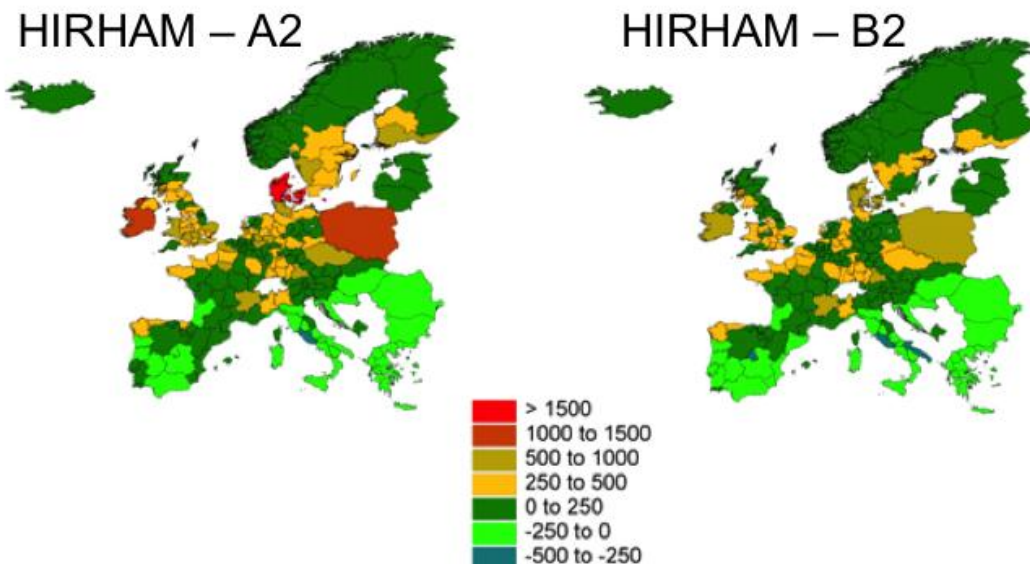
⁸⁰ ONERC, 2009

2.3. ELEMENTS DE COÛTS – CHANGEMENT CLIMATIQUE ET ATTRACTIVITE TOURISTIQUE

L'approche est basée sur l'utilisation de résultats d'une modélisation réalisée dans le cadre du programme européen PESETA⁸¹, portant sur l'évolution de l'indice de confort climatique des touristes (ICT) liée au changement climatique. Cette approche est cohérente avec (i) l'approche du Groupe interministériel et (ii) l'évaluation du coût du changement climatique sur le Calvados (Climpact).

2.3.1. Estimation de l'évolution du nombre de nuitées

Notre principale donnée d'entrée est l'estimation de l'évolution du nombre de nuitées entre 1970 et 2080, estimée dans le cadre du programme PESETA selon plusieurs scénarios.



Ainsi, d'après ces cartes, chacune des régions bénéficieraient de 250 000 à 500 000 nuitées supplémentaires en 2080 par rapport à 1970.

Nous disposons de données sur les nuitées touristiques recensées en 2011⁸². Afin d'estimer le surplus de nuitées entre 2080 et 2011, nous supposons que l'augmentation des nuitées est linéaire entre 1970 et 2080.

Tabl. 42 - Nombre de nuitées actuelles et augmentation à 2080

	Nombre de nuitées en 2011 (milliers)	Nombre de nuitées supplémentaires en 2080 par rapport à 2011, hypothèse basse (milliers)	Nombre de nuitées supplémentaires en 2080 par rapport à 2011, hypothèse haute (milliers)
Haute et Basse-Normandie	10739	313,6	627,3

⁸¹ Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on bottom-up Analysis

⁸² DGIS, Chiffres clés du tourisme

2.3.2. Traduction monétaire

Le chiffre d'affaire du tourisme en Normandie est estimé à 2,4 milliards d'euros, ont 64 % sont à attribuer aux activités connexes (restaurants et bars, autres commerces et services), 24 % aux hébergements marchands et 12 % aux activités de loisirs⁸³.

En se basant sur le nombre de nuitées actuelles, ceci correspond à 223 euros par nuitée, que nous arrondissons à 220 euros.

Dès lors, **en 2080, le changement climatique pourrait générer un surplus de chiffre d'affaire annuel compris entre 69 et 138 millions d'euros.**

2.4. ELEMENTS DE COUTS – SUBMERSIONS MARINES

La méthodologie que nous employons s'appuie sur l'estimation réalisée par le CETMEF⁸⁴ des surfaces et enjeux situés en zones basses : sous le niveau des eaux centennales, et sous le niveau des eaux centennales +1m. **Elle conduit à estimer un capital « à risque » et non un coût du changement climatique à proprement parler.**

2.4.1. Approche par surfaces en zones basses

La principale donnée d'entrée est l'estimation par le CETMEF (2010) des surfaces situées en zones basses.

Tabl. 43 - Estimation des surfaces en zones basses (CETMEF)

	Surfaces situées sous la cote centennale (ha)	Surfaces situées sous la cote centennale +1m (ha)
Basse Normandie	45 447	59 989
Haute Normandie	25 759	29 007
Total	71 196	89 990

Nous posons une hypothèse d'occupation des sols, d'après les données de l'Observatoire national de la mer et du littoral concernant la façade Manche-Mer du nord :

Tabl. 44 - Hypothèse d'occupation des sols en zone basse

	Agriculture	Zones humides	Zones artificialisées	Forêts et autres écosystèmes
	80%	5%	12%	3%
Cote centennale	59957 ha	3560 ha	8544 ha	2136 ha
Cote centennale +1m	71197 ha	4450 ha	10680 ha	2670 ha
Evolution des surfaces à risque	+14240 ha	+890 ha	+2136 ha	+534 ha

⁸³ Chiffres clés du tourisme Normand, 2011

⁸⁴ Cetmef, 2010

Valorisation monétaire :

La valorisation monétaire de ces surfaces est basée sur :

- la valeur vénale des terres agricoles, comprise entre 4470€/ha et 6390€/ha en Basse Normandie, et entre 6180€/ha et 8030€/ha en Haute Normandie⁸⁵ ;
- la valeur des services écosystémiques rendus par les zones humides, compris entre 907 et 3132€/ha/an⁸⁶ ;
- le prix des terrains constructibles, évalué à 38€/m2 en Basse Normandie et à 45€/m2 en Haute Normandie⁸⁷ ;
- La valeur des services éco-systémiques rendus par les forêts, estimée à 970€/ha/an⁸⁸.

L'élévation du niveau de la mer de 1m entraînerait, d'après ces hypothèses, une augmentation de l'assiette du capital à risque comprise entre 631 et 655 millions d'euros pour les terres agricoles et les zones artificialisées, et entre 1,3 et 3,3 millions d'euros/an pour les services éco-systémiques.

2.4.2. Approche par valeur des enjeux

Nous complétons l'estimation précédente en estimant la valeur des biens menacés. Pour cela, nous utilisons les données du CETMEF, estimant le nombre de bâtiments et le linéaire de routes nationales et autoroutes dans les zones basses.

Tabl. 45 - Bâtiments et linéaire routier en zones basses (CETMEF, 2010)

	Bâtiments (nombre)	Linéaire routier – autoroutes et routes nationales (km)	Linéaire routier – autres routes (km)
Sous la cote centennale	24594	70	1523
Sous la cote centennale +1m	41605	91	2355
Augmentation du capital à risque	17011	21	832

La valeur estimative des bâtiments nous est donnée par le Groupe interministériel, qui prend une hypothèse de valeur comprise entre 100 000 et 250 000 euros.

La valeur patrimoniale des routes du réseau national est évaluée à 12,5 millions d'euros (Comptes de l'Etat, 2010). La valeur des routes du réseau départemental et communal est estimée à 1,7 million d'euros par km (données IDRRIM)

En s'appuyant sur ces hypothèses et en cas d'élévation du niveau de la mer de 1 mètre, on obtient **une augmentation de l'assiette des enjeux à risque comprise entre 1,7 et 4,3 milliards d'euros pour les bâtiments ; et de l'ordre de 1,7 milliard d'euros pour l'ensemble du réseau routier.**

⁸⁵ Agreste, 2010

⁸⁶ CGDD, 2010

⁸⁷ SOeS

⁸⁸ CGDD

2.5. ELEMENTS DE COUTS - HAUSSE DES TEMPERATURES ET SANTE PUBLIQUE

La méthode de quantification du nombre de décès dus à la hausse des températures, canicule incluse, utilisée ici se base sur l'étude *Impacts of climate change in human health in Europe* de PESETA⁸⁹ publiée en 2009 de l'Institute for Prospective Technological Studies du Joint Research Centre de la Commission européenne. Ce projet met en évidence une méthode permettant d'évaluer le nombre de décès supplémentaires qui seraient imputables au changement climatique selon le scénario socioéconomique A2 du GIEC et des données démographiques de la population sans adaptation. 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 (vieillesse, accroissement démographique) et fournit des résultats pour plusieurs grandes régions européennes.

2.5.1. Les données d'entrées

Pour évaluer le nombre de décès liés à la hausse des températures selon la méthodologie PESETA, plusieurs types de données ont été mobilisés :

- L'estimation du nombre de décès pour 100 000 personnes en moyenne annuelle en Europe du nord causés par la hausse des températures, issue des résultats du projet européen PESETA pour le scénario A2 et selon les deux types hypothèses de l'étude (hypothèse basse et hypothèse haute) ;

Tabl. 46 - Mortalité pour 100 000 habitants liée à la température en Europe du nord (PESETA)

	2011-2040	2071-2100
Hypothèse basse	4 décès pour 100 000 habitants	9 décès pour 100 000 habitants
Hypothèse haute	5 décès pour 100 000 habitants	33 décès pour 100 000 habitants

- Les données d'estimation du nombre d'habitants des deux régions normandes à l'horizon 2040 selon les données issues de l'outil Omphale de l'INSEE pour faire correspondre les horizons temporels à ceux des projections de PESETA.

Tabl. 47 - Projections démographiques (INSEE)

Hypothèse basse	1 946 000
Hypothèse haute	1 573 000
Total	3 519 000

- Le nombre de décès comptabilisés lors de la canicule de 2006 en France afin d'obtenir les données de l'adaptation observées après la mise en place du SACS à partir de 2004. Ces données indiquent le nombre de décès prévus, réels et évités⁹⁰ :

⁸⁹ Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on bottom-up Analysis

⁹⁰ Ministère de la santé, 2009, Impact du changement climatique sur la santé en France

Tabl. 48 - Mortalité prévue, réelle et évitée en 2006 (Ministère de la santé)

Prévus en 2006	6 452	100%
Réels en 2006	2 065	32%
Évités	4 387	68%

2.5.2. Evaluation du coût de l'inaction

Selon les scénarios, en prenant en compte ces données de populations et en y appliquant les ratios de surmortalité de l'étude PESETA, la Normandie connaîtrait entre 141 et 176 décès en moyenne par an dus à la hausse des températures provoquée par le changement climatique, sans prendre en compte les systèmes d'adaptation qui pourraient être mis en place. On peut également interpréter ces résultats sur la période de 30 ans 2011-2040. La Normandie connaîtrait ainsi 4 082 et 5 103 décès sans adaptation.

Pour prendre en compte les mesures d'adaptation à la hausse des températures mises en place sur le territoire d'étude, on utilise les données de mortalité observée en 2006 après la mise en place du SACS à partir de 2004, soit la survenue de seulement 32% des décès attendus, et donc de 68% de décès évités. En moyenne annuelle, sur la période 2011-2040, on devrait observer entre 45 et 56 décès avec la mise en place du SACS. Sur la période 2011-2040, on obtiendrait entre 1 306 et 1 633 décès sur 30 ans.

Tabl. 49 - Moyenne annuelle du nombre de décès attendus en Normandie avec et sans adaptation à 2011-2040

	Sans adaptation	Avec adaptation
Hypothèse basse	141	45
Hypothèse haute	176	56

Tabl. 50 - Nombre cumulé de décès attendus en Normandie avec et sans adaptation pour la période 2011-2040 en Normandie

	Sans adaptation	Avec adaptation
Hypothèse basse	4082	1306
Hypothèse haute	5103	1633

ANNEXE 2 - Scénarios prospectifs issus du premier atelier

Ce document propose une mise en forme des travaux de l'atelier prospectif du 4 avril 2013, qui s'est tenu à Caen.

Cet atelier avait pour objectif la co-construction de scénarios prospectifs, illustrant une ou deux trajectoires possibles d'adaptation des territoires au changement climatique. Ces scénarios n'ont aucune nature prescriptive, ni normative. Ils ne préjugent pas du caractère souhaitable ou non des évolutions qui sont décrites.

Le statut de ces scénarios prospectifs est celui d'un outil de réflexion, pour mettre en lumière les enjeux d'adaptation, illustrer les conséquences éventuelles, interpeller la décision publique, pointer les incohérences et a contrario mettre en évidence les besoins de coordonner différentes approches de l'adaptation.

Chaque scénario est présenté selon la structure suivante:

- un titre
- une illustration
- un récit mettant en scène la trajectoire prospective d'adaptation du territoire. La rédaction est faite au passé, comme si le rédacteur écrivait en 2030, 2040, 2050
- un tableau indiquant : les enjeux prospectifs de l'adaptation et les questions stratégiques associées.

Pour chaque territoire, un rappel des hypothèses climatiques, ainsi qu'une synthèse du diagnostic de vulnérabilité, est présentée en annexe de ce document.

- **Baie de Seine et littoral HN**
- **Scénario A: Sectorisation, zonage, normes et règlements**

Deauville, le 7 mars 2046



Figure 1: La côte du Calvados d'Honfleur à Isigny-sur-mer. S. Guichard - calvados-tourisme.com

- **Le changement climatique sur le littoral : surtout une accentuation des risques côtiers déjà connus**

Avec un littoral très urbanisé en Baie de Seine et sur le littoral haut-normand, la vulnérabilité du territoire à un ensemble de risques côtiers est déjà bien réelle depuis le début du XXe siècle. Ainsi, sur cette première moitié du XXIe siècle, le changement climatique "n'a fait que" renforcer les phénomènes de submersion marine, d'érosion et d'accrétion du trait de côte, auxquels se sont rajoutés des épisodes extrêmes comme les tempêtes.

- **S'adapter, c'est accepter de vivre avec un niveau de risque plus élevé**

Dès lors, si le changement climatique ne fait qu'appuyer là où cela fait déjà mal, l'adaptation au changement climatique revient à prendre les mesures nécessaires pour mieux supporter la douleur, l'atténuer, voire l'éviter.

On comprend alors mieux le parti pris fixiste que les acteurs ont pris dans les années 2010; à l'époque, il était hors de question de remettre en cause le mode de développement du littoral, basé avant tout sur une attractivité résidentielle et touristique générée par les aménités balnéaires. Plus encore, les espaces littoraux étaient considérés comme des espaces à fort potentiel de développement, qu'il convenait d'optimiser et de réguler, mais surtout pas de freiner.

L'enjeu était de rendre plus soutenable le développement du littoral, pas de changer

foncièrement sa vocation. Pour tendre vers cela, le principe général d'aménagement s'est caractérisé par une optimisation très poussée du foncier, en s'appuyant sur les leviers de la planification territoriale (SCOT/PLU(I)/PLH, SDAGE-SAGE, PPR, ZNIEFF/Natura 2000, etc.)

- **Une gestion différenciée de la mobilité du trait de côte selon l'intensité des enjeux socioéconomiques**

Le caractère stratégique des espaces littoraux, qui se traduisait déjà dans les années 2010 par une grande part du linéaire côtier couvert par des ouvrages de protection, explique le choix de consolider les digues et du recours à l'endiguement sur les secteurs fortement urbanisés ou accueillant des activités économiques stratégiques (ports, stations balnéaires, sites de production énergétique).

Dans la mesure où ces espaces en arrière des digues étaient "abrités", le développement urbain s'y est concentré, contribuant du même coup à un urbanisme vertueux en termes de consommation d'espace et de polarisation. Paradoxalement, en densifiant des espaces exposés aux risques côtiers, mais protégés par les ouvrages, les acteurs ont renforcé la sensibilité du territoire aux risques côtiers, ce qui justifiait du même coup l'impératif de maintenir les digues ... (ou comment une bonne intention amène à une fuite en avant...).

Dans le même temps, les politiques d'urbanisme ont orienté les flux résidentiels vers des zones moins

vulnérables aux risques côtiers, notamment dans l'arrière-pays, où un réseau de bourgs arrière-littoraux s'est constitué pour former une sorte de colonne vertébrale en retrait de la côte.

• **"On veut tenir la ligne, mais on n'a plus les moyens financiers de vraiment le faire"**

La politique fixiste sur le trait de côte a rapidement montré de nombreuses limites, en particulier, sur le plan du financement de l'entretien et du renforcement des ouvrages de protection. En réalité, le linéaire côtier était loin d'être protégé à la hauteur de l'intensification des risques climatiques. On a compté six catastrophes naturelles majeures en vingt ans (2012-2032), où des ruptures de digues ont entraîné le déferlement de l'eau sur des zones urbanisées de la côte de Nacre et de la côte fleurie, et dans les fonds de vailleuse sur le littoral haut-normand. Cela a montré le décalage entre l'affichage politique et l'état réel des digues...

A partir de ce constat, les acteurs ont infléchi leur approche fixiste, pour ne la réserver, qu'aux secteurs dits "vitaux" pour le développement régional et national : sites économiques de premier plan, pôles urbains, sites emblématiques comme les plages du débarquement et certains sites touristiques (Deauville, Etretat, Honfleur, ...). Partout ailleurs, la mobilité du trait de côte n'a certes pas été encouragée, mais pas freinée non plus : les premières expérimentations-pilote de dépoldérisation voient le jour dans les années 2030,-40, le repli stratégique est devenu une réalité pour quelques lotissements et zones d'activités qui ont été rachetés, puis relocalisés "à l'abri".

• **Des impacts secondaires sous contrôle grâce à une gestion raisonnée des ressources environnementales**

Les différentes politiques de l'eau ont permis d'atteindre les objectifs de la Directive cadre sur l'eau, notamment sur la diminution des pollutions diffuses agricoles et la mise aux normes des systèmes d'assainissement. Cette amélioration générale de la qualité des eaux superficielles a compensé la moindre dilution des pollutions aquatiques liée à la réduction du débit général des fleuves côtiers en période estivale. Les usages spécifiquement littoraux comme la baignade ou la conchyliculture n'ont pas été particulièrement menacés ou impactés par une dégradation des eaux littorales d'origine climatique.

Sur un autre plan, les impacts du biseau salé ont été maîtrisés grâce à une politique plus mesurée de prélèvements dans la nappe de Caen (économies dans les usages de l'eau, diversification de l'approvisionnement pour le bassin de vie caennais). Toutefois, cette politique n'a pas empêché la remontée du biseau salé dans tous les aquifères de la Seine (notamment estuaires de l'Orne et de la Seine). En 30 ans, on a constaté une réduction de la ressource en eau, suffisamment importante pour obliger les territoires littoraux à prioriser leur développement; les conflits d'usages sur l'eau se sont révélés trop intenses pour maintenir le statu quo sur la répartition de la ressource entre l'agriculture, l'industrie, le tourisme et l'AEP.

Enjeu prospectif d'adaptation	Questions stratégiques	Type
Maintien d'activités stratégiques dans des espaces vulnérables aux risques côtiers	Quel financement (mode, source, montant) de la mise à niveau des ouvrages de protection ?	Gouvernance/ Financement
Optimisation économique du foncier disponible sans dénaturer les aménités et perturber les équilibres écologiques	Quelle (méthode de) priorisation de l'utilisation du foncier sur le littoral, alors que la gestion des risques côtiers va contribuer à réduire une disponibilité foncière déjà très contrainte et que les pressions urbaines et économiques vont croître?	Planification - Urbanisme - Aménagement - Foncier
Evolution des comportements individuels vers une résilience du territoire	Comment faire avancer une culture du risque au sein de la population, prenant acte de l'élévation du niveau de risque, tout en travaillant la résilience du territoire ?	Gestion du risque
Réduction des pressions anthropiques sur les aquifères littoraux	Quel soutien à l'action de l'agence de l'eau, sur les objectifs de la DCE et la limitation du biseau salé et de ses impacts sur la disponibilité de la ressource en eau ?	Politiques de l'eau
Emergence d'une dynamique citoyenne et territoriale autour des enjeux de mobilité du trait de côte	Comment favoriser les expérimentations/projets tenant compte de la mobilité du trait de côte ?	Gouvernance

- **Scénario B : Vers des nouveaux rivages ?**

Dieppe, le 21 septembre 2037



Figure 2: Les célèbres falaises d'Étretat

- **Le littoral normand: une terre résidentielle attractive**

Plusieurs facteurs concomitants ont nourri le développement démographique du littoral normand, de Bayeux au Tréport. Tout d'abord, ces cinquante dernières années n'ont fait que confirmer des tendances millénaires : les hommes sont attirés par la mer. Aujourd'hui, en 2037, on voit bien que les grandes zones de peuplement à l'échelle mondiale se situent sur le littoral : Rio de Janeiro, Shanghai, Tokyo, Copenhague, New York, Sydney, Athènes, etc. Ce tropisme littoral est le principal moteur de l'attractivité résidentielle de la Normandie. Sur cette première couche se rajoutent deux autres facteurs : la croissance de la population retraitée en France et en Europe, l'adoucissement "global" des conditions climatiques sur les côtes normandes. Ce dynamisme démographique couplé à une forte fréquentation touristique a alimenté l'économie résidentielle du territoire.

- **Un développement urbain qualitatif et résilient**

Cette croissance démographique a nourri la poursuite de l'urbanisation du littoral, avec une politique volontariste de construction de logements et des investissements importants, publics et privés, dans le secteur touristique (grands équipements, modernisation des stations balnéaires, réseaux).

Pour autant, ce ne fut pas non plus une nouvelle conquête de l'ouest, qui se serait assortie d'une consommation débridée de l'espace avec des lotissements de maisons individuelles à perte de vue le long des côtes... Les acteurs du territoire avaient parfaitement conscience que le cadre et la qualité de vie étaient les principaux vecteurs de l'attractivité résidentielle et que ces atouts puisaient leur source sur les nombreuses aménités paysagères, patrimoniales et culturelles du littoral normand.

Dès lors, les acteurs ont mené des politiques urbanistiques très volontaristes, en travaillant sur les formes urbaines, la robustesse du bâti, la localisation progressive de l'habitat vers des espaces moins vulnérables aux risques côtiers, le développement des bourgs arrière-littoraux, une attention particulière sur l'intégration paysagère du bâti.

Si dans un premier temps, des mesures transitoires de protection à travers la consolidation de certaines digues ont été prises, elles visaient surtout à laisser le temps aux acteurs, d'une part de se faire à l'idée que le trait de côte était inéluctablement mobile et de l'impertinence d'aller contre, d'autre part, d'amorcer les stratégies de développement privilégié des zones littorales moins exposées aux risques côtiers.

- **Donner de la profondeur au trait de côte**

Sur les côtes basses de la Baie de Seine, sujettes à une érosion forte, la sauvegarde des plages ne devenait plus évidente. De même, la multiplication des épisodes d'intrusion marine en raison de l'élévation moyen du niveau de la mer, a changé progressivement la nature des milieux, des habitats et des écosystèmes en arrière du trait de côte. Peu à peu, la césure entre les terres et le domaine maritime s'est estompée, sans que cela soit perçu comme une perte ou une régression par les territoires.

Ce n'était pas l'Homme qui reculait face à la mer, abandonnant au passage un héritage pluricentenaire ; c'est un littoral qui renoue avec des équilibres fondamentaux, source de ses aménités et de la qualité de son cadre de vie. Ainsi, l'adaptation au changement climatique s'est traduite par "l'aménagement des nouveaux rivages" et l'émergence de nouvelles zones de transition écologique.

- **Un urbanisme de projet pour construire ce littoral du futur**

Pour rendre possible cette vision, celle d'un littoral polymorphe, évolutif, mobile, densément habité, avec un haut niveau de fonctionnement écologique et face à la diversité et l'hétérogénéité du linéaire côtier de la Baie de Seine et du littoral haut-normand, les politiques urbanistiques ont fait dans la dentelle, le sur-mesure et le cas par cas. La stratégie d'adaptation face à la mobilité du trait de côte et à l'augmentation des risques côtiers ne pouvait être exactement la même, à la virgule près pour tous.

Dès lors, au-delà d'une approche par les normes et règlements à travers les documents de

planification, les politiques d'adaptation ont davantage consisté à sensibiliser, former, accompagner et soutenir les acteurs locaux et les porteurs de projet, dans leurs différentes opérations : dépoldérisation, nouvelles formes d'habitat littoral, robustesse du bâti existant, déplacement des activités conchylicoles, restauration des écosystèmes marins, développement de l'agroécologie littorale, retrait stratégique, mise en valeur des nouveaux rivages, etc. Le plus difficile au début fut, non seulement de convaincre les acteurs locaux, du bien-fondé de cette approche, mais surtout de trouver des "volontaires" pour expérimenter et se "jeter à l'eau" les premiers. Un effort important a donc été consenti au lancement du plan d'adaptation normand pour soutenir les territoires d'expérimentation : ingénierie locale, financements, communication, expertises. La réussite de ces premiers projets a beaucoup contribué à entraîner d'autres projets, pour être considéré aujourd'hui en 2037, comme courants.

- **Un travail particulier sur les paysages littoraux**

L'évolution du climat et ses conséquences ont impacté fortement les paysages littoraux, en modifiant les milieux et habitats, en touchant à la géomorphologie des côtes, en poussant à un urbanisme littoral nouveau, en orientant l'agriculture, la pêche et la conchyliculture vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Par conséquent, compte tenu de la grande valeur des paysages littoraux et de leur importance pour le cadre de vie, un axe majeur de l'adaptation sur le littoral s'est porté sur une valorisation volontariste des paysages, tenant compte de leur évolutivité mais aussi de leur intérêt pour les territoires.

Enjeu prospectif d'adaptation	Questions stratégiques	Type
Capacité à porter des projets urbanistiques facilitant la mobilité du trait de côte	Quel soutien aux porteurs de projet dans les expérimentations sur la mobilité du trait de côte ?	Gouvernance / Financement
Emergence d'une nouvelle biodiversité et d'espaces écologiquement fonctionnels	Quelle ingénierie environnementale pour accompagner la transformation des milieux littoraux, sans déstabiliser l'existant ?	Ingénierie
Financement du retrait stratégique et des opérations d'aménagement "adaptation"	Quel financement des projets d'adaptation (foncier, indemnisation, ingénierie, construction, etc.) ?	Gouvernance / Financement
Valorisation de la qualité et de l'identité paysagères du littoral	Quelle valorisation des paysages littoraux tenant compte de leur évolution ?	Paysages
Renforcement des fonctions d'interface écologique du littoral	Quelle restauration des continuités écologiques terre-mer sur le littoral ?	Ingénierie environnementale

- **Cotentin**

Coutances le 12 mai 2037

- **Scénario A: Entre résilience de la Nature et préservation des enjeux humains**



Figure 3: Le Havre de la Seine sur la côte Ouest du Cotentin - Conservatoire du Littoral, programme LICCO

- **Le changement climatique : à qui perd gagne ?**

Le changement climatique provoquait des sentiments bien ambivalents dans le Cotentin. Certains y voyaient une formidable opportunité de développer le tourisme, avec l'adoucissement du climat tout au long de l'année et une période estivale plus chaude. D'autres voyaient surtout les menaces, nombreuses, que le changement climatique faisait peser sur le développement du territoire: érosion accélérée du trait de côte, accentuation des phénomènes de submersion marine, remontée du biseau salé, aggravation des inondations par ruissellement, dégradation de la qualité des eaux littorales, migrations des agro et écosystèmes, tensions croissantes sur la ressource en eau, multiplication des épisodes météorologiques extrêmes. Cette ambivalence des impacts, en partie plutôt positifs, en partie plutôt négatifs, a mené à une trajectoire d'adaptation très circonstanciée, ajustée, variable, pour ne pas dire inconstante.

- **Un Nord-Cotentin relativement conservateur**

La partie la plus urbanisée du territoire a adopté une posture défensive face au changement climatique. Cela s'explique par la présence de l'agglomération cherbourgeoise, seule vraie grande ville du Cotentin (et de la Manche) et bien sûr la localisation de sites économiques et militaires d'intérêt national et international. Il s'agissait donc

plus d'une protection d'enjeux stratégiques pour la France, que de réelle adaptation au changement climatique. La gestion des risques côtiers dans le nord-Cotentin s'est traduite par une consolidation des digues et autres ouvrages de protection.

En ce qui concerne les risques d'inondation, des mesures spécifiques ont été prises, en complément de mesures générales sur l'urbanisme. Pour les mesures spécifiques, un travail de renforcement des PPRI et autres PAPI a été engagé, débouchant sur une couverture totale du linéaire côtier urbanisé dans le nord-Cotentin. Pour les mesures générales, elles relevaient comme souvent de normes et règlements, visant à limiter l'étalement urbain, l'artificialisation des sols et leur imperméabilisation.

L'adaptation au changement climatique dans le Nord-Cotentin, ce fut avant tout et pour tout, une protection renforcée et rapprochée des enjeux humains, économiques, énergétiques et militaires.

- **Une côte des Havres bien conservée et remodelée**

La côte ouest de la Manche illustre et illustre toujours à merveille la controverse entre les tenants d'une valorisation des richesses existantes et ceux d'une inscription du territoire dans des dynamiques écosystémiques beaucoup plus larges et sur un horizon temporel bien plus éloigné. Les premiers considéraient que les aménités de la côte des Havres fondaient la spécificité de ce littoral, et qu'il fallait coûte que coûte les préserver de tout ce qui pouvait altérer ces aménités: les intrusions marines, les

espèces envahissantes, une fréquentation touristique débordante, l'urbanisation, la plaisance, les pollutions diffuses de l'eau, etc. Les seconds partageaient une partie des arguments des conservateurs du patrimoine naturel, mais pariaient sur la très haute qualité environnementale de la côte des Havres, lui offrant un haut niveau de fonctionnalités écologiques, qui assureraient la résilience écologique du territoire. D'une certaine manière, les tenants d'une approche plus "évolutive" des milieux et des écosystèmes se plaçaient dans une perspective longue, celle du changement climatique, tandis que, paradoxalement, les acteurs oeuvrant pour un statu quo, cherchaient avant tout à sauvegarder les enjeux et équilibres existants, à court et moyen terme.

De ces deux écoles de pensée, le pragmatisme l'a emporté, et largement. Le territoire du Cotentin et en particulier de la côte des Havres s'est totalement converti aux principes de la gestion intégrée des zones côtières. Ce mode de gouvernance, plus systémique, a permis de mieux concilier la préservation des intérêts socioéconomiques sur le littoral, tout en favorisant une transition douce vers une politique de gestion du trait de côte, offrant plus de souplesse. La GIZC s'est révélée être une approche très efficace, tant les défis d'adaptation de la côte des Havres étaient interdépendants. Les activités conchylicoles étaient directement impactées par la modification des milieux de l'estran et par la dégradation des eaux littorales, due à une moindre dilution des pollutions diffuses dans les fleuves côtiers. La modification des milieux littoraux était elle très liée à l'élévation des niveaux marins et l'augmentation en fréquence et en volume des intrusions marine; cette modification des milieux était aussi fonction de la géomorphologie des côtes, qui influait sur le niveau des risques côtiers, et donc sur le développement touristique, agricole, résidentiel et industriel, qui eux-mêmes agissaient sur la qualité des eaux littorales. En définitive, la GIZC sur la côte des Havres s'est traduite par de nombreuses expérimentations, visant à concilier le développement des usages du littoral et de la mer, tout en renforçant la résilience de ce grand espace géographique.

- **Des marais du Cotentin et du Bessin, dernier rempart face à l'érosion de la biodiversité ?**

Avec l'élévation des niveaux marins, les intrusions marines se sont multipliées, plusieurs fois par an, mettant à chaque submersion, plusieurs jours à s'écouler; le niveau de salinité des marais a grimpé, transformant profondément les milieux et les écosystèmes. L'action de l'Homme a été résolument de lutter contre les conséquences de ces intrusions marines, en cherchant à "fixer" autant que possible les espèces remarquables du parc naturel, ainsi que ses paysages, son atmosphère, ses ambiances. Les marais du Cotentin et du Bessin étaient considérés comme un Conservatoire de la Biodiversité, qu'il fallait absolument préserver, voire sanctuariser; le changement climatique et tous ses effets n'étaient que d'autres avatars d'une lame de fond externe menaçant la biodiversité remarquable et ordinaire du parc naturel. Pour autant, les défenseurs des marais ont dû se résoudre à leur recul et transformation, à proximité du littoral.

- **Un biseau salé, qui rend quasi-insulaire la presqu'île**

L'élévation du niveau de la mer a accru et accéléré le biseau salé dans le Cotentin, notamment au niveau de la Baie des Veys et des marais du Cotentin et du Bessin. Outre les modifications de milieux, très importantes, le biseau salé a été ressenti comme un véritable cataclysme pour la vie du territoire. Le Cotentin connaissait déjà une pénurie structurelle d'eau, en raison de la quasi absence de réserves souterraines (sauf nappe de l'Isthme du Cotentin). Cette réduction quantitative de la ressource en eau a provoqué des conflits d'usages, générant des tensions insurmontables pour les industries agroalimentaires, très gourmandes en eau, et les activités agricoles sur le littoral, notamment le maraîchage et les cultures sous serre. Les IAA ont, quant à elles, massivement quitté le Cotentin, alors que l'agriculture a fortement souffert des restrictions d'eau. En un sens, ce biseau salé en rendant totalement dépendant le Cotentin de l'approvisionnement extérieur pour l'eau, rappelle les modèles d'approvisionnement de certaines îles par le continent.

L'adaptation aux effets du changement climatique en Haute et Basse-Normandie

Etude

RAPPORT TECHNIQUE FINAL

Enjeu prospectif d'adaptation	Questions stratégiques	Type
Généralisation de la gestion intégrée des zones côtières	Comment généraliser la GIZC à l'ensemble du littoral manchois ?	Gouvernance
Pérennité des marais	Quel niveau de sauvegarde des marais du Cotentin et du Bessin ? Comment ?	Gouvernance
Développement d'un tourisme qualitatif et respectueux de l'environnement	Quelle stratégie touristique pour le Cotentin, favorisant la résilience des milieux et écosystèmes ?	Tourisme
Maintien des fonctionnalités écologiques de l'estran et des grands sites écologiques ?	Quelle ingénierie environnementale sur le littoral (trait de côte, interface terre-mer) ? Comment améliorer la qualité des eaux littorales ?	Ingénierie / Politique de l'eau
Sécurisation de la ressource en eau pour les usages résidentiels, touristiques et les activités stratégiques	Quels sont les usages prioritaires de l'eau ? Comment sécuriser l'approvisionnement en eau pour ces usages ?	Politique de l'eau

- Franges franciliennes
- Scénario A" Impacts ciblés, mesures ciblées"

Pacy-sur-Eure, le 9 mai 2035

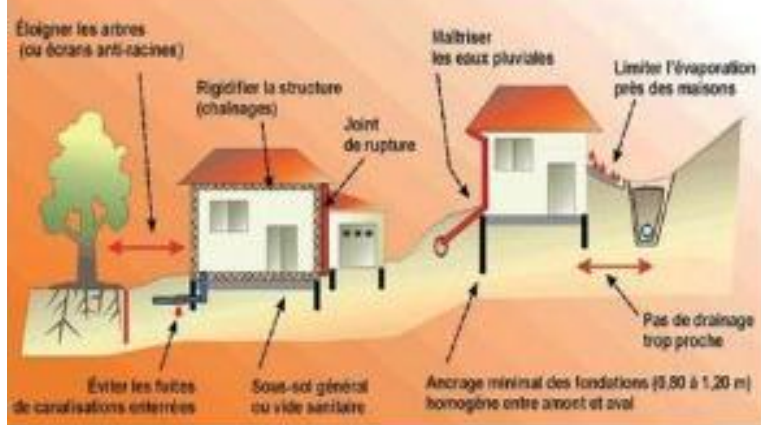


Figure 4: Paysages du parc naturel du Perche ; mesures constructives pour limiter les risques de RGA

Le développement du territoire s'est donc appuyé sur une forte attractivité résidentielle (forte dynamique de construction neuve) et l'exploitation

- Un territoire sans et hors des métropoles

Si elles sont géographiquement localisées en Normandie, les "Franges franciliennes" pourraient très bien être assimilées à l'aire francilienne, tant leur dépendance économique à la métropole parisienne est criante. Les prémices de cette "banlieurisation" des franges étaient déjà visibles dans les années 2000. L'absence de pôle urbain suffisamment puissant dans le territoire a laissé les franges franciliennes aux marges du système métropolitain parisien.

Fort de ses aménités, le territoire a continué d'attirer les ménages des classes moyennes et populaires, soucieuses d'accéder à la propriété individuelle. Ces familles, principalement originaires de la région parisienne et de l'agglomération rouennaise, ont été imitées par un nombre croissant de retraités, venus eux-aussi du Bassin Parisien et de l'Europe du Nord.

des ressources patrimoniales et naturelles du territoire (agriculture, tourisme, forêt). Le changement climatique a impacté ces différents secteurs du développement local, mais pas au point de les remettre réellement en cause; le degré de contrainte poussait à l'ajustement, pas à la révolution. Dès lors, sur chacun des impacts climatiques identifiés, un plan d'actions sectoriel a été mis en oeuvre.

- Une forte pression sur la ressource en eau et sur les rendements agricoles

Les entreprises agricoles ont investi lourdement dans les intrants chimiques pour maintenir les rendements (mais effet sur la rentabilité). Le schéma

classique du modèle productiviste a donc perduré, malgré des progrès notables grâce au plan "éco-phyto". Toutefois, en raison des tensions sur la ressource en eau, les filières agricoles ont engagé une vaste transition vers le développement de cultures moins gourmandes en eau.

- **Une sensibilisation forte des publics aux problématiques de confort thermique**

Toutes proportions gardées, malgré la forte hausse des températures moyennes, notamment estivales et de l'augmentation du nombre d'épisodes caniculaires, la Normandie et les franges franciliennes bénéficient d'un climat relativement doux, "en moyenne". Toutefois, le confort thermique est devenu une réelle préoccupation des habitants, notamment en raison du vieillissement important de la population, que ce soit dans les villes ou les campagnes.

On a noté une amélioration globale du confort thermique dans les équipements publics (hôpitaux, sites scolaires et périscolaires, EHPAD) et des progrès réels dans les commerces (hôtels, hébergement touristique, centres commerciaux, restaurants, espaces de loisirs, etc.). Cependant, l'initiative privée reste très largement individuelle

chez les particuliers. De fortes disparités sociales apparaissent sur cet enjeu du confort thermique de l'habitat: les plus aisés se sont équipés en équipements de rafraîchissement, alors que les ménages aux revenus faibles ont "transpiré en silence", tout en rivalisant de débrouillardise pour traverser les canicules.

L'action territoriale auprès des publics isolés es passée principalement par de la prévention; le système de soins s'est organisé en recherchant le meilleur équilibre entre maillage territorial / productivité / qualité des soins. En complément, des unités mobiles médicalisées ont sillonné les campagnes.

- **Une hausse de la robustesse du bâti face aux risque de retrait gonflement des argiles**

Le fort développement résidentiel du territoire s'est traduit par un secteur de la construction très dynamique et pleine santé. Cette bonne conjoncture a facilité la sensibilisation et la formation des professionnels du bâtiment, sur les bonnes pratiques et mesures constructives à suivre, pour limiter les impacts des RGA. Cette action a été soutenue et co-financée par le secteur de l'assurance.

Enjeu d'adaptation	prospectif	Questions stratégiques	Type
Adaptation des pratiques agricoles sur les filières de qualité		Quel soutien aux exploitations agricoles, en particulier celles positionnées sur les "signes de qualité" ?	Politique agricole
Amélioration du confort thermique de l'habitat		Quelle diffusion des bonnes pratiques pour la régulation thermique de l'habitat ? Quel financement des travaux de rénovation ?	Sensibilisation
Amélioration du confort thermique des lieux publics		Quelle politique de rénovation et d'équipements des lieux publics ? Quel soutien aux professionnels du tourisme ?	Equipements
Maillage territorial de l'offre de soins		Quelle prise en charge des publics fragiles lors des épisodes caniculaires ?	Offre de soins
Diffusion des bonnes pratiques pour éviter les impacts des RGA		Quel plan de formation des acteurs du bâtiments ? Quelle généralisation des mesures constructives dans les documents d'urbanisme ?	Sensibilisation / Animation

- **Seine-Aval**

- **Scénario A : "L'adaptation, un axe majeur du développement de la Vallée de Seine"**

Le Havre, 5 janvier 2042



Figure 1: Illustration du projet du "Grand Paris" - Axe Seine - Atelier Antoine Grumbach

- **Une Seine-Aval très exposée aux risques climatiques**

Submersion marine, biseau salé, inondations par ruissellement, pollutions de l'air, canicules, migrations des écosystèmes, modification des milieux (zones humides notamment), diminution de la ressource globale en eau, la Vallée de Seine, en particulier entre Rouen et l'Estuaire était manifestement très sensible aux effets du changement climatique. Les différents risques évoqués étaient déjà connus, mais leur intensification prévue tout au long du XXI^e siècle, faisait de la Seine-Aval, un territoire très vulnérable au changement climatique, au point même qu'on pouvait qualifier ces différents risques pris ensemble de systémiques pour le fonctionnement et développement du territoire.

En effet, même sans faire de hiérarchie entre les différents secteurs de la Seine-Aval, aboutissant à dire que le sauvetage de l'industrie primerait par exemple sur la relance de l'agriculture, où que la destinée des grandes agglomérations de Rouen et du Havre compterait plus que le cadre de vie du Roumois ou du Pays d'Auge, il était indiscutable de reconnaître que les risques climatiques frappaient de plein fouet plusieurs piliers du développement de la Seine-Aval. Sur cet axe séquanien, on comptait les zones industrialo-portuaires, les industries lourdes (pétrochimie, chimie lourde, automobile, agroalimentaire), le chapelet de villes structurant

l'axe avec Vernon, Gaillon, Louviers, Val-de-Reuil, l'agglomération rouennaise, Yvetot, Pont-Audemer, Beuzeville, Lillebonne, Honfleur et l'agglomération Havraise, le grand espace écologique de l'Estuaire de la Seine et le Parc des Boucles de la Seine, les sites touristiques de rayonnement international du Nord-Pays d'Auge et les principaux aquifères alimentant la Vallée.

- **Un axe stratégique pour la compétitivité de la France**

Cependant, cette vulnérabilité climatique, si forte soit-elle, ne devait en aucun cas freiner l'élan autour du projet volontariste de territoire sur la Vallée de Seine. Compte tenu du positionnement de cet axe comme vecteur majeur de développement pour la métropole parisienne et la Normandie, l'adaptation au changement climatique était comprise comme un levier supplémentaire, pour fabriquer cette ville du futur, réticulée de Paris au Havre, par une armature urbaine puissante et maillée, structurée par des dessertes multimodales de transports collectifs, connectée aux grands réseaux internationaux à grande vitesse (LNPN, accès à Roissy et Orly).

Le renouveau de la Vallée de Seine s'est aussi fondé sur une transition industrielle, voire une renaissance économique portée par la croissance des filières vertes : énergies nouvelles, écologie

industrielle, chimie verte, mobilité durable, activités maritimes, ingénierie environnementale, logistique. Tout ne fut certes tout rose, avec une déprise des secteurs industriels traditionnels, mais la reconversion des sites en Seine-Aval a pu se faire sur de nouveaux principes d'aménagement et de résilience face aux différents risques naturels et technologiques qui caractérisent cette vallée.

- **La vision et l'ambition d'une ville résiliente**

Le premier principe d'aménagement pour une ville résiliente a consisté à stopper l'urbanisation dans les zones à risques et orienter les flux résidentiels dans les secteurs protégés. Pour le stock existant d'habitations, une action particulière de renforcement de la robustesse du bâti a été engagée, de même que la consolidation des ouvrages en amont, pour dévier et atténuer les inondations par submersion ou par ruissellement. La résilience de la ville s'est donc exprimée dans un premier sur une limitation de l'impact, avant de progressivement tendre vers une moindre sensibilité du territoire aux risques d'inondation.

Du côté des installations industrielles, l'approche s'est révélée plus conservatrice, en raison principalement de la pénurie structurelle de foncier en bordure de Seine. Il était peu envisageable de déplacer les sites industriels. Par conséquent, le "parti d'adaptation" s'est concentré sur une éco-conception des process industriels à l'aune des risques de submersion marine et d'inondation par ruissellement : protocole de gestion des risques, possibilité d'arrêter la production en cas de risque avéré, robustesse des installations à des aléas d'intensité plus importante, limitation des dégâts matériels.

Par rapport au confort thermique, de grands projets urbains centrés sur la ville bioclimatique ont vu le jour à Rouen et au Havre: végétalisation, zones ombragées, exposition au soleil des bâtiments, retour de l'eau en ville, circulation de l'air, etc. Parallèlement et de manière complémentaire, de grands programmes de rénovation thermique du bâti

résidentiel dans le périurbain ont été engagés dans les agglomérations havraise et rouennaise.

- **Une volonté de transformer en profondeur et de poser le développement sur de nouvelles bases**

Toutefois, cette ville résiliente ne pouvait l'être réellement tant que les acteurs ne s'attaquaient pas à certaines causes structurelles de sa vulnérabilité : les émissions de polluants atmosphériques par les industries, le chauffage domestique, les transports d'une part, l'irrationalité des usages de l'eau d'autre part. Le plan sur la qualité de l'air en Vallée de Seine a été considérablement renforcé, avec l'objectif de réduire structurellement les pollutions à la source: application accélérée des normes environnementales sur l'industrie, restrictions sur la circulation des véhicules diesels, développement des alternatives modales à l'autosolisme, modernisation des équipements domestiques et collectifs de chauffage.

Sur la gestion de l'eau, en contrepartie d'une tarification dynamique de l'eau, pour tous les usages, de lourds investissements ont été consentis sur la sécurisation de la ressource: retenues collinaires, nouveaux captages, périmètre de protection des captages, assainissement. Les conflits d'usages sont encore d'actualité. La bataille de l'eau attise les différents territoires de l'axe Seine de l'amont francilien jusqu'au bout de l'estuaire.

- **La Vallée de Seine: un territoire d'exception d'un point de vue environnemental**

Enfin, la ville de demain, telle que conçue au début du siècle, se devait d'être écologique. L'adaptation au changement climatique relevait donc de cette logique d'exemplarité et de faire de la Seine-Aval, un territoire précurseur sur ces questions. Dès lors, la mobilité des écosystèmes en raison des évolutions climatiques était comprise comme une tendance lourde inéluctable, qu'il convenait d'accompagner. Toute une ingénierie environnementale a été déployée pour faire coexister la biodiversité existante et une biodiversité émergente, dans des espaces préservés, sur des périodes transitoires.

Enjeu d'adaptation	prospectif	Questions stratégiques	Type
Résilience face aux risques de submersion/inondation des activités industrielles en Seine-Aval		Comment renforcer la prise en compte des risques d'inondation et de submersion dans les procédures de gestion des risques industriels ?	Gouvernance/ Gestion des risques
Résilience des zones urbanisées face aux risques d'inondation		Quels sont les sites/secteurs stratégiques de l'axe Seine à rendre robustes et résilients ?	Urbanisme / Aménagement
Réduction des nuisances environnementales pour les habitants de Seine-Aval		Quelles politiques de réduction des pollutions diffuses sur l'air et l'eau (transports, chauffage, fonctionnement urbain)	Déplacements / Air / Eau
Qualité paysagère, ambiance, cadre de vie, confort thermique		Quelle stratégie pour construire la ville bio-climatique ?	Transverse
Disponibilité de la ressource en eau pour les usages économiques		Quelle sécurisation de la ressource en eau pour soutenir la transition industrielle ?	Ressource en eau
Maintien des fonctionnalités et continuités écologiques de la Seine-Aval		Quelle politique de préservation des espaces, milieux et écosystèmes en Seine-Aval ?	Environnement

- **Scénario B: Une situation sous contrôle**

Rouen, le 12 avril 2029



Figure 5: Seine-Aval, un corridor urbain, logistique et industriel encombré

- **Contenir l'expansion du risque climatique ...**

En pleine crise économique, écologique et sociale, la Seine-Aval avait d'autres urgences à régler, avant de se pencher sur les questions d'adaptation. La lutte contre la désindustrialisation du territoire primait sur tous les autres enjeux, ce qui nous aide à mieux comprendre aujourd'hui, les raisons pour lesquelles les responsables politiques de l'époque ont opté pour une "adaptation a minima" et surtout à moindre frais. L'enjeu de l'adaptation au changement climatique tenait alors à une maîtrise des risques liés au changement climatique, de manière à ce que la vulnérabilité du territoire, telle qu'évaluée en 2013, ne s'aggrave pas et reste peu ou prou dans les mêmes eaux. Pour autant, ce ne fut pas un "scénario de l'inaction": pour maintenir un même niveau de vulnérabilité, alors que le niveau de risque s'est fortement élevé en raison des effets climatiques, les politiques publiques ont dû faire preuve de volontarisme fléché sur quelques enjeux majeurs.

- **Eviter de fragiliser la compétitivité de filières économiques déjà vulnérables**

Le soutien à l'économie régionale faisait évidemment partie de ces enjeux majeurs pour la Seine-Aval. Non seulement, les industries locales, étaient extrêmement fragiles face aux mutations mondiales de l'économie, mais en plus les principales zones industrielles étaient situées en bordure de Seine, donc exposées aux risques de

submersion et aux risques d'inondation par ruissellement. La position des pouvoirs publics était donc limpide : ne rien faire qui puisse affaiblir encore plus les industries locales, surtout en leur imposant des contraintes et efforts supplémentaires pour réduire leur vulnérabilité au changement climatique. Les normes environnementales pour réduire les pollutions atmosphériques ? Une application circonstanciée ... de nécessaires relocalisations de certains sites vraiment très vulnérables dans l'estuaire ? Repoussées sine die. L'optimisation des usages industriels de l'eau ? Des actions de sécurisation prioritaire pour la pétrochimie.

Ce qu'il faut comprendre aujourd'hui avec le recul, c'est que dans les années 2000-2020, on a assisté à un lent, puis rapide déclin de l'économie normande. L'ouverture de la route du Nord a déstabilisé le Havre et avantagé les ports de la mer du Nord. Les grands donneurs d'ordre industriels ont entraîné dans leur chute le tissu de PMI/PME sous-traitantes. En raison du poids du secteur industriel sur l'emploi régional, cette déprise productive a déclenché une spirale dépressive pour la Seine-Aval. Ce contexte économique donne des explications sans non plus justifier, 20 ans après, les choix de ne pas faire de l'adaptation une priorité pour le territoire, mais davantage une contrainte de plus à gérer.

- **Inondations: un stock à gérer, des flux à orienter**

Concernant le risque d'inondation, le "parti d'adaptation" était le même que pour l'industrie: ne pas aggraver la vulnérabilité des populations. Cela s'est donc traduit par une relocalisation progressive de l'habitat vers des zones moins exposées: développement privilégié en retrait des zones à risques, rachat des habitations trop vulnérables, couplage de l'urbanisation avec les dessertes de transports collectifs. Toutefois, cette politique vertueuse s'est heurtée à une poursuite de la périurbanisation dans la vallée, certes moins diffuse qu'au XXe siècle, certes mieux organisée et polarisée autour des principaux centres urbains, mais bien réelle et continuant à imperméabiliser les sols. Ainsi, on maîtrisait la vulnérabilité des zones inondables existantes, en évitant de que nouveaux arrivants s'y installent, mais sur un autre plan, on a indirectement renforcé la puissance du ruissellement avec une urbanisation moins dense que prévue.

- **Une adaptation dans le sens de la ville durable**

Si certains n'ont pas vu l'intérêt de coupler les politiques d'adaptation à d'autres politiques de développement du territoire, ce ne furent en tout cas pas les architectes, les urbanistes, les paysagistes, les bâtisseurs, les énergéticiens, les hydrologues et bien d'autres, tous ces métiers qui concourent à la fabrication du cadre de vie. Convaincus des impacts climatiques et surtout du caractère synergique des actions d'adaptation avec les autres grandes transitions que les villes du futur doivent embrasser, ces différents acteurs ont poussé pour que la Seine-Aval devienne un terrain d'expérimentation pour des projets "bio-climatiques".

Le coeur urbain de Rouen a été le premier site labellisé à se lancer dans cette aventure. En vingt ans, plus de 6000 bâtiments ont été végétalisés, les mesures constructives sur l'exposition au soleil, les normes énergétiques, l'aération intérieure, l'éco-conception des habitations, ont été largement suivies sur les constructions neuves; a "reconquête naturelle" du centre-ville s'est traduite par l'aménagement et la création de plus de 15 parcs urbains, la généralisation des points d'eau, la refonte

du mobilier urbain pour se réapproprier l'espace public (bancs publics, zones ombragées, pistes cyclables, aménagement des trottoirs, etc.), l'aménagement des berges pour la promenade, les loisirs nautiques, etc.

- **Une nature en mouvement à sublimer**

Avec la modification des niches climatiques, les migrations des écosystèmes se sont accélérées. Ce phénomène, indiscutable, a été considéré comme une évolution inéluctable de la Nature, qu'il était vain de contrarier. Ainsi, les acteurs locaux ont infléchi l'approche patrimoniale, qui prévalait dans les années 2000, sur ce qui touchait à la biodiversité. Les politiques d'adaptation se sont davantage concentrés sur la qualité écologique des milieux naturels, les habitats, la matrice environnementale (eau, sols, sous-sols). L'attention est portée sur la biodiversité ordinaire, sur les conditions de base d'un état environnemental de qualité; la biodiversité remarquable continue bien sûr d'être un enjeu, mais son évolution n'est pas perçue comme une perte sèche pour le territoire, mais comme une transition vers d'autres équilibres écosystémiques.

- **Eviter de dépasser les seuils critiques**

Sur les autres risques que le changement climatique va accentuer, les politiques publiques ont été définies selon deux principes : l'édictation de normes et en cas de non respect le recours à la contrainte ; l'appel à la responsabilité et l'initiative individuelles. Dès lors, une série de mesures ont été adoptées pour limiter la circulation automobile, préventivement aux pics de pollutions, avec des conséquences fortes sur les activités portuaires et logistiques; le même modus operandi a été appliqué pour les émissions industrielles, avec en plus le principe du pollueur-payeur. En parallèle, lors de ces épisodes de pollutions de l'air dans l'agglomération

rouennaise principalement, la sensibilisation de la population a permis de limiter l'exposition des publics fragiles et à mieux détecter les signes de détresse respiratoire, lorsqu'ils survenaient. C'est la même approche, qui a également été déployée lors des épisodes caniculaires, en comptant sur les petits gestes de la population, sur leur solidarité et bienveillance auprès des personnes âgées isolées.

L'adaptation aux effets du changement climatique en Haute et Basse-Normandie

Etude

RAPPORT TECHNIQUE FINAL

Enjeu prospectif d'adaptation	Questions stratégiques	Type
Révision des procédures de risques pour les sites industriels / zones urbanisées	Quel alea de référence dans les PPR ? Comment réduire la vulnérabilité des sites industriels, sans renchérir les coûts et freiner leur développement ? Quelle maîtrise foncière pour orienter les flux de construction vers les secteurs moins exposés aux risques d'inondation ?	Gouvernance/ Foncier
Sensibilisation de la population aux bonnes pratiques lors des épisodes caniculaires	Quels outils et quels vecteurs de communication/éducation de la population sur les bons gestes et attitudes à adopter ?	Sensibilisation/ Formation
Reconversion des sites industriels	Quelle "mise à niveau adaptation" à l'occasion de la reconversion des sites industriels ?	Aménagement/ Dépollution
Attractivité résidentielle des centres urbains	Comment coupler et mutualiser les projets urbains avec les politiques d'adaptation ?	Projets urbains
Sécurisation de la ressource en eau pour les usages industriels et domestiques	Quels dispositifs économiques, réglementaires et techniques pour optimiser tous les usages de l'eau ?	Economie de l'eau

- **Plaines et Plateaux**
- **Scénario A: Le retour d'une "culture" de la terre**

Caen, le 27 septembre 2052

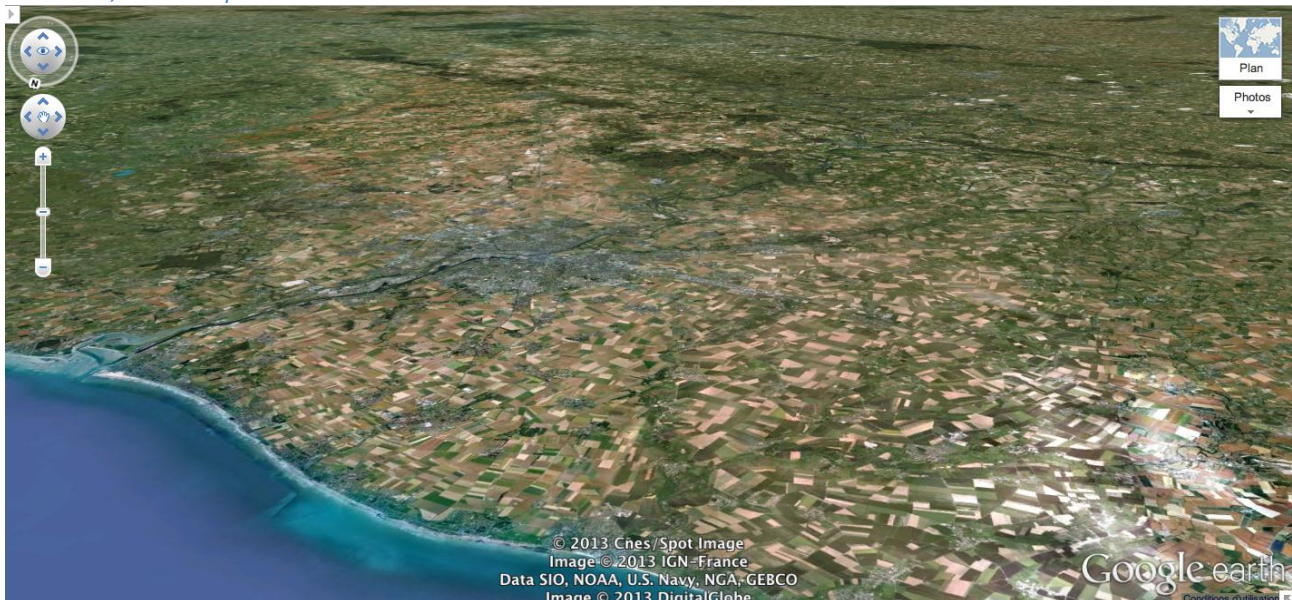


Figure 6: La plaine de Caen à Alençon, un grenier agricole à préserver

- **L'agriculture, un secteur stratégique pour l'Europe, la France et les territoires**

On sentait bien, déjà dans les années 2000, les tensions sur les marchés agricoles du monde entier. Les prévisions de l'époque tablaient sur une forte croissance de la population mondiale jusqu'à environ 9 milliards de Terriens en 2050. C'est chose faite. Le défi alimentaire a donc logiquement guidé la politique agricole commune, qui a continué à protéger le marché européen, tout en se focalisant sur la relève des enjeux environnementaux. Cette fonction nourricière de l'agriculture européenne a joué un rôle important dans la régulation des marchés mondiaux, déstabilisés par le changement climatique, un peu partout dans le Monde et en particulier dans les pays en voie de développement.

Dans le même temps, les habitudes alimentaires des Européens ont sensiblement évolué, avec une baisse de la consommation de viande et une hausse de la demande de produits BIO, de produits locaux, de produits de qualité. Enfin, les politiques volontaristes sur la maîtrise de l'étalement urbain ont fortement contribué à la préservation des terres agricoles.

Autrefois stigmatisé à raison pour la consommation d'espace effrénée et débridée, le bassin caennais est aujourd'hui érigé en modèle de la "gestion écosystémique" de l'aménagement du territoire: densification des villes et des bourgs, continuités écologiques intégrant les espaces

urbains, sobriété énergétique, optimisation des usages de l'eau, intégration paysagère, couplage habitat-emploi-services.

- **L'agroécologie, un défi pour la Normandie**

D'une agriculture dominée par les grandes cultures dans les années 2000, clairement alignée sur un modèle productiviste-intensif dans la plaine de Caen et le pays de Caux, on a observé une lente mais réelle diversification des productions, des pratiques, des modèles économiques. Le changement climatique n'y est pas pour rien, mais il n'explique pas tout non plus. Le principal effet du changement climatique s'est matérialisé par une baisse des précipitations annuelles moyennes et une hausse des températures moyennes. Ces deux effets combinés ont eu des impacts très variés sur les territoires, selon la nature même des sols agricoles. "Les meilleures terres arables", celles qui retenaient le plus l'eau ont permis une poursuite des grandes cultures destinées principalement à l'exportation, après ajustement des pratiques et sélection des plantes. La plus haute teneur en gaz carbonique dans l'atmosphère a même consolidé les rendements. En revanche, les sols plus pauvres, qui avaient recours à l'irrigation, ont vite vu les limites d'un modèle agricole, qui ne doit sa productivité, qu'au recours massif aux intrants. La sécheresse hydrologique, la sécheresse des sols, les techniques agricoles intensives, la domination des champs monocultures, ont massivement érodé la biodiversité des sols,

ruinant leur productivité "naturelle" pour quelque usage agricole ou environnemental qui soit. Pour l'agriculture, deux trajectoires d'adaptation ont été suivies. Une première trajectoire axée sur le défi technique pour les grandes cultures, visant à maintenir les rendements grâce à une ingénierie de l'eau agricole, une adaptation des pratiques, une optimisation des cultures, tout en restant dans un modèle productiviste tournée vers le marché mondial. Cette trajectoire a paradoxalement dessiné une agriculture un peu "hors sols", tournée vers elle-même avec peu de relations avec les territoires environnants. On a une trajectoire alternative axée sur l'insertion de l'agriculture dans la vie des territoires. Il s'agissait alors d'une rupture assez forte dans les modèles agricoles. La production s'est repositionnée en direction du marché local-régional-national; la permaculture s'est généralisée. La polyculture devient la norme, ainsi que la polyactivités des exploitations, qui sont rémunérées pour les services de gestion environnementale (entretien des paysages, zones humides, continuités écologiques, expansion des crues, etc.). Les principes d'économie circulaire ont progressé; la symbiose avec les milieux naturels et les écosystèmes est recherchée. Les types de production sont choisis en fonction de la capacité de production des milieux agricoles et de leur résilience aux épisodes de sécheresse. Un gros travail a été engagé sur la qualité des sols (par ex. lutte contre l'érosion dans le Pays de Caux).

- **L'eau, une ressource précieuse à mieux utiliser**

Avec l'accentuation des tensions quantitatives sur la ressource en eau, la régulation économique a

été privilégiée pour régler les conflits d'usage. Le prix de l'eau pour les usages agricoles et industriels est devenu la résultante de la loi du marché, confrontant offre et demande, sans plafond, ni prix plancher. Pour les usages domestiques, une tarification dynamique a été mise en place, en complément de mesures spécifiques visant au recyclage des eaux usées et à une réduction de la consommation unitaire par ménage. Avec la libéralisation du marché de l'eau, on compte donc sur un changement des habitudes de consommation, sur fond de décroissance globale de la ressource en eau liée au changement climatique.

- **Une trajectoire d'adaptation en lien avec les enjeux d'atténuation et de vulnérabilité aux risques naturels**

L'adaptation au changement climatique a également consisté à renforcer les mesures déjà prises dans les politiques générales d'aménagement du territoire, en particulier des villes.

En ce qui concerne le risque inondation, une maîtrise des implantations résidentielles dans les zones à risques a permis de stabiliser la vulnérabilité; les documents de planification ont priorisé clairement les secteurs de "moindre risque" pour le développement urbain.

Sur le plan énergétique, de grands programmes de rénovation thermique du bâti résidentiel dans le périurbain sont engagés dans l'agglomération caennaise et les villes moyennes. Les approches bioclimatiques de l'urbanisme ont percolé un peu partout, en particulier à Caen : végétalisation, zones ombragées, peinture, exposition au soleil, retour de l'eau en ville, Nature en ville, points d'eau, etc.

Enjeu prospectif d'adaptation	Questions stratégiques	Type
Compétitivité économique de l'agriculture tournée vers le marché mondial	Quelle fiabilisation et maximisation des rendements agricoles dans les terres les plus fertiles ? Quelle maîtrise des impacts environnementaux ?	Développement économique
Généralisation de l'agréologie et de la permaculture	Quelle structuration des filières agricoles labellisées "agro écologie" ? Quel rôle des agriculteurs dans la gestion environnementale des campagnes ?	Structuration filière
Optimisation économique des usages de l'eau	Quelles marges de manoeuvre dans l'instauration d'une tarification dynamique des usages de l'eau ?	Eau
Renforcement des mesures de prévention des risques naturels	Quelle prise en compte de l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des épisodes climatiques extrêmes ?	Prévention des risques
Confort thermique estival	Quels aménagements urbains pour lisser les phénomènes d'îlots de chaleur urbain ?	Urbanisme/ Aménagement

- **Scénario B: "Une adaptation en trompe l'oeil"**

Goderville, le 3 février 2032"



Figure 7: Le plateau du Pays de Caux ; épandage agricole ; retenue collinaire

- **Une agriculture très vulnérable, qui essaye de résister**

La libéralisation du marché mondial des denrées alimentaires n'est pas totale, mais dans les faits, la compétition internationale a continué de fixer les règles du marché agricole. Certes, il existe toujours une PAC et l'Europe a persisté à soutenir ses paysans, particulièrement ceux d'Europe de l'Est, mais le montant global des aides pour la France a baissé. Sur le plan des habitudes alimentaires, on constate finalement peu de changement dans les assiettes des Français, avec toujours autant de viande notamment. La périurbanisation forte des agglomérations rouennaises, havraises et caennaises s'est reportée sur l'ensemble des villes moyennes et bourgs de la Normandie, et en particulier dans la plaine de Caen et dans le Pays de Caux; la consommation des terres agricoles, le mitage, la fragmentation des espaces naturels s'est poursuivie à un rythme élevé. Tous ces éléments de contexte ont dessiné une toile de fond défavorable à l'agriculture régionale, qui était déjà en mauvaise posture dans les années 2000 et qui n'avait pas besoin, en plus, que le climat s'en mêle.

- **Des productions agricoles durement touchées par les épisodes de sécheresse et les bioagresseurs**

La principale menace venait des épisodes récurrents et prolongés de sécheresse hydrologique, qui entraînaient une baisse mécanique des rendements. Cette sécheresse hydrologique ne débouchait pas systématiquement sur une sécheresse

des sols, et ce compte tenu de la très hétérogénéité et diversité des sols et de leur qualité agronomique. Pourtant, la concomitance de fortes chaleurs et d'une baisse des précipitations moyennes, fragilisaient les plantes. Le faible niveau de biodiversité des plantes cultivées les exposait particulièrement aux nouvelles pathologies émergentes, qu'elles soient d'origine anthropique ou climatiques. La prolifération des bioagresseurs et des espèces envahissantes a posé de réels problèmes aux grandes cultures et aux cultures industrielles. Cet ensemble de pressions, sans être insurmontables chacune prise séparément, a affecté gravement la compétitivité générale de l'agriculture, au point que les acteurs normands, s'interrogeaient fortement sur la pérennité de l'agriculture régionale à moyen terme.

- **Une réponse technique et économique**

Face à l'importance des filières agricoles et agroalimentaires dans l'économie régionale, dans l'identité normande et en particulier dans la plaine de Caen-Argentan et le Pays de Caux, tenant compte du rôle structurant des activités agricoles dans l'animation des ruralités normandes, les acteurs normands, dans un large consensus, ont érigé la cause agricole, comme une priorité absolue pour l'avenir du territoire.

La stratégie d'adaptation de l'agriculture a suivi plusieurs lignes directrices. En premier lieu, l'urgence était de rétablir les bases de la compétitivité des filières "grandes cultures" et

"cultures industrielles", à savoir une productivité à l'hectare de premier rang. On ne parlait pas de grand sursaut de l'agriculture ou de grande transformation vers une agriculture nouvelle. L'enjeu était de réparer et de soigner un modèle, qui avait fait économiquement ses preuves, pour qu'il reparte de plus belle. Les mêmes recettes ont donc été appliquées: recours aux intrants agricoles pour maintenir les rendements, sélection génétique pour cultiver des plantes plus résistantes à la sécheresse et aux bioagresseurs, remembrement des terres. La deuxième ligne directrice a porté sur la maîtrise des externalités environnementales générées par les activités agricoles : limitations des pollutions agricoles diffuses, moindre recours à l'irrigation, aménagements pour les continuités écologiques, choix d'intrants chimiques moins nocifs, etc. La troisième ligne directrice a porté une action de long terme, visant à restaurer la qualité des sols, notamment en luttant contre son érosion physique et biologique.

L'adaptation au changement climatique s'est donc faite grâce à une politique d'investissements dans les solutions techniques, permettant de rester dans la course mondiale aux gains de productivité agricole.

- **Lever les freins au développement liés à la ressource en eau**

Pour résoudre les conflits d'usages sur l'eau, des investissements sur les solutions techniques ont été réalisés: nouveaux captages, centrales de dépollution, réserves et retenues collinaires, remise à niveau des réseaux, récupération des eaux de pluie, recyclage des eaux usées.

Néanmoins, lors des épisodes de forte sécheresse, ces réponses techniques s'avèrent insuffisantes, nécessitant alors le recours à un tout arsenal de mesures restrictives sur la consommation: interdiction d'irriguer, interdiction pour les piscines, lavage des voitures, quotas pour les usages industriels, etc.

- **Protéger les zones inondables**

Les risques de ruissellement s'étant accrus avec l'artificialisation et l'imperméabilisation des sols, la

vulnérabilité des zones inondables s'en allait croissante avec le changement climatique. En réponse à cette menace, des aménagements ont été réalisés pour protéger ces secteurs urbanisés en zone inondables: bassins de rétention, digues, construction sur pilotis.

- **Une politique d'équipements pour améliorer le confort thermique estival**

Dans les espaces publics accueillant des publics plus sensibles aux épisodes caniculaires (écoles, hôpitaux, EHPAD), un important travail de remise aux normes a été réalisé (conception et aménagement intérieur, notamment exposition au soleil, aération et emplacement des fenêtres), complété par une généralisation des équipements : ventilateurs, climatiseurs, fontaines à eaux. Plus généralement, les lieux publics, comme les commerces, les hôtels, les espaces de loisirs ont investi dans la climatisation. Chez les particuliers, ce fut l'initiative individuelle qui a prédominé.

- **Face au changement climatique, un pari technique avant tout, qui ne résout pas les problèmes de fond**

De par la nature de ses impacts et surtout parce que les acteurs locaux n'étaient pas prêts à envisager des changements plus profonds dans leurs modes de développement, l'adaptation au changement climatique s'est résumée à une série de mesures techniques, plutôt sectorielles. Or, force est de constater qu'aujourd'hui, en 2032, avec le recul de vingt années de cette politique d'adaptation, les causes de la vulnérabilité au changement climatique du territoire sont toujours aussi présentes et sous-jacentes à d'autres dysfonctionnements territoriaux. A titre d'exemple parmi d'autres, le génie agronomique aidé par les molécules n'a fait que repousser temporairement le moment où la pauvreté biologique des sols minera la productivité agricole. Le temps d'une adaptation, qui ne se limite pas à maintenir un système inefficace, ne saurait tarder

L'adaptation aux effets du changement climatique en Haute et Basse-Normandie

Etude

RAPPORT TECHNIQUE FINAL

Enjeu d'adaptation	prospectif	Questions stratégiques	Type
Maintien des rendements agricoles des grandes cultures et cultures industrielles		Quelle sélection des plantes à cultiver ? Quelle sélection des intrants chimiques pour traiter les bioagresseurs ? Quelle ingénierie de l'eau ?	Agronomie/ Techniques agricoles
Préservation des terres agricoles		Quelle identification des terres agricoles à haut potentiel agronomique ? Quel soutien à l'agriculture paysanne ? Quelle organisation du remembrement des terres agricoles ?	Foncier agricole / Agriculture périurbaine
Sécurisation de la ressource en eau		Quelle ingénierie de l'eau pour accroître et fiabiliser l'approvisionnement en eau en période estivale ?	Politique de l'eau
Protection des personnes et des biens dans les zones inondables		Quel renforcement des mesures générales de protection en zone inondable ? Quelle identification des zones très vulnérables ?	Gestion des risques inondation
Confort thermique estival		Quel rythme de déploiement des équipements de rafraîchissement dans les lieux publics ? Quelle sensibilisation de la population aux alternatives à la climatisation ?	Equipements / Sensibilisation

- **Bocage**

- **Scénario A : "Un bocage préservé, socle de l'adaptation du territoire"**

Vire, le 29 octobre 2040



Figure 8: le Bocage virois, du pays d'Auge; bel exemple de structure bocagère écopaysagèrement connectée aux foisonnements et au rivage lacustre à Zeller See, en Autriche. © Andrew Boss

- **Des terres agricoles préservées**

Une vraie prise de conscience de la part des acteurs du Bocage s'est réalisée dans les années 2000 : le monde agricole ne verrait le bout du tunnel qu'à la condition d'une (re)mobilisation forte du territoire. Ce sursaut doit beaucoup, à la succession de crises agricoles qu'a connu l'élevage dans les années 2000-2020. Outre les chocs économiques, ce fut bien la multiplication des épisodes de sécheresse, année après année, qui ont démontré à tous que le système était à bout de souffle.

Baisse des rendements des terres fourragères, hécatombe dans les troupeaux, explosion des coûts liés aux intrants, fragilités des bêtes et baisse des rendements des filières viande et lait, voici quelques maux dont souffraient gravement les activités agricoles du Bocage normand, du Virois au pays de Bray ou encore dans le Pays d'Auge.

Le premier acte, à la forte portée symbolique, et à l'efficacité prouvée, a consisté à instaurer un moratoire sur les consommations de terres agricoles, puis à imposer un principe strict de compensations en cas de conversion de foncier agricole à d'autres usages. Cette décision confortait

les politiques d'urbanisme axées sur le ralentissement de la périurbanisation et le développement centripète des villes moyennes du Bocage (Vire, Flers, Lisieux, Deauville-Trouville, St Lo, Neufchâtel, Goderville, Mortagne, etc;)

Peu de conversion MAIS développement très fort d'une économie agricole autour de la méthanisation des déchets

- **L'agroécologie, le choix stratégique pour s'adapter**

Les acteurs locaux étaient fiers de l'identité du Bocage et avaient parfaitement compris que le modèle économique des filières d'élevage alors en place, les empêcher de relever les défis d'une agriculture moderne et en phase avec la nouvelle donne climatique. Deux chantiers structurants ont été lancés, pour réformer et refonder les filières agricoles existantes.

Le premier chantier consistait à structurer une vraie filière de valorisation de la biomasse agricole, à travers notamment la méthanisation du lisier d'élevage. Plus qu'un revenu d'appoint pour les agriculteurs, cette valorisation de la biomasse a

permis l'émergence d'une filière agro-ressources, permettant une diversification des productions agricoles en amont et le développement d'activités de transformation industrielle en aval.

Le deuxième chantier, plus transversal, plus ambitieux et de loin le plus complexe, comprenait un ensemble d'actions pour une transition des activités d'élevage vers un modèle agricole "à empreinte écologique neutre, voire positive". L'agroécologie, la permaculture, l'attention à ne pas éroder le potentiel agronomique des sols, l'insertion écosystémique de l'agriculture, la prise en compte de la mobilité des agrosystèmes, sont devenus des principes de base régissant la mise en oeuvre de ce chantier. Les évolutions climatiques, la réduction de la ressource en eau, l'arrivée d'espèces invasives, la généralisation des approches agro-environnementales, tous ces différents facteurs ont poussé le secteur agricole à refonder leurs activités autour d'un modèle d'économie circulaire, de symbiose avec les milieux naturels et écosystèmes. Les types de production sont choisis en fonction de la capacité de production des milieux agricoles et de leur imbrication dans le fonctionnement écosystémique des territoires. En clair, si l'élevage continue d'être aujourd'hui la filière dominante dans le Bocage, la diversification des productions agricoles a réussi, avec des conséquences sur les paysages et l'organisation de l'espace rural.

- **Un bocage, clé de la qualité écologique du territoire**

La préservation du bocage a permis de consolider et de tisser un chapelet de bocages, comme support des continuités écologiques. Le bois

de haies est valorisé par la filière bois-énergie à l'échelle de la Normandie.

La maillage bocagère s'est toutefois transformée: plus large et surtout accueillant une diversité de productions agricoles : poly-élevage, cultures fourragères, maraîchage, entretien des zones humides, etc.

Plus généralement, on a observé une mutation des massifs forestiers, avec l'arrivée de nouvelles essences. Cette évolution a concerné l'ensemble de la Normandie. Les acteurs de la filière bois ont poursuivi leur effort de structuration de la gestion forestière, dans une région, où la propriété forestière est dispersée et les forêts de petites surfaces. Toutefois, l'éventualité d'une dégradation des massifs forestiers, même si peu exploités, a alerté les pouvoirs publics, qui ont apporté tout leur soutien à la structuration d'une filière bois-énergie et d'une filière bois-construction. Un travail au long cours est toujours à l'oeuvre; il s'est concentré sur l'introduction de nouvelles essences plus résilientes au changement climatique et plus adaptées à la transformation industrielle en aval.

- **Une ville bocagère plus résiliente**

L'accentuation des risques d'inondations a entraîné le renforcement des mesures de prévention de ces risques, principalement dans le champ de l'urbanisme: arrêt des constructions nouvelles dans les zones à risques et renforcement du bâti existant.

La même approche a été adoptée en ce qui concerne le risque de retrait gonflement des argiles, où des mesures constructives plus directives ont été inscrites les documents d'urbanisme, à la seule limite que leur portée normative est principalement incitative.

Enjeu prospectif d'adaptation	Questions stratégiques	Type
Diversification des productions agricoles dans le Bocage	Quelles politiques de soutien aux acteurs agricoles dans cette grande transition agro-environnementale ? Quelle politique foncière pour favoriser l'émergence d'une agriculture agroécologique ?	Politique agricole
Transition vers l'agroécologie des exploitations agricoles		
Consolidation des continuités bocagères et de leurs fonctionnalités écologiques	Quelle valorisation du rôle des agriculteurs dans le fonctionnement écosystémique du Bocage ?	Environnement
Résilience des secteurs urbanisés face aux risques d'inondation et de RGA	Comment renforcer la prévention des risques dans les documents d'urbanisme ?	Urbanisme
Structuration d'une filière-bois-énergie et bois-construction	Quel soutien aux acteurs du "bois" dans cette structuration économique des filières ?	Filière bois

• Scénario B: "Un Bocage abandonné au profit des intérêts particuliers"

Neufchâtel-en-Bray, le 29 février 2044

• Une déprise du Bocage, prévisible, mais non enrayerée

Les difficultés structurelles de l'élevage ont entraîné une mortalité très élevée des exploitations agricoles dans le Bocage. Cela a constitué un véritable d'air pour la périurbanisation des villes moyennes, qui ont pu s'étendre plus facilement. Toutefois, les dérives du passé appartiennent au passé et l'étalement urbain diffus n'est apparu qu'à la marge.

Dans cette grande crise agricole, seules les exploitations les plus compétitives ont survécu. Ce furent généralement les exploitations de très grande taille, qui ont pu investir dans les solutions technologiques : sélection génétique des espèces, diversification des cheptels, administration de nouvelles molécules, intrants chimiques, retenues collinaires, etc. Ces exploitations agricoles appartenaient souvent à des grandes groupes agroalimentaires français, européens et mondiaux; leur assise financière solide leur a permis d'absorber les exploitations familiales en faillite, ainsi que les coopératives en difficulté. Cette concentration agricole a également facilité la montée en puissance des activités de méthanisation des déchets agricoles (moins de points de collecte).

L'agrandissement des exploitations agricoles par le remembrement a mené à l'élargissement de la maillage bocagère, qui est aujourd'hui beaucoup plus lâche.

L'unité paysagère du Bocage n'est qu'un vague souvenir, tant la restructuration des terres agricoles, s'est faite selon un fil directeur exclusivement économique, sans réelle prise en compte des enjeux environnementaux. La priorité allait au sauvetage de ce qui pouvait l'être; les fonctionnalités écologiques du Bocage ont été sacrifiées sur l'autel de la compétitivité des mega-exploitations agricoles.

• Une forêt mal en point, heurtée de toutes parts

La modification des aires bioclimatiques a eu un impact très violent sur les massifs forestiers normands, en particulier dans le sud de la région, mais également dans le haut-bocage bas-normand, dans le Pays d'Auge, dans le Pays de Bray. L'inadaptation des essences, l'arrivée de nouveaux parasites, d'espèces envahissantes et l'absence d'une réelle gestion forestière intégrée et professionnalisée ont accéléré le dépérissement des massifs forestiers, avec la disparition d'espèces emblématiques, comme le hêtre sylvestre ou le chêne pédonculé. Les forêts sont laissées à l'abandon et leur état de délabrement fait peine à voir. L'enjeu d'une structuration de filières économiques autour du bois n'a pas été relevé.

• Une canalisation du risque RGA

La poursuite de la périurbanisation a augmenté le stock de maisons individuelles dans le Bocage. En raison d'un marché foncier très "détendu", il a fallu faire preuve d'un volontarisme marqué pour orienter ces flux résidentiels dans des secteurs moins exposés au risque de retrait gonflement des argiles; une sensibilisation sur les mesures constructives a également été réalisée.

Enjeu d'adaptation	prospectif	Questions stratégiques	Type
Sauvetage d'une activité d'élevage dans le Bocage		Quel accompagnement des restructurations d'entreprises agricoles dans le Bocage ? Quelle reconversion des exploitations en faillite ?	Mutations économiques
Maîtrise des impacts environnementaux des activités agricoles		Quelle diffusion des bonnes pratiques agricoles, en matière de réduction des impacts environnementaux ?	Agriculture / Environnement
Reconversion environnementale et paysagère du Bocage		Quelle ingénierie environnementale pour accompagner en douceur la déprise du Bocage ?	Ingénierie environnementale
Limitation de la déprise des forêts		Quels actions pour amortir et/ou compenser le dépérissement des peuplements forestiers ?	Gestion forestière
Maîtrise des risques naturels (inondations, RGA)		Quelle sensibilisation des populations et du secteur du bâtiment sur les mesures constructives limitant les impacts des RGA ? Quelle limitation de l'urbanisation dans les secteurs à risques ?	Animation secteur bâtiment Urbanisme

ANNEXE 3- Bibliographie

1. REFERENCES NATIONALES ET INTERNATIONALES

INVS, *Vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre températures, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises* – Rapport d'étude, 2004.

Changements climatiques et risques sanitaires en France. Rapport au Premier Ministre et au Parlement, ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique), 2007.

Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France, Groupe Interministériel, 2009.

Nadine BRISSON & Frédéric LEVRAULT, *Projet CLIMATOR : Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces*, projet ANR, INRA & ADEME, 2007-2010.

Rapport de la mission Jouzel, 2011.

Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) 2011-2015, ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique), 2011.

Diagnostic de vulnérabilité d'un territoire au changement climatique, ADEME, février 2012.

Le Conservatoire du littoral face au changement climatique, Conservatoire du littoral, 2012.

Etude sur la Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux, CETMEF, 2012.

2. REFERENCES REGIONALES UTILISEES POUR LE DIAGNOSTIC INTERREGIONAL ET TERRITORIAL

AMIGUES J.P., P. DEBAEKE, B. ITIER, G. LEMAIRE, B. SEGUIN, F. TARDIEU, A. THOMAS (éditeurs), 2006. *Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective*, Rapport, INRA (France), 380 pages + annexes.

Nadine BRISSON & Frédéric LEVRAULT, *Projet CLIMATOR : Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces*, projet ANR, INRA & ADEME, 2007-2010.

Etablissement de Plans de Prévention des Risques Naturels concernant les mouvements différentiels de terrain liés au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux dans le département de l'Eure, BRGM, août 2008.

SAVOURET & CANTAT, *Identification et spatialisation des bioclimats Bas-Normands à partir d'un inventaire de la flore vasculaire régionale*, Programme Climaster, 2008

Recherche sur les attentes, les craintes et les besoins d'informations des acteurs locaux face aux effets du « changement global » sur le littoral normand, Conservatoire du littoral, SGAR Basse-Normandie et Agence de l'Eau Seine-Normandie, 2009.

-
- O. CANTAT, P. LE GOUEE, A. BENSAID, Le rôle de la topographie et des sols dans la modélisation spatiale d'échelle fine des bilans hydriques, Programme Climaster, 2009.
- MEROT, Les enjeux du changement climatique pour les territoires du Grand Ouest, Séminaire PSDR Grand Ouest, 2010.
- DELAHAYE et GASCUEL-ODOUX, Analyser et anticiper les interactions entre climat, ressource en sol et en eau, qualité des écosystèmes aquatiques, PSDR Grand Ouest, 2010.
- LE GOUEE et al., La sensibilité des systèmes de production agricole en Normandie face au changement climatique (2000-2100), 2010.
- CANTAT et al., Une méthode originale de spatialisation d'échelle fine des bilans hydriques, Programme Climaster, 2010.
- Les effets du changement climatique dans le contexte des changements globaux*, GIP Seine-Aval, 2010.
- Usages et aménités : Développement industrialo-portuaire de l'estuaire de la Seine*, GIP Seine Aval, 2010.
- Documents d'objectifs Natura 2000 – Baie du Mont-Saint-Michel* – Document de synthèse, Conservatoire du Littoral, 2010.
- Les données essentielles – Paris Rouen Le Havre Axe Seine*, Coopération des agences d'urbanisme, 2011.
- Etude sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation du Calvados au changement climatique*, Conseil Général du Calvados, 2011.
- Littoraux et Changement Côtiers (LiCCo)-Présentation du projet et des sites*, Projet Interreg LiCCo, 2011.
- Etude interrégionale « Ozone en Normandie »*, AirNormand et Air C.O.M., 2011.
- L'adaptation au changement climatique en Basse-Normandie*, DREAL Basse-Normandie, 2011.
- MONTORIOL, *Les effets mesurés du changement climatique sur le littoral des régions normandes et picarde*, Rapport de stage de Master 2 (géographie : science pour l'environnement, ROLNP, 2011.
- Fourniture d'indicateurs pour caractériser le changement climatique*, Météo-France – DATAR, décembre 2012.
- L'économie résidentielle en Basse-Normandie : études de cas et typologie des territoires bas-normands*, DREAL Basse-Normandie, 2012.
- VIELLARD, ANQUEZ et HISTRIMONT, *Vulnérabilités de la France face aux flux maritimes*, CEIS, 2012.
- Rapport au Premier ministre du Commissaire Général pour le Développement de la vallée de la Seine, février 2012.
- Vulnérabilité et adaptation de la Haute-Normandie aux changements climatiques*, DREAL Haute-Normandie, 2012.
- Projet de SRCAE Basse-Normandie*, 2012.
- Projet de SRCAE Haute-Normandie*, 2012.

Profil Environnemental Régional de Basse-Normandie (version de travail), DREAL Basse-Normandie, 2013.

3. SOURCES RELATIVES A L'ANALYSE DU COUT DE L'INACTION

AREHA, 1999, *Inondations et coulées de boue en Haute-Normandie* (<http://www.arehn.asso.fr/dossiers/inondation/consequences.php>).

CETMEF, 2010, *Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux*.

Climpact, 2011, *Etude sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation du Calvados au changement climatique*.

CGDD, 2010, *Evaluation économique des services rendus par les zones humides*. Etudes et documents n°23.

IPCC, 2011, *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*.

Ministère de la santé, 2009, *Impact du changement climatique sur la santé en France*.

ONERC, 2009, *Changement climatique : coût des impacts et pistes d'adaptation en France*.

Observatoire national de la mer et du littoral, *Les zones basses sur le littoral métropolitain*.

Programme PESETA, 2009, *Impacts of climate change in human health in Europe*.

SCARWELL - LAGANIER, 2004, *Risque d'inondation et aménagement durable des territoires*.

Sources des données :

- SOeS, bases de données Eider (<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/>) ;
- Agreste, statistiques annuelles ;
- Chiffres clés du tourisme normand, 2011 ;
- DGIS, Chiffres clés du tourisme ;
- Eurostat ;
- Comptes de l'Etat, 2010 ;
- INSEE, Outil Omphale 2010.