



Impacts du changement climatique et enjeux d'adaptation en Picardie

Rapport de diagnostic en vue de la contribution
au Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie

-Janvier 2012-

Groupement Sogreah Consultants - Météo-France



Sommaire

.....	Erreur ! Signet non défini.
Impacts du changement climatique et enjeux d'adaptation en Picardie	1
Partie 1 : Introduction	12
1. Changement climatique et adaptation	14
1.1. Le changement climatique.....	14
1.2. Des impacts sur l'ensemble des systèmes naturels et humains.....	15
1.3. L'adaptation : principaux concepts	16
1.4. Le contexte international, européen et national	16
1.5. L'adaptation dans le cadre des SRCAE	17
2. Synthèse des vulnérabilités en Picardie.....	19
2.1. Les ressources naturelles : des impacts du changement climatique exacerbés par les pressions humaines.....	19
2.2. Une vulnérabilité accrue aux risques naturels, notamment sur le littoral	20
2.3. Chaleur estivale et canicules : de nouveaux enjeux en matière de santé publique et d'urbanisme pour la région	21
2.4. Des activités économiques impactées par la diminution de la ressource en eau	22
2.5. Vers une cartographie des vulnérabilités	23
Partie 2 : Climat présent et futur en Picardie.....	26
1. Définition du climat actuel.....	28
1.1. Description géographique de la région.....	28
1.2. Climat actuel de la région	28
2. Climat futur en Picardie	34
2.1. Changement climatique en Picardie.....	35
Partie 3 : Vulnérabilités par thématique	41
1. L'eau : une diminution de la ressource disponible, une exacerbation des problèmes de qualité 42	
1.1. L'évolution des débits des cours d'eau	43
1.2. La diminution des volumes d'eau des nappes	45
1.3. Des impacts sur la qualité	46
1.4. Une hausse de la demande.....	48
1.5. Adaptation : des mesures engagées mais insuffisantes	49
1.6. Synthèse	50
1.7. Bibliographie	50
2. La biodiversité : des impacts exacerbés par les pressions humaines	52
2.1. Evolutions phénologiques et physiologiques.....	53
2.2. Evolutions des aires de répartition	54

2.3.	La question des espèces envahissantes.....	56
2.4.	Des vulnérabilités particulières.....	57
2.5.	Le cas des zones humides et de la biodiversité aquatique.....	59
2.6.	Des initiatives de protection de la biodiversité engagées	61
2.7.	Synthèse.....	64
2.8.	Bibliographie	64
3.	Les risques naturels : de nombreuses incertitudes à lever	66
3.1.	Inondations et changement climatique.....	67
3.2.	Les risques côtiers.....	69
3.3.	Les mouvements de terrain	72
3.3.1	Les mouvements de terrain liés à la sécheresse	72
3.4.	Les incendies forestiers.....	74
3.5	Des mesures en place, à mettre à niveau en fonction de l'évolution des risques	75
3.6	Synthèse.....	77
3.7	Bibliographie.....	77
4	Les forêts : une adaptation à engager dès aujourd'hui	79
4.4	L'influence de l'évolution moyenne du climat.....	80
4.5	Températures extrêmes et stress hydrique.....	81
4.6	Changement climatique et déplacement des écosystèmes forestiers	82
4.7	La prolifération des ravageurs et parasites	83
4.8	Impacts liés aux aléas et événements extrêmes.....	84
4.9	Initiatives d'adaptation engagées	85
4.10	Synthèse.....	85
4.11	Bibliographie.....	86
5	La santé : de nouvelles préoccupations à considérer	87
5.1	L'impact direct des températures sur la santé : le cas des canicules	87
5.2	Les impacts indirects du changement climatique.....	91
5.3	Les conséquences des événements climatiques extrêmes sur la santé	93
5.4	Initiatives d'adaptation engagées	93
5.5	Synthèse.....	94
5.6	Bibliographie	94
6	L'agriculture : des impacts positifs potentiellement remis en cause par le manque d'eau ?	96
6.1	L'impact du changement climatique sur les cultures végétales	97
6.2	Changement climatique et élevage	102
6.3	Changement climatique et pêche	104
6.4	Impact des événements climatiques extrêmes sur l'agriculture.....	104

6.5	Initiatives d'adaptation engagées	105
6.6	Synthèse	105
6.7	Bibliographie	106
7	Energie et industrie : des besoins énergétiques en hausse en été, une capacité de production limitée par la baisse de la ressource en eau	107
7.1	Les impacts du changement climatique sur la production énergétique et industrielle : la ressource en eau	108
7.2	Le cas des autres énergies renouvelables	110
7.4	Impact du changement climatique sur la demande énergétique.....	113
7.5	Initiatives d'adaptation engagées	114
7.6	Synthèse	115
7.7	Bibliographie	115
8	Le tourisme : entre opportunités et risques... ..	117
8.1	Changement climatique et flux touristiques.....	117
8.2	L'impact du changement climatique sur les ressources nécessaires au tourisme	118
8.3	Tourisme et recrudescence des risques naturels.....	120
8.4	Initiatives d'adaptation	120
8.5	Synthèse	121
8.6	Bibliographie	121
9	Urbanisme, transports et cadre bâti : concilier stratégies d'atténuation et d'adaptation.....	122
9.1	Impacts de la recrudescence d'épisodes de forte chaleur	122
9.2	Risques naturels, urbanisme, transports et bâtiments	126
9.3	Synthèse	129
9.4	Bibliographie	130
	Bibliographie	131
	Partie 4 : Les besoins de connaissances	136
	Partie 5 : L'adaptation – principes et recommandations pour l'action.....	141
1.	Principes clés pour une prise en main de la problématique « adaptation » en Picardie.....	142
1.1.	Construire une approche intégrée « adaptation / atténuation »	142
1.2.	Décider dans un contexte d'incertitude : privilégier les solutions « sans regret ».....	142
1.3.	De l'importance de l'anticipation... ..	143
1.4.	Prendre en compte la dimension sociale de l'adaptation	143
1.5.	Un besoin de mise en réseau et d'amélioration des connaissances	143
1.6.	Développer des coopérations inter-régionales	144
2.	Des exemples de dispositions pré-opérationnelles d'adaptation au changement climatique ..	145
2.1.	Pistes transversales	145
2.2.	Ressources naturelles	145

2.3.	Aménagement du territoire et cadre de vie	146
2.4.	Activités économiques	148
Partie 6 : Vers des indicateurs de suivi du changement climatique en Picardie		150
1.	Proposition de typologie d'indicateurs	151
2.	Proposition d'indicateurs par secteur	152
2.1.	Ressource en eau.....	152
2.2.	Biodiversité	152
2.3.	Risques naturels.....	153
2.4.	Santé	154
2.5.	Agriculture.....	154
2.6.	Forêt	155
2.7.	Energie	155
2.8.	Tourisme.....	156
2.9.	Infrastructures, urbanisme, cadre bâti.....	156
Partie 7 : Vers une quantification des impacts du changement climatique et de l'adaptation		157
1.	Chiffrer le coût du changement climatique : quelques éléments de méthode.....	158
1.1.	Différents types d'approches.....	158
1.2.	Ce qui est évalué	158
1.3.	Difficultés et défis méthodologiques	159
1.4.	Exemples d'applications	160
2.	Eléments de chiffrage exploitables à l'échelle régionale.....	161
Annexes.....		163
Annexe 1 - Méthodologie de simulations climatiques.....		164
Les différentes étapes nécessaires à la réalisation d'une étude d'impact		164
Rappel des scénarios du GIEC		165
Annexe 2 – Cartes d'évolutions climatiques		170
Annexe 3 – Evénements extrêmes passés		183

Liste des figures

Figure 1 - Scénarios d'émissions de GES pour la période 2000-2100 (en l'absence de politiques climatiques additionnelles) et projections relatives aux températures de surface (Source : GIEC, 2007)	14
Figure 2 - Adaptation – le contexte national.....	17
Figure 3 - Relief de la région Picardie (échelle en mètres).....	28
Figure 4 - Précipitations moyennes mensuelles [1971-2000]	29
Figure 5 - Précipitation moyenne saisonnière [1971-2000]. A gauche : l'hiver. A droite : l'été.....	29
Figure 6 - Nombre de jours par an de fortes précipitations (pluies > 10mm).....	30
Figure 7 - Température moyenne annuelle [1971-2000].....	31
Figure 8 - Température minimale moyenne saisonnière [1971-2000]. A gauche : hiver. A droite : été.	32
Figure 9 - Nombre moyen de jours de gel (TN < 0°C) par an [1971-2000].....	32
Figure 10 - Température maximale saisonnière [1971-2000]. A gauche : l'hiver. A droite : l'été.	33
Figure 11 - Nombre de jours de fortes chaleurs (TX > 30°C) par an [1971-2000].....	33
Figure 12 - Cascade des incertitudes (Source : Boé 2007)	35
Figure 13 - Nombre moyen mensuel de jour de fortes chaleurs aux différents horizons pour les trois scénarios A1B, B1 et A2 au point de grille modèle le plus proche d'Amiens.....	37
Figure 14 - Nombre moyen mensuel de jour de très fortes chaleurs aux différents horizons pour les trois scénarios A1B, B1 et A2 au point de grille modèle le plus proche d'Amiens.....	37
Figure 15 - Nombre moyen mensuel de jour de fortes précipitations (supérieures à 10mm) aux différents horizons pour les trois scénarios A1B, B1 et A2	39
Figure 16 - Diagramme ombriothermique d'Amiens	40
Figure 17 – Restrictions temporaires d'usages de l'eau 17 mai 2011 (Source : Direction de l'eau et de la Biodiversité 2011)	43
Figure 18 – Principaux cours d'eau en Picardie et leur débit (Source : Atlas de l'eau Picardie, DREAL, 2007).....	44
Figure 19 – Déficit annuel d'alimentation des grandes masses d'eau du Bassin de la Seine en fin de siècle : Moyenne Fin de siècle par rapport au Temps présent sur l'ensemble des scénarios analysés (Source : Projet Rexhyss, 2009)	46
Figure 20 – Etat des eaux souterraines en Picardie (Source : DREAL, 2010)	47
Figure 21 – Fragmentation des espaces forestiers : taille effective de maille des espaces naturels par région forestière (Source : Cemagref d'après UE – SOeS – Corine Land Cover 2006, IGN 2006, IFN 2010).....	55
Figure 22 – Des obstacles aux migrations d'espèces (Source : Conservatoire des espaces naturels en Picardie, 2006)	56
Figure 23 – Répartition de la Jussie dans le bassin versant de la Somme (Source : Conseil régional de Picardie, 2004)	57
Figure 24 – Exemple du Marais Belloy (Somme) (Source : CNSP, 2006).....	59
Figure 25 – Les zones à dominante humide en Picardie (Source : DREAL, 2008)	60

Figure 26 – Occupation des sols de la zone humide en Baie de Somme et marais associés (Source : SOeS, 2010)	61
Figure 27 – Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique en Picardie (Source : INSEE, 2006).....	62
Figure 28 – Protection du littoral picard (Source : DRE Picardie, 2008).....	63
Figure 29 – Biocorridors potentiels identifiés (Source : DREAL, 2008)	64
Figure 30 – Zones sensibles aux remontées de nappes en Picardie (Source : DREAL, 2008)	69
Figure 31 – Risques naturels sur le littoral picard (Source : DRE Picardie, 2008)	70
Figure 32 – Simulation d'élévation du niveau de la mer de +1m en Picardie (Source : http://flood.firetree.net/)	71
Figure 33 – Aléa retrait-gonflement des argiles dans l'Oise (Source : BRGM, 2009)	73
Figure 34 – Nombre de jours où l'IFM (Indice Forêt Météo) est supérieur à 14 (Source : Mission interministérielle sur l'extension des zones sensibles aux feux de forêt, 2010).....	74
Figure 35 – Plans de prévention des risques en Picardie (Source : DREAL, 2008).....	76
Figure 36 – Essences forestières présentes en Picardie (Source : CRPF, 2007)	79
Figure 37 – Taux de boisement par commune en Picardie (Source : CRPF).....	80
Figure 38 – Modélisation des aires de répartition des espèces arborées (à gauche : actuelle ; en haut à droite : 2100 selon B2 ; en bas à droite : 2100 selon A2) (Source : Badeau, Dupouey, 2007)	82
Figure 39 – Evolution du risque de la maladie de l'encre du chêne (Source : INRA, 2004).....	83
Figure 40 – Jours de forte chaleur et surmortalité en 2003 (Source : INSERM, 2004)	1
Figure 41 – Orientation agricole dans les communes picardes en 2000 (Source : MAAP, 2000).....	96
Figure 42 – Evolution du rendement du blé d'hiver (Source : Arvalis- Institut du Végétal).....	98
Figure 43 - Evolution des stades du blé en station de Saint Quentin pour un semis le 10 octobre (Source : Arvalis-Institut du Végétal)	100
Figure 44 – Evolution observée du risque potentiel de rouille brune en 1972-1989 et 1989-2006 (Source : Communication Arvalis-Institut du Végétal).....	101
Figure 45 - surfaces et rendements actuels de la vigne, Centre-Nord entre 200 et 2007 (Source : Agreste, 2010)	102
Figure 46 - Pourcentage de fermes spécialisée dans l'élevage (Source : Chambre Agriculture, observatoire Prospective, 2010).....	103
Figure 47 - Centrales nucléaires en France (Source : Commissariat de l'énergie Atomique)	109
Figure 48 – Les énergies renouvelables en Picardie (Source : ADEME, 2009)	111
Figure 49 – Potentiel éolien en Picardie (Source : Conseil régional, 2003).....	112
Figure 50 – Températures à partir desquelles les touristes considèrent qu'il fera trop froid (1) et trop chaud (2) en journée selon l'environnement du séjour (Source : CREDOC-TEC, 2009)	117
Figure 51- Les albédos de la ville (Source : Colombert, 2008)	123
Figure 52 - Influence du climat parisien (Source : Météo-France, Région Île-de-France, Annexe au Livre Vert du Plan régional pour le Climat, juillet 2010)	1
Figure 53 – Evaluation des coûts du changement climatique et des avantages de l'adaptation.....	159
Figure 54 - Les différents scénarios du GIEC	165

Figure 55 - Domaine Europe	166
Figure 56 - Relief vu par le modèle « ARPEGE-Climat ».....	167
Figure 57 - Localisation des points du modèle ARPEGE-Climat sur la région Nord à une résolution de 50km. En bleu le numéro des points du modèle, en rouge le numéro des points issus de la méthode quantile-quantile.	168
Figure 58 - Correction méthode des deltas.....	169
Figure 59 - Correction « quantile-quantile »	169

Liste des tableaux

Tableau 1 – Ecart de températures et de précipitations moyennes (intervalles d'incertitude) par rapport à la période de référence (Source : Jouzel, 2010).....	15
Tableau 2 – Caractérisation des sécheresses : exemple fictif	30
Tableau 3 - Nombre moyen de jours de sécheresse, période [1971-2000]......	30
Tableau 4 - Nombre moyen annuel de sécheresse au point de grille modèle « Amiens ».....	38
Tableau 5 - Nombre moyen de sécheresse en été au point de grille modèle « Amiens ».	38
Tableau 6 - Nombre moyen de sécheresse en hiver au point de grille modèle « Amiens ».....	38
Tableau 7 – Infrastructures électriques en Picardie (Source : INSEE, 2007)	107
Tableau 8 – Programmes de recherche d'intérêt pour la Picardie.....	137

Liste des sigles et acronymes

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AFSSA	Agence française de sécurité sanitaire des aliments (nouvellement ANSES)
ANR	Agence nationale de la recherche
AOC	Appellation d'origine contrôlée
AtMO	Fédération regroupant les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (atmo comme atmosphère)
AURELHY	Analyse Utilisant le RElief pour les besoins de l'HYdrométéorologie
AZI	Atlas des zones inondables
BBC	Bâtiment basse consommation
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CatNat	Catastrophe naturelle
CCIT	Chambre de commerce et d'industrie territoriale
CDC	Caisse des dépôts et consignations
CEMAGREF	Centre d'étude du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts
CEP	Changements environnementaux planétaires
CEPS	Changements environnementaux planétaires et sociétés
CERFACS	Centre européen de recherche et de formation avancée en calcul scientifique
CETMEF	Centre d'études techniques maritimes et fluviales
CG	Conseil général
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement durable
CHU	Centre hospitalier universitaire
CIRE	Cellule de l'Institut de veille sanitaire en région
CNRM	Centre national de recherches météorologiques
CNRS	Centre national pour la recherche scientifique
CSNP	Conservatoire des sites naturels en Picardie
CREC	Centre de recherches en environnement côtier
CRHQ	Centre de recherche d'histoire quantitative
CRPF	Centre régional de la propriété forestière
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
DCE	Directive cadre sur l'eau
DDASS	Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
DGAI	Direction générale de l'alimentation
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
EDF	Electricité de France
ENR	Energie nouvelle renouvelable
ENS	Ecole normale supérieure
ERDF	Electricité réseau distribution France
FCO	Fièvre catarrhale ovine
FEDER	Fonds Européen de Développement Régional
FEADER	Fonds européen agricole pour le développement rural
FFSA	Fédération française des sociétés d'assurance
FREMEDE	Fonds régional pour l'environnement, la maîtrise de l'énergie, des déchets et écofilères
FSOV	Fonds de soutien à l'obtention végétale

GASPAR	Gestion assistée des procédures administratives relatives aux risques naturels et technologiques
GICC	Gestion et impacts du changement climatique
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HQE	Haute qualité environnementale
IARU	<i>International Alliance of Research Universities</i>
ICU	Ilot de chaleur urbain
IDDRI	Institut du développement durable et des relations internationales
IFM	Indice forêt météo
IFN	Inventaire forestier national
IFREMER	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
IGN	Institut géographique national
IMFLEX	IMPact des changements anthropiques sur la FRéquence des phénomènes EXtrêmes de vent, de température et de précipitations
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
INRA	Institut national de recherche agronomique
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
INSERM	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institut national de veille sanitaire
IPSL	Institut Pierre Simon Laplace
LADYS	Laboratoire Dynamiques Sociales et Recomposition des Espaces
LMD	Laboratoire de Météorologie Dynamique
LSCE	Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement
MAAP	Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et de la pêche
MEDDTL	Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement
MEEDDM	Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer
ONEMA	Office national de l'eau et des milieux aquatiques
ONERC	Observatoire national des effets du réchauffement climatique
ONF	Office national des forêts
OR2S	Observatoire régional de la santé et du social
OREF	Observatoire régional des écosystèmes forestiers
ORS	Observatoire régional de la santé
PIB	Produit intérieur brut
PIRVE	Programme interdisciplinaire de recherche ville et environnement
PME	Petites et moyennes entreprises
PPR	Plan de prévention des risques
R&D	Recherche et développement
Rexhyss	Impact du changement climatique sur les Ressources en Eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme
RGA	Retrait-gonflement des argiles
RN	Route nationale
RNSA	Réseau national de surveillance de l'air
RT	Réglementation thermique
RTE	Réseau de transport d'électricité
SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SAU	Surface agricole utile
SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux

SIG	Système d'information géographique
SIGES	Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines
SNCF	Société nationale des chemins de fer
SOeS	Service de l'observation et des statistiques
SRCAE	Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie
TN	Température minimale
TPE	Très petites entreprises
TX	Température maximale
UE	Union Européenne
ZICO	Zone importante pour la conservation des oiseaux
ZNIEFF	Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique
ZRE	Zone de répartition des eaux

Partie 1 : Introduction

1. Changement climatique et adaptation

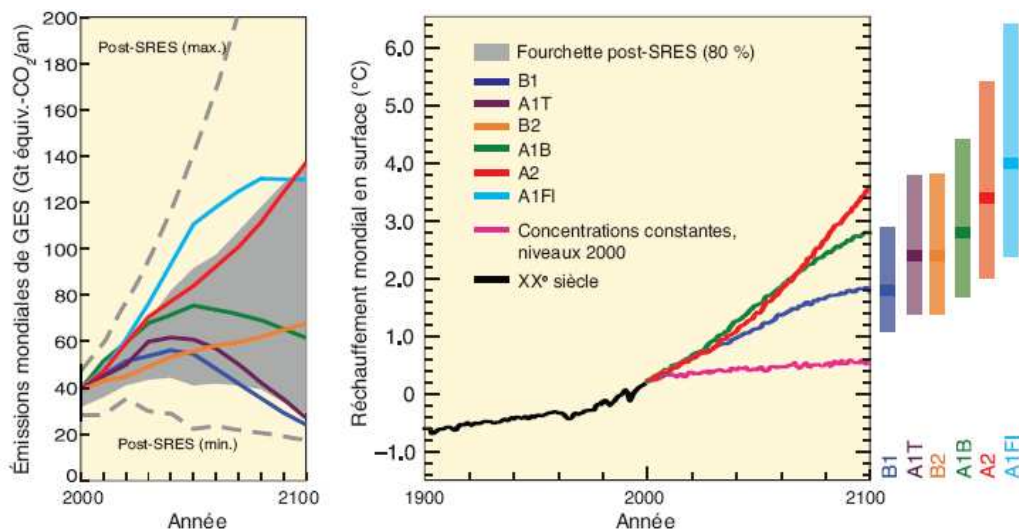
1.1. Le changement climatique

1.1.1. A l'échelle mondiale

Les observations du climat et les projections climatiques réalisées par différents organismes à travers le monde font état d'un réchauffement sans équivoque, quel que soit le scénario d'évolution socioéconomique retenu.

Dans son dernier rapport, le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) fait état, au niveau mondial, d'un réchauffement global compris entre 1,1°C (scénario le plus optimiste) et 6,4°C (scénario le plus pessimiste) à l'horizon 2100.

Figure 1 - Scénarios d'émissions de GES pour la période 2000-2100 (en l'absence de politiques climatiques additionnelles) et projections relatives aux températures de surface (Source : GIEC, 2007)



Le changement climatique affectera également le régime des précipitations, mais ici l'incertitude est plus importante. Néanmoins, quelques grandes tendances peuvent être mises en avant, notamment aux latitudes les plus basses, où la disponibilité en eau devrait diminuer.

Concernant les valeurs extrêmes, on peut s'attendre à une hausse de la fréquence des vagues de chaleur et des épisodes de fortes précipitations. Le dernier rapport du GIEC prévoit par ailleurs une élévation du niveau de la mer d'ici 2100 comprise entre 18 et 59cm, non répartie uniformément selon les régions du monde.

1.1.2. En France

Les études régionales ou locales de vulnérabilité au changement climatique nécessitent des projections climatiques à une échelle plus fine que celle proposées par les modèles globaux. Pour répondre à ce besoin, les organismes de modélisation climatique français (CNRM – modèle Arpège-Climat ; et IPSL - modèle LMDz) propose des simulations régionalisées, suivant différentes méthodes dites de « descente d'échelle »¹, qui permettent aujourd'hui de couvrir l'ensemble du territoire métropolitain avec des simulations climatiques d'une résolution de 50km. Néanmoins, il est nécessaire de garder à l'esprit l'incertitude autour de ces différents exercices : L'amélioration continue

¹ Jouzel, 2010

des modèles climatiques et des méthodes de régionalisation permettront, dans le futur, de proposer des résultats à une maille plus fine.

En 2010, le MEDDTL a missionné Jean Jouzel pour proposer, en collaboration avec les principaux acteurs de la communauté climatique française, des scénarios de référence d'évolution climatique à l'échelle nationale. Le tableau suivant présente les résultats obtenus pour les températures et les précipitations moyennes, à l'aide des modèles Arpège-Climat et LMDz, pour deux scénarios d'émissions de gaz à effet de serre : A2 (pessimiste) et B2 (optimiste)².

Tableau 1 – Ecart de températures et de précipitations moyennes (intervalles d'incertitude) par rapport à la période de référence (Source : Jouzel, 2010)³

		1990	2030-B2	2030-A2	2050-B2	2050-A2	2090-B2	2090-A2
Températures (°C) : écart moyen à la référence (1990)	Météo- France	11,4	+0,7/1,5	+0,5/1,2	+0,6/1,4	+0,9/1,8	+1,9/2,6	+2,7/3,7
	IPSL	10,3	-	-	-	+1,3/1,8	-	+2,6/3
Précipitations (mm/j) : écart moyen à la référence (1990)	Météo- France	2,5	-0,2/0,3	-0,2/0,4	-0,2/0,4	-0,4/0,1	-0,6/0,0	-0,4/0,2
	IPSL	2,4	-	-	-	0,4/0,1	-	-0,4/-0,1

S'agissant de l'élévation du niveau de la mer, la régionalisation des données mondiales constitue un exercice encore plus complexe. Afin de fournir un cadre de référence pour les études de vulnérabilité territoriales, l'ONERC préconise de recourir à trois hypothèses d'élévation à appliquer à l'ensemble des côtes métropolitaines :

- Une hypothèse de +0,4m à l'horizon 2100 par rapport à l'année 2000
- Une hypothèse de +0,6m à l'horizon 2100 par rapport à l'année 2000
- Une hypothèse de +1m à l'horizon 2100 par rapport à l'année 2000.

Les deux premières hypothèses découlent directement des travaux du GIEC. La troisième permet de tenir compte des publications récentes plus alarmistes, qui, bien qu'elles ne fassent pas à l'heure actuelle l'objet de large consensus scientifique, méritent d'être prises en considération par les décideurs publics dans leurs décisions d'aménagements.

1.2. Des impacts sur l'ensemble des systèmes naturels et humains

Ces évolutions, dont certaines sont déjà constatées, se répercuteront sur l'ensemble des systèmes naturels et humains :

- Le bouleversement de certains écosystèmes : migration d'espèces notamment concernant les espèces marines, extinction de certaines espèces végétales et animales menacées ;
- dans le secteur agricole, des modifications des rendements (à la hausse ou à la baisse selon les régions) et une possible relocalisation de certaines productions ;
- des répercussions sur la santé : mortalité due aux fortes chaleurs, redistribution géographique de certaines pathologies, notamment celles transmises par des vecteurs ;

² Les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre sont expliqués en Annexe 1.

³ On remarque qu'à 2030, le scénario optimiste présente des températures moyennes plus élevées que le scénario pessimiste. Aux horizons proches, la variabilité naturelle est à ce jour difficilement captée, c'est ce qui explique qu'à l'horizon 2030, les simulations réalisées pour des scénarios « optimistes » puissent pour certains paramètres présenter un changement climatique plus marqué que dans des scénarios plus pessimistes.

- accroissement des inégalités régionales concernant la disponibilité de la ressource en eau, au détriment des régions sèches
- impacts économiques et sociaux, en lien avec la redistribution des flux touristiques, l'impact des extrêmes sur les infrastructures...

Le changement climatique pourra par ailleurs générer des opportunités pour certains secteurs, qu'il s'agira de saisir. Néanmoins, les impacts négatifs du changement climatique dépasseront les impacts positifs potentiels.

Si toutes les régions ne seront pas touchées avec la même sévérité, chacune devra se préparer à intégrer la nouvelle donne climatique dans ses politiques.

1.3. L'adaptation : principaux concepts

Des changements de l'équilibre climatique sont donc à attendre quels que soient les scénarios d'action, d'où la nécessité d'agir simultanément sur deux plans :

- en réduisant les émissions de gaz à effet de serre (volet atténuation du changement climatique) ;
- en réduisant la vulnérabilité et en adaptant les acteurs et les territoires à l'évolution inévitable du climat (volet adaptation au changement climatique).

L'adaptation est définie par le GIEC comme « l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques présents ou futurs ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques ». Il s'agit d'une démarche proactive de réduction de la vulnérabilité des acteurs et des territoires au changement climatique.

Atténuation et adaptation : deux notions complémentaires

Ni l'atténuation, ni l'adaptation isolées ne permettront de prévenir totalement les effets du changement climatique :

- Sans une réduction drastique des émissions de gaz à effet de serre, on risquerait d'atteindre des seuils au-delà desquels il deviendra difficile, voire impossible de s'adapter
- Par ailleurs, des effets du changement climatique sont déjà constatés, et même si les efforts d'atténuation portent leurs fruits, le climat continuera de se modifier du fait de la durée de vie des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, rendant l'adaptation indispensable.

L'un des principaux défis concerne la prise de décision dans un contexte d'incertitude. En effet, si un consensus existe sur les tendances au réchauffement, des questions subsistent quant à sa vitesse ; et des incertitudes demeurent sur l'évolution du régime des précipitations et les extrêmes. Dans ce cas, les instances nationales conseillent de privilégier, lorsque c'est possible, des mesures d'adaptation flexibles – offrant la possibilité d'être ajustées au fur et à mesure des connaissances ; ainsi que des adaptations dites « sans regret », c'est-à-dire qui ont des bénéfices immédiats et restent pertinente quel que soit le scénario d'évolution du climat. Des mesures qui permettent de réduire la vulnérabilité à la variabilité climatique actuelle (information, alerte, réduction des consommations d'eau, ...) sont des exemples de mesures sans regret.

1.4. Le contexte international, européen et national

Une prise de conscience internationale, mais des questions toujours en suspens

L'adoption à Bali en décembre 2007 de l'adaptation comme l'un des cinq blocs de négociation post-2012 constitue un pas important vers la mise en œuvre de politiques internationales cohérentes. S'il existe un consensus sur la nécessité de s'adapter au changement climatique, plusieurs questions font aujourd'hui débat, notamment celle du financement de l'adaptation des pays en développement, premiers touchés par les effets du changement climatique.

L'organisation de l'adaptation à l'échelle communautaire

L'Union Européenne a un rôle déterminant à jouer dans l'adaptation des Etats Membres au changement climatique, et ce particulièrement dans les cas où les effets du changement climatique dépassent les frontières des Etats (bassins fluviaux et maritimes, écosystèmes terrestres et marins) ; et pour les secteurs où l'intégration communautaire est importante (agriculture, eau, énergie...). En 2007, la Commission Européenne a adopté son Livre Vert sur l'adaptation au changement climatique, soulignant la nécessaire mise en commun des efforts d'adaptation des Etats Membres, concernant particulièrement la recherche et l'observation. L'adoption en 2009 du Livre Blanc de la Commission Européenne transcrit ces orientations en pistes d'action, dans un premier temps pour organiser la recherche et les échanges d'information entre les pays ; puis en formalisant la définition d'un plan communautaire d'adaptation d'ici 2013.

A l'échelle nationale : le premier Plan national d'adaptation

En 2006, la France a adopté une Stratégie nationale d'adaptation, qui fixait des 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 ans dans différents secteurs si aucune 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 type « Grenelle », a abouti à plus de 200 recommandations à l'échelle nationale. Ces propositions ont été développées et précisées dans le cadre de l'élaboration du premier Plan National d'Adaptation, publié en juillet 2011. Ce plan doit être envisagé comme un processus dynamique et évolutif, qui s'alimentera au fur et à mesure de l'avancée des connaissances.

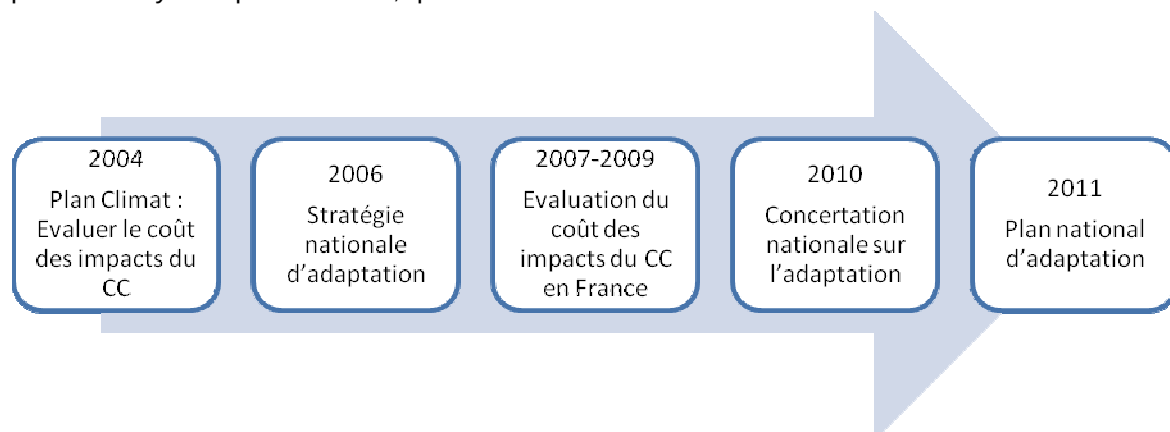


Figure 2 - Adaptation – le contexte national

La stratégie nationale d'adaptation, le rapport du Groupe interministériel, le rapport de la Concertation nationale ainsi que le Plan National d'Adaptation sont disponibles sur le site de l'ONERC : www.onerc.gouv.fr

1.5. L'adaptation dans le cadre des SRCAE

Si les stratégies et objectifs d'atténuation et d'adaptation sont fixés aux niveaux national et européen, ce sont bien les échelons locaux qui doivent réellement définir et mettre en œuvre la lutte contre le changement climatique et l'adaptation à ces derniers sur le terrain. Le dernier rapport du GIEC

conforte cette évidence en rappelant que 50 à 70% des mesures d'atténuation et d'adaptation ont vocation à être « mises en œuvre à l'échelon infranational ».

Dès lors, l'intégration de l'adaptation au changement climatique dans les SRCAE, qui serviront de cadre à l'ensemble des actions à entreprendre par les collectivités territoriales en matière d'énergie, de qualité de l'air, de climat, prend tout son sens.

2. Synthèse des vulnérabilités en Picardie

Le changement climatique n'est plus une vague et lointaine menace : d'ores et déjà, des modifications des paramètres climatiques (températures, précipitations, extrêmes) sont observées, et les projections de Météo-France mettent en évidence, pour la Picardie, des températures moyennes annuelles en hausse de l'ordre de 2 à 3,5°C d'ici la fin du siècle, une diminution des précipitations moyennes – de l'ordre de 15% en fin de siècle par rapport au cumul actuel, une augmentation significative du nombre de jours de vagues de chaleur et des sécheresses.

La diversité des milieux, les activités présentes et les modes d'occupation du sol en Picardie lui confèrent des vulnérabilités particulières au changement climatique.

2.1. Les ressources naturelles : des impacts du changement climatique exacerbés par les pressions humaines

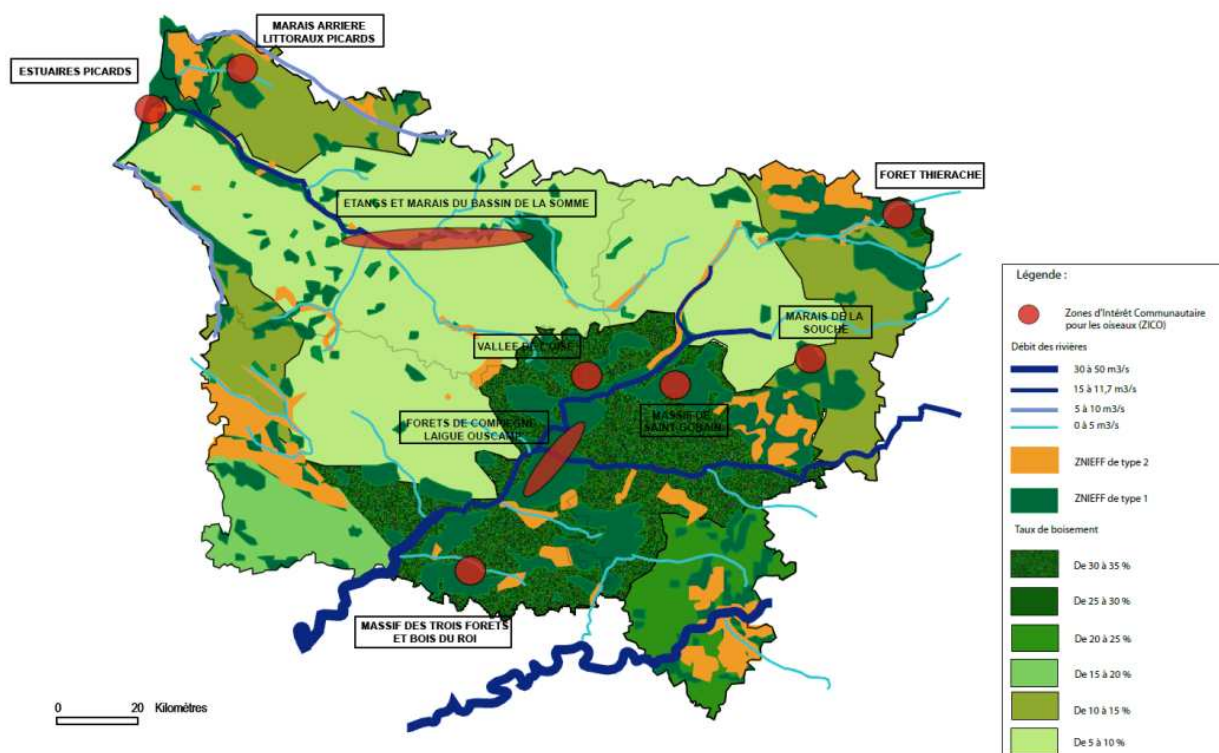
La Picardie est caractérisée par la présence de milieux naturels diversifiés, dont certains sont particulièrement sensibles au changement climatique. On citera notamment **le cas de la Baie de Somme** et plus largement du littoral picard, milieu emblématique menacé par l'élévation du niveau de la mer et abritant une avifaune riche et sensible aux conditions climatiques (évolution des dates de migrations des oiseaux dans le Parc du Marquenterre par exemple, avec des risques de désynchronisation entre espèces interdépendantes).

La question des **zones humides est également fondamentale : celles-ci pourraient subir les effets du réchauffement** (assèchement et pollution des eaux, ...). En Picardie, les zones humides ont fortement régressé en raison notamment du développement de l'urbanisation et des infrastructures en fond de vallée. Or outre leur rôle de réservoir de biodiversité et leur valeur patrimoniale, les zones humides constituent de formidables outils d'adaptation, en participant à l'équilibre de la ressource en eau : régulation des crues, soutien aux étiages, fonction d'épuration des eaux.

Par ailleurs, le changement climatique est susceptible d'affecter **les forêts picardes**, abritant certaines essences intolérantes aux sécheresses (exemple de la hêtraie de Compiègne, qui souffre déjà du manque d'eau).

Avec le changement climatique, on peut s'attendre enfin à une évolution de l'aire de répartition des espèces végétales et animales, terrestres et aquatiques : glissement des aires vers le Nord et en altitude. A cet égard, **la disparition des ceintures vertes autour des villages picards** et l'expansion des zones urbaines affaiblissent la biodiversité aujourd'hui et peuvent constituer de véritables obstacles aux futures migrations d'espèces et à l'adaptation au changement climatique des écosystèmes.

Les milieux naturels de Picardie



Réalisation : Sogreah ; Sources : CRPF-Nord Pas de Calais Picardie, DREAL, Conseil Régional

La ressource en eau est abondante actuellement en Picardie, mais celle-ci est fragilisée par les pressions humaines et notamment agricoles ; et localement, des conflits d'usage sont d'ores et déjà observés (**cas du bassin de l'Aronde**, classé en Zone de Répartition des Eaux). Le changement climatique amplifiera les tensions existantes et entraînera l'apparition de nouvelles problématiques, portant tant sur les aspects quantitatifs (diminution des débits des cours d'eau et du volume des nappes), que qualitatifs (augmentation des températures de l'eau et sensibilité aux bactéries, eutrophisation, hausse de la concentration en polluants).

2.2. Une vulnérabilité accrue aux risques naturels, notamment sur le littoral

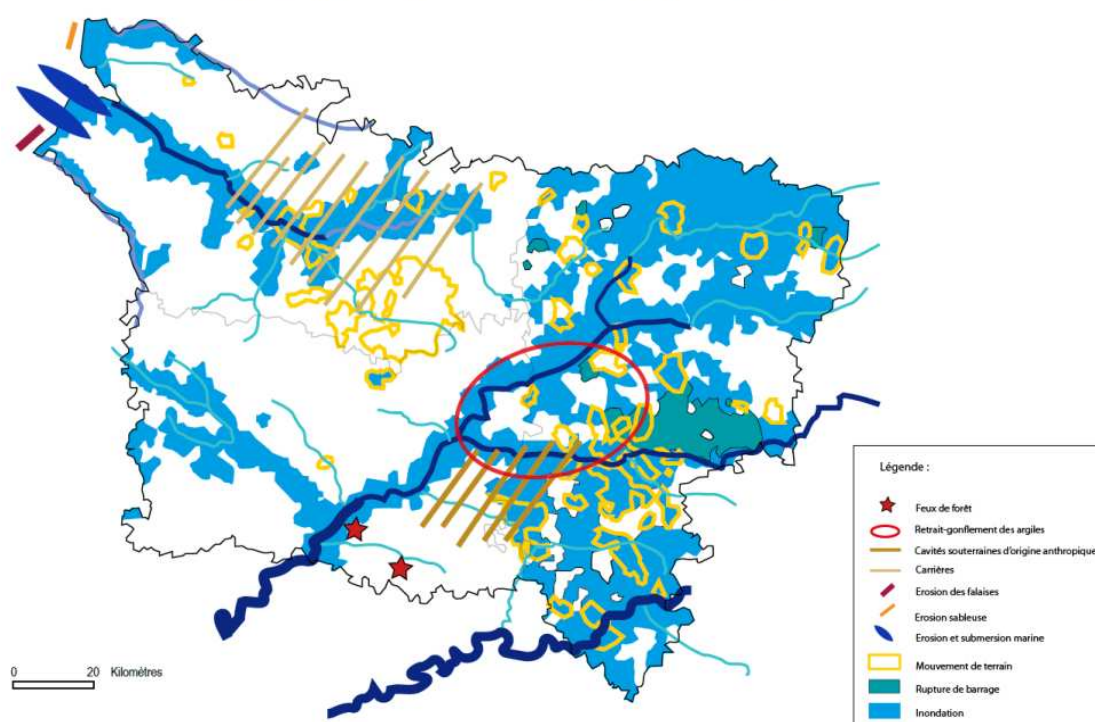
L'aménagement du territoire et le cadre de vie dépendent fortement du climat et notamment des événements météorologiques extrêmes. La Picardie est soumise à plusieurs risques naturels directement liés au climat. En premier lieu, la question des **risques côtiers sur le littoral picard** est prégnante, celui-ci étant caractérisé par une concentration importante d'enjeux (économiques, naturels, humains) sur un espace réduit. La montée du niveau de la mer, combinée à la recrudescence de phénomènes météorologiques extrêmes, va augmenter les risques d'érosion et de submersion. Le littoral picard est déjà exposé à ces risques : érosion des falaises crayeuses d'Ault ou du cordon de galets des bas champs. Avec le changement climatique, les stratégies de protection actuelles pourraient être remises en cause : certaines mesures protectrices sont lourdes à assumer financièrement et la hausse du niveau de la mer va continuer d'accroître ces coûts. Le choix d'un recul stratégique est alors étudié (expérience de dépoldérisation à la Ferme de la Caroline menée par le Conseil Général de la Somme, étude de faisabilité technique, juridique, sociale de la dépoldérisation des Bas Champs à Cayeux menée par le Syndicat mixte Baie de Somme).

Sur le reste du territoire, les **inondations par remontées de nappes**, sur lesquelles l'impact du changement climatique reste incertain, représentent le risque principal. Le territoire est maillé de zones sensibles à l'aléa, notamment dans les régions de Compiègne, Beauvais, Château-Thierry ou

encore dans le Laonnois. En 2001, les fortes précipitations ont généré des inondations dévastatrices, et un lien a été établi entre les remontées de nappes et les effondrements d'habitations sous-minées par des cavités à faible profondeur, notamment dans la Craie.

Moins impactant pour la sécurité des personnes, mais extrêmement dommageable pour les bâtiments individuels, **le risque de retrait-gonflement des argiles** – présent aujourd'hui dans le nord-est de l'Oise et l'ouest de l'Aisne, sera amplifié par des sécheresses plus fréquentes et plus intenses. Enfin, le changement climatique entraînera l'apparition de risques encore peu présents en Picardie, tels que **le risque de feux de forêt**, ce qui impliquera une mise à niveau des dispositifs de prévention et de protection. Selon de récents travaux menés par la Mission interministérielle sur le changement climatique et l'extension des zones sensibles aux feux de forêt, on devrait en effet voir un accroissement de l'aléa dans les territoires actuellement exposés ainsi que sa propagation territoriale vers le Nord et en altitude.

Les principaux risques naturels en Picardie



Réalisation : Sogreah ; Sources : Préfecture de Picardie, INSEE, Conseil régional, DREAL, ADEME, 2009 ; www.argiles.fr ; BRGM, Base de données des cavités souterraines

2.3. Chaleur estivale et canicules : de nouveaux enjeux en matière de santé publique et d'urbanisme pour la région

En relation avec les risques naturels, et plus généralement les événements climatiques extrêmes, **la santé des personnes sera impactée par le changement climatique**. La canicule de 2003 a mis en évidence l'impact des températures extrêmes sur la santé, et des facteurs de vulnérabilité tels que l'âge des populations (les personnes âgées étant les plus sensibles), les conditions socioéconomiques (les personnes habitant en logements précaires ou mal ventilés étant les plus vulnérables), la localisation (surmortalité particulièrement importante en zone urbaine), l'accessibilité aux soins de santé et plus généralement, aux équipements de proximité. En Picardie comme dans l'ensemble de la France, le vieillissement de la population est susceptible d'accroître la vulnérabilité aux canicules. La **question de l'accessibilité aux soins est par ailleurs problématique** : si la Picardie dispose du meilleur taux de toutes les régions pour l'équipement en lits médicalisés, on

recense un déficit important de professionnels qualifiés dans les métiers du sanitaire, avec des disparités infrarégionales importantes. On peut noter par exemple **la vulnérabilité du pays de Thiérache**, dont la population est plus âgée que dans le reste de la région, avec des revenus plus faibles et une densité relativement faible de personnels de santé. La vulnérabilité de la région aux impacts sanitaires du changement climatique est accentuée par **les inégalités sociales** : si le niveau de vie moyen de la Picardie équivaut au niveau de vie moyen des français vivant en province, les inégalités entre les départements sont significatives : en 2004, selon l'INSEE, le taux de pauvreté de l'Oise est de 9,9% alors que celui de l'Aisne est de 14,7% et celui de la Somme de 13,9%.

Sans grande métropole, la région n'est pas confrontée au phénomène d'îlot de chaleur urbain de façon importante. La ville la plus importante, Amiens, compte 134 481 habitants en 2008 et s'étend sur 49,5km². Pour autant, il est toujours souhaitable de prendre en compte la dimension du **confort thermique en ville, qui dépend largement des environs de l'espace urbain, du type d'urbanisme pratiqué et de la qualité des espaces publics, qui conditionnent l'accès à l'eau et à la fraîcheur : espaces verts, eau, plantations arborées, matériaux utilisés etc.** A défaut de telles précautions, l'effet du phénomène îlot de chaleur pourrait se faire sentir. La pollution atmosphérique amplifie l'impact des canicules, de même que la sensibilité aux allergies, elles aussi accrues par le changement climatique (allongement de la durée de pollinisation, augmentation du nombre de grains de pollen émis dans l'atmosphère...). La ville d'Amiens est concernée par les maladies allergiques notamment à cause d'une forte pollinisation des frênes et des bouleaux. L'offre de santé dans ce domaine apparaît insuffisante en Picardie.

2.4. Des activités économiques impactées par la diminution de la ressource en eau

De nombreuses activités économiques sont directement ou indirectement liées au climat : agriculture, tourisme, sylviculture, industrie, énergie. Certains de ces secteurs tels que l'agriculture se sont toujours spontanément adaptés au climat, mais les évolutions au cours du XXI^{ème} siècle risquent d'être plus rapides et pourraient impliquer une réorganisation profonde.

En agriculture, les observations sur ces dernières décennies soulignent un plafonnement des rendements du blé, avant tout pour des raisons climatiques. Les rendements de la betterave et du maïs sont en revanche, en progression. Si certaines études mettent en avant des effets *a priori* positifs du changement climatique sur le rendement de certaines cultures, la baisse de la disponibilité de l'eau, principalement en été, affectera les cultures très consommatrices (telles que la pomme de terre) ou dépendantes de l'irrigation (cas des légumes irrigués de plein champs en Picardie). **Les préoccupations concernent avant tout l'élevage** : les canicules et pénuries d'eau limitent la productivité fourragère et entraînent une dégradation des prairies. D'ores et déjà, la Picardie est confrontée à la problématique du déficit d'alimentation des troupeaux par les prairies en années de sécheresses, qui conduit à puiser dans les stocks fourragers, ou à s'approvisionner auprès des industries agro-alimentaires. L'élevage en région se concentre principalement **en pays de Thiérache**, particulièrement touché par la sécheresse du printemps 2011, ainsi qu'en Picardie maritime et dans le Pays de Bray, terres de polyculture-élevage.

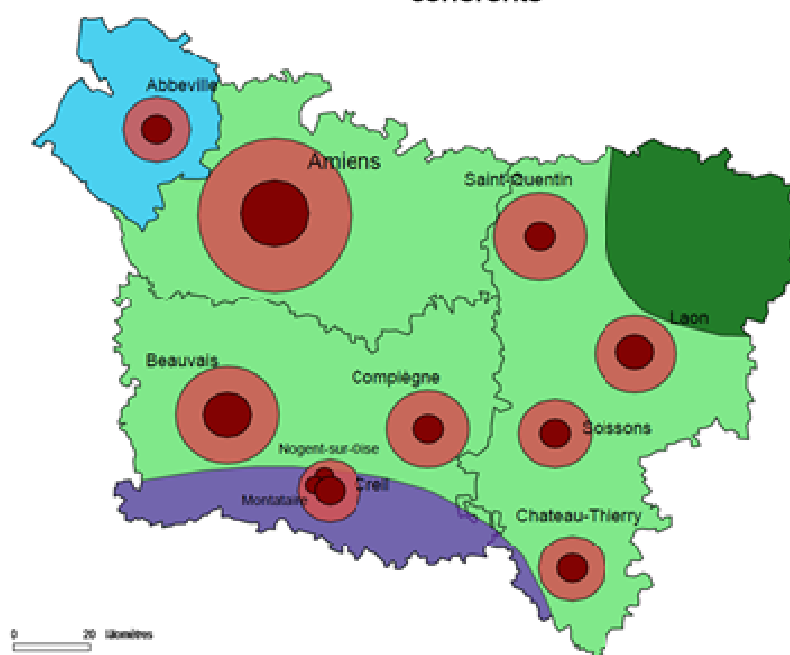
Changement climatique et baisse de la disponibilité en eau affecteront par **ailleurs les productions énergétiques et industrielles**. Si en Picardie, on ne recense pas d'importante structure de production d'énergie, la région est dépendante des structures des régions voisines, qui elles, pourraient être impactées (problématique des températures de rejet des eaux de refroidissement, diminution du potentiel hydroélectrique...). **La question de l'eau est également prégnante pour l'industrie**, qui regroupe en 2007, 23% des emplois salariés picards : les périodes de sécheresses peuvent ralentir, voire stopper la production pour les industries les plus dépendantes d'eaux de rivière. Par ailleurs, l'augmentation de la température de l'eau pourrait poser des problèmes pour les températures de rejets industriels réglementaires et la diminution des débits des cours d'eau accroître la concentration de polluants, notamment industriels.

Enfin, le tourisme en Picardie, largement concentré sur la Picardie maritime, pourrait souffrir des nouvelles tensions sur la ressource en eau, ainsi que de la recrudescence des risques naturels, notamment des risques côtiers. Enfin, la question des **conséquences sur le tourisme d'une évolution du littoral** (évolutions des milieux, de la biodiversité, mais également modifications résultant des choix d'aménagement réalisés en réponse au changement climatique) mérite d'être posée.

2.5. Vers une cartographie des vulnérabilités

L'ensemble du territoire picard est soumis aux impacts du changement climatique : diminution de la ressource en eau affectant les activités économiques et la biodiversité, vulnérabilité des populations aux épisodes de fortes chaleurs, exacerbation de certains risques naturels... Des spécificités territoriales peuvent néanmoins être identifiées, ce qui est présenté sur la carte suivante.

Le découpage de la Picardie en 5 territoires géographiques cohérents



Réalisation : Sogreah

Picardie maritime :

Exacerbation des risques côtiers sur le littoral, vulnérabilité à la diminution de la ressource en eau en raison de la concentration d'activités sur un territoire restreint. Biodiversité littorale remarquable, fragilisée par le changement climatique.

Zone « Nord-est » :

Vulnérabilité de l'élevage au manque d'eau. Vulnérabilités sociales aux canicules et risques naturels (population plus âgée, parfois isolée des services de proximité). Risque inondation présent sur la majeure partie de l'entité.

Picardie des grandes cultures :

Vulnérabilité des grandes cultures au manque d'eau, bien que quelques opportunités. Sensibilité des massifs forestiers. Une partie de l'entité soumise au risque d'inondation, mouvements de terrain et effondrement des cavités souterraines.

Zone « Sud » :

Problématiques eau (quantité, qualité) et industrie. Chaleur estivale exacerbée par la proximité avec la région parisienne.

Villes picardes :

Urbanisme et îlot de chaleur urbain, nécessaire recherche de cohérence entre l'atténuation et l'adaptation dans les politiques d'aménagement. Vulnérabilité aux risques naturels en raison de la concentration d'enjeux.

En premier lieu, se distingue **la Picardie maritime**, dont la particularité réside dans la forte concentration d'enjeux sur un espace réduit. Composé du nord au sud, de la baie d'Authie, de la côte sableuse du Marquenterre, de la baie de Somme, des Bas-Champs et des falaises crayeuses près d'Ault, le littoral picard jouit de milieux naturels riches et divers. L'impact du changement climatique sur le littoral concerne **principalement la hausse du niveau de la mer** (érosion, submersion marine) ainsi que la biodiversité littorale, notamment les zones humides qui pourraient subir les effets du réchauffement climatique (assèchements, migrations d'espèces etc.). Plus largement, la **question de la ressource en eau** pourrait devenir de plus en plus préoccupante en raison de la concentration d'activités (populations, industries, élevage...).

L'étude de vulnérabilité conduit à distinguer **l'extrême sud de la Picardie**, marqué par l'influence de la région parisienne, comme en témoignent les déplacements domicile travail : un salarié sur deux des pays de Thelle Vexin Sablons et du Sud-Oise travaille dans la région parisienne, principalement au pôle Roissy ou au pôle Paris. Davantage urbanisée que le reste du territoire et directement soumise aux influences des chaleurs parisiennes en cas de canicule, cette entité apparaît sensible à la hausse des températures maximales estivales et aux vagues de chaleur. En 2003, le sud de l'Oise a d'ailleurs été marqué par une surmortalité plus élevée que le reste de la région. La problématique industrielle y est également présente : le sud de l'Oise concentre des activités de l'industrie chimique, plasturgique, aéronautique et automobile. La question de l'eau (quantité et qualité) pourrait y devenir prégnante.

Egalement sensibles à l'aléa canicule, **les villes picardes** constituent des espaces à enjeux particuliers en termes de changement climatique. En effet, elles concentrent les populations, les activités, le dynamisme, les moyens d'actions... Ce sont ces espaces qui *a priori* disposent de la plus grande capacité à réagir mais qui, en même temps, seront particulièrement touchés par le changement climatique. Les villes picardes sont de taille moyenne mais les enjeux liés à l'urbanisation, l'étalement urbain et à la végétalisation des villes y sont présents. Les infrastructures de transport reliant les villes picardes ainsi que l'étalement urbain peuvent renforcer la vulnérabilité des habitats naturels, notamment en impactant les corridors biologiques. Pour les pôles urbains, l'enjeu se trouve ainsi dans la cohésion entre politiques d'atténuation du changement climatique et d'adaptation. C'est également dans ces espaces que l'on recense les situations sociales les plus défavorables (taux d'allocataires aux minima sociaux plus élevé, densité importante de logements sociaux...). Ces villes sont par ailleurs vulnérables aux risques naturels : inondations, glissement de terrain, effondrement (cavités souterraines), retrait gonflement des argiles etc.

Une entité conséquente, la « **Picardie des grandes cultures** » se distingue également. L'agriculture, en lien avec l'industrie agro-alimentaire, y est constituée de grandes exploitations tournées principalement vers les productions végétales et à forte productivité. Les activités agricoles peuvent être directement concernées par le changement climatique avec des opportunités pour certaines cultures et des besoins accrus en eau. A l'ouest, on retrouve la problématique de l'élevage dans le Pays de Bray, avec une sensibilité particulière aux sécheresses. Les risques de sécheresses sont ainsi les plus redoutés. L'est du territoire est également marqué par l'importance de l'espace forestier (massif des Trois Forêts, Forêt de Compiègne, massif de Saint-Gobain), avec des essences peu adaptées aux fortes chaleurs et au stress hydrique. Plus qu'un enjeu économique, le changement climatique est également porteur d'enjeux d'ordres paysagers et patrimoniaux. La présence d'une biodiversité diversifiée entraîne la couverture d'une partie importante du territoire par des ZNIEFF et ZICO. La santé des populations apparaît également être un enjeu majeur : dans ces zones rurales picardes, les populations peuvent être éloignées des services de soin et plus généralement, des services de proximité. Le territoire est par ailleurs soumis en grande partie au risque inondation, le long des cours d'eau et particulièrement à l'est de l'entité ; ainsi qu'aux risques de mouvements de terrain et d'effondrement des cavités souterraines. Enfin, la construction au centre de cette entité du Canal Seine-Nord-Europe, facteur dynamisant pour le territoire, impliquera de prendre en compte la question du changement climatique et de son impact sur le trafic fluvial.

Enfin, au **nord-est de la région**, une entité territoriale présente des vulnérabilités aux effets du changement climatique qui lui sont propres, en raison d'une part des activités phares de la zone, et d'autre part des vulnérabilités sociales. Ce territoire constitue la principale zone d'élevage de Picardie (élevage laitier herbager), il est donc particulièrement vulnérable aux sécheresses, comme en témoignent les impacts de la sécheresse du printemps 2011. En termes de vulnérabilités sociales, le niveau de vie y est le plus faible de la région, la moyenne d'âge la plus élevée et la zone abrite de nombreuses personnes isolées. L'accès aux soins et aux services de proximité apparaît relativement faible, augmentant la vulnérabilité aux fortes chaleurs et aux risques naturels, d'autant plus que le risque inondation est présent sur la quasi-totalité du territoire.

Partie 2 : Climat présent et futur en Picardie

Les éléments présentés ci-après sont issus des travaux de Météo-France, Direction inter-régionale Nord. La méthodologie associée est présentée en Annexe 1 de ce document.

1. Définition du climat actuel

1.1. Description géographique de la région

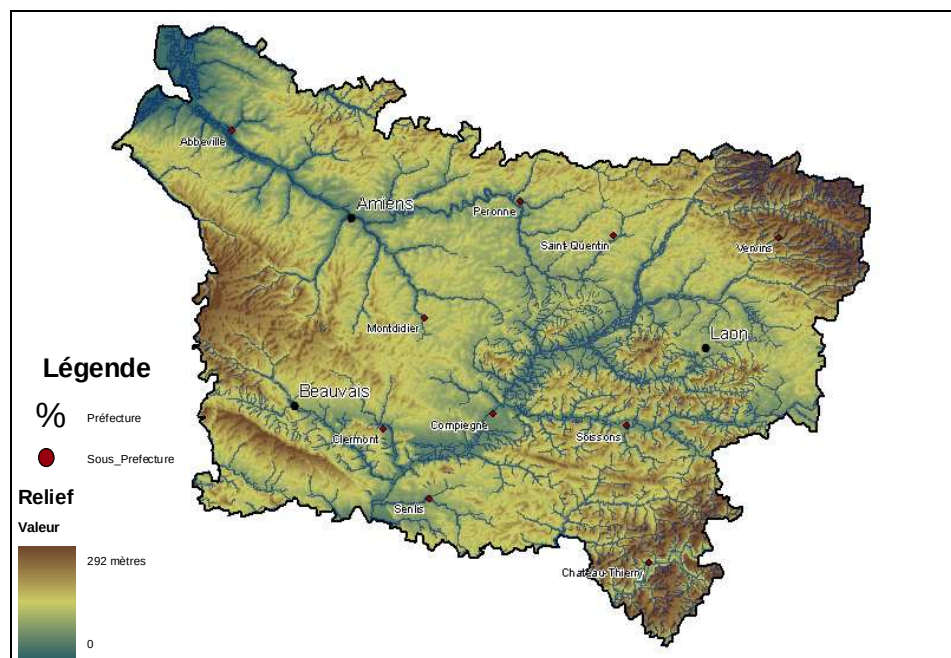


Figure 3 - Relief de la région Picardie (échelle en mètres).

La Picardie est constituée de trois départements : Oise, Somme et Aisne. Sa superficie est de 19 399km², et la population (2005) comprend 1 886 000 d'habitants. La région Picardie, prolongement du Bassin parisien s'ouvrant au nord sur l'Artois et, au-delà, sur les plaines de Flandre, recouvre les anciennes provinces du Beauvaisis, du Soissonnais, ainsi que l'est du pays de Bray et une partie de la Champagne.

Pour l'ensemble du territoire, le paysage picard est celui d'un relief faiblement ondulé à l'exception toutefois de la plaine côtière du Marquenterre constituée de vallées fluviales. La faible dénivellation jusqu'à la mer explique le faible débit des rivières et fleuves qui se dispersent en étangs et marais (donnant naissance à des hortillonnages, jardins maraîchers délimités par des canaux situés à la périphérie d'Amiens, d'Abbeville ou de Péronne), mais est aussi à l'origine d'importantes inondations, comme celles qui ont ravagé la Picardie au cours de l'année 2001. Au sud de la région, dans le Beauvaisis, le relief est plus vallonné, en raison de la présence de l'Oise et de ses affluents.

1.2. Climat actuel de la région

Le climat actuel est illustré par une climatologie fine (résolution 1km) issue de la spatialisation des observations sur la période 1971-2000 par la méthode AURELHY. La méthode AURELHY permet d'obtenir des champs météorologiques (pluie et température) par l'interpolation des mesures effectuées sur une longue période en prenant en compte le relief. Cette climatologie fine constitue actuellement la climatologie de référence à Météo-France

On caractérise le climat à l'aide des paramètres suivants : les pluies moyennes annuelles, et les pluies moyennes saisonnières hiver/été, les températures moyennes annuelles, les températures maximales et minimales (TX/TN) moyennes saisonnières hiver/été.

1.2.1. Précipitations

Précipitation moyenne mensuelle

Les précipitations moyennes mensuelles sont calculées à partir des cumuls annuels de précipitations que l'on divise par douze mois. La valeur des précipitations moyennes correspond donc à un cumul mensuel de précipitation.

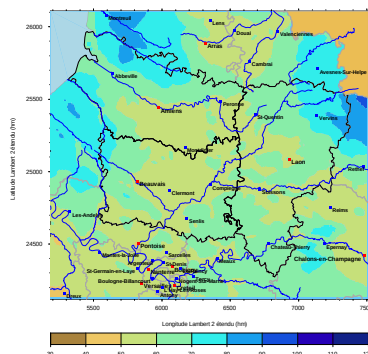


Figure 4 - Précipitations moyennes mensuelles [1971-2000]

Les précipitations moyennes annuelles de la région Picardie varient entre 50 et 90mm. Les *maxima* (de 80 à 90mm) sont observés dans le nord-ouest de la Somme et dans le nord-est de l'Aisne (Thiérache). Une zone relativement homogène comprenant l'Amiénois, le Santerre, le Clermontois et le Beauvaisis correspond aux *minima* de la région (50 à 60mm).

Précipitations moyennes hiver/été⁴

En hiver (cf. Figure 5), la répartition des précipitations moyennes mensuelles montre une variation assez large des valeurs allant de 50 à 100mm. Les précipitations moyennes maximales (de l'ordre de 90/100mm) sont observées sur le nord du pays du Ponthieu (nord d'Abbeville) et sur l'extrême est de l'Aisne dans la Thiérache ardennais. Une zone assez vaste de valeurs proches de 50mm comprenant le sud de l'Amiénois, le Santerre, le Clermontois et le Noyonnais, la partie Est du Beauvaisis, correspond aux précipitations moyennes minimales.

En été, la répartition des précipitations moyennes présente quasiment la même configuration que les précipitations moyennes hivernales. Les valeurs varient de 50 et 80mm sur la région. Les *maxima* (de l'ordre de 80mm), comme en hiver, sont détectés au nord de Ponthieu, et à l'est de la Thiérache. La zone homogène (valeurs de 50/60mm) identifiée plus haut s'est étendue pour occuper une majeure partie de la région.

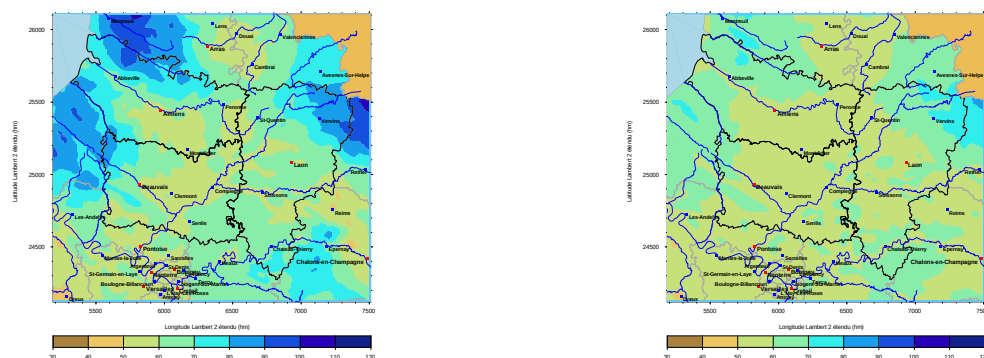


Figure 5 - Précipitation moyenne saisonnière [1971-2000]. A gauche : l'hiver. A droite : l'été.

⁴ Rappel : la période d'été correspond à six mois [avril – septembre] ; la période d'hiver correspond à octobre de l'année N à mars de l'année N+1.

Fortes précipitations (supérieures à 10mm)

On définit un jour de forte pluie comme un jour pour lequel on relève un cumul de précipitation supérieur à 10mm. Le nombre de jours par an associé aux fortes précipitations varie de 10 à 34 sur la région Picardie. Les zones où les fortes pluies sont les plus nombreuses sont situées au nord d'Abbeville et à l'est de Vervins avec 30 à 34 jours par an. Le minimum de jours de fortes pluies (de 10 à 14 jours/an) est quant à lui situé au nord de Compiègne.

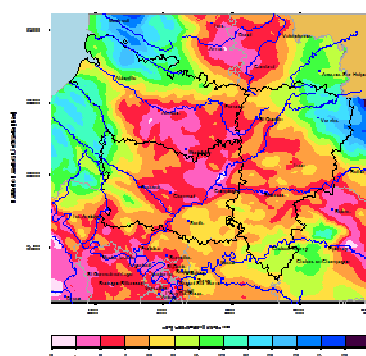


Figure 6 - Nombre de jours par an de fortes précipitations (pluies > 10mm).

1.2.2. Nombre de jours de sécheresse

On définit une « sécheresse » comme étant une période de cinq jours secs consécutifs. Un jour sec est lui-même défini comme étant une journée avec moins de un millimètre de pluie quotidienne. Cet indicateur reflète en quelque sorte, et de manière simplifiée, « le stress hydrologique » qui résulte d'au moins cinq jours d'absence de pluie ou de très faibles précipitations.

Tableau 2 – Caractérisation des sécheresses : exemple fictif

01/01/2011	02/01/2011	03/01/2011	04/01/2011	05/01/2011	06/01/2011
RR < 1mm	RR < 1mm	RR < 1mm	RR < 1mm	RR < 1mm	
	RR < 1mm	RR < 1mm	RR < 1mm	RR < 1mm	RR < 1mm

Dans l'exemple fictif ci-dessus, pour la période du 01/01 au 06/01/2011, les précipitations quotidiennes sont toutes inférieures à 1mm. Par conséquent, on comptabilise pour ce cas seulement deux sécheresses (ou deux stress hydrologiques) : l'une pour la période allant du 01/01 au 05/01 et l'autre pour la période s'étendant du 02/01 au 06/01.

Tableau 3 - Nombre moyen de jours de sécheresse, période [1971-2000].

Période	Abbeville	Beauvais	Saint-Quentin
Moyenne annuelle	104,8	117,9	105,9
Moyenne estivale	56,5	62,6	55,3
Moyenne hivernale	48,3	55,3	50,6

C'est dans le département de l'Oise à Beauvais que l'indicateur sécheresse est maximum aussi bien en moyenne annuelle qu'en moyenne saisonnière (été et hiver). En effet, en moyenne annuelle, on recense à Beauvais 117,9 sécheresses par an contre 105,9 sécheresses par an à Saint-Quentin et 104,8 par an à Abbeville.

Ce nombre en été s'abaisse à 62,6 à Beauvais, 56,5 à Abbeville et 55,3 à Saint-Quentin. Il est naturellement plus faible en hiver avec le maximum d'évènements observés à Beauvais avec 55,3 sécheresses en hiver, suivi de 50,6 pour Saint-Quentin et de 48,3 pour Abbeville.

1.2.3. Températures

Température moyenne annuelle

Il s'agit de la moyenne annuelle des températures moyennes quotidiennes. La température moyenne quotidienne se définit comme la moyenne arithmétique des températures minimale et maximale du jour considéré (unité : °C). La température moyenne sur la région s'échelonne de 9°C à 11,5°C. Les températures moyennes les plus élevées sont situées sur les côtes picardes, dans l'Amiénois le long de la Somme, une petite zone de chaleur (de l'ordre de 11 à 11,5°C) est localisée au sud de Compiègne. Des températures moyennes plus basses (de 9 à 9,5°C) sont présentes dans l'est de la Thiérache et dans la partie nord-ouest du Beauvaisis.

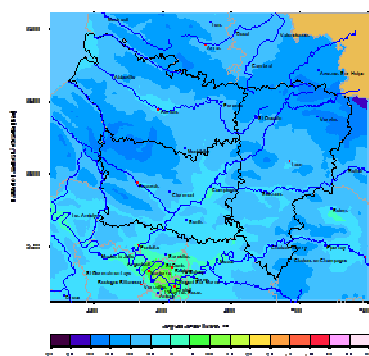


Figure 7 - Température moyenne annuelle [1971-2000].

Températures minimales moyennes saisonnières (hiver/été)

Il s'agit de la moyenne saisonnière des températures minimales quotidiennes. La température minimale quotidienne se définit comme la température minimale entre 18 UTC la veille (J-1) et 18 UTC⁵ le jour J (unité : °C).

En hiver (cf. Figure 8), les températures moyennes minimales s'échelonnent, pour la région Picarde, de 1,5°C à 4°C. La répartition spatiale des températures montre des minima localisés d'une part dans le sud-ouest de la Somme et nord-ouest de l'Oise, et sur une majeure partie est de la région, en particulier dans le nord de la Thiérache (est de St Quentin, est de Soissons jusque Château-Thierry). Le reste de la région présente des valeurs homogènes (entre 2,5 et 3°C). Les maxima (de l'ordre de 4°C) sont, quant à eux, observés sur la côte littorale et s'étendent le long du fleuve de la Somme, dans le Ponthieu jusqu'au sud de l'Amiénois.

En été, les températures minimales moyennes s'étendent de 7 à 11°C. Des poches plus chaudes de l'ordre de 11°C sont localisées sur le littoral picard, dans l'Amiénois, vers le nord du Valois et dans le Compiégnois. La distribution des minima est approximativement la même qu'en été, avec cependant moins d'amplitude. Les températures les plus basses (de l'ordre de 7 à 8°C) sont situées sur le plateau picard, au nord et à l'ouest du Santerre et sur l'est de la région.

⁵ UTC = temps universel par rapport au méridien de Greenwich

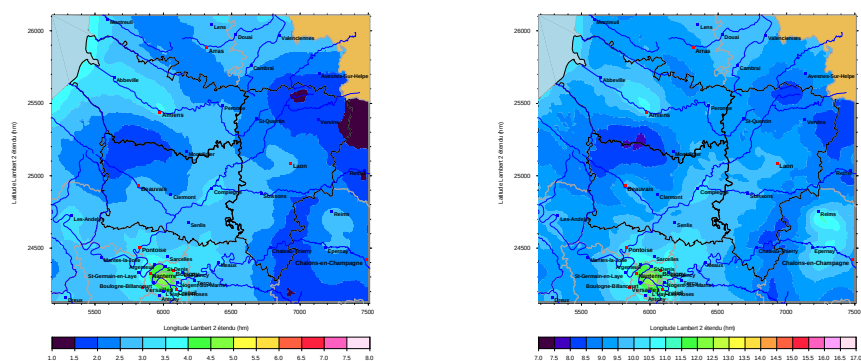


Figure 8 - Température minimale moyenne saisonnière [1971-2000]. A gauche : hiver. A droite : été.

Gel

Les gelées (température minimale inférieure à 0°C) varient de 20 à 80 jours par an dans la région. Elles sont plus nombreuses (avec 70 à 80 jours de gelées) dans l'ouest du Beauvaisis, l'est du Vermandois, du Laonnois et sur l'ensemble de la Thiérache. Elles sont moins fréquentes (entre 40 et 50 jours) sur le littoral et le long de la Somme jusqu'à Amiens.

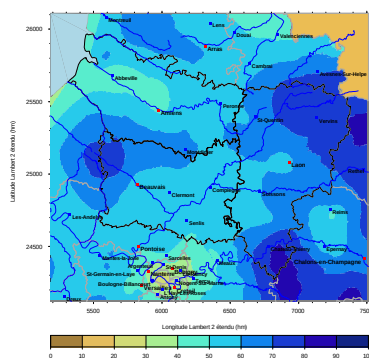


Figure 9 - Nombre moyen de jours de gel (TN < 0°C) par an [1971-2000].

Températures maximales moyennes saisonnières (hiver/lété)

Il s'agit de la moyenne saisonnière des températures maximales quotidiennes. La température maximale quotidienne se définit comme la température maximale entre 06 UTC le jour J et 06 UTC le lendemain (J+1). Unité : °C.

En hiver, les moyennes des températures maximales s'échelonnent sur la région Picardie de 7 à 11°C. Les maxima sont relevés dans le sud de l'Aisne à l'est de Château-Thierry (11°C). Les minima sont localisés à l'extrême est de la Thiérache (7 à 8°C).

En été, les températures maximales estivales moyennes varient de 17 à 22°C sur la région. Le maximum est observé sur une petite zone au nord-est de Château-Thierry (de 22 à 23°C) alors que le minimum est situé au nord-est d'Abbeville (17 à 18°C).

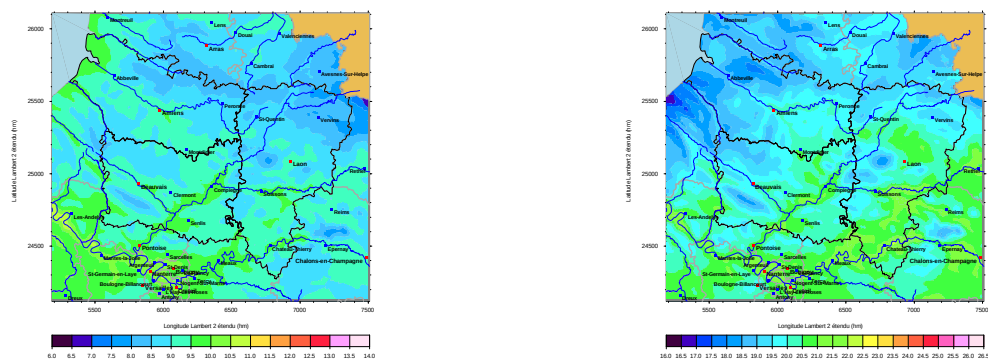


Figure 10 - Température maximale saisonnière [1971-2000]. A gauche : l'hiver. A droite : l'été.

Fortes chaleurs

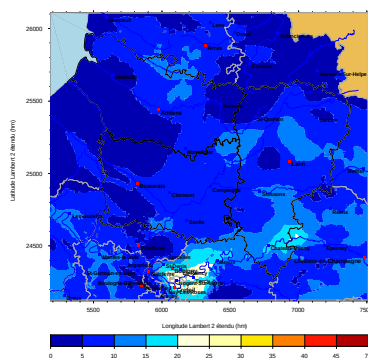


Figure 11 - Nombre de jours de fortes chaleurs (TX > 30°C) par an [1971-2000].

Il s'agit du nombre de jours dans l'année où la température maximale quotidienne est supérieure 30°C (unité : le nombre de jours). Le nombre de jours chauds est relativement homogène sur la région et s'élève entre 10 et 25 jours par an. Ce nombre est maximum dans l'Aisne.

2. Climat futur en Picardie

La méthodologie afférente aux simulations climatiques est présentée en Annexe 1 et les cartes en Annexe 2. Ci-après, quelques recommandations pour l'interprétation des données.

Les limites associées aux simulations présentées

Les résultats présentés dans ce rapport ne sont imputables qu'à un seul modèle et seulement trois scénarios de ce modèle, l'utilisation d'autres sources de données peuvent conclure à des résultats moins pessimistes ou au contraire plus dramatiques. Il convient donc d'être prudent quant à leur utilisation déterministe ; une utilisation prédictive semble plus adéquate.

Par ailleurs, de nombreuses restrictions s'appliquent :

- l'utilisation de la méthode des deltas repose sur l'hypothèse forte que l'évolution climatique est relativement stable spatialement dans le temps ;
- la résolution fine est apportée par la méthode de spatialisation AURELHY utilisée sur la période de référence alors que l'information sur l'évolution climatique depuis la période de référence, issue du modèle climatique, est disponible seulement à la résolution de 50km ;
- l'étude présentée ici vaut pour des paramètres moyens et « extrêmes » ; il n'est pas question d'estimer les valeurs records des paramètres, ni leurs valeurs pour une année donnée.

Les incertitudes

Tout exercice de scénario sur le XXI^{ème} siècle est de nature probabiliste en raison des nombreuses sources d'incertitude existantes (certaines sont fondamentalement irréductibles). **Les simulations climatiques ne sont pas des prévisions et aucune échelle de probabilité ne leur est attachée** (aucun scénario n'est plus probable qu'un autre). Elles représentent *a priori* des évolutions plausibles du climat de la France sur le XXI^{ème} siècle basées sur nos connaissances actuelles.

Il existe plusieurs sources d'incertitude : l'incertitude « modèle » liée à la représentation des processus physiques et l'incertitude associée aux scénarios d'émission des gaz à effet de serre. La première incertitude peut être analysée en utilisant plusieurs scénarios issus des modèles du GIEC et met en évidence les différences entre les différents modèles de prévision numérique retenus par le GIEC. La deuxième peut être approchée avec le jeu restreint des scénarios Arpège correspondant aux différents scénarios A1B, B1 et A2. Une troisième source d'incertitude correspond à la variabilité climatique intrinsèque et chaotique qui est un phénomène naturel et non modélisable.

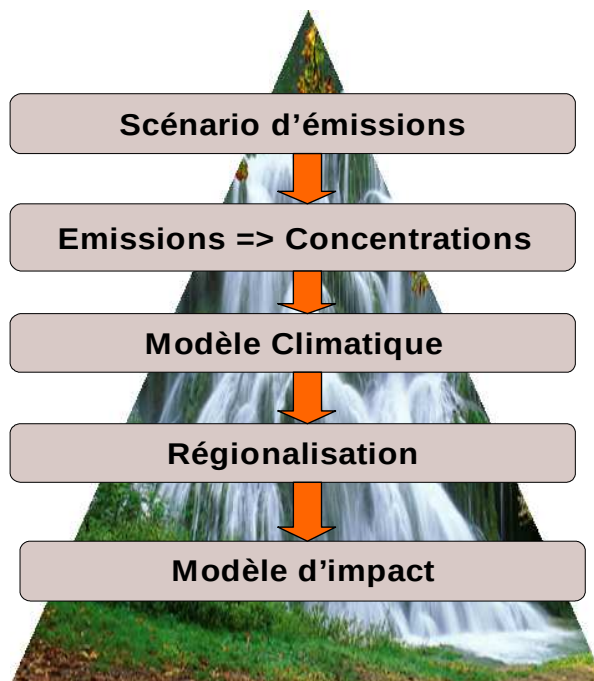


Figure 12 - Cascade des incertitudes (Source : Boé 2007)

On peut donc résumer la façon de voir les incertitudes en considérant que l'on peut avoir :

- Une approche mono-modèle et multi-scénarios ;
- Une approche multi-modèles et multi-scénarios.

Dans le présent rapport on s'intéresse uniquement aux incertitudes « un modèle, plusieurs horizons et plusieurs scénarios ».

2.1. Changement climatique en Picardie

2.1.1. Tendances

Pour la *température*, la tendance est avec une très grande certitude à la hausse pour le siècle à venir. Toutefois son ampleur varie légèrement selon les scénarios.

Pour 2030, les trois scénarios s'accordent encore ensemble et tablent sur une augmentation de **+1°C environ**. Il est à noter que le scénario le plus pessimiste semble alors A1B, qui est en fait le scénario intermédiaire. Cela illustre le fait que l'incertitude ne repose pas que sur les scénarios d'émission de CO₂, mais aussi sur la variabilité naturelle du climat.

Par la suite (horizon 2050/2080), le scénario B1 évolue à une vitesse plus lente que les deux autres. L'augmentation de température moyenne sur le siècle est ainsi de **+2°C** environ (scénario A1B). Pour les deux autres scénarios, elle varie entre **+2,5 et +3,5°C** en moyenne. On peut également souligner une légère accélération du réchauffement en fin de siècle pour les trois scénarios.

Pour les *précipitations*, la tendance est moins marquée. En effet, on assiste, d'après les projections, à une faible évolution du cumul mensuel moyen jusqu'à l'horizon 2050.

Toutefois, la tendance apparaît avec certitude pour 2080, avec une baisse des précipitations pour les trois scénarios. Son intensité est de l'ordre de **10mm de pluies mensuelle en moins pour les scénarios A2 et A1B**, soit environ 15% du cumul total, et légèrement plus faible pour le scénario B1. Cette baisse se fait sentir sur l'ensemble de la région et notamment le plateau picard. Mais ce constat cache en fait de larges disparités entre les saisons, qui sont explicitées plus loin.

Pour ce qui est des **événements extrêmes**, avec l'évolution des températures et des précipitations, on constate avec une bonne probabilité d'ici à la fin du siècle :

- une diminution du nombre de jours de gel allant de 30% dans la Thiérache et le sud de l'Aisne, et jusque 100% sur le littoral ;
- un doublement en moyenne du nombre de jours de fortes chaleurs en été ;
- une augmentation du nombre de jours de sécheresse en été de 20% environ ;
- une diminution de la fréquence des fortes pluies à la fin du printemps et en été de presque de moitié.

2.1.2. Paramètres de Températures

Températures minimales et maximales saisonnières

Dès l'échéance 2030 on observe une très probable augmentation des températures minimales et maximales en hiver, ainsi qu'en été. Celle-ci s'élève entre 0,5 et 1,5°C selon les scénarios et les zones géographiques. Les trois scénarios restent toutefois très proches à cette échéance.

A partir de 2050, les divergences entre scénarios commencent à apparaître. L'évolution entre 2030 et 2050 pour le scénario B1 est très faible. Les deux autres scénarios A2 et A1B restent, quant à eux, relativement proches. D'après eux l'augmentation des températures s'élève à 2°C environ, à l'exception du cas de la température minimale en été, qui est limitée à 1°C environ.

A horizon 2080 les trois scénarios diffèrent sur l'ampleur du réchauffement, mais ils s'accordent tous sur une augmentation de la température en fin de siècle. L'anomalie de température a tendance à être légèrement moins marquée en hiver, avec des températures minimale et maximale qui augmentent de 1,5 à 3°C selon les scénarios. En été, l'anomalie peut atteindre 4°C d'après le scénario A2, le plus pessimiste. Pour ce qui est des températures maximales, on observe de plus un scénario intermédiaire, A1B, s'approchant du scénario A2, avec des anomalies de l'ordre de 3°C. Le scénario B1 à échéance 2080 ressemble, quant à lui, davantage aux deux autres scénarios à l'échéance 2050.

Gel

Les scénarios ne divergent que légèrement entre eux à horizon 2030. Ils s'accordent tous sur une baisse marquée du nombre de jours de gel. Celle-ci est quasiment d'une vingtaine de jours en moyenne ; ce qui représente environ la moitié du nombre de jours moyen annuel sur le littoral et le long de la Somme jusqu'à Amiens.

La baisse se poursuit à échéance 2050, sauf pour le scénario B1. Pour les deux autres scénarios, la diminution est de presque 30 jours par rapport à la climatologie actuelle. Elle est légèrement plus marquée dans l'Aisne. Ainsi, dans la Thiérache, le nombre de jours de gel passerait de 75 jours aujourd'hui à 50 environ en 2050.

L'intensité de la baisse des gelées est variable suivant les scénarios, entre 25 et 35 jours. Les projections du scénario B1 en 2080 sont semblables à celles de A2 et A1B à échéance 2050. D'après le scénario A2, on aboutirait à la fin du siècle à des années quasiment sans gelées en moyenne sur le littoral et le long de la Somme jusqu'à Amiens.

Fortes chaleurs

En 2030, les trois scénarios sont proches les uns des autres et donnent un nombre de jours de fortes chaleurs (cf. histogramme ci-dessous) doublé en moyenne par rapport à la climatologie 1971/2000 en juillet, août et septembre. Le pic d'événements a lieu en août avec en moyenne 5 jours de fortes chaleurs.

Le scénario B1 à l'échéance 2050 reste proche des projections de 2030. En revanche, l'augmentation du nombre de jours de fortes chaleurs devient plus importante pour les deux autres scénarios. Pour

ceux-ci, le nombre de jours de fortes chaleurs triple en juillet et août par rapport à la climatologie actuelle.

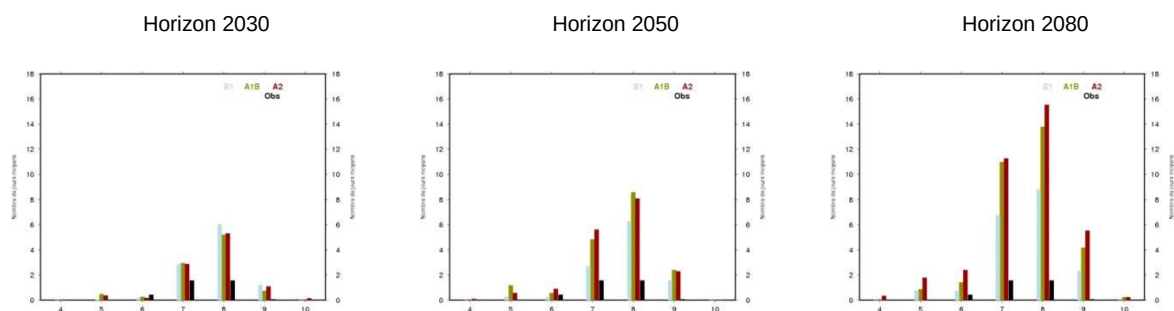


Figure 13 - Nombre moyen mensuel de jour de fortes chaleurs aux différents horizons pour les trois scénarios A1B, B1 et A2 au point de grille modèle le plus proche d'Amiens

A la fin du siècle, le nombre de jours de fortes chaleurs augmente pour tous les scénarios. Cette tendance est la plus forte pour les mois de juillet et août avec plus de 8 jours de fortes chaleurs par mois en moyenne, et aussi en septembre, avec plus de 2 jours de fortes chaleurs. On observe également un élargissement de la période sujette à des températures supérieures à 30 °C. Dans la climatologie 1971/2000 elle couvre juin, juillet et août, et à l'horizon 2080 elle va de mai à septembre. Il apparaît également que la tendance à la hausse est plus élevée à la fin de la saison (septembre) qu'au début (juin).

D'après la carte des deltas disponible en annexe, le nombre de jours de fortes chaleurs sur l'ensemble de la région Picardie évolue de la même manière qu'à Amiens. A noter que ce nombre reste le plus faible près du littoral, entre 5 et 20 jours annuellement selon les scénarios, et que le maximum est atteint dans les régions de l'Orsois et dans le Tardenois, entre 20 et 40 jours annuellement.

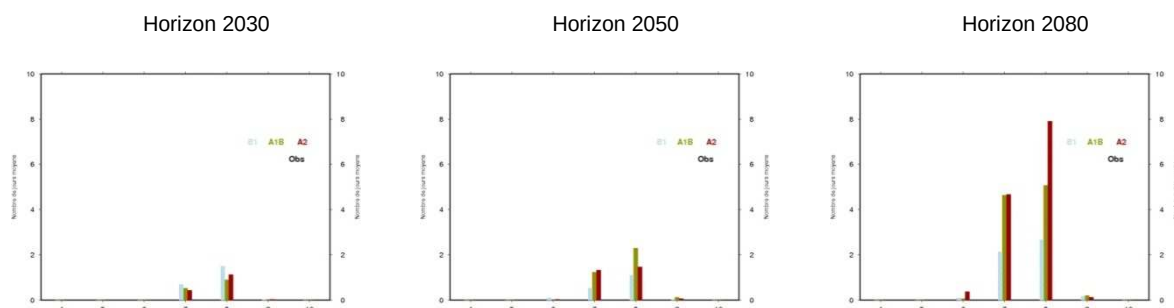


Figure 14 - Nombre moyen mensuel de jour de très fortes chaleurs aux différents horizons pour les trois scénarios A1B, B1 et A2 au point de grille modèle le plus proche d'Amiens

Quant aux jours de très fortes chaleurs (température maximale supérieure à 35°C, cf. tableau ci-dessus), ils restent anecdotiques jusqu'en 2050 (entre 1 et 2 par an, en moyenne) et augmentent fortement à l'horizon 2080 (entre 4 et 13 selon les scénarios), tout en restant bornés à juillet et août.

2.1.3. Paramètres de Précipitations

Cumul mensuel moyen saisonnier

Le paramètre de cumul de précipitation mensuel suit des tendances notablement différentes en fonction de la saison, hiver ou été. Ces évolutions sont détaillées ci-dessous en analysant séparément pour chaque échéance les projections pour les deux saisons.

En *hiver*, à l'horizon 2030, les scénarios sont relativement proches entre eux et ne diffèrent que très légèrement de la climatologie actuelle. La tendance est à une légère augmentation des cumuls, d'environ 5mm mensuellement.

La tendance en été est plus marquée. Elle est visible dès l'échéance 2030 pour les trois scénarios. Les précipitations sont à la baisse de presque 10mm mensuellement, et plus particulièrement à l'ouest, dans la Somme et l'Oise. Sur ces deux départements, les cumuls vont de 40 à 50mm environ.

Les projections ne montrent quasiment aucune évolution en *hiver* entre 2030 et 2050. On reste ainsi proche de la climatologie actuelle, avec une légère intensification.

La baisse des précipitations *estivales* s'accroît encore à l'horizon 2050. On observe de légères différences entre les scénarios et les zones géographiques. En effet, la diminution est, encore une fois, plus marquée pour la Somme et l'Oise que sur l'Aisne. Elle apparaît supérieure à 10mm mensuellement pour les scénarios A2 et A1B.

En hiver, les précipitations pour 2080 sont à la baisse par rapport à 2050 d'après les projections des trois scénarios du modèle Arpège-Climat. Cette baisse amène le cumul de pluies légèrement en-dessous de la climatologie 1971/2000, de 5mm mensuellement environ. Le scénario qui accuse la baisse la plus importante est le scénario intermédiaire, A1B. Cela illustre la variabilité du phénomène, et donc son incertitude quant à son ampleur. En effet, d'après cette dernière projection, les précipitations par mois pourraient être inférieures à 50mm sur le plateau picard en hiver. *En été*, à l'échéance 2080 les trois scénarios s'accordent sur une diminution des précipitations de l'ordre de 10mm mensuellement au moins, par rapport à la climatologie actuelle sur la majeure partie de la région Picardie. Pour les scénarios A2 et A1B, le phénomène est encore plus marqué, notamment dans la Somme et l'Oise, avec des cumuls mensuels moyens en-dessous de 40mm par endroits.

Sécheresses

Tableau 4 - Nombre moyen annuel de sécheresse au point de grille modèle « Amiens ».

Scénario (Annuel)	2030	2050	2080
A1B	107,5	112,4	132,9
A2	105,5	1010,0	124,7
B1	107,0	102,0	121,9

Tableau 5 - Nombre moyen de sécheresse en été au point de grille modèle « Amiens ».

Scénario (Eté)	2030	2050	2080
A1B	62,4	64,4	77,5
A2	63,6	68,0	73,3
B1	64,5	59,8	72,9

Tableau 6 - Nombre moyen de sécheresse en hiver au point de grille modèle « Amiens ».

Scénario	2030	2050	2080
A1B	45,0	48,0	55,4
A2	41,9	42,0	51,4
B1	42,5	42,2	49,0

A horizon 2030, le nombre de jours de sécheresse reste proche des normales climatologiques (cf. paragraphe « sécheresse » page 30), vers 110 jours en moyenne par an, quel que soit le scénario. On observe toutefois une répartition particulièrement inégale de ces jours entre l'hiver et l'été.

A échéance 2050, les deux scénarios A2 et A1B s'accordent sur une hausse légère du nombre de jours de sécheresse. Cependant, le scénario B1 ne suit pas cette tendance, ce qui montre la part d'incertitude sur le paramètre à cet horizon. Celle-ci semble plus précisément porter sur la période estivale.

A l'horizon 2080, les trois scénarios se distinguent, mais vont tous dans le sens d'une augmentation du paramètre par rapport à 2050. Cette augmentation va de 15 à 25 jours supplémentaires, soit un peu moins de 25% en plus par rapport à la climatologie actuelle. La tendance est plus marquée en été qu'en hiver. L'incertitude selon les scénarios y est également plus importante.

Fortes pluies

Pour rappel, les données analysées sont issues du point de grille d'Arpège-Climat proche d'Amiens, soit une région connaissant relativement peu de fortes pluies par rapport aux zones environnantes.

Horizon 2030

Horizon 2050

Horizon 2080

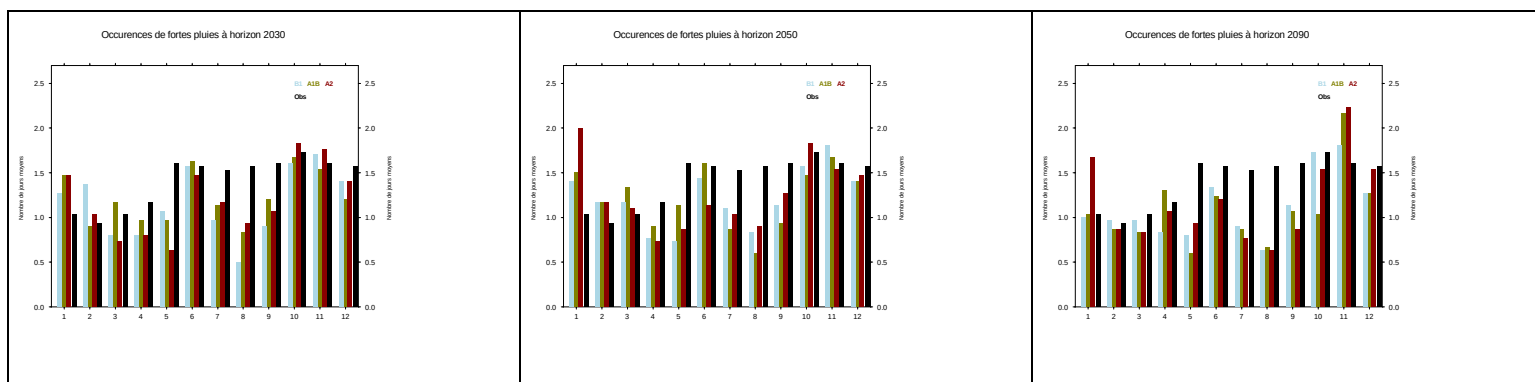


Figure 15 - Nombre moyen mensuel de jour de fortes précipitations (supérieures à 10mm) aux différents horizons pour les trois scénarios A1B, B1 et A2

Aux horizons 2030-2050, on observe une évolution du nombre de jours moyen de fortes pluies disparate selon les saisons. En effet ce paramètre est stable, voire en légère augmentation, d'octobre à février, et en baisse sur le reste de l'année, à l'exception du mois de juin. La diminution est marquée en mai, juillet et août, avec environ 33% de cas en moins. Ce phénomène est à mettre en parallèle avec l'évolution du cumul de précipitations mensuel total.

A l'horizon 2080, les projections montrent une baisse significative des fortes pluies à la fin du printemps et à l'été de quasiment 50%. A noter que cela correspond à une période de l'année actuellement riche en ce type d'événements. A l'inverse l'automne reste une saison connaissant de nombreuses pluies supérieures à 10mm. L'hiver et le début du printemps, qui connaissent dans la climatologie actuelle le moins fréquemment de jours de fortes pluies, ne subiraient pas non plus une évolution importante.

Les cartes du paramètre annualisé montrent que l'évolution du nombre de jours de fortes pluies est faible jusqu'en 2050, voire légèrement à la hausse. Cette tendance s'inverse nettement en 2080 pour l'ensemble des scénarios. La diminution annuelle est de 5 jours environ. Ce constat, bien qu'il gomme les disparités saisonnières, confirme ce qui a été vu à l'aide de l'histogramme sur la zone d'Amiens.

2.1.4. Diagramme Ombrothermique d'Amiens

Le diagramme ombrothermique résume différents aspects évoqués ci-dessus. Ces diagrammes, plus utilisés par la communauté des géographes, mettent par exemple en évidence l'indicateur d'aridité d'une ville par le biais de la double échelle (pluviométrique et thermique). En effet, on observe au fur et à mesure des horizons (2030, 2050 et 2080) et des différents scénarios (A2, A1B et B1) que la courbe des températures moyennes mensuelles (en rouge) devient supérieure à l'histogramme des précipitations, en particulier pour les mois d'été, en juillet et août.

Les températures sont amenées à augmenter progressivement au cours du XXI^{ème} siècle, avec une légère accélération dans la seconde moitié du siècle. Le pic de température moyenne est en août et les trois scénarios s'accordent sur le fait qu'il devrait dépasser les 20°C, soit 3 à 4°C de plus que la climatologie 1971/2000. Les températures en hiver évoluent moins fortement.

Les *précipitations* vont en diminuant en été, dès 2030, et jusqu'à 20mm mensuellement en moins d'ici la fin du siècle pour cette saison. Elles restent stables en automne et en hiver, du moins jusqu'à 2050. A noter que le mois de janvier apparaît, sur les trois scénarios, légèrement plus pluvieux que la climatologie 1971/2000 sur la première moitié du siècle.

L'évolution en été est donc plus marquée qu'en hiver. Il en résulte pour cette période une forte probabilité d'augmentation de l'intensité des vagues de sécheresse et de la fréquence des jours de fortes chaleurs.

La dispersion des scénarios donne une estimation de l'*incertitude*.

Plus le scénario est pessimiste, plus l'augmentation de température est importante. La fourchette de l'anomalie en 2080 pour l'été va de 2,5 à 4°C.

Le constat est différent pour les précipitations. Les scénarios ne suivent en effet pas systématiquement les mêmes tendances. Ainsi le scénario donnant l'été le plus sec en 2080 est le scénario intermédiaire. Cela montre la part de l'incertitude liée à la variabilité intrinsèque du climat et aussi aux capacités des modèles. L'analyse des projections est donc plus incertaine que pour les températures. Néanmoins, la tendance à la baisse pour l'été est claire.

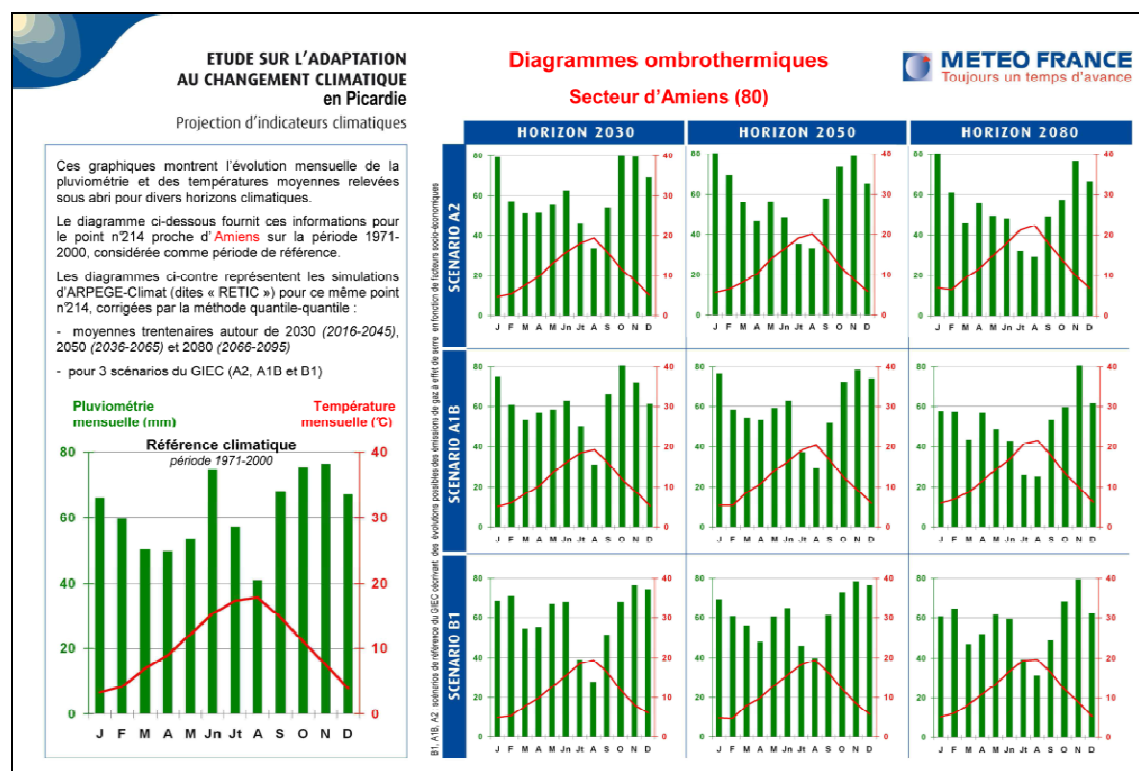


Figure 16 - Diagramme ombrothermique d'Amiens

Partie 3 : Vulnérabilités par thématique

1. L'eau : une diminution de la ressource disponible, une exacerbation des problèmes de qualité

Les impacts du changement climatique sur la ressource en eau sont complexes et font intervenir une diversité de mécanismes : évolutions des précipitations, fonte des neiges, évaporation... Le changement climatique joue ainsi un rôle déterminant sur l'eau.

D'après l'ONERC, si l'on considère une stabilité de la demande, un déficit de 2 milliards de m³ par an pour tous les usages pourrait être observé à l'horizon 2050 en France. Quasiment tous les secteurs d'activité devront s'adapter à des risques accrus de conflits d'usage.

Toutes les régions ne seront pas touchées de manière égale : les régions les plus affectées seraient celles qui sont d'ores et déjà confrontées à des déficits structurels, à des problèmes de contamination par des toxiques ou à des pollutions agricoles⁶.

La modification des précipitations apparaît comme l'un des facteurs principaux liés au changement climatique et impactant la ressource. D'après les projections de Météo France, **on observe pour la Picardie une faible modification du cumul mensuel moyen d'ici 2050 avec à partir de là, une baisse plus importante.**

En revanche, il semblerait que les disparités entre les saisons augmentent : on constate une augmentation du nombre de sécheresses et une diminution des fortes pluies en printemps et en été.

Le changement climatique résultera en un accroissement des inégalités dans la répartition géographique de l'eau, en défaveur du sud de l'Europe. La limite entre le nord et le sud de l'Europe est variable selon les saisons (plus au nord en été et plus au sud en hiver). La France se situe dans la zone de changement de signe, les incertitudes sont donc fortes. Les impacts les plus importants pourraient avoir lieu en été avec une diminution importante des débits et un assèchement des sols. Mais, quelle que soit la saison, les événements extrêmes pourraient devenir plus fréquents et intenses⁷.

La disponibilité de la ressource en eau ne constitue pas, à l'heure actuelle, une préoccupation majeure en Picardie, en comparaison à des régions plus méridionales : le territoire abrite de nombreux cours d'eau et d'importantes ressources souterraines. Mais cette **ressource n'est pas de très bonne qualité et reste fragile.**

On constate, par ailleurs, sur la carte ci-dessous, qui représente les arrêtés de limitation des usages de l'eau durant la période de sécheresse du printemps 2011, que certains départements de la Picardie font partie des départements les plus concernés par les restrictions temporaires d'usages de l'eau, notamment dans le département de la Somme classé en niveau 1 et dans celui de l'Oise classé en niveau 3.

⁶ Groupe interministériel, 2009

⁷ Boé, 2007

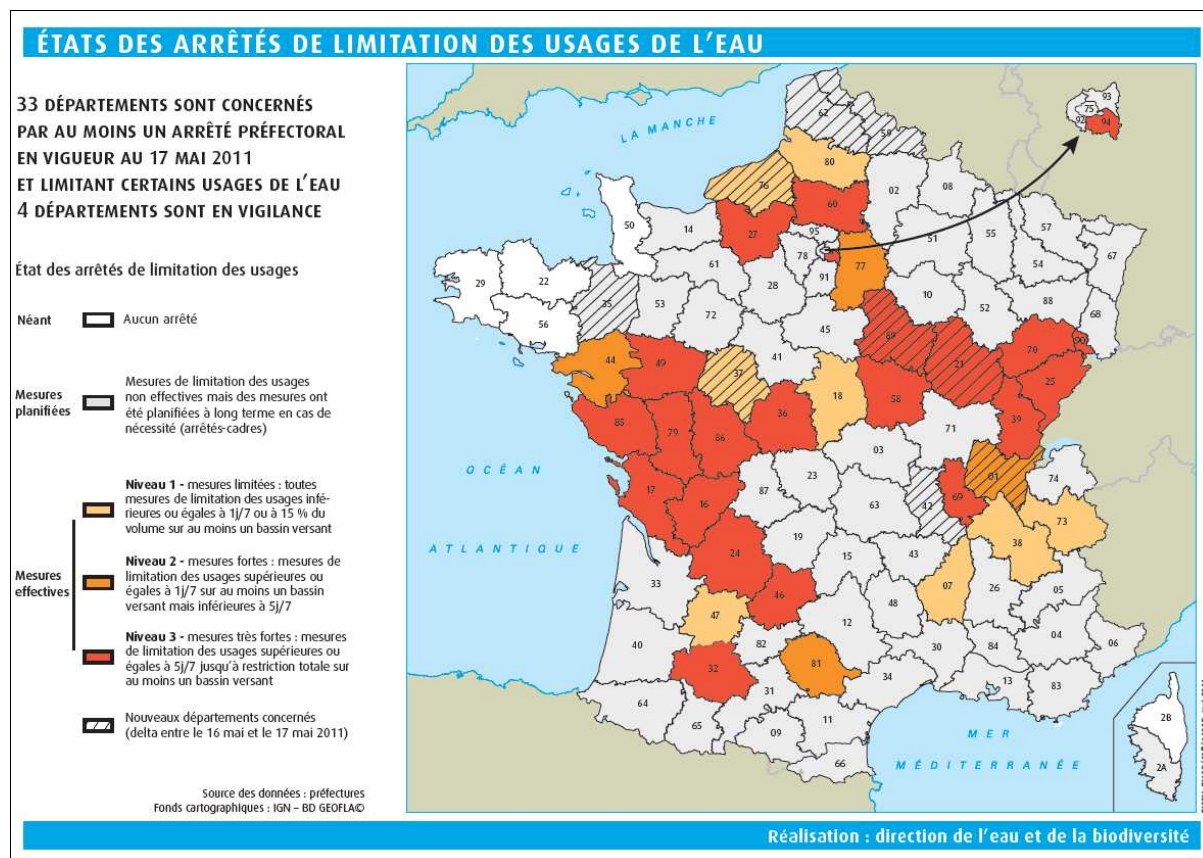


Figure 17 – Restrictions temporaires d'usages de l'eau 17 mai 2011 (Source : Direction de l'eau et de la Biodiversité 2011)

1.1. L'évolution des débits des cours d'eau

Les impacts les plus importants pourraient avoir lieu en été avec une diminution importante des débits et un assèchement des sols. Mais, quelle que soit la saison, les événements extrêmes pourraient devenir plus fréquents et intenses.

Les deux principaux paramètres jouant sur la disponibilité de l'eau de surface sont les températures, dont on projette une hausse globale sur l'ensemble de la France et les précipitations, pour lesquelles est anticipée une baisse moyenne à l'échelle française, avec des disparités régionales (plus marquée dans le sud de la France) et saisonnières (plus marquée en été).

De manière générale, les derniers travaux de recherche sur le territoire français indiquent, à l'horizon 2050⁸ :

- Une diminution modérée des débits en hiver, sauf dans le sud-est de la France et dans les Alpes ;
- Une diminution importante des débits en automne et en été, dès le milieu du XXI^{ème} siècle ;
- Une augmentation marquée du nombre de jours d'étiage ;
- Des débits intenses diminuant moins que la moyenne, voire augmentant dans certains cas ;
- Une forte diminution des précipitations neigeuses à basse altitude.

⁸ Boé, 2007

Sillonnée par des ruisseaux et des rivières, la **Picardie possède plusieurs cours d'eau qui appartiennent à deux grands bassins** (Seine-Normandie et Artois-Picardie). Les principales rivières picardes sont d'une part l'Oise et ses affluents, l'Aisne, la Marne, la Serre et d'autre part, la Somme, l'Authie et la Bresle. Suivie par les agences de l'eau et la DREAL, la qualité des cours d'eau est globalement moyenne. Différentes études menées sur le territoire indiquent, avec le changement climatique :

- Une **baisse probable des débits en été et en automne au moment où la demande est la plus forte (incertitude pour le printemps)** ce qui pourrait entraîner des conflits d'usage.
- Des **étiages plus sévères, pouvant aller jusqu'à -50% selon certains scénarios au cours du XXI^{ème} siècle⁹**, ce ralentissement des débits peut avoir de multiples impacts : notamment sur la qualité de l'eau et indirectement sur la santé.
- Une **augmentation de la concentration des rejets polluants dans l'eau** liée à la baisse des débits. Ceci pourrait impacter la biodiversité aquatique, mais aussi les activités dépendantes de la ressource en eau telles que la navigation, la pêche etc.



Figure 18 – Principaux cours d'eau en Picardie et leur débit (Source : Atlas de l'eau Picardie, DREAL, 2007)

⁹ Agence de l'Eau Artois Picardie, 2008

L'EXEMPLE DU BASSIN DE LA SOMME : RESULTATS DE DU PROJET REXHYSS (IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES EN EAU ET LES EXTREMES HYDROLOGIQUES DANS LES BASSINS DE LA SEINE ET DE LA SOMME)

Le bassin hydraulique de la Somme est particulièrement vulnérable aux périodes de basses eaux, avec une baisse des débits d'étiage, et une augmentation de la fréquence et de la durée des étiages sévères. Selon les résultats du projet Rexhyss sur le bassin de la Somme on peut s'attendre à :

- Une baisse de l'évapotranspiration
- Une baisse de la recharge des nappes, environ 25% d'ici 2050
- Une baisse des niveaux piézométriques des nappes
- Une baisse des débits en moyenne annuelle

D'ici la fin du siècle, le débit de la Somme, au niveau d'Abbeville, pourrait baisser de 30% par rapport au débit moyen actuel.

1.2. La diminution des volumes d'eau des nappes

Les nappes souterraines jouent un rôle de régulateur : elles sont particulièrement importantes pour le stockage d'eau lorsque les eaux de surface sont importantes¹⁰, et pour la restitution lors des étiages. Les impacts du changement climatique que les nappes pourraient subir sont de l'ordre de la modification de la recharge des aquifères (diminution des volumes d'eau stockés, baisse du niveau piézométrique), affectant le soutien des étiages ; et des risques de déséquilibres structurels entre pompage et recharge dans les nappes profondes¹¹.

Le besoin de connaissances sur les impacts du changement climatique sur les eaux souterraines était souligné dans le quatrième rapport du GIEC.

La Picardie abrite des ressources en eaux souterraines importantes grâce à **l'aquifère de la Craie qui fournit 95% de l'eau destinée à la consommation** (eau potable)¹². La situation quantitative des masses d'eau souterraine est bonne¹³ : aucune masse d'eau souterraine ne connaît aujourd'hui de baisse de niveau mettant en jeu la disponibilité de l'eau pour les usages humains et les milieux aquatiques. Il faut toutefois garder à l'esprit que cette ressource n'est pas inépuisable et que la dégradation de certains bassins, comme le bassin de l'Aronde par exemple, entraîne la présence d'une Zone de Répartition de Eaux (ZRE).

Une baisse générale des niveaux piézométriques pour l'ensemble des formations aquifères du bassin de la Seine est attendue, celle-ci étant liée à la diminution de la recharge mise en lumière dans la carte ci-dessous¹⁴.

¹⁰ Groupe Interministériel, 2009

¹¹ INERIS

¹² Profil Environnemental Régional, 2000

¹³ Atlas de l'Eau de Picardie, DREAL Picardie, juin 2010

¹⁴ Projet Rexhyss, 2009

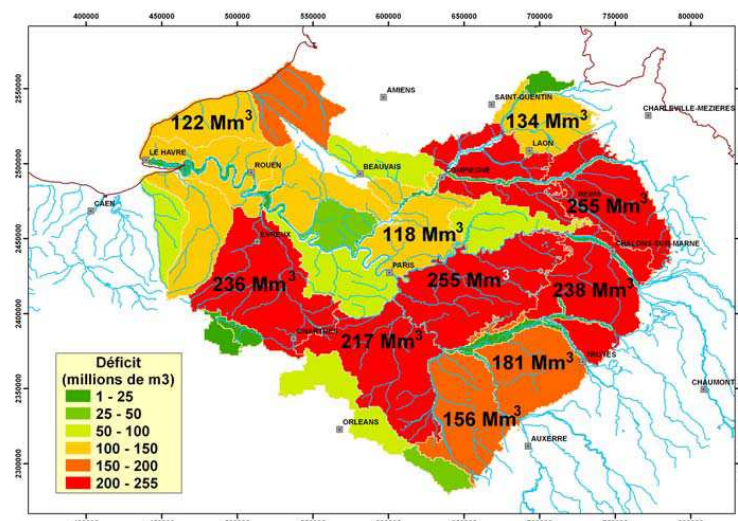


Figure 19 – Déficit annuel d'alimentation des grandes masses d'eau du Bassin de la Seine en fin de siècle : Moyenne Fin de siècle par rapport au Temps présent sur l'ensemble des scénarios analysés (Source : Projet Rexhyss, 2009)

Cette **baisse de la recharge s'accompagne d'une hausse de la demande notamment en irrigation** (voir plus bas). Les résultats du projet Rexhyss (sur le cas de la Beauce, qui connaît déjà une irrigation intensive) montrent que l'intensification de l'irrigation a un impact bien moins important sur les ressources en eau souterraines que la baisse de la recharge consécutive au changement climatique.

1.3. Des impacts sur la qualité

Le changement climatique affectera par ailleurs la qualité de la ressource, tant superficielle que souterraine. Concernant les eaux de surface, des températures plus élevées et des débits plus faibles pourraient avoir pour conséquence¹⁵ :

- Le développement de cyanobactéries toxiques (avec des impacts sanitaires en cas de consommation) ;
- La moindre dilution de la concentration des polluants (notamment d'origine agricole) ;
- L'aggravation des phénomènes d'eutrophisation.

Le changement climatique affecterait également la qualité des eaux souterraines, avec notamment :

- L'intrusion d'eau saline dans les aquifères côtiers, en lien avec l'élévation du niveau de la mer et la baisse de la charge hydraulique souterraine ;
- Le développement de bactéries dans les eaux souterraines proches de la surface, en lien avec l'augmentation des températures.

¹⁵ Groupe Interministériel, 2009

Dans la région, la **qualité physico-chimique des eaux de surface est globalement moyenne et la qualité biologique est moyenne voire dégradée dans certains secteurs**¹⁶ : seul 26% des cours d'eau de Picardie sont de bonne qualité, 51% étant de qualité moyenne et 23% de mauvaise, voire de très mauvaise qualité¹⁷. Cette dégradation des eaux de surface est principalement liée aux pollutions agricoles et aux zones urbaines.

De nombreux cours d'eau de Picardie sont sensibles à l'eutrophisation : la Somme (en aval), l'Oise, la Serre, l'Ailette, l'Aisne dans leur partie amont. Ce phénomène peut être renforcé par le changement climatique.

La qualité des eaux souterraines est également dégradée (seules 3 masses d'eau souterraines sur 27 sont considérées comme étant en bon état chimique¹⁸). Les eaux souterraines picardes sont caractérisées par une évolution parfois préoccupante de leur teneur en nitrate et produits phytosanitaires¹⁹.

Les principales pressions subies par les eaux picardes sont d'origine agricole, comparativement aux régions du Nord-Pas-de-Calais ou de l'Île-de-France, où les pressions sont essentiellement urbaines et industrielles²⁰.

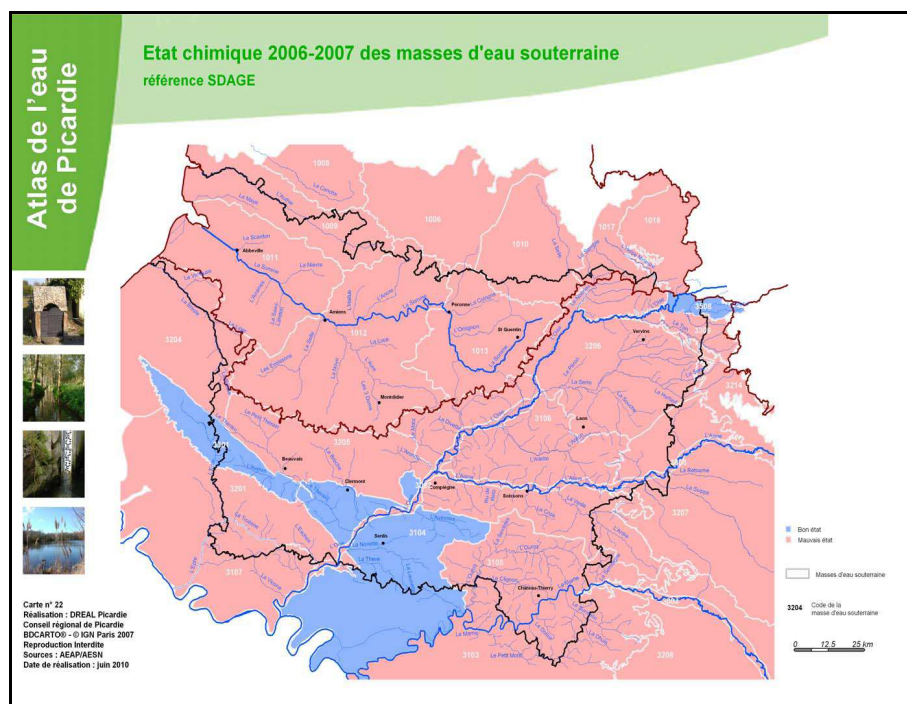


Figure 20 – Etat des eaux souterraines en Picardie (Source : DREAL, 2010)

La carte ci-dessus met en exergue la part importante d'eaux souterraines de mauvaise qualité (en rouge) en Picardie par rapport aux eaux de bonne qualité (en bleu).

¹⁶ Profil Environnemental Régional, 2000

¹⁷ Atlas de l'Eau de Picardie, DREAL Picardie, juin 2010

¹⁸ Atlas de l'Eau de Picardie, DREAL Picardie, juin 2010

¹⁹ Profil Environnemental Régional, 2000

²⁰ Communication, Florent Guibert, Agence de l'Eau Artois Picardie

Avec le changement climatique (baisse des recharges prévues, augmentation des températures de l'eau et augmentation de la demande) la dégradation de la qualité de l'eau pourrait s'accélérer de façon significative.

Le dysfonctionnement des cours d'eau lié à l'évaporation et à la baisse de la nappe pourrait également contribuer à une **dégradation des zones humides** et donc des espèces qu'on y trouve et **des services environnementaux** qu'elles rendent.

Au-delà de leur intérêt écologique évident, celles-ci jouent un rôle d'épurateur de polluants et de consommateur de nutriment (nitrates et phosphates) important pour la préservation de la qualité de l'eau²¹.

1.4. Une hausse de la demande

Le changement climatique impactera l'ensemble des usagers de la ressource. De manière générale, on s'oriente vers une hausse des besoins en eau pour des secteurs tels que l'agriculture, l'alimentation en eau potable, la production d'énergie ou encore le tourisme. La difficulté majeure réside dans le fait que c'est principalement en été, lorsque la ressource est la plus affectée par le changement climatique, que ces besoins se feront ressentir²².

- Selon l'INSEE, la **population de la Picardie va croître d'ici à 2040** dans ses trois départements, de manière inégale : c'est dans l'Oise que la croissance sera la plus forte (l'Oise accueillera, d'ici 2040, 60% de la population gagnée par la Picardie). La croissance de la population reste néanmoins relativement faible.
- **Les besoins potentiels d'irrigation pourraient augmenter si les systèmes sont inchangés et devenir préoccupants.** Les cultures de pomme de terre et de légumes sont, par exemple, irriguées de pleins champs. Sans cette irrigation, elles ne pourraient avoir la même productivité ou qualité exigées par les industries agro-alimentaires²³. Les prélèvements pour l'irrigation représentent 5% des prélèvements totaux en eau sur le bassin Artois Picardie. En revanche, dans la Somme ces prélèvements représentent 20% des prélèvements annuels totaux²⁴. Certaines zones géographiques de la région sont particulièrement menacées comme le Santerre, la bordure maritime du Ponthieu ou les bassins amont de l'Aronde et des Trois Doms. Les surfaces irriguées sont de plus en plus importantes, pour le département de la Somme, elles ont été multipliées par 4 en 12 ans²⁵.
- Le **développement du tourisme sur la côte picarde**, là où la ressource en eau est très vulnérable, peut amener à terme des conflits d'usage. En outre, la forte demande estivale engendre des risques d'intrusion d'eaux salées dans les eaux souterraines.

²¹ DIREN Picardie, 2002

²² Groupe interministériel, 2009

²³ Atlas de l'Eau de Picardie, DREAL Picardie, juin 2010

²⁴ INRA, 2006

²⁵ DIREN Picardie, 2002

²⁶ DIREN Picardie, 2001

²⁷ DIREN Picardie, 2002

²⁸ DIREN Picardie, 2002

- **On peut anticiper une hausse de la demande liée au développement des piscicultures**, notamment dans les vallées principales de la Somme. Afin d'assurer une qualité d'eau suffisante pour les poissons, des prélèvements sont faits dans la nappe alluviale. Ces prélèvements correspondraient à l'équivalent de la consommation d'une ville comme Amiens (entre 800 et 900 m³/h de façon continue)²⁶. Ces prélèvements ont un impact sur la nappe et sur la qualité de la ressource, la pisciculture entraînant la diffusion de rejets polluants²⁷.
- L'implantation de forages pour l'alimentation en eau potable se fait actuellement à proximité des zones humides afin de trouver des points d'eau de bonne qualité. Ces installations peuvent être confrontées à des conflits d'usage en remplacement des forages abandonnés pour cause de pollution²⁸.

1.5. Adaptation : des mesures engagées mais insuffisantes

En Picardie, les réflexions sur la préservation de la ressource ont jusqu'ici principalement concerné les problématiques de qualité de l'eau : la « culture » de la rareté n'est pas à ce jour suffisamment ancrée. Pourtant, si la ressource est abondante, certains points de tension locaux sont présents sur le territoire et la problématique du changement climatique se pose, notamment dans les projets de très long terme, tels que le Canal Seine Nord.

Certaines mesures de préservation de la ressource, si elles ne sont pas étiquetées « adaptation au changement climatique », peuvent abonder dans le sens d'une meilleure adaptation. Ainsi, dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), des objectifs d'amélioration de la qualité des eaux de surface ont été définis : 50% des masses d'eau de surface en bon état (ou bon potentiel) pour 2015, 39% en report de délai pour 2021 et 11% pour 2027²⁹.

A l'échelle des deux Agences de l'eau présentes sur le territoire picard, des réflexions existent sur l'impact du changement climatique sur la ressource et les moyens de s'y adapter, qui pourraient aboutir à des mesures concrètes intégrées dans les SDAGE :

- L'Agence de l'eau Artois Picardie assure un suivi continu des évolutions climatiques et des connaissances scientifiques. Un poste de « référent climat » a d'ailleurs été créé à cette fin³⁰.
- L'approche développement durable de l'agence Seine Normandie intègre également les questions de changement climatique. Des réflexions sont notamment menées sur l'Aronde, sur la réduction des prélèvements liés à l'irrigation (notamment des légumes et des pommes de terre), et sur la sensibilisation auprès des collectivités.

En matière de sensibilisation, plusieurs initiatives peuvent être notées :

- Un partenariat associant l'agence de l'eau Seine Normandie et la CCIT de l'Oise, qui a permis de mettre en place un programme d'aide aux entreprises dont l'objectif est de les pousser à investir dans la réduction de la pollution et de la consommation de l'eau, la gestion des déchets, etc. La CCIT assure dans ce cadre une veille réglementaire et technologique. Il s'agit donc d'un bon exemple de travail de coordination partant d'initiatives locales et individuelles.
- Une plateforme d'échange (SIGES) sur la gestion quotidienne des stocks de ressource en eau a été mise à disposition du grand public.

²⁹ Atlas de l'Eau de Picardie, DREAL Picardie, juin 2010

³⁰ Communication, Florent Guibert, Agence de l'Eau Artois Picardie

1.6. Synthèse

Points forts De nombreux cours d'eau Une ressource souterraine abondante, alimentée principalement par la nappe de la Craie. Capacité de stockage	Points faibles Qualité de l'eau souterraine moyenne Fragilité de la ressource Eutrophisation Périodes de basses eaux Faible sensibilisation aux problématiques quantitatives
Opportunités Prise de conscience, sensibilité croissante de la population sur la nécessité de préserver la ressource Multiplication des mesures de préservation de la ressource	Menaces Baisse de la ressource liée à une baisse de pluviométrie en été Recrudescence des sécheresses Diminution des débits et augmentation de la fréquence et de la sévérité des étiages Augmentation de la demande en période estivale Augmentation de la température de l'eau Salinisation des eaux souterraines sur le littoral

1.7. Bibliographie

Sources générales sur le changement climatique et les ressources en eau

- Boé Julien, 2007, *Changement global et cycle hydrologique : une étude de régionalisation sur la France*, CERFACS
- Ducharne Agnès et al.2009, *Projet Rexhyss : Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme*, Programme GICC, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer.
- Groupe interministériel, 2009, *Evaluation des couts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*
- INERIS, 2010, *Impact du changement climatique sur la stabilité des cavités souterraines*
- INRA, 2006, *Sécheresse et agriculture, réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau*

Sources spécifiques à la Picardie

- Agence de l'Eau Artois Picardie, 2008, *Prise en compte du changement climatique dans la gestion des ressources en eau du bassin Artois-Picardie : Quels impacts ? Quelles prises en*

compte dans les politiques publiques ? Quelles opportunités pour de nouvelles techniques ou approches durables ?

- DIREN Picardie, Conseil Régional de Picardie 2002, *Diagnostic partagé de la ressource en eau*
- DREAL Picardie, juin 2010, *Atlas de l'Eau de Picardie*
- Ducharne et al., 2009, Projet Rexhyss – *Impact du changement climatique sur les ressources en eau et les extrêmes hydrologiques dans les bassins de la Seine et de la Somme. Programme GICC.*
- Météo France, 2011, *Changement climatique en Picardie, Rapport d'Etudes*
- Profil Environnemental Régional, 2000

Entretiens :

- Florent Guibert, Agence de l'Eau Artois Picardie
- Pascale Mercier, Agence de l'Eau Seine Normandie

2. La biodiversité : des impacts exacerbés par les pressions humaines

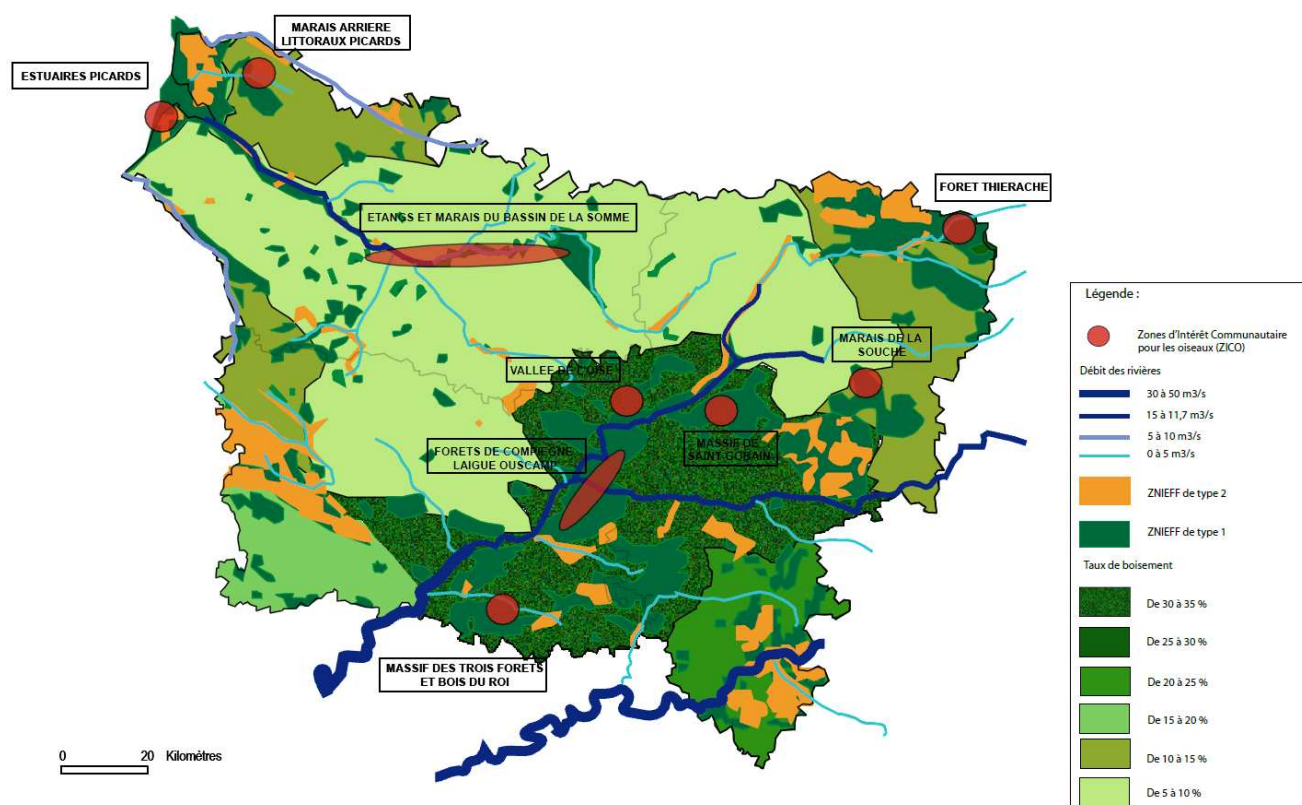
La structure et le fonctionnement des écosystèmes (terrestres et aquatiques) sont inéluctablement dépendants du climat et de son évolution. Il est généralement admis qu'une augmentation des températures annuelles de 3°C correspond (en ordre de grandeur) à un basculement de 300 à 400km en latitude ou de 500m en altitude pour les zones tempérées³¹.

Une étude publiée en 2004 estime que le **changement climatique pourrait provoquer la disparition de plus d'un million d'espèces dans le monde d'ici 2050** : la menace d'extinction concernerait 15 à 37% des espèces³².

La richesse des espèces endémiques en France représente un atout important, mais celle-ci est face à un risque de changement qui nécessite la mise en place de mesures d'anticipation et d'adaptation dès aujourd'hui.

Par ailleurs, les pressions exercées sur les milieux naturels telles que l'extension de l'urbanisation, la conversion des prairies, l'assèchement des zones humides, contribuent d'ores et déjà à leur dégradation et limite leur capacité d'adaptation aux impacts du changement climatique.

Les milieux naturels de Picardie



Réalisation : Sogreah ; Sources : CRPF-Nord Pas de Calais Picardie, DREAL, Conseil régional

³¹ Daufresnes, 2001

³² Thomas, 2004

Il existe des milieux naturels très divers et de grande valeur patrimoniale en Picardie, comme les massifs boisés, les pelouses calcaires, les landes, les zones humides, les marais, les tourbières et le milieu marin. Le territoire picard est également riche pour sa faune et sa flore, aussi bien terrestre que marine. **Près de 20% du territoire est couvert par des milieux naturels reconnus d'intérêt selon les inventaires ZNIEFF, ZICO et ENS.**

L'Aisne compte environ 150 sites naturels remarquables et variés (vallées et zones humides de l'Oise et l'Aisne, marais, tourbières, pelouses, bocages, prairies sèches, forêts).

L'Oise compte plus de 150 sites avec notamment de grands massifs forestiers, des zones humides d'intérêt national, des prairies et des bocages.

La Somme compte 200 sites, principalement situés autour de la Baie de Somme et dans les vallées³³.

Les milieux naturels sont fragiles et ont subi de fortes pressions anthropiques, renforçant la vulnérabilité de ceux-ci aux effets du changement climatique.

2.1. Evolutions phénologiques et physiologiques

Les principales études sur les impacts du changement climatique sur la biodiversité mettent en avant :

- **Des évolutions de la phénologie**, c'est-à-dire de la répartition dans le temps des phénomènes périodiques, caractéristiques du cycle vital des organismes³⁴. Cette évolution peut se traduire par une modification de la période de reproduction de certaines espèces ou par la modification des périodes de migration ; avec des risques de décalages affectant les interactions entre les espèces (désynchronisation des cycles entre prédateur et proie par exemple).

En Picardie, dans le Parc du Marquenterre, les observations sur les dates de migration des oiseaux mettent en avant des disparités entre espèces, ce qui témoigne de la complexité des réponses de la faune aux évolutions de l'environnement. Ainsi, la date de migration des hirondelles est avancée d'une quinzaine de jours en 20 ans, tandis que l'évolution inverse est observée pour les oies cendrées.

Est également mise en avant, dans le Marquenterre, une précocité de certaines larves d'insectes, possiblement en lien avec le changement climatique, créant un décalage avec le cycle des oiseaux qui s'en nourrissent³⁵.

- **Des modifications de la physiologie des espèces** : bien que l'évolution génétique des espèces soit un processus naturel normal, des changements extrêmement rapides ont été constaté chez certains insectes sur des périodes brèves de l'ordre de la décennie (capacités de vol, stratégies de survie, dormance...)³⁶.

³³ Profil Environnemental Régional, 2000

³⁴ Groupe interministériel, 2009

³⁵ Communication Ph. Caruette, Parc du Marquenterre

³⁶ Groupe interministériel, 2009

2.2. Evolutions des aires de répartition

Avec le changement climatique, on peut s'attendre à une évolution de l'aire de répartition des espèces végétales et animales, terrestres et marines : glissement des aires vers le nord et en altitude. Concernant les espèces aquatiques, on observe en France un remplacement progressif des espèces d'eau froide par des espèces thermophiles (barbeau, vandoise...) ³⁷.

En Picardie, le changement climatique pourrait avoir des conséquences parfois positives sur la biodiversité, avec la remontée de certaines espèces volantes vivant aujourd'hui plus au sud comme les Guêpiers d'Europe, les libellules ou les criquets. En outre, certaines espèces rares comme la Pie-grièche pourraient se développer grâce à des étés plus chauds et plus secs³⁸. Ceci peut néanmoins soulever quelques préoccupations :

- **Les impacts sur les écosystèmes** (interactions entre espèces, concurrence pour la nourriture...) **du développement de certaines espèces reste inconnus.**
- **La disparition des ceintures vertes autour des villages picards**³⁹ et l'expansion des zones urbaines peut limiter la possibilité pour les écosystèmes de trouver les biotopes et les ressources biologiques leur permettant de s'adapter au changement climatique⁴⁰. On constate sur la Figure 22 que l'autoroute A4 coupe le réseau de marée et d'étangs, ainsi que des forêts. Selon le Conservatoire des Sites Naturels en Picardie, l'une des raisons de la régression actuelle de la biodiversité en Picardie est la densité du réseau de transport et l'urbanisation. Ces infrastructures affaiblissent la biodiversité aujourd'hui et peuvent se retrouver de véritables obstacles aux futures migrations d'espèces et à l'adaptation au changement climatique des écosystèmes.

L'Etat a lancé le projet d'un pont pour animaux qui est en cours de construction en Forêt de Retz. Celui-ci a pour but de ne pas séparer les grands cervidés situés au sud et au nord de la RN2⁴¹.

³⁷ Groupe interministériel, 2009

³⁸ Conservatoire des sites naturels en Picardie, 2006

³⁹ Profil Environnemental Régional, 2000

⁴⁰ Groupe Interministériel, 2009

⁴¹ DREAL, 2009

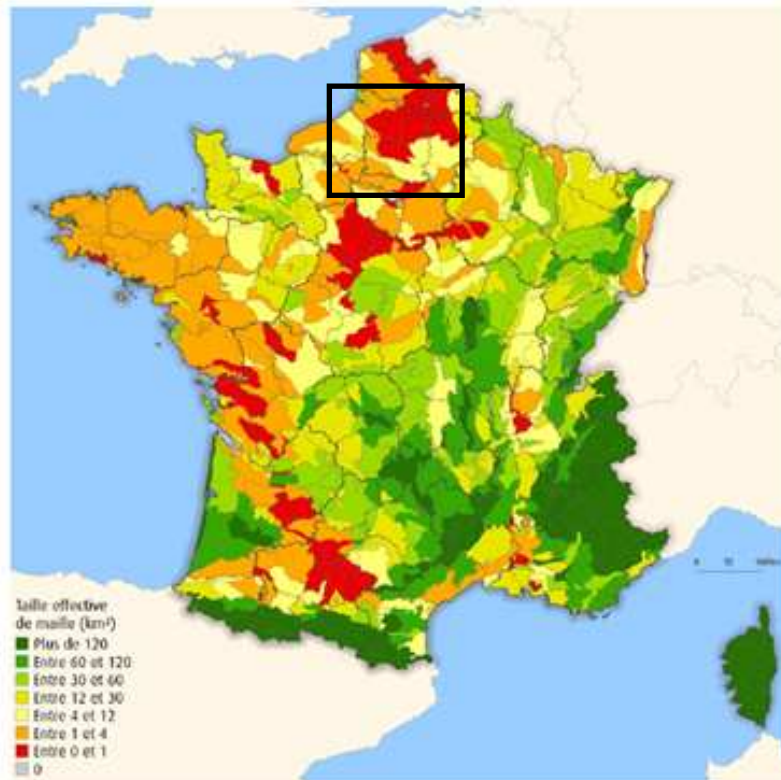


Figure 21 – Fragmentation des espaces forestiers : taille effective de maille des espaces naturels par région forestière (Source : Cemagref d'après UE – SOeS – Corine Land Cover 2006, IGN 2006, IFN 2010)

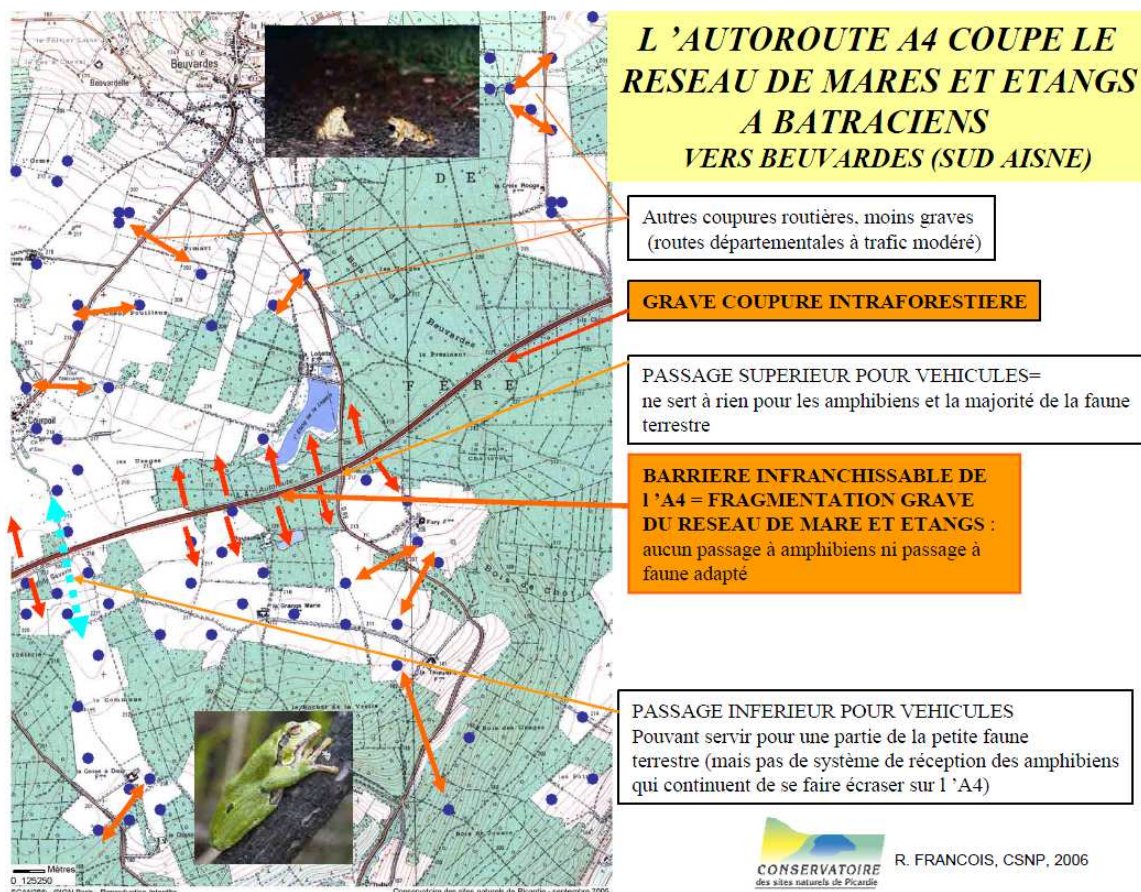


Figure 22 – Des obstacles aux migrations d'espèces (Source : Conservatoire des espaces naturels en Picardie, 2006)

2.3. La question des espèces envahissantes

On entend par espèce envahissante une espèce exotique, c'est-à-dire étrangère au milieu où elle est implantée, ou introduite artificiellement, qui se développe jusqu'à avoir un impact négatif sur la biodiversité autochtone ou sur les écosystèmes naturels où elle s'est établie. L'arrivée de nouvelles espèces s'explique avant tout par le développement des voies navigables, mais également par des introductions volontaires (pêche sportive, aquaculture, abandon d'animaux de compagnie...) ou accidentelles.

Ces espèces disposent généralement de facultés d'adaptation à l'évolution des milieux plus importantes que les espèces autochtones. Beaucoup d'entre elles se révéleront ainsi plus adaptées aux nouvelles conditions climatiques que les espèces locales⁴². Ces espèces peuvent avoir un impact direct sur le milieu⁴³ (comme le ragondin qui, en creusant ses terriers, fragilise les berges), utiliser les ressources alimentaires au détriment des espèces autochtones ou transmettre des maladies. Certaines espèces végétales comme l'ambrosie représentent même un danger direct pour la santé humaine⁴⁴ (voir fiche « santé »).

⁴² Groupe interministériel, 2009

⁴³ Forums des Marais Atlantiques

⁴⁴ Groupe interministériel, 2009

En Picardie, il a été répertorié 11 espèces dites « invasives » par la Direction Régionale de l'Environnement, le Conseil régional de Picardie et le Conservatoire Botanique National de Bailleul, dont voici deux exemples⁴⁵ :

- **La Berce du Caucase** est une plante pouvant atteindre plus de trois mètres qui s'est échappée des parcs et des jardins botaniques pour se répandre dans la région, on en trouve aujourd'hui à côté d'Amiens et dans le sud de l'Aisne. Hautement allergisante, la sève de cette plante peut provoquer des brûlures et constitue un danger pour la santé humaine.
- **La Jussie** est quant à elle une espèce envahissante qui a été introduite accidentellement au début du XIX^{ème} siècle en France. La Picardie se trouve confrontée sur son territoire à la Jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*) qui est l'une des deux espèces présentes en France. Très problématique pour la biodiversité aquatique, elle est surtout présente dans la Somme comme on le voit dans la carte ci-dessous.

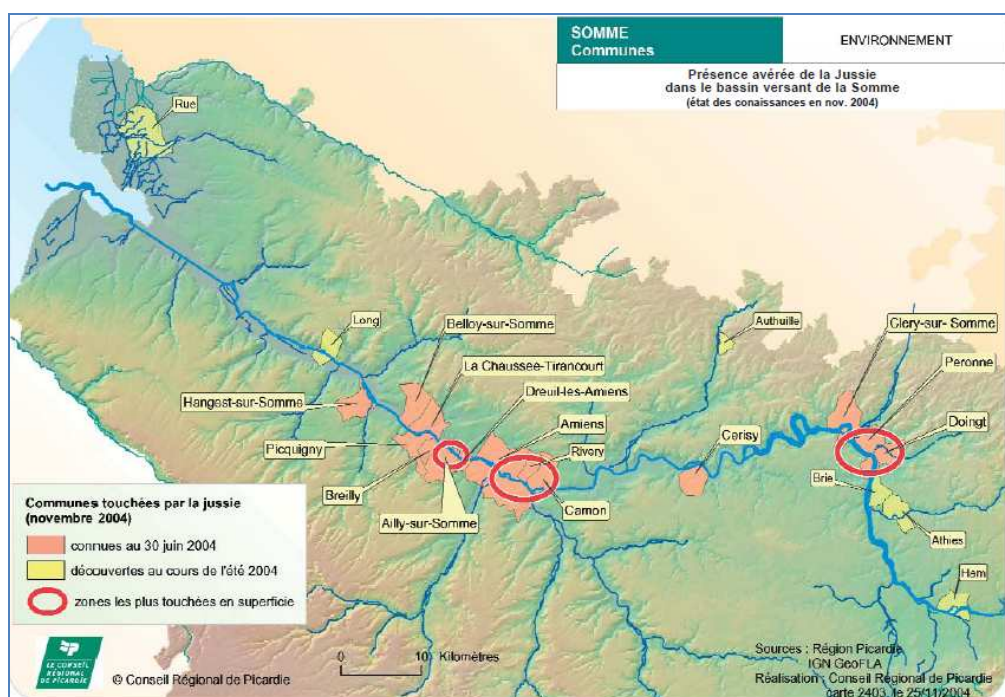


Figure 23 – Répartition de la Jussie dans le bassin versant de la Somme (Source : Conseil régional de Picardie, 2004)

2.4. Des vulnérabilités particulières

Les spécificités propres à certaines espèces et milieux, ainsi que les pressions qu'ils peuvent subir en raison des activités humaines les rendent particulièrement vulnérables. La littérature met en avant :

- Un risque de fragilisation de certaines espèces, avec une sensibilité particulière des espèces endémiques (c'est-à-dire spécifique à un territoire), dont le développement est intrinsèquement lié aux conditions climatiques / géographiques locales.

⁴⁵ Site internet de la Région Picardie, <http://www.cr-picardie.fr/Plantes-invasives>

- La fragilisation des forêts : extension de l'aire de répartition de certains parasites (encre du chêne, processionnaire du pin), dépérissements et mortalité des arbres en cas de canicules et sécheresses à répétition⁴⁶. La longueur des cycles réduit les capacités de migration des écosystèmes forestiers et donc leur capacité d'adaptation au changement climatique (voir partie « Forêts »).
- La fragilisation des zones humides, pour lesquelles les activités humaines (aménagements hydroélectriques, rejets industriels, détournement des cours d'eaux pour l'irrigation...) limitent les capacités d'adaptation.
- L'altération des écosystèmes côtiers par l'accélération de l'érosion et les submersions marines, accélérée par l'augmentation de l'érosion et les submersions marines.

En Picardie, la biodiversité et la qualité des paysages sont déjà menacées par l'activité humaine : Vallée de l'Authie (plantations de peupliers), vallée de la Bresle (extraction de granulats), Vallée de la Somme... Des actions de protection et de gestion sont toutefois engagées : ZPS sur la Moyenne Vallée de l'Oise entre Thourotte et la Fère, acquisition de terrains dans la vallée de l'Oise dans le cadre du programme Life par le Conservatoire des sites naturels de Picardie⁴⁷.

La faune connaît une régression en Picardie, allant parfois jusqu'à la disparition ou quasi disparition de certaines espèces. Le Butor Etoilé a connu une très forte régression ces dernières années : d'une centaine dans les années 1970, ils sont passés à moins de 10 en 2006. En raison des pressions anthropiques et des changements d'ores et déjà perceptibles du climat, la faune picarde évolue : certaines espèces ont disparu (Grand Corbeau, Milan Royal etc.) et d'autres sont apparues ou réapparues ces dernières années (Gorgebleue, Pic Noir, Faucon pèlerin etc.).

L'envasement et l'eutrophisation, pouvant être aggravés par le changement climatique, sont d'ores et déjà des facteurs de régression de la diversité faunistique picarde.

Une importante régression de la biodiversité végétale est observée : selon les estimations du Conservatoire des sites naturels de Picardie, la région aurait perdu près de 90% des pelouses, marais et landes en un siècle et près de 60% des prairies en 40 ans, ceci étant lié aux mutations économiques et aux techniques agricoles⁴⁸.

L'intensification agricole favorisant certaines cultures au détriment de l'élevage par exemple et des herbages ont favorisé cette régression (cartes ci-dessous).

Enfin, certaines **zones humides sont menacées en Picardie**. Au-delà du fait qu'elles soient des habitats naturels de premier ordre, les services éco-systémiques qu'elles rendent sont nombreux (fonction hydraulique etc.)

⁴⁶ RDV Techniques ONF n°11, 2006

⁴⁷ Profil Environnemental, 2000

⁴⁸ Conservatoire des sites naturels en Picardie, 2006

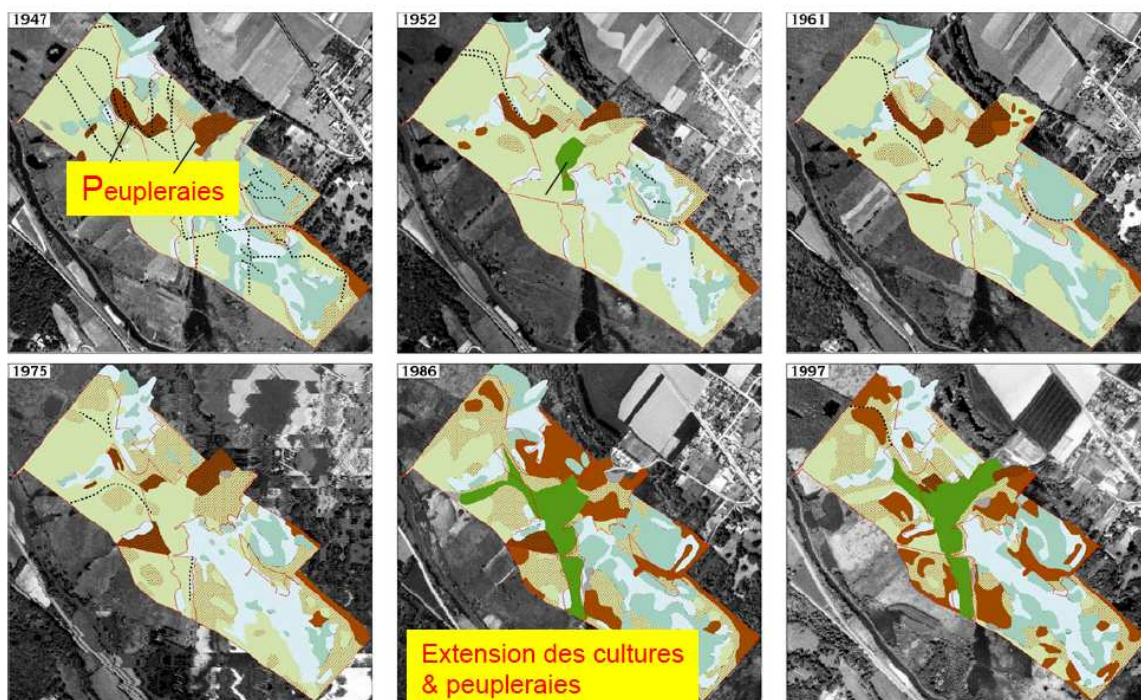


Figure 24 – Exemple du Marais Belloy (Somme) (Source : CNSP, 2006)

L'urbanisation, peut également entraver le développement des forêts en Picardie. C'est le cas pour les forêts du sud de la région (voir chapitre Forêt).

2.5. Le cas des zones humides et de la biodiversité aquatique

La baisse du niveau des nappes et des zones humides qu'elles alimentent, le réchauffement de l'eau, l'accélération de l'eutrophisation et l'extension des plantes envahissantes sont autant de facteurs qui vont affecter la biodiversité aquatique.

L'assèchement des zones humides terrestres est enjeu déterminant pour les espèces qui les habitent.

On note en Picardie la présence de nombreuses zones humides qui sont d'importantes réserves de biodiversité : grands cours d'eau, cours d'eau de taille moyenne, marais, tourbières dans la vallée de la Somme, Authie, Oise etc. **Certaines zones humides picardes sont déjà sujettes à un assèchement et on assiste à une minéralisation des tourbes.** De même, des espèces qui leur sont associées (comme le râle des genêts) sont d'ores et déjà menacées⁴⁹.

En outre, la biodiversité aquatique pourrait subir la hausse des températures de l'eau, l'accélération de l'eutrophisation et la prolifération de plantes envahissantes comme la Jussie.

⁴⁹ Groupe Interministériel, 2009

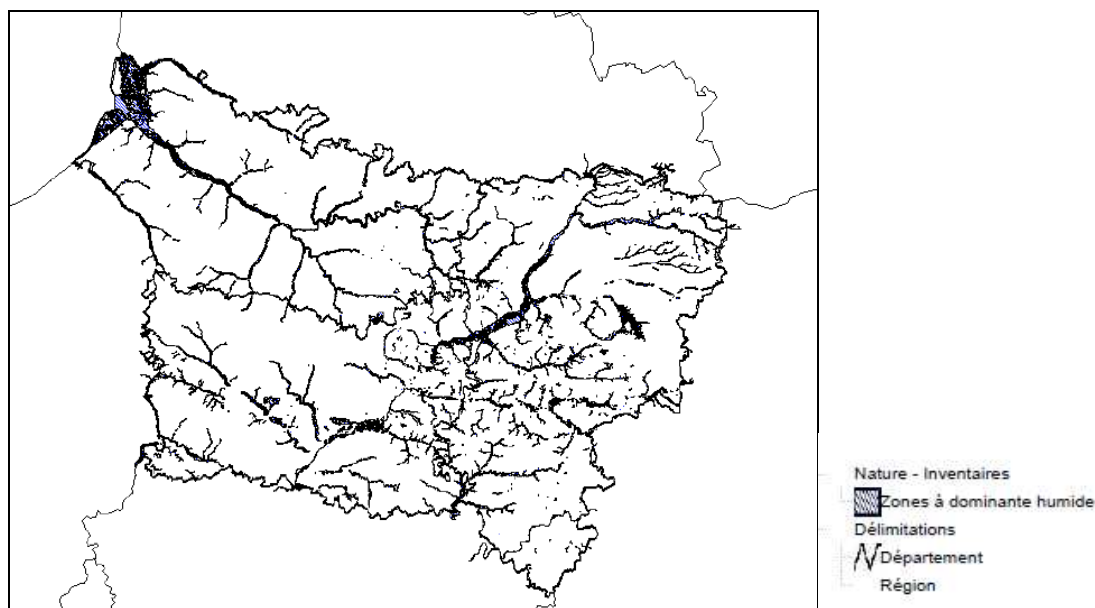


Figure 25 – Les zones à dominante humide en Picardie (Source : DREAL, 2008)

Le cas de la Baie de Somme

Avec une biodiversité végétale et animale exceptionnelle (321 espèces d'oiseaux, soit 65% de l'avifaune européenne identifiée sur son territoire⁵⁰), la baie de Somme représente un enjeu environnemental de premier ordre. Elle abrite, en outre, la plus grande colonie de France de phoques veaux-marins qui avaient presque disparu dans les années 1950. Malgré sa richesse, la baie reste fragile et particulièrement vulnérable au changement climatique :

- Certains sites de la Baie sont confrontés au risque de submersion marine alors que pour d'autres sites, c'est au contraire le risque d'ensablement qui est le plus important.
- Le phénomène d'ensablement qui concerne la Baie de Somme touche également d'autres baies du littoral comme la Baie d'Authie par exemple. Les baies les plus vulnérables sont celles qui sont à dominante vaseuse et partiellement protégées des houles.
- La pointe du Hourdel est habitée par une colonie de phoques veaux marins. Après une phase de régression, la colonie est reconstituée pour devenir la plus importante de France. Malgré une amélioration de la qualité des eaux et de nombreuses mesures de protection, le changement climatique pourrait impacter les ressources alimentaires des phoques veaux marins.
- Le changement climatique pourrait avoir un impact sur les oiseaux migrateurs qui font escale dans la Baie de la Somme. L'évolution de la phénologie ainsi que les modifications de trajectoire des oiseaux migrateurs pourraient modifier la durée de leur passage dans la Baie de la Somme.
- Concernant la biodiversité marine, des évolutions sont d'ores et déjà observées : ainsi, on observe l'apparition de poissons méridionaux tels que le rouget barbet, ou encore le développement d'espèces telles que le crabe aux pinces bleues. Si

⁵⁰ RAMSAR, 1998

⁵¹ Communication D. Godefroy, IFREMER

le changement climatique n'est peut-être pas à l'origine de l'introduction de ces espèces en Picardie, il offre des conditions favorables à leur maintien et leur développement⁵¹.

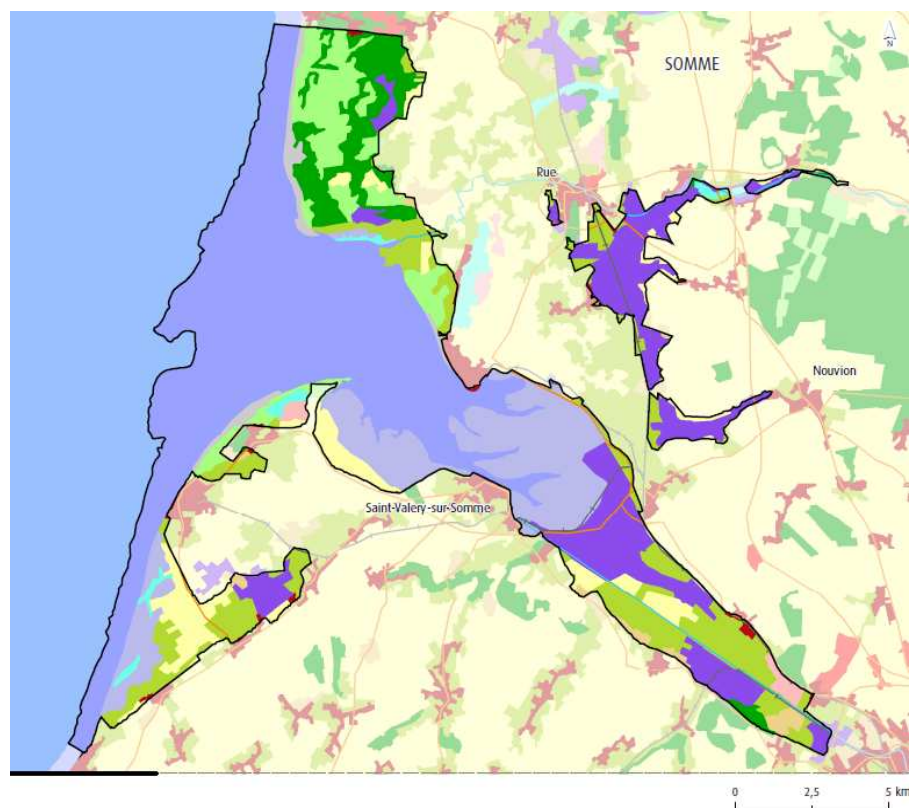


Figure 26 – Occupation des sols de la zone humide en Baie de Somme et marais associés (Source : SOeS, 2010)

2.6. Des initiatives de protection de la biodiversité engagées

En 10 ans, les milieux naturels reconnus d'intérêt national par différents inventaires et mesures de protections sont passés de 20 à presque 30% du territoire régional. Ceci étant dû à la mise à jour des ZNIEFF, la création d'un Parc Naturel Régional, d'arrêtés de biotope, l'extension du réseau Natura 2000 etc.

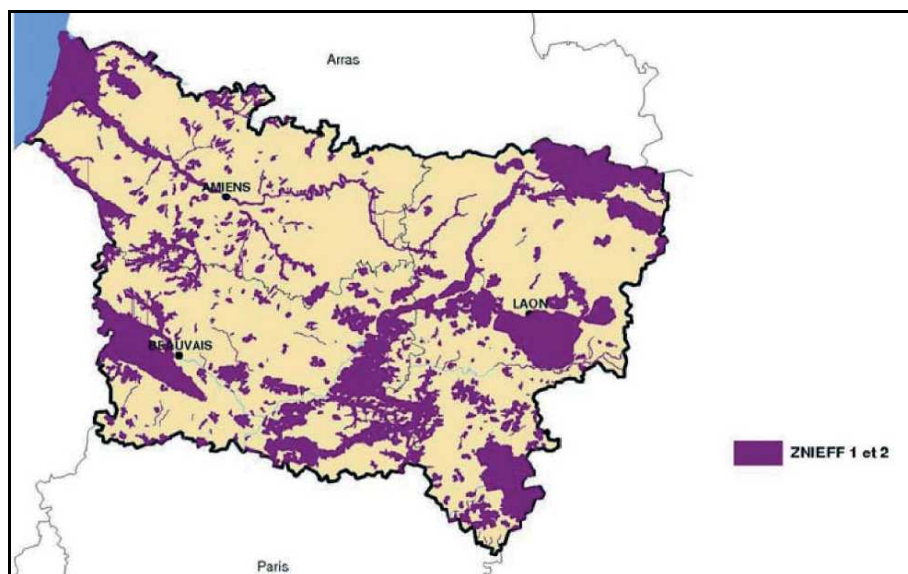


Figure 27 – Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique en Picardie (Source : INSEE, 2006)

Sur les 2 700 Sites Classés en France, 50 sites se trouvent en Picardie et 74 sites font partie des 5 000 Sites Inscrits au niveau national⁵². En outre, le parc naturel régional « Oise-Pays de France », créé en 2004, fait désormais partie des 46 parcs naturels régionaux français. Un projet de Parc Naturel Marin et un projet de Parc Naturel Régional Picardie Maritime sont en cours.

La Picardie compte également 10 arrêtés de protection de biotope qui concernent des zones humides, des coteaux calcaires, des milieux littoraux, des landes sableuses et des cavités à chauves-souris : 2 dans l'Aisne, 2 dans l'Oise et le reste dans la Somme. La superficie de ces arrêtés a triplé depuis 2001⁵³. Cinq réserves naturelles nationales sont également recensées : 3 dans l'Aisne (Marais d'Isle, Landes de Versigny et Marais de Vesle et Caumont) et 2 dans la Somme (Étang Saint-Ladre et Baie de Somme).

Afin d'éviter une dégradation irréversible des paysages et de sa biodiversité, la Baie de Somme bénéficie de nombreuses protections juridiques. Des aménagements indispensables à la préservation du site ont été et vont être mis en œuvre, la Baie de Somme est notamment en cours de labélisation au titre de « grand site national ». Inscrite sur la liste Ramsar des zones humides à préserver, la Baie de Somme fait partie de la trentaine de sites français figurant sur cette dernière⁵⁴.

Le littoral picard est bien protégé comme en témoigne la carte ci-dessous.

⁵² INSEE, 2006

⁵³ INSEE, 2006

⁵⁴ INSSE, 2006

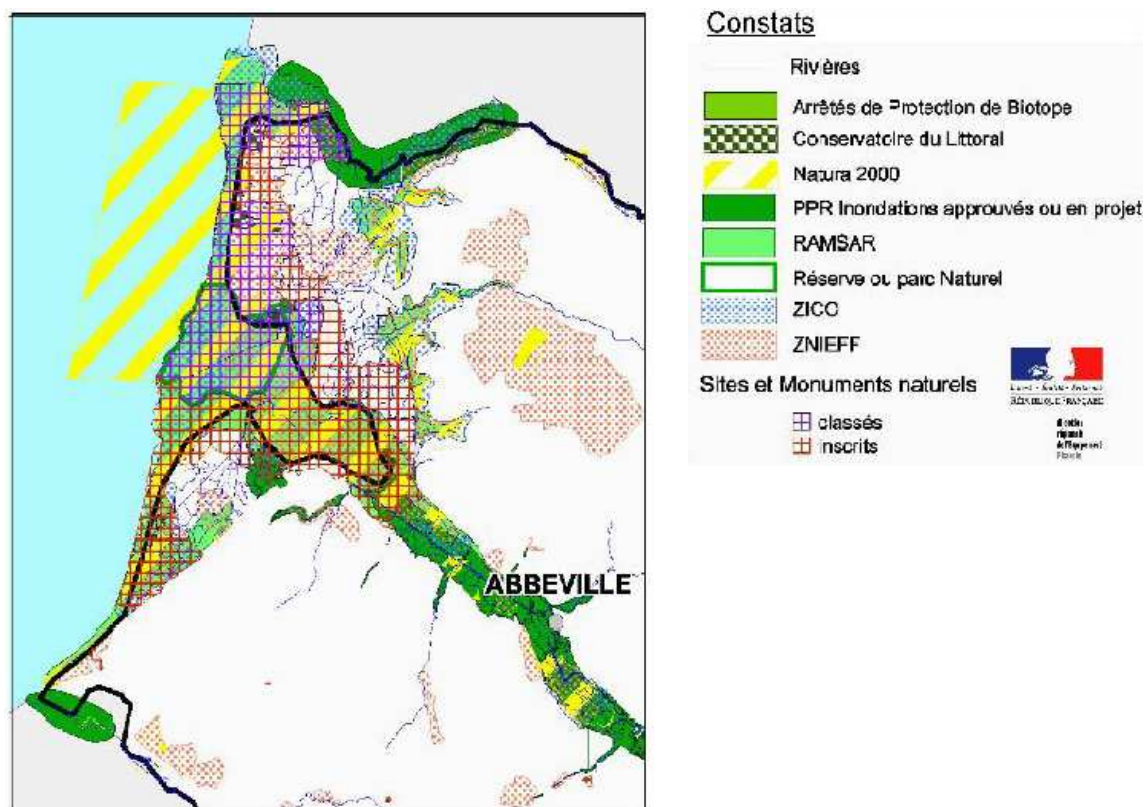


Figure 28 – Protection du littoral picard (Source : DRE Picardie, 2008)

Pour faire face à l'érosion de la biodiversité picarde observée depuis plusieurs décennies, le Conservatoire des espaces naturels de Picardie, en association avec le Conservatoire National Botanique de Bailleul, Picardie Nature, l'Université Picardie Jules Vernes et les chambres d'agriculture picardes **a mené une étude d'identification des corridors écologiques potentiels**, dont l'objectif était de proposer un réseau fonctionnel de sites à l'échelle des trois départements de la région qui prenne en compte le fonctionnement des populations d'espèces d'enjeu patrimonial et les connexions entre les sites. Ce travail, qui a bénéficié du financement du Conseil régional, de la DREAL et du FEDER, permet une meilleure prévision des incidences lorsque des aménagements sont à réaliser, mais également de mettre en œuvre localement des stratégies de maintien ou de restauration de connexions écologiques.

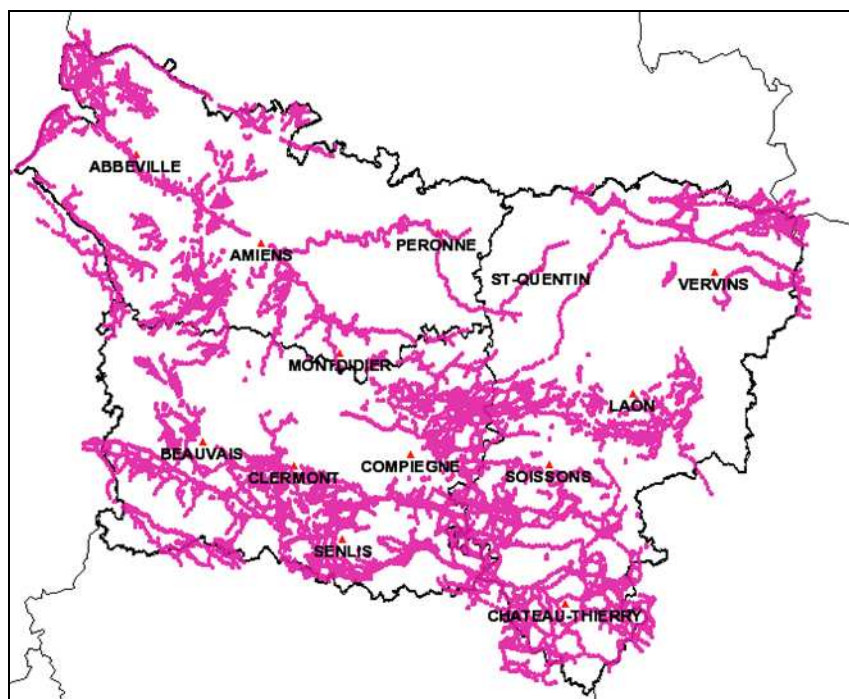


Figure 29 – Biocorridors potentiels identifiés (Source : DREAL, 2008)

2.7. Synthèse

Points forts - Grande diversité des milieux (plaines, zones humides, mer, littoral etc.) - Faune et flore diversifiée - Richesse de la biodiversité marine - Mesures de protection de la biodiversité déjà engagées	Points faibles - Des pressions anthropiques importantes sur certains écosystèmes, et des disparitions d'ores et déjà constatées - De nombreux milieux d'intérêt sont toutefois encore insuffisamment protégés et gérés
Opportunités - Prise de conscience de l'importance des espaces naturels et valorisation de la biodiversité - Possibilité d'enrichissement de la biodiversité par l'arrivée de nouvelles espèces du sud	Menaces - Augmentation des pressions anthropiques - Nouvelles fragilisations (ex : élévation du niveau de la mer et biodiversité sur le littoral) - Apparition d'espèces envahissantes - Fragilisation des zones humides

2.8. Bibliographie

Sources générales sur le changement climatique et la biodiversité

- Groupe interministériel, 2009, *évaluation des coûts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*
- Daufresne Martin, 2004, *Long-term changes within the invertebrate and fish communities of the Upper Rhône River: Effects of climatic factors*, Global Change Biology
- INSEE, 2009, *Les fiches d'indicateurs du développement durable en Picardie*
- Thomas C. et al. 2004, *extinction risk of climate change*, Nature, vol 427

Sources spécifiques à la Picardie

- DRE Picardie, 2008, *Le Littoral Picard*
- ONF, 2006, *rendez-vous Techniques n°11*
- Profil Environnemental Régional, 2000

Sites internet

- RAMSAR, www.ramsar.org
- INERIS, www.ineris.fr
- Conservatoire des sites naturels en Picardie, www.conservatoirepicardie.org
- Forums des Marais Atlantiques, www.forum-marais-atl.com

Entretiens

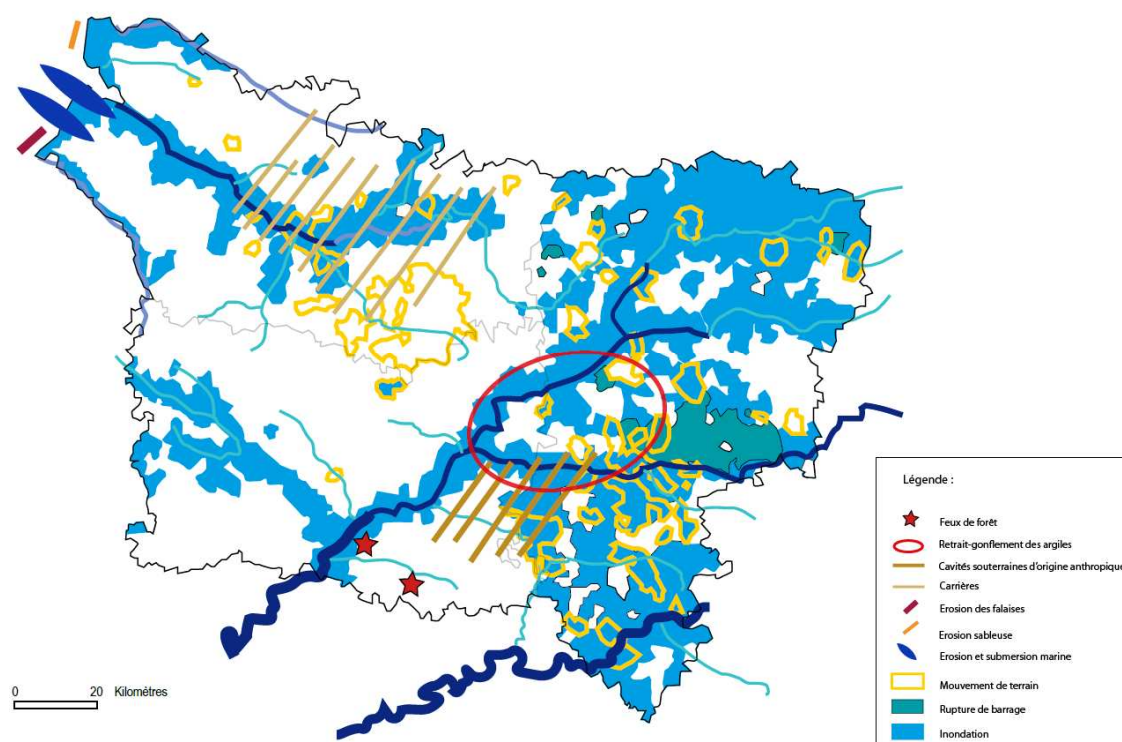
- Lucie Lisant, Conseil Général de la Somme
- Dominique Godefroy, IFREMER
- Philippe Caruette, Parc du Marquenterre

3. Les risques naturels : de nombreuses incertitudes à lever

Selon le quatrième rapport du GIEC, le changement climatique aura une incidence sur la fréquence et l'intensité des événements climatiques extrêmes : mouvements de terrain liés aux sécheresses, risques côtiers (érosion et submersion marine), inondations fluviales, tempêtes... Néanmoins, le lien entre changement climatique et certains événements est marqué par une incertitude considérable. C'est particulièrement le cas pour les tempêtes et les inondations fluviales. Un rapport spécial du GIEC sur les liens entre changement climatique et événements climatiques extrêmes a été publié en 2011⁵⁵. En tout état de cause, la présence de populations dans les zones à risque contribue à accroître la vulnérabilité au changement climatique.

Les principaux risques naturels en Picardie sont les risques d'inondations et les mouvements de terrain. Près d'une commune de la région sur deux a été concernée par des inondations intérieures et des phénomènes associés au moins une fois durant les 20 dernières années. Les inondations picardes sont souvent liées à une problématique de remontée des nappes, une incertitude demeure quant à l'impact du changement climatique sur ces remontées. Des épisodes de fortes précipitations favorisent le phénomène. Les risques liés aux tempêtes, à l'érosion et aux submersions marines sont également importants sur le littoral picard.

Les principaux risques naturels en Picardie



Sources : Sogreah, d'après Préfecture de Picardie, Insee, Conseil régional, DREAL, ADEME, 2009 ; www.argiles.fr ; BRGM, Base de données des cavités souterraines

⁵⁵ GIEC, 2011, Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Group I and Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change

3.1. Inondations et changement climatique

3.1.1. Le cas des inondations par débordement

L'impact futur du changement climatique sur les inondations demeure relativement incertain, les projections des modèles climatiques ne permettent pas, aujourd'hui, de déterminer des tendances claires au niveau national et *a fortiori* régional⁵⁶. Plusieurs aspects liés au changement climatique laissent néanmoins penser à une intensification ou une hausse de la fréquence des crues⁵⁷ :

- Fonte des neiges précoce (uniquement pour les rivières à caractère nival)
- Episodes de fortes précipitations (une accentuation de la variabilité des précipitations est attendue d'après le GIEC)
- Evolution des débits : si les débits baissent en moyenne, les changements sont moins clairs pour les débits intenses.

La **Picardie est particulièrement exposée au risque d'inondation par débordement**. En témoignent les débordements fréquents de la Marne, de l'Aisne, de la Serre, de l'Oise et de la Somme. La vallée de l'Authie est particulièrement surveillée avec 118 communes concernées. Les dernières inondations de 2001 (centennale) et en 1994 (décennale) ont été exceptionnelles par leur intensité.

En 2006, 5,1% de la population de l'Aisne réside en zone inondable par cours d'eau, de même que 6,9% des habitants de l'Oise et 7,2% des habitants de la Somme. Les trois départements ont vu le nombre de logements en zone inondable augmenter entre 1999 et 2006, la Somme en tête (+9,5%, contre +7,9% au niveau national)⁵⁸.

D'après Météo-France, l'évolution des précipitations sera faible d'ici 2050. Mais il s'agit ici de moyennes annuelles, les différences entre les saisons pourraient, elles, augmenter, avec des étés probablement plus secs et des hivers davantage pluvieux. Ce paramètre n'est pas suffisant pour prévoir une augmentation du risque d'inondation, mais il pourrait constituer un facteur aggravant en hiver.

Changement climatique et crues décennales en Picardie :

Il est possible que les débits des crues, notamment décennales, évoluent de façon très modérée avec le changement climatique, mais cette hypothèse doit être prise avec beaucoup de précautions. Une analyse spécifique sur les débits de la Seine à Paris et de la Somme à Abbeville suggère même que les débits associés aux crues rares seraient plus faibles d'ici la fin du siècle⁵⁹.

3.1.2. Le cas des inondations par ruissellement

Très dévastatrices, les inondations par ruissellement sont liées à l'imperméabilisation des sols en zones urbaines, qui empêche l'infiltration des eaux de pluie. Avec le changement climatique, il est possible que la fréquence et l'intensité de ces inondations augmentent, mais les données et les connaissances sur le sujet font défaut⁶⁰. Ces inondations par ruissellement surviennent quand les

⁵⁶ Groupe Interministériel, 2009

⁵⁷ Boé, 2007

⁵⁸ MEEDDM, Gaspar, 2009

⁵⁹ Projet Rexhyss, 2009

⁶⁰ Groupe Interministériel, 2009

réseaux de drainage des eaux de pluie sont dépassés par l'intensité des précipitations. Selon le Guide PPR Inondations⁶¹, 75% des villes françaises ont connu au moins une fois une expérience de ce type.

Les projections concernant les jours de fortes pluies indiquent une baisse de la fréquence de celles-ci en été. Une incertitude demeure toujours sur l'évolution de leur intensité et sur les épisodes orageux.

Au même titre que pour les inondations par débordement mais dans une moindre mesure, les inondations par ruissellement et les coulées de boues peuvent se produire de façon sporadique en Picardie. Ces phénomènes sont visibles dans les départements de l'Oise et de la Somme. Malgré les incertitudes quant à leur évolution, une vigilance particulière est à garder et les mesures pour s'y adapter sont efficaces dès aujourd'hui.

3.1.3. La montée des nappes

Les variations climatiques n'agissent pas de façon homogène sur la recharge des nappes : certaines nappes sont sensibles aux évolutions, d'autres plus résistantes. Une recharge des nappes plus importante est possible en hiver, mais une diminution globale est attendue en été. Des épisodes de pluies violentes pourraient dans tous les cas représenter un risque de débordement.

Les phénomènes d'inondations liées aux remontées de nappes sont fréquents en Picardie, notamment dans la Somme. Leur évolution est très incertaine.

La remontée des nappes en Picardie en 2001 :

Après un automne 2000 (avec un nouveau record régional mensuel i.e. une pluviométrie mensuelle jamais aussi élevée pour un mois d'octobre sur la région Picardie avec 236,4mm à Novion-en-Pon (80) pour octobre 2000) et un hiver 2001 très pluvieux, le début du printemps 2001 est quant à lui le plus pluvieux depuis le début des mesures météorologiques (mars et avril 2001 ont établi des nouveaux records régionaux avec notamment 212,2mm à Bernaville (80) pour mars 2001). Cette pluviométrie très excédentaire a provoqué les crues historiques de la Somme du printemps 2001⁶².

Les inondations ne sont pas les seules conséquences de la remontée des nappes de 2001. Un lien a été établi entre ces remontées et les effondrements d'habitations dans la région. Les habitations sous minées par des cavités à faible profondeur, notamment dans la craie, ont été endommagées par la remontée des nappes⁶³.

⁶¹ MEEDDAT, 2003

⁶² Météo-France, 2011

⁶³ INERIS, 2010

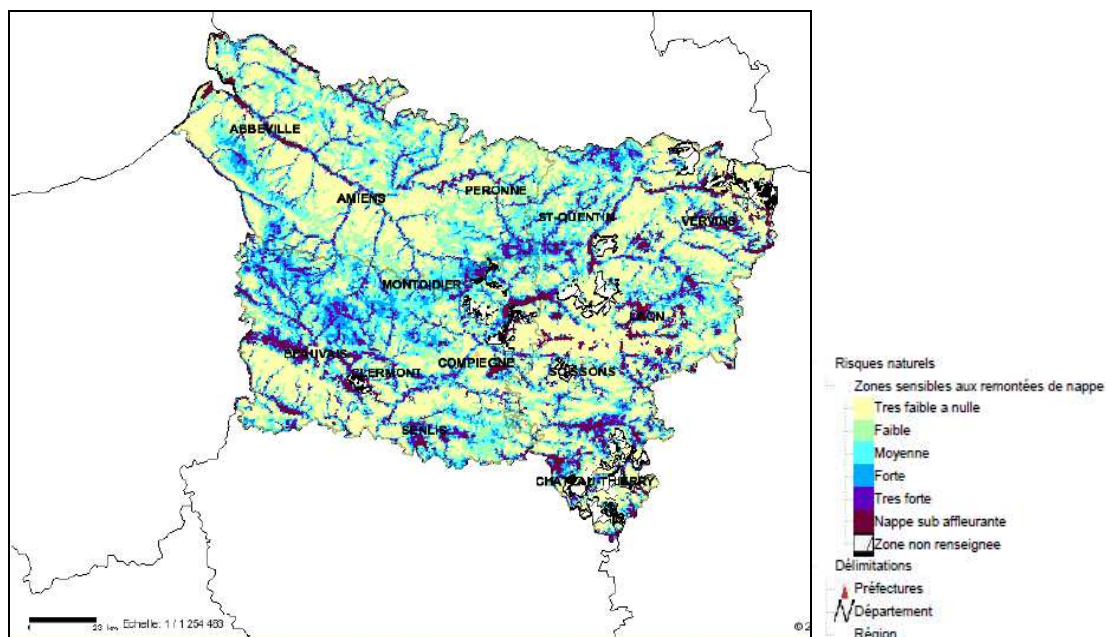


Figure 30 – Zones sensibles aux remontées de nappes en Picardie (Source : DREAL, 2008)

La vulnérabilité du territoire face aux inondations et aux risques naturels en règle générale est aggravée par la présence d'habitats légers de loisir ou par la « cabanisation », telle qu'observée en Haute-Somme, Ancre, Bresle, Authie⁶⁴.

3.2. Les risques côtiers

Les risques côtiers sont des phénomènes naturels qui façonnent le littoral et existent indépendamment du changement climatique. Cependant, le changement climatique et notamment l'élévation du niveau de la mer est susceptible d'accroître l'occurrence et l'intensité des risques côtiers⁶⁵.

D'après le GIEC (2007), à l'échelle mondiale, l'élévation moyenne du niveau de la mer serait comprise entre 18 (scénario optimiste) et 59cm (scénario pessimiste) à l'horizon 2100, par rapport à 1990. Depuis 2007, plusieurs publications scientifiques ont mis en avant la possibilité d'une élévation du niveau de la mer plus importante, si l'on considère par exemple une accélération de la perte de masse de glace au Groenland et en Antarctique⁶⁶. Ce débat n'est actuellement pas tranché.

L'élévation du niveau de la mer n'est pas uniforme à l'échelle locale et la régionalisation des projections est complexe. Pour la France, afin de fournir un cadre de référence pour les études sur les impacts du changement climatique et les mesures d'adaptation possibles, l'ONERC recommande de considérer trois valeurs d'élévation du niveau de la mer pour l'ensemble du littoral métropolitain : une

⁶⁴ Parc Naturel de l'Oise, 2008

⁶⁵ MEEDDM, Séminaire sur la prévention des risques naturels majeurs, 2007, Changement climatique et prévention du risque sur le littoral

⁶⁶ IARU, 2009

hypothèse « optimiste » de +40cm, une hypothèse « pessimiste » de +60cm et une hypothèse dite « extrême » de +1m en 2100 par rapport au niveau de l'année 2000⁶⁷.

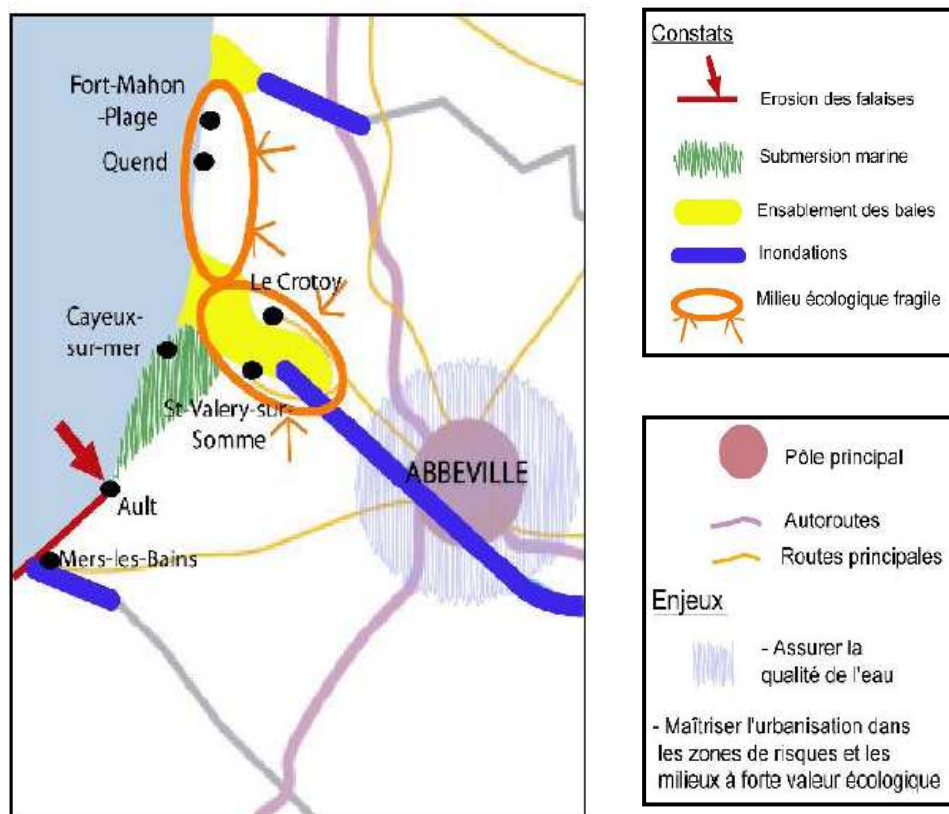


Figure 31 – Risques naturels sur le littoral picard (Source : DRE Picardie, 2008)

3.2.1. Changement climatique et érosion du trait de côte

Le recul des côtes est un phénomène naturel observé partout à l'échelle mondiale et qui, à certains endroits, s'aggrave sous la pression des activités humaines. L'érosion touche 24% du linéaire côtier français, tous types de côtes confondus, mais atteint des valeurs différentes selon les types de côtes⁶⁸ (les côtes sableuses sont les plus touchées). L'élévation du niveau de la mer exacerbera le risque d'érosion.

D'après les données du SOeS, près de **35% du littoral naturel picard est actuellement en érosion**. La partie sud du littoral est plus sensible à ce phénomène, **le cas d'Ault-Onival est particulièrement intéressant : la station pourrait être menacée de disparition s'il n'y avait pas de travaux de protection**. L'érosion des falaises vives est un phénomène connu depuis de nombreuses années dans la commune d'Ault, l'emplacement du bourg au moyen âge est situé sur le platier d'érosion actuel (par trois fois, le centre urbain d'Ault a dû reculer au cours de l'histoire). De multiples travaux de renforcements, extrêmement coûteux, ont eu lieu au pied de ces falaises, la protection du trait de côte ayant entraîné un fort endettement de la ville. Aujourd'hui, l'efficacité de ces ouvrages de protection est remise en cause, faute d'entretien. Une nouvelle étude a récemment été confiée par la mairie au Syndicat Mixte Baie de Somme- Grand Littoral Picard, dont l'objectif est de proposer une analyse stratégique sur les travaux à mettre en

⁶⁷ ONERC, 2010

⁶⁸ Groupe Interministériel, 2009

œuvre et de mener une réflexion sur le développement durable de la ville⁶⁹.

Le cordon littoral de galets protégeant les Bas-Champs est également soumis au phénomène d'érosion qui entraîne parfois sa rupture et des risques de submersions (voir chap.3.2.2).

Le nord du littoral, composé d'un cordon dunaire sableux, n'est pas en reste : certaines zones sont exposées aux risques d'érosion et de submersion. Les zones les plus sensibles sont celles du Crotoy et du Marquenterre. Des réapprovisionnements en sable sont nécessaires pour maintenir le trait de côte⁷⁰.

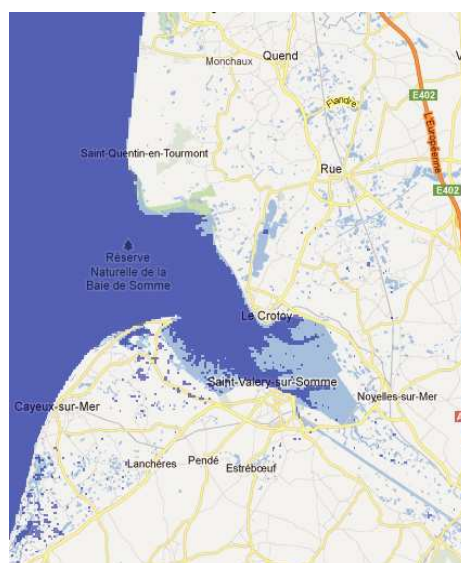
De nombreuses mesures sont entreprises pour protéger ce littoral contre l'érosion : épis, perrés, consolidation des falaises. Ces protections sont toutefois limitées dans le temps et coûteuses. Une augmentation du phénomène d'érosion pourrait, avec le changement climatique, accroître la vulnérabilité du site⁷¹.

3.2.2. Changement climatique et submersions marines

Les submersions marines font généralement suite à la concomitance de plusieurs phénomènes météo-marins défavorables, pleine mer et conditions météorologiques sévères engendrant surcotes, houles... Les submersions marines se produisent généralement sur les zones côtières basses ou à la suite de rupture en principe localisée (brèches), de franchissements ou de débordements d'ouvrages de protection naturels (dunes, ...) ou artificiels. L'élévation du niveau moyen de la mer aura pour conséquence une augmentation de l'aire géographique des submersions vers l'intérieur des terres⁷².



Situation actuelle



Elévation du niveau de la mer +1m

Figure 32 – Simulation d'élévation du niveau de la mer de +1m en Picardie (Source : <http://flood.firetree.net/>)

Le risque de submersion marine (temporaire et définitive) est d'ores et déjà présent

⁶⁹ Communication Gaëlle Schauner, Syndicat Mixte Baie de Somme – Grand Littoral Picard

⁷⁰ Communication Gaëlle Schauner, Syndicat Mixte Baie de Somme – Grand Littoral Picard

⁷¹ Jacques Beauchamp, 2006

⁷² Groupe Interministériel, 2009

dans certaines zones de la Picardie, notamment celle de la digue des Bas-Champs qui est débordée ou rompue de façon sporadique. Ce risque va s'aggraver au cours des prochaines décennies. Des réflexions sont en cours sur l'éventualité d'une dépoldérisation. La prise en compte du changement climatique dans ces réflexions est déterminante.

Une étude du CETMEF en 2010 s'est attachée à recenser les enjeux situés en zone basse (sous la cote centennale) sur l'ensemble du territoire côtier métropolitain. **En Picardie, on recense 10149 bâtiments, 545km de linéaire d'infrastructures de transport et 5445ha de surface de sites d'intérêt écologique sous la cote centennale**⁷³.

Elévation du niveau de la mer et inondations

A partir du modèle hydraulique de la Somme CARIMA-1D réalisé par Sogreah en 2005, on constate que la hausse du niveau de la mer liée au changement climatique pourrait avoir un impact sur les inondations de la Somme.

L'élévation du niveau marin modifiant le fonctionnement de l'écluse de Saint Valéry entraîne des inondations plus importantes pour des débits équivalents⁷⁴.

Toutefois, il apparaît (même avec la hausse du niveau marin) que les actions menées en matière de réaménagement des ouvrages hydrauliques dans la vallée de la Somme devraient permettre d'éviter qu'une crue de l'importance de celle de 2001 ne se reproduise.

3.3. Les mouvements de terrain

3.3.1 Les mouvements de terrain liés à la sécheresse

Les mouvements de terrain liés à la sécheresse ont touché 4 850 communes en France entre 1982 et 2001⁷⁵. Additionnés aux autres types de mouvements de terrain (2 409 communes), ils représentent le risque naturel le plus important (en nombre de communes touchées) après les inondations.

L'aléa retrait-gonflement des sols argileux est un phénomène naturel dû à des variations de volume de sols argileux sous l'effet de l'évolution de leur teneur en eau. En période de sécheresse, cela se traduit par des tassements différentiels susceptibles de provoquer des dommages affectant principalement le bâti individuel.

L'augmentation des périodes de sécheresses et la diminution des précipitations en été liées au changement climatique renforceront ce phénomène. Le coût d'indemnisation de ces sinistres (CatNat) s'élève à près 3,9 milliards d'euros sur la période 1989-2003, dont 1,3 milliard en 2003⁷⁶.

Certaines zones de la Picardie se situent en zone argileuses : nord-est de l'Oise et ouest de l'Aisne.

Avec 218 sinistres liés aux phénomènes de retrait-gonflement de formations géologiques

⁷³ CETMEF, 2010

⁷⁴ Projet Rexhyss, 2009

⁷⁵ SOeS, 2002, n°73, <http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr>

⁷⁶ ONERC, 2009

argileuses, le département de l'Oise est particulièrement concerné. Entre 1989 et 2009, 16 communes (sur les 693 que compte le département) se sont retrouvées au moins une fois en état de catastrophe naturelle⁷⁷.

On peut également noter l'importance de la canicule de 2003, car 11 communes ont été concernées par la mesure exceptionnelle pour l'indemnisation des sinistres survenus cette même année. Ceci porte à 25 le nombre de communes concernées par cette problématique⁷⁸.

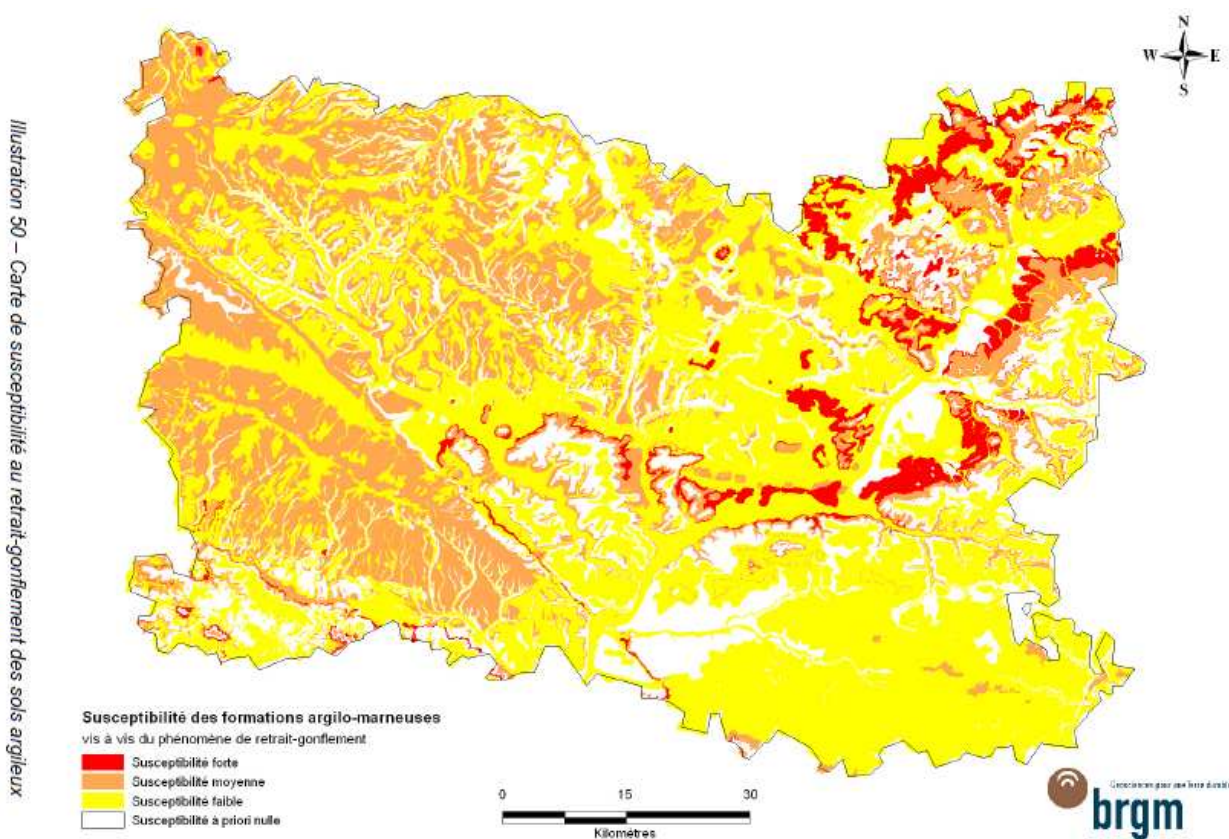


Figure 33 – Aléa retrait-gonflement des argiles dans l'Oise (Source : BRGM, 2009)

3.3.2 L'effondrement de cavités souterraines

Les impacts du changement climatique sur la stabilité des cavités souterraines, au même titre que pour la recharge des nappes souterraines, ne sont pas homogènes. Les connaissances scientifiques font défaut à ce sujet. Néanmoins le risque d'effondrement reste un risque important en France.

⁷⁷ BRGM, cartographie de l'aléa retrait gonflement pour le département de l'Oise, rapport final, 2009

⁷⁸ BRGM, cartographie de l'aléa retrait gonflement pour le département de l'Oise, rapport final, 2009

L'effondrement de cavités souterraines est un phénomène fréquent en Picardie. C'est généralement le cas lorsque les cavités sont d'origine anthropique (cave, carrière, ouvrage civil, ouvrage militaire – tranchées de la guerre 1914-18). Le BRGM intervient entre 15 et 20 fois par an pour ce type d'effondrement à la demande des préfetures pour la réalisation de constat et de recommandations.

En juillet 2001, des centaines d'effondrements de cavité ont eu lieu dans le secteur de Montdidier suite à un orage important⁷⁹.

3.4. Les incendies forestiers

Selon de récents travaux menés par la Mission interministérielle sur le changement climatique et l'extension des zones sensibles aux feux de forêt, on devrait voir un accroissement de l'aléa dans les territoires actuellement exposés ainsi que sa propagation territoriale vers le nord et en altitude⁸⁰.

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

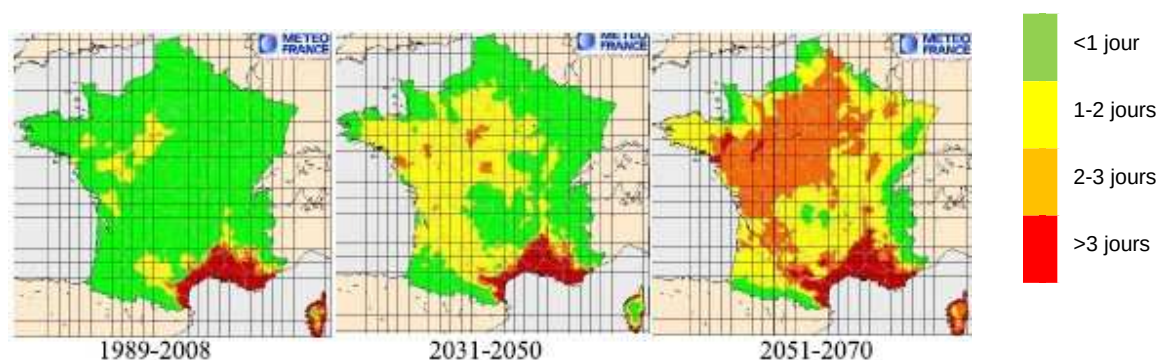


Figure 34 – Nombre de jours où l'IFM (Indice Forêt Météo) est supérieur à 14 (Source : Mission interministérielle sur l'extension des zones sensibles aux feux de forêt, 2010)

En croisant ces éléments avec des paramètres représentant la sensibilité de la végétation, la Mission conclut que si les surfaces sensibles représentent aujourd'hui environ un tiers des surfaces forestières métropolitaines, elles devraient croître de 30% à l'échéance 2040 et à l'échéance 2050, près de la moitié de la surface des landes et forêts métropolitaines pourrait être concernée par un niveau élevé de l'aléa.

En Picardie, seul le département de l'Oise apparaît aujourd'hui concerné par les feux de forêts, notamment les feux de végétation : 4 feux importants ont été répertoriés entre 1994 et 2006⁸¹.

L'évolution attendue des zones sensibles aux feux de forêt implique de mettre à niveau les dispositifs de vigilance et de lutte en Picardie et notamment le département de l'Oise. Les moyens de lutte sont en effet bien moins développés que dans les régions déjà exposées du sud de la France par exemple. L'arrêt préfectoral pour la prévention contre les incendies de forêts date en effet de 1976.

⁷⁹ Communication D. Maton, BRGM, 2011

⁸⁰ CGEDD, 2010, Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts

3.4.1 Les tempêtes : une évolution incertaine

Selon le 4^{ème} rapport du GIEC, il est possible que nous assistions, au cours du XXI^{ème} siècle, à un déplacement vers le nord des trajectoires des dépressions, mais les informations manquent quant à l'augmentation des intensités des vents associés.

En France, les observations **ne permettent pas de détecter une augmentation de fréquence et d'intensité des tempêtes**. Néanmoins, le projet IMFREX met en avant une augmentation faible du risque de tempête sur la partie nord de la France.

En tout état de cause, **en milieu côtier, l'élévation du niveau de la mer pourrait rendre les mêmes tempêtes plus destructrices**, en raison d'inondations côtières plus importantes.

3.5 Des mesures en place, à mettre à niveau en fonction de l'évolution des risques

Habitée aux risques naturels tels que les inondations, les submersions marines ou les mouvements de terrains, la Picardie dispose de nombreuses mesures afin d'anticiper et de limiter au maximum les dégâts liés à ces événements. Celles-ci devront néanmoins être mises à niveau pour intégrer les impacts du changement climatique, dans une optique « sans regret ».

- Depuis toujours, des actions ont été engagées en Picardie face aux risques d'inondations et de nouvelles mesures ont été prises depuis la crue exceptionnelle de 2001.
- On note la mise en place d'un Atlas des Zones Inondables (AZI) à l'échelle régionale et départementale. Cet outil utilisé dans les documents d'urbanisme est indispensable à la connaissance des risques en matière d'inondations. Il existe également des PPR (plan de prévention des risques naturels).
- Plusieurs mesures suggérées dans le cadre de documents de planification peuvent s'inscrire dans une démarche d'adaptation au changement climatique. Ainsi, l'Atlas de l'Eau de la Picardie⁸² évoque l'intégration dans la gestion du risque la restauration des zones humides, l'entretien des cours d'eau et une gestion adaptée de l'occupation du sol⁸³.
- Fortement exposé aux risques naturels, le littoral est d'ores et déjà bien protégé. Des questions subsistent néanmoins sur la protection de certaines villes en zones submersible.
- Au niveau national, le Plan National de Prévention des Submersions et Crues (version définitive du « Plan de Submersion Rapide » de juillet 2010) a été validé en février 2011. Ce Plan, doté de 500 millions d'euros, a pour objectif de renforcer les PPR, d'améliorer les digues et les systèmes d'alertes⁸⁴.

⁸¹ INSEE, Risques Naturels, Picardie, 2009

⁸² DREAL, 2010

⁸³ Atlas de l'Eau de Picardie, DREAL Picardie, juin 2010

⁸⁴ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Projet-de-plan-de-prevention-des.html>

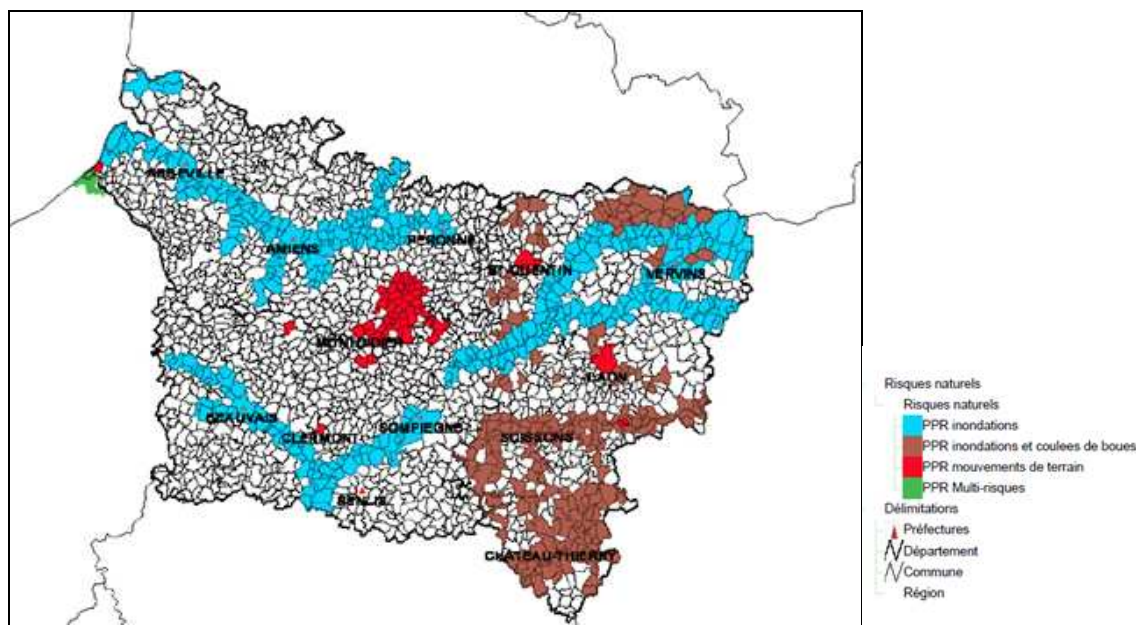


Figure 35 – Plans de prévention des risques en Picardie (Source : DREAL, 2008)

La question de la dépoldérisation :

Des réflexions sont également en cours pour évoquer l'éventualité d'un recul stratégique dans certaines zones du littoral fortement soumises au phénomène d'érosion et au risque de submersion. C'est notamment le cas pour le littoral des Bas Champs, une étude est actuellement menée par le Syndicat Mixte de Baie de Somme Grand Littoral Picard afin de définir une stratégie de long terme prenant en compte la hausse du niveau de la mer et l'augmentation des tempêtes. La faisabilité (technique, juridique, sociale etc.) de dépolderiser une partie de ce littoral est étudiée⁸⁵. De lourds enjeux sont liés à cette potentielle dépoldérisation : des enjeux patrimoniaux (territoire de chasse, attachement des habitants au territoire), des enjeux en termes de biodiversité (zone Natura 2000) etc.

Dans le cadre de cette réflexion globale de dépoldérisation de certaines zones exposées aux risques, le **Conseil Général de la Somme a conduit une première expérience de dépolderisation de la Ferme de la Caroline** : il s'agit d'un espace de 20 hectares où il a été décidé d'aménager une brèche d'environ 30 mètres dans la digue existante pour laisser pénétrer la mer. Cette expérience permet d'évaluer les bienfaits du recul stratégique en termes de biodiversité et d'activités professionnelles liées à la mer (pêche, cultures etc.)⁸⁶

⁸⁵ Communication, Lucie Lisant, Conseil Général de la Somme

⁸⁶ ADEME, 2011

3.6 Synthèse

Points forts Inondations : Mesures de prévention et actions engagées depuis 2001.	Points faibles Exposition aux risques d'inondation, de submersions marines et mouvements de terrain Exposition aux risques d'incendie dans l'Oise
Opportunités Mise à niveau des mesures de protection dans le cadre d'une stratégie d'adaptation	Menaces Croissance de la population en zone à risque Erosion du littoral accentuée, risques de submersion marine Extension vers le nord des feux de forêts Augmentation de l'intensité des tempêtes Recrudescence des mouvements de terrain

3.7 Bibliographie

Sources générales sur le changement climatique et les risques naturels

- Boé J, 2007, *Changement global et cycle hydrologique : une étude de régionalisation sur la France*, CERFACS
- Perherin C et al., 2010, *Vulnérabilité du territoire national aux risques littoraux*, CETMEF.
- Chatry Christian et al., 2010, *Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts*, CGEDD
- Clus Auby C, Paskoff R. et Verger F, 2004, *Impact du changement climatique sur le patrimoine du Conservatoire du Littoral : Scénarios d'érosion et de submersion à l'horizon 2100*, Synthèse
- Ducharne A et al., 2009, *Projet Rexhyss : Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme*, Programme GICC, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer.
- Fédération Française des Sociétés d'Assurance, *Synthèse de l'étude relative à l'impact du changement climatique et de l'aménagement du territoire sur la survenance d'événements naturels en France*, colloque Impacts du Changement Climatique, avril 2009
- Groupe interministériel, 2009, *Evaluation des couts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*
- MEEDDM, 2007, *Changement climatique et prévention du risque sur le littoral*, séminaire sur la prévention des risques naturels majeurs,
- IARU, 2009, *The IARU International Scientific Congress on Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions*, Copenhague, Danemark
- INERIS, 2010, *Risques d'effondrement des cavités souterraines : l'INERIS étudie le rôle du changement climatique*

- INERIS, 2010, *Impact du changement climatique sur la stabilité des cavités souterraines*
- ONERC, 2010, *Villes et adaptation au changement climatique*, La Documentation Française.
- SOeS, 2002, n° 73, <http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr>

Sources spécifiques à la Picardie

- ADEME, 2011, *Dépoldérisation expérimentale de la ferme de la Caroline - Maintien des paysages maritimes - Reconstitution des paysages des Bas-Champs*, fiche action
- Beauchamp Jacques, 2006, *Maintien de la côte et accès aux ports sur le littoral Picard*, Laboratoire de Sédimentologie et Géochimie Littorale, Faculté des Sciences, Amiens
- BRGM, 2009, *Cartographie de l'aléa retrait gonflement pour le département de l'Oise*, rapport final,
- INSEE Picardie, 2009, *Risques Naturels*
- Météo-France, 2011, *Changement climatique en Picardie*, Rapport d'Etudes
- Parc Naturel de l'Oise, 2008, *Cabanisation : préserver, résorber, régulariser*.

Entretiens

- Lucie Lisant, Conseil Général de la Somme
- Daniel Maton, BRGM
- Gaëlle Schauner, Syndicat Mixte Baie de Somme-Grand Littoral Picard

4 Les forêts : une adaptation à engager dès aujourd'hui

Le rôle des forêts dans l'atténuation du changement climatique est essentiel, *via* le stockage de carbone qu'elles permettent. Mais les forêts sont également vulnérables à l'évolution du climat (augmentation des températures, altération des régimes de précipitations, phénomènes météorologiques extrêmes). La particularité des écosystèmes forestiers réside dans la longue durée des cycles, qui dépassent couramment le siècle. Cette caractéristique amplifie la vulnérabilité des forêts au changement climatique : les essences plantées aujourd'hui seront en effet pour la plupart présentes aux horizons lointains, lorsque le climat aura évolué de manière significative. L'intégration dès à présent du changement climatique dans la gestion forestière est dès lors indispensable.

Environ **18% du territoire de la région est couvert par les forêts** – la moyenne nationale étant de 25%. Le réseau boisé est composé de grands massifs forestiers publics (Halatte, Chantilly, Compiègne...), de bois privés ainsi que de buttes boisées. Les fonctions des forêts picardes sont diverses : production de bois (merisier, peuplier, frêne), fonctions sociale (accueil du public) et écologique (importante biodiversité)⁸⁷.

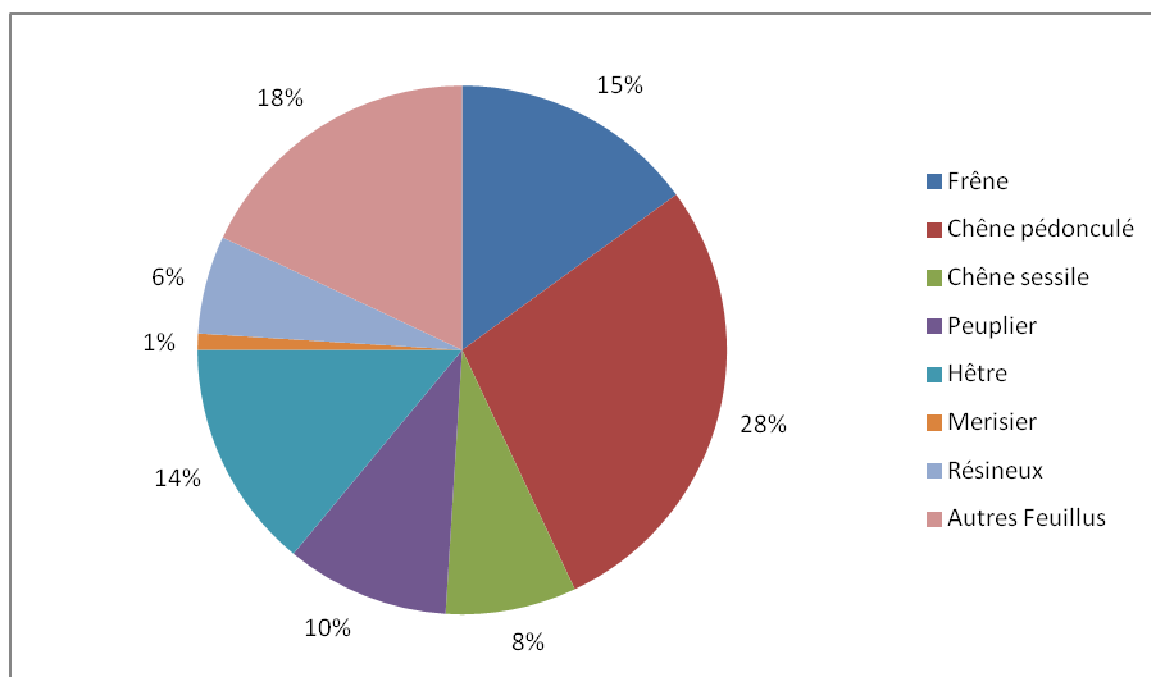


Figure 36 – Essences forestières présentes en Picardie (Source : CRPF, 2007)

⁸⁷ Profil Environnemental Régional, 2000

Le **peuplement forestier picard est vieillissant** (stade de futaie), **avec une forte sensibilité aux tempêtes, à la sécheresse, etc.** Le problème qui se pose actuellement est celui du renouvellement des peuplements forestiers⁸⁸ : les enjeux liés aux évolutions du climat et à l'adaptation aux effets du changement climatique sont d'autant plus importants.

L'essentiel des forêts se trouve sur les départements de l'Oise et de l'Aisne. Du fait de la proximité avec des zones densément peuplées (Ile-de-France), les forêts publiques picardes accueillent un nombre important de visiteurs (environ 10 millions par an). Le territoire des Trois Forêts (Halatte, Chantilly et Ermenonville) est en outre soumis à différentes pressions : infrastructures de transports, urbanisation, visiteurs (dépôts de déchets, cueillette abusive, perturbation de la faune...)⁸⁹.

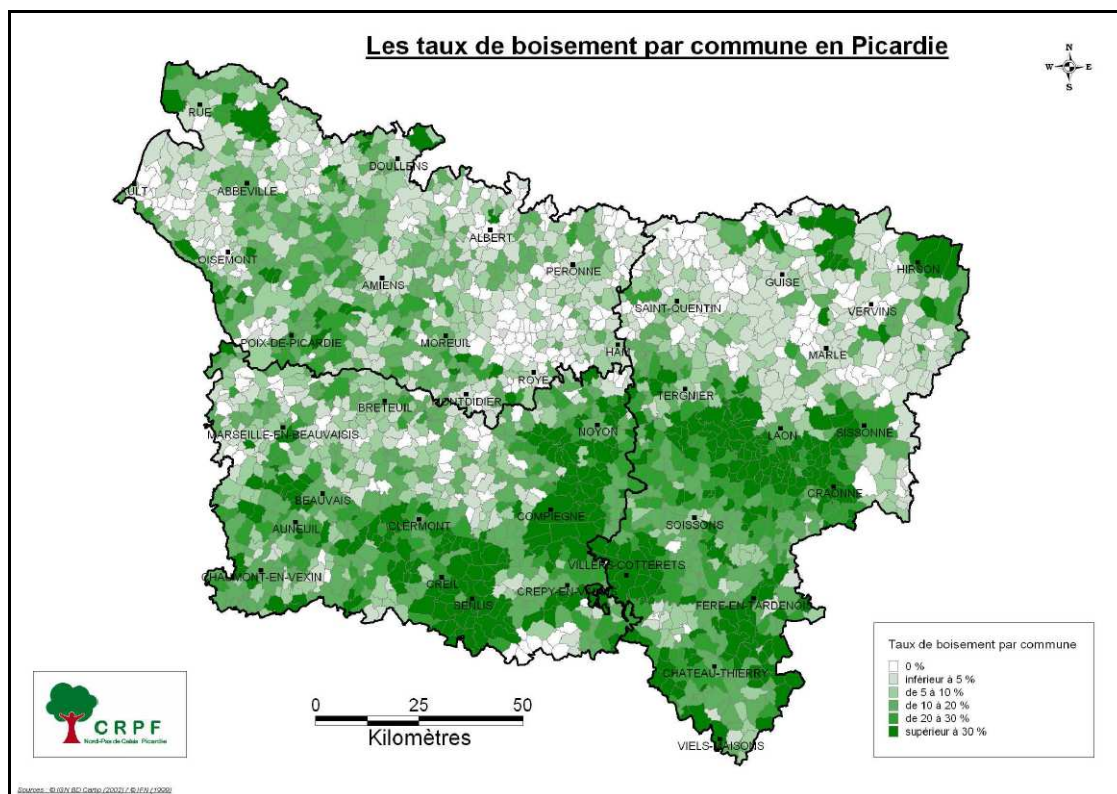


Figure 37 – Taux de boisement par commune en Picardie (Source : CRPF)

4.4 L'influence de l'évolution moyenne du climat

Le réchauffement du climat et l'augmentation de la concentration en CO₂ pourraient accroître la productivité des forêts dans certaines régions⁹⁰. Cette croissance pourrait toutefois être nuancée par d'autres mécanismes qui modéreraient les effets directs du CO₂. Il est probable que l'effet *a priori* positif du changement climatique sur la productivité forestière globale s'annule au-delà d'un certain seuil d'élévation de températures et en raison du manque d'eau. Selon les simulations de l'INRA, l'amélioration de la productivité des forêts devrait se poursuivre avec un maximum de production nette entre 2015 et 2045, puis celle-ci diminuerait⁹¹.

⁸⁸ Atelier de Concertation « ressources naturelles » SRCAE, 05 mai 2011

⁸⁹ Profil Environnemental Régional, 2000

⁹⁰ GIEC, 2007

⁹¹ INRA, 2007

La productivité de certaines essences forestières pourrait augmenter à court et moyen terme en Picardie. **La quantité brute mobilisable est évaluée par l'ADEME à 250 000 tep/an**, aujourd'hui et **la filière bois énergie pourrait devenir une véritable opportunité économique et environnementale pour la Picardie**. D'autant que cette filière est en plein essor comme en témoigne l'inauguration du réseau de chaleur bois de Beauvais, fin 2010.

Cette croissance ne sera toutefois pas égale pour toutes les essences (voir ci-après), ni possible sans des mesures de protection et d'adaptation de la forêt face aux impacts négatifs du changement climatique qui sont attendus.

En outre, une crainte existe par rapport aux potentialités des sols à supporter cette croissance.

4.5 Températures extrêmes et stress hydrique

Le stress hydrique chronique et les canicules constituent les principaux facteurs déclenchant du dépérissement de certaines espèces, qui induit un affaiblissement durable et peut conduire à une surmortalité par la suite⁹². Toutes les essences ne réagissent pas de la même manière aux sécheresses et canicules : certaines d'entre elles, telles que le hêtre, sont particulièrement intolérantes à ces épisodes extrêmes.

Des espèces particulièrement sensibles aux canicules et aux sécheresses sont présentes en Picardie, comme les chênes pédonculés, les charmes ou les bouleaux⁹³.

Une augmentation du phénomène de dépérissement de certaines essences est constatée depuis 2003. Cela représente une perte économique importante car certains arbres doivent être abattus avant leur diamètre d'exploitabilité, mais également une perte pour la biodiversité lorsque toute une essence disparaît⁹⁴.

Les canicules et les sécheresses sont les événements les plus dangereux pour les hêtraies. La hêtraie de Compiègne souffre beaucoup du manque d'eau. La Picardie est une région où la pluviométrie peut être relativement basse (environ 600ml dans certaines zones) et lors d'une sécheresse comme celle du printemps 2011, les conséquences peuvent être très importantes : entre le 1^{er} février et le 1^{er} juin 2011, il n'est tombé que 40ml de pluie sur la forêt de Compiègne, alors que normalement sur 4 mois, il tombe environ 200ml⁹⁵.

La sécheresse impacte également les plantations de chênes dans le sable qui sont très sensibles aux printemps secs. Toutes les plantations de l'année 2011 sont mortes : 150 hectares devront être replantés l'hiver suivant. Les frais d'investissements directs peuvent être grossièrement évalués à 2 500 euros par hectare. L'impact économique est donc majeur. Les plantations de 2 ou 3 ans souffrent également, certaines meurent et d'autres ne poussent plus, ce qui retarde les cycles de croissance.

L'année même d'une sécheresse, il est difficile de mesurer les impacts. Les dommages causés n'apparaissent qu'après plusieurs années⁹⁶.

Avec une augmentation de la fréquence et de l'intensité de période de sécheresses et de canicule, les forêts picardes pourraient se trouver confrontées à cette problématique. Les projections à court et à moyen termes annoncent une hausse des jours de sécheresses par an, de l'ordre de 25% en plus d'ici 2080 par rapport au climat actuel.

⁹² Groupe interministériel, 2009

⁹³ Landmann, 2003

⁹⁴ Communication, Noémie Havet, CRPF

4.6 Changement climatique et déplacement des écosystèmes forestiers

En fonction des espèces et des situations locales, une modification de la distribution des espèces est à prévoir avec le changement climatique. L'INRA met ainsi en avant une diminution des aires favorables à la présence du hêtre ou encore une extension vers le nord des aires favorables aux essences traditionnellement cantonnées au sud et sud-ouest de la France. Ces évolutions n'entraîneront probablement pas un déplacement des essences à proprement parler : en effet, les écosystèmes ne pourront migrer au même rythme que le climat (longueur des cycles de rotation, fragmentation du territoire, concurrence des espèces en place)⁹⁷. Elles soulignent davantage un risque d'inadaptation des essences en place à leur environnement.

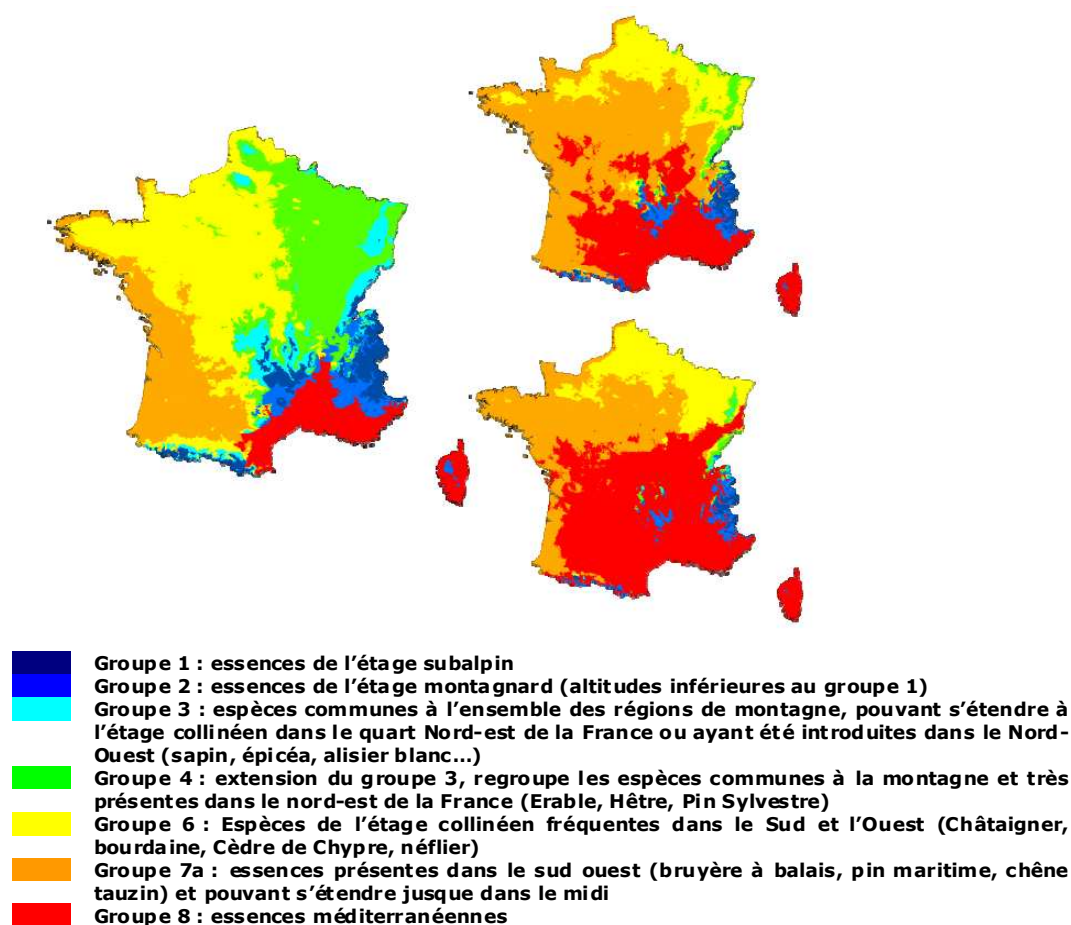


Figure 38 – Modélisation des aires de répartition des espèces arborées (à gauche : actuelle ; en haut à droite : 2100 selon B2 ; en bas à droite : 2100 selon A2) (Source : Badeau, Dupouey, 2007)

Les pressions subies par les surfaces forestières en Picardie (urbanisation, construction d'infrastructures) impactent les corridors biologiques entre les

⁹⁵ Communication, Jérôme Piat, ONF

⁹⁶ Communication, Jérôme Piat, ONF

⁹⁷ Roman-Amat, 2007

massifs et pourraient devenir des obstacles à la migration de certaines essences, limitant ainsi les capacités d'adaptation⁹⁸.

La place de la Picardie au sein de l'Europe fait que les infrastructures de transport y sont nombreuses. Elles peuvent représenter pour les forêts et la biodiversité en général des obstacles importants aux migrations liées au changement climatique.

4.7 La prolifération des ravageurs et parasites

L'augmentation des températures est généralement bénéfique aux insectes nuisibles, bien que tous les ravageurs ne réagissent pas de la même façon au changement climatique. De manière générale, on peut anticiper une extension de leur zone d'activité, une augmentation de leur taux de survie en hiver et une accélération de leur développement. La sensibilité des arbres aux ravageurs sera d'autant plus importante que ceux-ci seront fragilisés par des sécheresses et canicules plus fréquentes⁹⁹.

La maladie de l'encre du chêne, qui se manifeste par la formation d'un champignon sur la partie basse du tronc, est un exemple de maladie favorisée par le changement climatique. Les chercheurs de l'INRA ont mis en avant une extension des zones dites à « risque fort » en France. La Picardie, qui est actuellement caractérisée par un risque « nul », verrait la majorité de son territoire en « risque modéré » dans la seconde moitié du XXI^{ème} siècle.

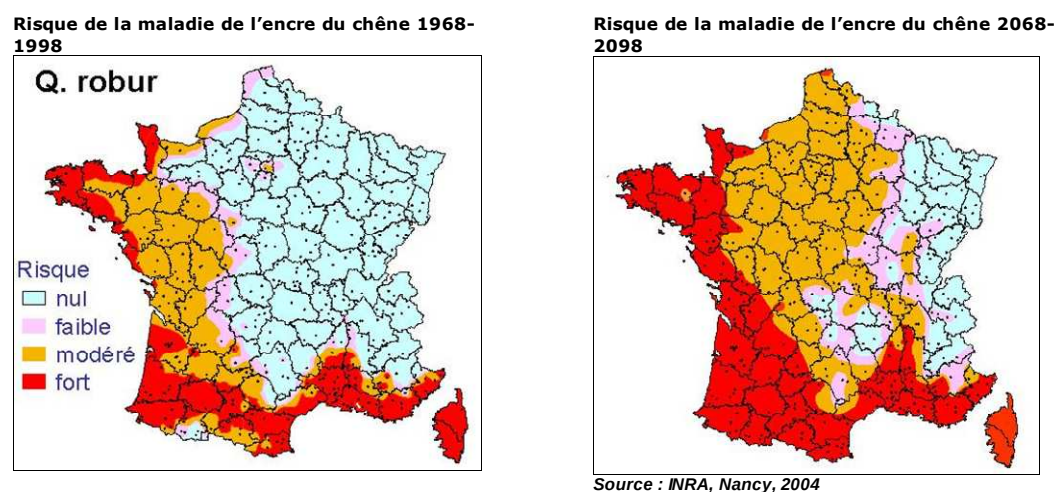


Figure 39 – Evolution du risque de la maladie de l'encre du chêne (Source : INRA, 2004)

La **prolifération d'insectes ravageurs** peut représenter un danger pour certaines espèces présentes sur le territoire picard : le chêne pédonculé est l'essence la plus affectée par les insectes ravageurs (défoliateurs en tête), le merisier est quant à lui sensible aux champignons pathogènes¹⁰⁰.

En Picardie, le chêne pédonculé est l'essence la plus représentée. On en trouve principalement dans les forêts de Compiègne, de Chantilly et de Hallate.

⁹⁸ Groupe interministériel, 2009

⁹⁹ Groupe interministériel, 2009

¹⁰⁰ ONF, 2007

De nouvelles maladies pourraient apparaître dans le futur avec le réchauffement des températures. **On note aujourd'hui l'arrivée de la maladie du Frêne (*chalara fraxinea*), mais le lien entre son développement et le changement climatique est incertain¹⁰¹.**

4.8 Impacts liés aux aléas et événements extrêmes

4.8.1 Incendies de forêt

Les dernières connaissances mettent en avant d'une part une aggravation de l'aléa « feux de forêt » dans les zones déjà impactées (sud de la France), et d'autre part une extension vers le nord des zones sensibles aux feux de forêt (voir fiche « Risques naturels »).

La Picardie est peu concernée pour le moment par les feux de forêt, car les forêts de résineux sont quasi inexistantes. Néanmoins, avec l'évolution des choix des essences, ce risque pourrait s'accroître. Il faut toutefois citer les incendies de 1976 en forêt de Retz, où plus de 50 hectares ont brûlé¹⁰².

Une vigilance particulière doit être portée sur certaines forêts de l'Oise, déjà touchées par des incendies. L'INSEE recense, en 2008, 9 communes dans l'Oise classées en risque majeur d'incendies. Aucune commune n'est répertoriée dans les autres départements de la région en risque incendie.

L'extension vers le nord des zones sensibles aux feux de forêt (voir chap 3.4) pourrait nécessiter d'adapter les moyens de vigilance et de protection.

4.8.2 Tempêtes

Le lien entre changement climatique et tempêtes est complexe et reste incertain. Néanmoins, les impacts des dernières tempêtes en France sur les forêts furent considérables (Lothar et Martin en 1999 et Klaus en 2009), ce qui souligne la vulnérabilité importante des écosystèmes forestiers à ce type d'événements¹⁰³.

Les tempêtes sont des événements naturels qui se produisent régulièrement en Picardie, ceux sont particulièrement destructeurs pour les forêts. **Les dernières tempêtes en date en Picardie sont celles de 1984, de 87, 90 et de 99.** Il s'agit essentiellement de tempêtes hivernales avec des séries de chablis. Lors de ces tempêtes, des peuplements murs ont été chamboulés et détruits, les conséquences sur les différents massifs forestiers touchés sont généralement importantes.

Les inondations peuvent également avoir un impact sur les forêts : en 2001, suite aux inondations de la Somme, les zones basses en forêt de Compiègne ont été inondées pendant plusieurs mois. Les peuplements de hêtres et de charmes ont souffert¹⁰⁴.

Focus : Atténuation / Adaptation

Impacts sur la capacité de stockage de carbone des sols et forêts : une hausse de la

¹⁰¹ Communication, Noémie Havet, CRPF

¹⁰² Communication, Jérôme Piat, ONF

¹⁰³ Rio-Nivert, 2008

¹⁰⁴ Communication, Jérôme Piat, ONF

séquestration de carbone par les sols forestiers et la biomasse est observée à l'échelle planétaire. Toutefois, en Europe du Sud, depuis quelques années, la tendance s'est inversée, en raison de la baisse des précipitations. Suite à la canicule de 2003, cette tendance s'est accentuée et il est possible que l'on assiste à une dégradation sévère de la « balance carbone » des forêts françaises¹⁰⁵ dans le cadre de scénarios pessimistes. La fréquence accrue des sécheresses et du stress hydrique, le dépérissement d'espèces non adaptées aux évolutions climatiques (principalement les espèces situées à la limite de leur aire de répartition) ou encore le remplacement des essences très productives par des essences qui le sont moins (essences méditerranéennes notamment) devraient conduire à une réduction des stocks de carbone dans la biomasse et les sols forestiers¹⁰⁶.

4.9 Initiatives d'adaptation engagées

Le CRPF Nord-Pas-de-Calais-Picardie a engagé une politique d'information auprès des propriétaires sur les effets du changement climatique. En 2007, un Observatoire Régional des Ecosystèmes Forestiers (OREF) a été créé afin de suivre l'évolution de ces derniers par rapport aux changements globaux (changement climatique, effets de l'homme...). Plusieurs indicateurs sont mesurés chaque année sur un réseau de placettes (composition floristique, état sanitaire...). Les données recueillies sont ensuite couplées avec des données météorologiques. Le CRPF a également mis en place des essais de plantation afin de connaître les essences les mieux adaptées aux conditions environnementales et climatiques futures¹⁰⁷. Les propriétaires de plus de 25ha de forêt sont bien informés des enjeux liés au changement climatique, et ont l'obligation d'avoir un plan de gestion pour leur domaine. L'ONF a quant à lui l'obligation de définir, pour chaque projet d'aménagement, la manière dont la composition des essences et la manière dont les forêts seront gérées dans les 20 ans à venir : l'ONF intègre déjà dans cette réflexion l'adaptation au changement climatique¹⁰⁸.

En Picardie, le hêtre est très présent, notamment dans les massifs forestiers de Compiègne ou de Retz, cette essence a pris beaucoup d'espace mais est très sensible au stress hydrique. Le hêtre n'est donc plus l'objectif principal et il est souvent remplacé par le chêne sessile. Le changement climatique est une composante de ce choix, l'autre composante étant la volonté de diversifier les essences¹⁰⁹.

4.10 Synthèse

Points forts	Points faibles
Réseau boisé important et divers	Pressions importantes des infrastructures de transports et de l'urbanisation sur les forêts
Forte production de bois (merisiers, peupliers, frênes)	Forêts publiques fortement visitées
Biodiversité importante	

¹⁰⁵ Roman-Amat, 2007

¹⁰⁶ Greenpeace, 2005

¹⁰⁷ Communication, Noémie Havet, CRPF

¹⁰⁸ Atelier de Concertation « ressources naturelles » SRCAE, 05 mai 2011

¹⁰⁹ Communication, Jérôme Piat, ONF

Opportunités	Menaces
Augmentation de la productivité forestière en cas de légère hausse des températures	Risques de dépérissement des espèces
Débouchés pour le marché du bois-énergie et bois de construction	Risques liés à l'augmentation de phénomènes météorologiques extrêmes (tempêtes)
Intérêt grandissant pour la préservation de la forêt, prise de conscience de sa fonction écologique	Risques d'augmentation des incendies
	Risque d'augmentation des ravageurs
	Obstacles à la migration des espèces

4.11 Bibliographie

Sources générales sur le changement climatique et les forêts

- Chatry Christian et al. 2010, *Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts*, CGEDD
- GIEC, 2007, Contribution des groupes de travail I, II, III au quatrième rapport d'évaluation du GIEC. Pachauri R.K et Resinger A. IPCC.
- Groupe interministériel, 2009, *Evaluation des couts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*
- Duchiron Marie-Stella et Schnitzler Annik, 2009, *La forêt face au changement climatique : de la gestion productiviste à une sylviculture de l'écosystème*, INRA, *Courier de l'environnement* n°57.
- INRA, 2004, *Le réchauffement climatique peut accroître le risque de maladies des arbres. Exemples de l'encre et de l'oïdium du chêne*,
- Landmann G et al, 2003, *Sécheresse et canicule de l'été 2003 : quelles conséquences pour les forêts françaises?* revue Biologie et écologie
- ONF & INRA, 2007, *Forêts et milieux naturels face aux changements climatiques, rendez-vous techniques hors-série*
- Roman-Amat, 2007, *Préparer les forêts françaises au changement climatique*, rapport à l'attention des ministres en charge
- Riou-Nivert Philippe, 2009, *Les dégâts subis par les forêts du fait de tempêtes ou de sécheresses : des fléaux en progression*, Responsabilité et environnement N°53

Sources spécifiques à la Picardie

- INSEE Picardie, 2009, *Risques Naturels*
- Météo France, 2011, *Changement climatique en Picardie, Rapport d'Etudes*
- Profil Environnemental Régional, 2000

Sites internet

- CRPF Nord Picardie, www.crpfnorpic.fr/le-crpf-nord-picardie

Entretiens

- Noémie Havet, CRPF
- Jérôme Piat, ONF

5 La santé : de nouvelles préoccupations à considérer

L'épisode de surmortalité intervenu lors de la canicule de 2003 témoigne de l'importance de l'impact du climat sur la santé. Mais les liens entre climat et santé sont multiples et ne limitent pas à l'effet direct des températures : de nombreux impacts indirects du climat sur la santé - tels que la baisse de la qualité de l'eau, les allergies, les maladies infectieuses - sont également à considérer.

5.1 L'impact direct des températures sur la santé : le cas des canicules

Pour la France qui bénéficie d'un climat tempéré, les principales inquiétudes portent sur la mortalité liée à la recrudescence de périodes de températures extrêmes. Cette hausse de la mortalité contrebalancerait très largement la baisse de la mortalité liée au redoux hivernal.

Les conséquences d'une vague de chaleur ne sont pas les mêmes pour tous. L'expérience de la canicule de 2003 en France (et des 14 000 décès directement liés aux fortes chaleurs de l'époque) met en avant plusieurs facteurs de vulnérabilité aggravants :

La localisation : la surmortalité a été particulièrement importante dans les zones urbaines, en raison de l'effet « îlot de chaleur » (dont l'intensité varie en fonction de la taille, des caractéristiques architecturales, de la densité des villes¹¹⁰ – voir fiche « Urbanisme ») et des effets sanitaires de la combinaison « températures – pollution atmosphérique ».

L'âge des individus : 82% des décès attribués à la canicule de 2003 en France ont touché les personnes âgées de plus de 75 ans¹¹¹. Le vieillissement de la population corrélé à l'augmentation de la fréquence et des intensités des températures extrêmes est de ce fait un enjeu fort. Les capacités d'accueil des personnes âgées et la qualité du système de santé sont des facteurs d'adaptation déterminants.

La part des personnes âgées de 75 ans et plus en Picardie (7,5%) est inférieure à la moyenne nationale (8,5%) en 2007, mais en 2025 les plus de 60 ans seront plus nombreux que les moins de 20 ans. Le vieillissement de la population constitue un facteur aggravant¹¹². Les projections de l'INSEE soulignent par ailleurs une croissance de la population dépendante à 2020 (+20% sur l'ensemble des plus de 60 ans)¹¹³.

Le niveau socio-économique : les personnes de faible niveau socioéconomique, habitant en logements précaires ou mal ventilés seront plus exposées aux températures extrêmes.

L'accessibilité des soins de santé

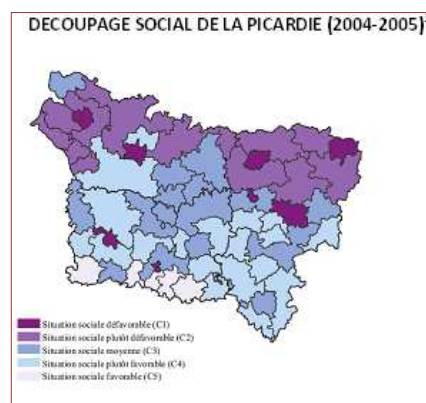
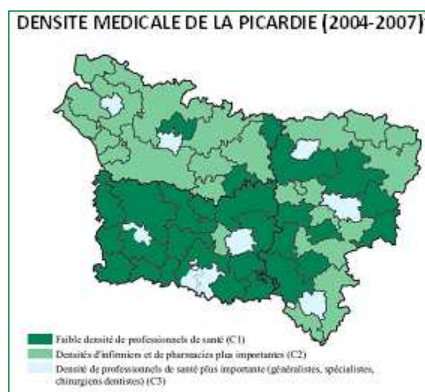
La Picardie dispose du **meilleur taux de toutes les régions de France pour l'équipement des lits médicalisés** pour 1000 habitants de 75 ans ou plus (138 en Picardie contre 75 en moyenne nationale). La région est également bien placée

¹¹⁰ ONERC, 2010

¹¹¹ ONERC, 2010

¹¹² INSEE, Omphale, 2010

¹¹³ INSEE Picardie, 2008



pour l'équipement en places de services de soins à domicile et légèrement au-dessus de la moyenne pour le taux d'équipement en structures d'hébergement complet pour personnes âgées.

Néanmoins, on recense Picardie **un déficit important de professionnels qualifiés dans les métiers du sanitaire** par rapport à la moyenne nationale : 47 spécialistes de santé pour 100 000 habitants contre 87 en moyenne en 2008¹¹⁴.

Par ailleurs, de fortes disparités existent au sein du territoire picard.

Le déficit de personnels qualifiés est plus important dans le sud de la Picardie comme le montre la carte ci-contre¹¹⁵. Les seules zones (en gris) où la densité de professionnels de santé est plus importante correspondent aux principales aires urbaines et à leurs alentours.

La vulnérabilité de la région aux impacts sanitaires du changement climatique est accentuée par **les inégalités sociales** : si le niveau de vie moyen en Picardie équivaut au niveau de vie moyen des français vivant en province, les inégalités entre les départements sont significatives : en 2004, selon l'INSEE, le taux de pauvreté de l'Oise est de 9,9%, alors que celui de l'Aine est de 14,7% et celui de la Somme de 13,9%¹¹⁶.

Comme l'indique la carte ci-contre¹¹⁷, **de fortes disparités existent également au sein des trois départements la région**. On s'aperçoit que les zones en situation sociale défavorable sont principalement les aires urbaines (Abbeville, Amiens, Beauvais, Creil, Laon, Saint-Quentin). Des zones plus rurales sont également touchées. Il faut noter la vulnérabilité accrue du nord de la Picardie, notamment du pays de Thiérache, qui abrite une population plus âgée, avec des revenus plus faibles¹¹⁸ et connaît une densité moyenne, voire faible, de personnels de santé.

L'isolement : *a priori* la dispersion de l'habitat est un avantage face aux canicules par rapport à la forte densité dans les villes où se créent des îlots de chaleur (les taux de mortalité lors de canicule 2003 en témoignent). Mais cela représente également un facteur de vulnérabilité pour les personnes isolées.

¹¹⁴ INSEE Picardie, 2008

¹¹⁵ DGI, ANPE- DRTEFP, Caf, MSA, CPAM, RSI, INSEE, Conseils Généraux 02, 60, 80, OR2S, 2009 (6 indicateurs relatifs à la densité de professionnels de santé a permis de regrouper les 58 aires de santé de la Picardie en trois classes).

¹¹⁶ INSEE Picardie, 2008

¹¹⁷ DGI, ANPE- DRTEFP, Caf, MSA, CPAM, RSI, INSEE, Conseils Généraux 02, 60, 80, OR2S, 2009 (10 indicateurs sociaux - taux d'allocataires au revenu minimum d'insertion, densité de logements sociaux etc.- ont été utilisés pour définir la situation sociale des aires délimitées).

¹¹⁸ ORS, Pays de Thiérache

La Picardie se situe largement en dessous de la moyenne nationale en matière de taux d'équipement par commune.

Les communes picardes, nombreuses et très petites, bénéficient en moyenne de 5 équipements sur les 24 équipements de proximité répertoriés (la moyenne française étant de 8). Le manque d'équipement et l'isolement sont des facteurs de vulnérabilité durant les périodes de canicules, notamment pour les personnes âgées qui sont obligées de faire trajet plus long pour avoir accès aux services minimum de proximité.

Les conditions de santé des individus : avec une sensibilité plus importante des personnes déjà fragilisées.

Bien que les conditions de santé ne puissent pas se résumer à l'espérance de vie et au taux de mortalité, il faut noter que les chiffres pour ces deux critères sont moins bons en Picardie que dans le reste du pays.

En 2008, le taux de mortalité en Picardie est de 9/1000 habitants contre 8,5 pour la moyenne nationale.

L'espérance de vie est de 75,7 ans pour les hommes et 82,4 pour les femmes, en France elle est de 77,7 ans pour les hommes et 84,3 ans pour les femmes.

A noter la forte différence entre les taux de mortalité de l'Oise et de l'Aisne, le premier département ayant un taux relativement faible (7,7) et alors que le second possède l'un des taux les plus élevés de France avec 10,3/1000 habitants¹¹⁹.

En outre, avec une espérance de vie de 74,5 ans pour les hommes, le département de l'Aisne se situe en dessous des deux autres départements de la région (76,5 pour l'Oise et 75,6 pour la Somme) eux même en dessous de la moyenne nationale.

¹¹⁹ INSEE, 2008

Retour sur la canicule de 2003...

En 2003, la mortalité liée à la canicule en Picardie équivaut à peu près à la moyenne nationale mais le nombre de jours de fortes chaleurs en Picardie était inférieur à la moyenne.

Selon Météo France, la canicule du 03 au 14/08/2003 a été extrême durant ces 12 jours avec une température moyenne minimale (du 03 au 14/08/2003) de 20,2°C à Montfaucon (02) dont trois jours à plus de 22°C au plus frais de la nuit : 22,5°C le 07, 23°C le 11 et 22,5°C le 12 et une température moyenne maximale (du 02 au 13/08/2003) de 37,4°C à Vailly-sur-Aisne (02) dont 3 jours où les températures ont dépassé les 40°C sous-abri : 40,1°C le 6, 40,3°C le 07 et 41°C le 12.

Selon l'InVS Nord-Picardie, la surmortalité liée à la canicule de 2003 fut plus importante dans le sud de l'Oise, les températures y étant plus élevées que dans le reste de la région.

On constate sur les cartes ci-dessous (celle de gauche représentant le nombre de jours de fortes chaleurs et celle de droite le ratio de mortalité) que le ratio de mortalité par rapport au nombre de jours de fortes chaleur est plus élevé au nord qu'au sud. C'est particulièrement probant pour le département de l'Aisne.

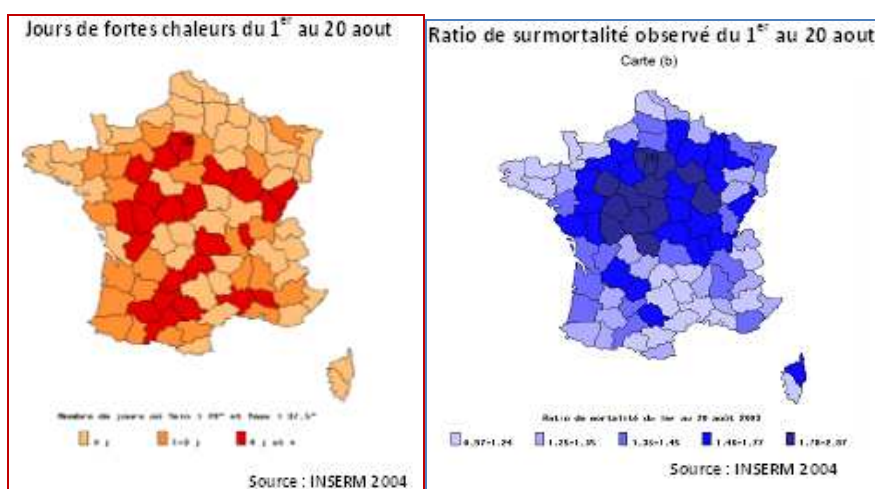


Figure 40 – Jours de forte chaleur et surmortalité en 2003 (Source : INSERM, 2004)

Ceci peut s'expliquer par les facteurs de vulnérabilité cités plus haut, mais également par le fait que les populations du nord de la France sont moins habituées à ces températures et qu'elles ne possèdent pas la même « culture de la chaleur » qu'au sud de la France.

Baisse possible de la mortalité hivernale

La Picardie a connu d'importantes vagues de froid au XX^{ème} siècle, les plus importantes correspondant aux hivers 1940, 1956, 1963 et de 1985 à 1987. D'autres vagues de froid depuis ces dates ont été recensées, mais celles-ci restent moins extrêmes que les hivers cités précédemment.

Le mois de décembre 2010 a également été particulièrement froid et particulièrement neigeux, causant des conséquences exceptionnelles sur les réseaux routiers.

Mais d'après Météo France, les températures hivernales devraient augmenter au cours du XX^{ème} siècle. Dès 2030, une augmentation de la température est probable, celle-ci pourrait aller de 1,5 à 3°C d'ici 2080. Une baisse des jours de gel est également attendue.

Ces conséquences pourraient réduire la mortalité liée au froid en hiver, notamment chez les personnes socialement en difficulté ou en situation de précarité énergétique. Néanmoins, on recense assez peu de décès liés aux vagues de froid en Picardie en comparaison avec les canicules. La potentielle diminution de celles-ci ne saurait compenser l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des fortes chaleurs.

Par ailleurs, une vague de froid identique à celles que l'on a observé par le passé, tandis que les conditions climatiques moyennes tendent vers un climat plus chaud, pourrait avoir des conséquences plus importantes qu'actuellement (inadaptation au froid).

5.2 Les impacts indirects du changement climatique

La littérature sur les liens entre santé et changement climatique met en avant plusieurs impacts.

5.2.1 Un risque de développement de maladies vectorielles

Le changement climatique pourrait étendre vers le nord l'aire de répartition de certains vecteurs de maladies et augmenter leur degré de pathogénicité. De manière générale, si l'arrivée d'un vecteur dans une zone géographique est liée à des facteurs autres que le changement climatique (transports, tourisme...), celui-ci pourrait favoriser leur survie et leur implantation durable¹²⁰.

Cet enjeu, à long terme pour la Picardie, est mis en évidence par la montée d'insectes vecteurs vers le nord. Tous les ans, certains vecteurs (ex : chikungunya) sont retrouvés 100km plus au nord. Actuellement, la limite est à la Vallée du Rhône.

Des dispositifs de surveillance existent déjà dans les régions du sud de la France, dont la région Picardie pourra s'inspirer le cas échéant.

Dans cette adaptation, il faudra prendre en compte les pesticides utilisés dans la démolition qui peuvent influencer sur la qualité de l'eau¹²¹.

5.2.2 La croissance des maladies allergiques

Plus de 20% de la population, soit près de dix millions de Français, est touchée chaque année par des allergies associées aux pollens¹²². Le changement climatique peut entraîner un allongement de la durée de pollinisation, une augmentation du nombre de grains de pollen émis dans l'atmosphère, une hausse du potentiel allergisant de certains pollens et une extension vers le nord de certaines plantes allergisantes (exemple : l'ambrosie)¹²³.

¹²⁰ Les maladies vectorielles sont basées sur la relation entre un agent infectieux transmis au vertébré par le biais d'un insecte ou d'un acarien hématophage (le vecteur)

¹²¹ Communication, InVS, Christophe Heyman

¹²² Thibaudon Michel, RNSA, 2007

¹²³ Thibaudon Michel, RNSA, 2007

Même si les connaissances sur le sujet sont à approfondir, il semblerait que la Picardie ne soit pas plus touchée que les autres régions françaises par **les phénomènes d'allergies**. Il n'en reste pas moins qu'avec les modifications de calendriers et la croissance des maladies allergiques liées au changement climatique, la Picardie reste exposée (voir étude qualité de l'air du SRCAE). **La ville d'Amiens est par exemple concernée par les maladies allergiques, notamment à cause d'une forte pollinisation des frênes et des bouleaux**¹²⁴.

Aujourd'hui encore peu présentes sur le territoire picard, **certaines plantes allergisantes comme l'ambrosie pourrait être amenées à se développer à court terme**.

L'offre de santé dans ce domaine est insuffisante en Picardie. La Somme ne dispose que d'un seul allergologue, et il n'existe plus d'offre de formation pour cette spécialité¹²⁵.

5.2.3 Le développement de maladies générées par la dégradation de la qualité de l'eau

L'augmentation de la température de l'eau, la diminution des débits et du niveau des nappes (voir fiche « Eau ») peuvent avoir un impact sur la qualité de l'eau et par conséquent des répercussions sanitaires. Le développement de bactéries et d'algues toxiques peut s'accélérer avec l'augmentation des températures (comme la bactérie *leptospira*), certaines algues ou bactéries libèrent des cyanotoxines néfastes, la diminution des débits peut accroître la concentration des polluants. Enfin, la diminution des niveaux des aquifères pourrait permettre l'introduction d'eaux parasites dans les captages mal protégés lors d'événements d'intenses catastrophes naturelles.

La qualité des eaux de mer peut également se dégrader avec le changement climatique (hausse des températures, de l'acidité etc.), ce qui peut engendrer des maladies telles que des troubles intestinaux, des infections typho-paratyphoïdiques, des atteintes des muqueuses, de la peau ou des yeux¹²⁶. Les eaux déjà polluées sont les plus vulnérables.

La qualité de l'eau souterraine en Picardie (principale source d'eau potable de la région) **est globalement moyenne**. Des mesures sont engagées pour l'améliorer (voir fiche « Eau »), mais avec l'augmentation des besoins en période estivale et une diminution des recharges des nappes, la situation pourrait empirer. Dans certaines zones du littoral, par exemple, la qualité de l'eau est déjà médiocre en raison des activités industrielles et agricoles¹²⁷. Avec les effets du changement climatique et la hausse de l'activité touristique, l'enjeu pour la santé pourrait devenir déterminant dans les années à venir.

¹²⁴ Atmo Picardie, 2010

¹²⁵ Atelier de concertation « aménagement du territoire et cadre de vie », SRCAE, 13/05/2011

¹²⁶ Groupe interministériel, Rapport d'étape, 2008

¹²⁷ DRE Picardie, Littoral Picard, 2008

Par ailleurs, la Picardie dispose de plans d'eau aménagés pour la baignade en eau douce (7 dans l'Aisne et 3 dans l'Oise). Ceux-ci sont régulièrement suivis et leur qualité est relativement bonne¹²⁸.

La qualité des eaux de baignade en mer est globalement bonne¹²⁹ en Picardie. Toutefois, il faut noter le passage de certaines plages de la catégorie A (bonne qualité) à la catégorie B (qualité moyenne) en 2008, c'est notamment le cas pour Cayeux-sur-Mer, Ault Bois de Cise et Mers-les-bains. Une plage est également passée en catégorie C (momentanément polluée), il s'agit du Crotoy qui devient en 2008 la seule plage de Picardie dont la qualité bactériologique n'est pas conforme aux réglementations en vigueur. Les raisons de cette dégradation sont essentiellement liées à des activités anthropiques (réalisation de travaux, déchets, rejets etc...) ¹³⁰.

5.3 Les conséquences des événements climatiques extrêmes sur la santé

Si le changement climatique est susceptible d'accroître la fréquence ou l'ampleur des événements extrêmes, la vulnérabilité de la population est davantage augmentée par l'accroissement des populations résidant dans des zones à risque (voir fiche « Risques naturels »). Les événements extrêmes ont des conséquences directes (blessures, décès), mais aussi des indirectes, liées à la contamination de l'eau ou à l'endommagement des infrastructures sanitaires et des voies de communication (gênant ou bloquant l'accès des services de secours). Enfin les conséquences psychologiques peuvent être lourdes, mais restent plus difficiles à cerner.

Les principaux risques naturels en Picardie sont les inondations, les submersions marines et les mouvements de terrain (voir fiche « Risques Naturels »).

Une étude de l'ORS Picardie a mis en avant les **impacts sanitaires sur le long terme des inondations de la Somme en 2001**. Une majorité de personnes interrogées ayant été évacuées considèrent leur santé comme moyenne voire mauvaise. La hausse de la consommation des médicaments des sinistrés depuis les événements de 2001 renforce la thèse d'une situation sanitaire détériorée par les inondations.

L'impact psychologique de ce type d'évènement est à prendre en compte : les évacués ainsi que les personnes dont la zone de vie a été sinistrée sont proportionnellement plus nombreuses à présenter des troubles anxieux que les personnes non touchées¹³¹.

5.4 Initiatives d'adaptation engagées

Au niveau national, une réflexion a été menée suite à la canicule de 2003. Trois types de risques ont été répertoriés :

- La recrudescence d'évènements météorologiques extrêmes
- La dégradation de la qualité de l'air et dans une moindre mesure de la qualité de l'eau
- La réémergence de maladies infectieuses.

¹²⁸ DDASS, 2009

¹²⁹ DRE Picardie, Littoral Picard, 2008

¹³⁰ DDASS 80, 2008

¹³¹ ORS Picardie, CIRE Nord-Pas-de-Calais, CHU Amiens, 2003

Les systèmes de surveillance se sont nettement améliorés depuis la canicule 2003. Beaucoup plus de données sont collectées et automatisées aujourd'hui afin d'améliorer le suivi de l'impact des événements comme les canicules¹³².

En 2006, est publié le Plan Régional de Santé Publique, avec des actions en faveur d'une amélioration de la qualité de l'eau et de l'air, et mesures de préventions face aux canicules.

5.5 Synthèse

Points forts Moins exposée que les régions du sud aux périodes de températures extrêmes Fort taux d'équipements de lits médicalisés Nombreuses places de services de soins à domicile	Points faibles Inégalités socioéconomiques Eaux souterraines de qualité moyenne Population peu habituée aux périodes de fortes chaleurs Manque de personnels de santé qualifiés Carence en équipements de proximité
Opportunités Baisse de la mortalité hivernale Meilleure prise en compte des problématiques santé-environnement dans les projets d'aménagement	Menaces Vieillissement de la population et augmentation de la dépendance Exacerbation des problèmes liés à la qualité des eaux de surfaces et souterraines Arrivée potentielle de maladies à vecteur Impacts sanitaire liés à la recrudescence des événements extrêmes

5.6 Bibliographie

Sources générales sur le changement climatique et la santé

- Groupe interministériel, 2009, *Evaluation des coûts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*
- ONERC, 2010, *Villes et adaptation au changement climatique*, rapport au premier Ministre et au parlement
- Thibaudon Michel, 2007, *Pollens, allergies et changement climatique*, RNSA
- Hémon Denis et Jouglé Eric, 2004, *Surmortalité liée à la canicule 2003*, INSERM, Rapport remis au ministre de la Santé et de la Protection Sociale

Sources spécifiques à la Picardie

- DRE Picardie, 2008, *Le littoral Picard : un patrimoine naturel riche et diversifié à valoriser et à gérer durablement*
- INSEE Picardie, 2009, *Risques Naturels*
- Météo France, 2011, *Changement climatique en Picardie, Rapport d'Etudes*
- OR2S, URCAM, 2009, *Aires de santé en guise de synthèse*, Regard Santé

¹³² Communication, Christophe Heyman, InVS Nord-Picardie

- OR2S, 2002, *Le pays de la Thiérache*, Plaqueette DREAL
- ORS Picardie, CIRE Nord-Pas-de-Calais, CHU Amiens, 2003
- Profil Environnemental Régional, 2000

Sites internet

- ATMO Picardie, 2010, www.atmo-picardie.com
- INSEE, www.insee.fr
- DDAS 80, <http://www.picardie.sante.gouv.fr/dd80/ddass80.htm>

Entretiens

- Christophe Heyman, InVS Nord-Picardie

6 L'agriculture : des impacts positifs potentiellement remis en cause par le manque d'eau ?

Les liens entre agriculture et changement climatique sont multiples et des changements sont d'ores et déjà observés sur certaines cultures : modification des calendriers agricoles, changement dans la qualité des produits, déplacement vers le nord de certains ravageurs¹³³ ...

Etant intimement lié aux conditions climatiques depuis toujours, le secteur agricole s'est spontanément adapté au climat. Néanmoins, les changements auxquels l'agriculture fait et fera face au long du XXI^{ème} siècle sont exceptionnels par leur rapidité. Cela implique de prévoir et d'organiser l'adaptation du secteur.



Figure 41 – Orientation agricole dans les communes picardes en 2000 (Source : MAAP, 2000)

¹³³ Groupe interministériel, 2009

70% du territoire picard est consacré à l'agriculture. L'agriculture picarde est constituée de grandes exploitations tournées principalement vers les productions végétales et à forte productivité. Première région productrice de betterave, la Picardie se place au second rang des producteurs de pomme de terre, d'endive et de blé. La superficie consacrée au blé tendre constitue la majeure partie de la sole céréalière, mais plus de la moitié des exploitants de la région cultive la betterave industrielle. Les produits issus de l'élevage occupent des places moins importantes dans le classement national : 10^{ème} place pour le lait, 14^{ème} pour la viande¹³⁴.

6.1 L'impact du changement climatique sur les cultures végétales

Le lien entre changement climatique et rendements agricoles se fait par l'action combinée de plusieurs facteurs¹³⁵ :

- L'accroissement de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère, qui favorise le processus de photosynthèse et donc la croissance des plantes ;
- La hausse des températures, qui jusqu'à un certain seuil, peut favoriser la productivité des cultures ;
- L'évolution des précipitations et la multiplication des épisodes de sécheresses qui constituent bien souvent un facteur limitant les effets *a priori* positifs du changement climatique sur les cultures.

6.1.1 Des rendements à la hausse en Picardie ?

D'après le projet CLIMATOR (INRA), dans le nord de la France, il est possible que le réchauffement climatique (jusqu'à un certain seuil) affecte positivement le rendement de certaines cultures¹³⁶.

Une amélioration du rendement du blé tendre est envisageable. Sur les deux sites étudiés pour la centre-nord (Versailles et Mons), des augmentations significatives de rendement sont attendues, de 8% et 10% dans un futur proche (2020-2049) et de 9% à 12% pour le futur lointain (2070-2099). En outre, les pertes de rendement occasionnées par les deux principales maladies du blé diminuent de 15 à 20% dans cette zone¹³⁷.

En 2008, en Picardie, la surface agricole utilisée (SAU) est consacrée pour 46% à la culture du blé tendre¹³⁸.

La productivité du maïs grain serait également en augmentation quelle que soit l'hypothèse climatique. L'augmentation se ferait essentiellement d'ici un futur proche, pour maintenir cette croissance de rendements il faudra changer de variété¹³⁹.

Les rendements de colza, quant à eux, stagneraient s'il n'y a pas d'évolution technique : les impacts négatifs du changement climatique empêchant la culture de profiter du CO₂ atmosphérique et de réduction du risque de gel. L'ensemble de la culture d'oléagineux représente près de 105 000 hectares en Picardie dont la quasi-totalité est composée de navette et de colza.

¹³⁴ Conseil régional Picardie

¹³⁵ Brisson et Levraut, CLIMATOR, 2007-2010

¹³⁶ Brisson et Levraut, CLIMATOR, 2007-2010

¹³⁷ Brisson et Levraut, CLIMATOR, 2007-2010

¹³⁸ INSEE Picardie, 2009-2010

¹³⁹ Brisson et Levraut, CLIMATOR, 2007-2010

La culture de la betterave en Picardie, qui représente plus du tiers de la superficie et de la production nationale, pourrait profiter du changement climatique, celle-ci ne présentant aucun stade critique vis-à-vis des températures ni du stress hydrique¹⁴⁰. Cette culture est essentiellement concentrée dans l'Aisne¹⁴¹.

Il faut rester prudent sur les impacts positifs du changement climatique sur l'agriculture picarde, d'autant que les aspects positifs sont souvent compensés par d'autres négatifs comme les sécheresses, l'augmentation de fréquence et d'intensité des événements extrêmes.

Les observations d'Arvalis-Institut du Végétal¹⁴² sur les rendements depuis 1960 font état d'une évolution contrastée selon les cultures.

- Le rendement du blé plafonne depuis le milieu des années 1990, avant tout pour des raisons climatiques.
- Pour la betterave, les rendements continuent d'augmenter, en raison d'une part de la longueur du cycle végétatif (meilleure capacité d'adaptation) et d'autre part, d'investissements plus importants pour ce type de cultures.
- Les rendements sont en progression également pour le maïs, culture pour laquelle l'adaptation peut passer par un travail sur la sélection variétale.

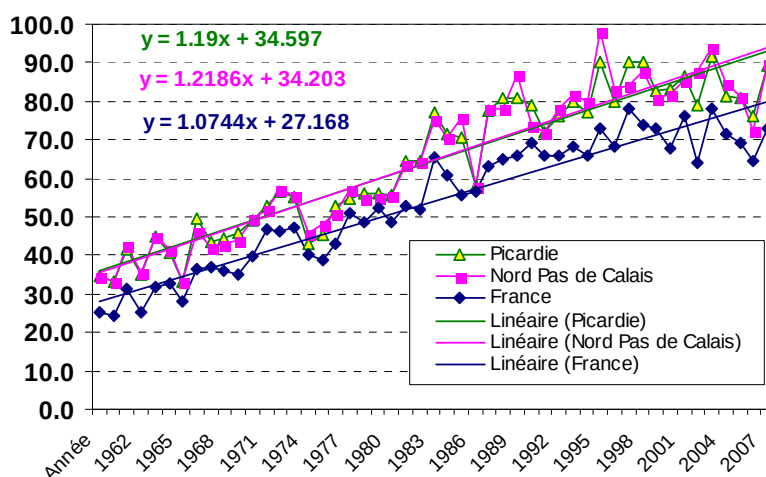


Figure 42 – Evolution du rendement du blé d'hiver (Source : Arvalis- Institut du Végétal)

6.1.2 L'eau : facteur limitant des effets positifs du changement climatique

La baisse de la disponibilité en eau, principalement en été (voir fiche « Eau ») pourrait inverser dans certaines régions les effets positifs précédemment cités. Les cultures très consommatrices où dépendantes de l'irrigation seraient les premières touchées. L'impact des sécheresses de 1976 et plus récemment de la canicule de 2003, fournissent des indications intéressantes quant à la réaction des différentes filières agricoles¹⁴³. Les résultats du projet CLIMATOR mettent en avant (pour le futur proche) une hausse du besoin en irrigation des cultures déjà irriguées (pour le maïs, +40mm en

¹⁴⁰ Institut technique de la Betterave, 2010

¹⁴¹ INSEE Picardie, 2009-2010

¹⁴² Communication Jean Paul Prévot, Arvalis, 2011

¹⁴³ Groupe interministériel, 2009

moyenne dans les zones actuelles du maïs irrigué) et l'apparition de nouveaux besoins en irrigation, pour des cultures telles que la vigne ou la prairie.

Bien qu'elle soit moins touchée que les régions du sud de la France, l'**effet du stress hydrique** pourrait se faire ressentir en Picardie et affecter les rendements des cultures les plus consommatrices. Les cultures les plus consommatrices sont les pommes de terres et les légumes irrigués de plein champs.

Pour limiter la consommation en eau, les irrigants sont d'ores et déjà contraints de réduire leur prélèvement dans les nappes et rivières durant les années à faible pluviométrie¹⁴⁴.

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des canicules aura un impact négatif sur les rendements. **L'expérience de 2003 a prouvé que les rendements avaient reculé dans toutes les cultures à l'exception de l'Orge de printemps et des racines d'endive.** Les rendements ont été en très forte baisse dans la Somme et dans le sud de l'Aisne. La qualité fut toutefois peu affectée¹⁴⁵.

Les **canicules ont également un impact sur la productivité fourragère. Fortes températures et pénuries d'eau entraînent une baisse de la quantité de fourrage produite, une dégradation des prairies, une perte de carbone des sols, une réduction de l'ingestion et de la production des ruminants...**

6.1.3 Une modification des calendriers agricoles

L'anticipation des stades phénologiques¹⁴⁶ est l'un des principaux impacts du changement climatique mis en avant par les études récentes. Ayant pour moteur principal l'élévation des températures, celle-ci devrait toucher toutes les cultures mais de manière très variable : les cultures de printemps – comme le maïs ou la vigne – subissant la plus forte anticipation.

Une précocité des stades est déjà observée, notamment pour le blé, comme l'indiquent les observations d'Arvalis-Institut du Végétal présentées ci-dessous.

¹⁴⁴ Chambre d'agriculture de Picardie, 2010

¹⁴⁵ INSEE Picardie, 2004

¹⁴⁶ Brisson et Levraut, CLIMATOR, 2007-2010

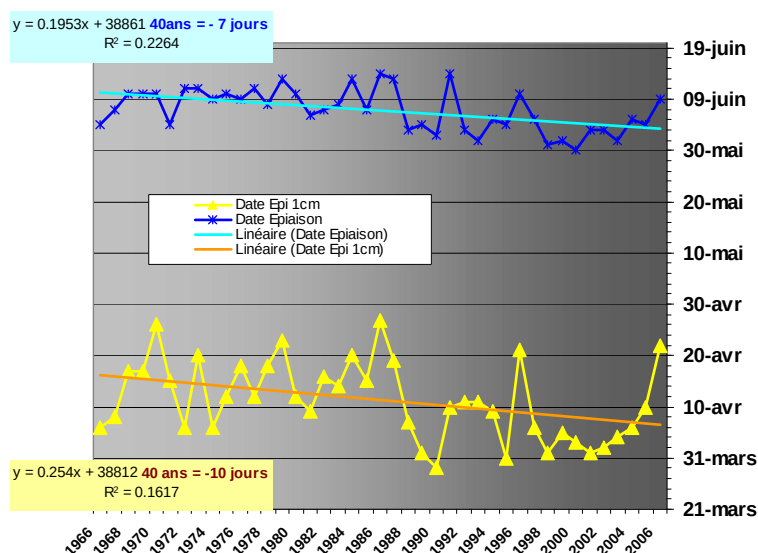


Figure 43 - Evolution des stades du blé en station de Saint Quentin pour un semis le 10 octobre (Source : Arvalis-Institut du Végétal)

6.1.4 Vers une amplification de l'impact des maladies, ravageurs et parasites

Bien qu'une incertitude demeure, une amplification de l'impact des ravageurs et des parasites nuisibles pour certaines cultures est à prévoir : extension de l'aire de répartition de certains ravageurs vers le nord, hausse du taux de survie de certains insectes en hiver, développement des populations¹⁴⁷.

Une **amplification de l'impact des ravageurs et des parasites est à prévoir pour les régions du nord**. Certains ravageurs sont déjà présents en Picardie :

Un **foyer de chrysomèles des racines du maïs (insecte, de l'ordre de coléoptères, ravageur des cultures de maïs) a été trouvé en Picardie en 2005, cela a entraîné la pulvérisation d'insecticides sur 1300 hectares**¹⁴⁸. Bien que l'apparition de cet insecte ne soit pas liée au changement climatique mais au transport aérien (premiers foyers trouvés près de Roissy et d'Orly), le changement climatique pourrait favoriser son développement.

En outre, la proximité avec l'aéroport de Roissy et le développement de l'aéroport de Beauvais peuvent représenter un risque en matière d'arrivée de parasites.

En termes de maladies, des hivers doux favorisent l'apparition de rouille jaune, tandis que des printemps chauds amplifient le risque de rouille brune. Les observations mettent en avant une extension vers le nord et l'est du risque potentiel de rouille brune¹⁴⁹.

Les grillures et réactions physiologiques peuvent augmenter avec les fortes températures en végétation. Les maladies seraient par ailleurs **plus nuisibles** lorsqu'elles s'installent **tôt** dans le cycle de la plante. De même, les dégâts sont accentués par le **stress hydrique** en fin de cycle.

¹⁴⁷ Groupe interministériel, 2009

¹⁴⁸ DGAL, 2005

¹⁴⁹ Communication JP. Prévôt, Arvalis-Institut du Végétal

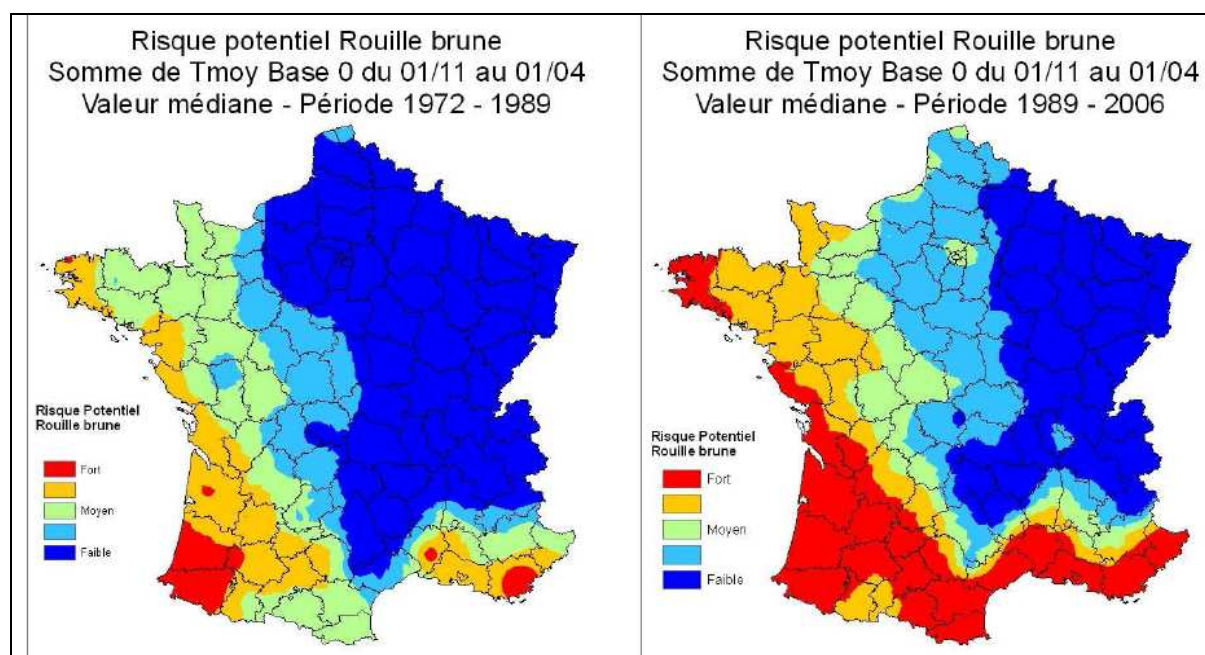


Figure 44 – Evolution observée du risque potentiel de rouille brune en 1972-1989 et 1989-2006 (Source : Communication Arvalis-Institut du Végétal)

6.1.5 Des impacts sur la qualité

L'augmentation des températures et l'avancement de la phénologie auront des répercussions particulières sur la qualité des produits. La question est particulièrement prégnante s'agissant de l'arboriculture ou encore la viticulture¹⁵⁰.

6.1.6 Une redistribution géographique des cultures ?

Si la hausse de température moyenne annuelle est inférieure à un seuil se situant autour de 3°C d'ici 2100, les capacités d'adaptation du secteur agricole devraient permettre de limiter les impacts. En revanche le dépassement de ce seuil rendrait difficile l'adaptation par la modification des techniques. Dans ce cas, nous pourrions assister à une modification profonde du paysage agricole français¹⁵¹. Selon les résultats du projet CLIMATOR, les cultures seront plus ou moins impactées selon leur type : le blé verrait par exemple le maintien voire l'accroissement de la faisabilité de sa culture sur l'ensemble du territoire, alors que la production de maïs, première culture irriguée de France, serait, elle, fortement impactée.

¹⁵⁰ Brisson et Levraut, CLIMATOR, 2007-2010

¹⁵¹ Brisson et Levraut, CLIMATOR, 2007-2010

Une évolution potentielle de la viticulture est à prévoir à partir du milieu du siècle. Les simulations confirment que si la culture de la vigne est peu réalisable actuellement, ni pour le chardonnay, ni pour le merlot, elle pourrait le devenir à partir de 2030 de façon sporadique et plus régulièrement à partir de 2050. En outre, comparativement à d'autres sites, le risque vis-à-vis du botrytis (champignon qui sévit sur des cultures comme la vigne, le tournesol ou la tomate) serait modéré. Le climat deviendrait donc adapté au chardonnay et au merlot à moyen terme et ce dans des conditions permettant une récolte de qualité¹⁵².

Il faut également préciser que la Picardie est une région productrice de Champagne. **10% de la production française de champagne AOC vient du sud de l'Aisne.** Le changement climatique pourrait devenir un enjeu pour cette culture. Si à court terme, l'élévation des températures se traduit par une avancée des stades phénologiques et une amélioration de la qualité des raisins vendangés (c'est ce qui est observé actuellement en Champagne-Ardenne)¹⁵³, cette évolution pourrait devenir néfaste pour la qualité des productions à plus long terme : chaleur trop importante, augmentation trop significative du taux d'alcool...

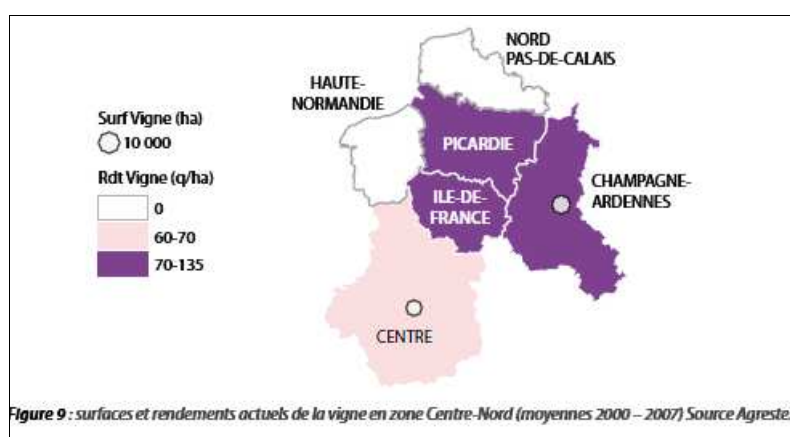


Figure 45 - surfaces et rendements actuels de la vigne, Centre-Nord entre 200 et 2007 (Source : Agreste, 2010)

6.2 Changement climatique et élevage

6.2.1 Le phénomène de sécheresse

La hausse des températures pourrait favoriser la croissance et la productivité des prairies, principalement dans la moitié nord de la France. Néanmoins, la production fourragère est extrêmement sensible à la sécheresse : les systèmes d'élevage d'herbivores, qui dépendent presque exclusivement de la pousse de l'herbe pour l'alimentation du bétail, sont ainsi particulièrement vulnérables au changement climatique¹⁵⁴. Les prairies peuvent pâtir de la canicule, avec des dommages pendant plusieurs années si aucune action n'est menée.

La question de la ressource en eau est particulièrement prégnante pour les systèmes d'élevage sur herbe, qui dépendent de la pousse de l'herbe pour nourrir le bétail. **L'élevage connaît un déclin certain en Picardie, que le changement climatique pourrait accélérer** : au vu des projections climatiques de Météo-France, indiquant une multiplication

¹⁵² Brisson et Levraut, CLIMATOR, 2007-2010

¹⁵³ Belantro et Briche, 2010

¹⁵⁴ INRA, 2006

des épisodes de sécheresses, la question de la faisabilité du maintien de l'élevage tel qu'il existe aujourd'hui est posée.

lundi 30 mai 2011, mis à jour à 09h00

COIVREL (60) La sécheresse tue aussi l'élevage

En visite dans un élevage, le préfet a rencontré des agriculteurs touchés par le déficit de pluviométrie. La FDSEA a avancé plusieurs propositions face à la crise.

Le préfet, Nicolas Desforges, est venu mercredi après-midi à la rencontre des agriculteurs chez Bernard Dewaele, éleveur à Coivrel. Jean-Luc Poulain, président de la chambre d'agriculture de l'Oise, a fait le point sur une « situation de sécheresse exceptionnelle qui fait penser, dit-il, à celle de 1976 ».



De gauche à droite : Jean-Luc Poulain, Nicolas Desforges, Bernard Dewaele et Luc Smessaert.

Une cellule sécheresse a été créée : «

Elle a déjà permis de coordonner et assurer l'approvisionnement en paille grâce à la solidarité des céréaliers », explique-t-il. Mais pour Luc Smessaert, président de la FDSEA, le problème est grave pour l'élevage en général : « On n'ose même plus aller voir nos parcelles (fourrage) et on est déjà rentré dans les rations hivernales qui vont durer douze mois au lieu de cinq d'habitude ! »

Une première mesure a été retenue dans son principe par le préfet : il s'agit d'autoriser le fauchage des prairies sous le coup des mesures agro-environnementales (protection de la nidification). Une mesure de bon sens car « les couvées de perdrix ont eu trois semaines d'avance cette année », précise Jean-Luc Poulain, et actuellement « l'herbe perd en volume et de sa valeur ». Cette mesure concerne la moyenne vallée de l'Oise, c'est-à-dire le Noyonnais, importante région d'élevage.

Le cas particulier de Bernard Dewaele, éleveur, est symptomatique de la situation générale : « La filière viande était déjà en difficulté il y a quelques mois », a rappelé Jean-Luc Poulain. Aujourd'hui s'y ajoute le surcoût de l'approvisionnement en nourriture qui représente pour la ferme de Coivrel environ 10 300€, soit 30 % du revenu net.

Sur ses 150 hectares dédiés à la polyculture et à l'élevage, Bernard Dewaele possède 80 vaches allaitantes ainsi que des génisses et des taureaux à l'engraissement. La tonne de paille est passée de 120 en 2010 à 230 € en 2011. Et s'il doit vendre ses taureaux, le prix au kilo est le même que celui de 1994 ! La faute aux abattoirs qui font baisser les cours, de concert avec leurs clients.

La sécheresse, le manque de nourriture, la hausse des prix, l'incitation à la vente des animaux, la spéculation à la baisse des cours des abattoirs et enfin la chute des cours, voilà une spirale infernale que ces professionnels ne supportent plus.

DE NOTRE CORRESPONDANT JEAN-CLAUDE CRÉPIN

Source : Courrier Picard, 30 mai 2011

D'ores et déjà, la Picardie est confrontée à la problématique du déficit d'alimentation des troupeaux par les prairies en années de sécheresses, qui conduit à puiser dans les stocks fourragers, ou à s'approvisionner auprès des industries agro-alimentaires¹⁵⁵. Suite à la canicule de 2003, de systèmes de solidarités ont été mis en place comme l'opération « solidarité paille » mise en place par le syndicat agricole.

En Picardie, **l'élevage se concentre principalement en pays de Thiérache qui fut particulièrement touché par la sécheresse du printemps 2011**. Pour les éleveurs, les stocks de paille hivernaux sont épuisés bien avant la date habituelle. Une sécheresse comme celle de 2011 peut avoir des impacts économiques et sociaux de premier ordre.

Elle pourrait également avoir des conséquences de long terme sur les paysages : à cause de la sécheresse, beaucoup de pâtures sont retournées, des haies sont arrachées etc.¹⁵⁶.

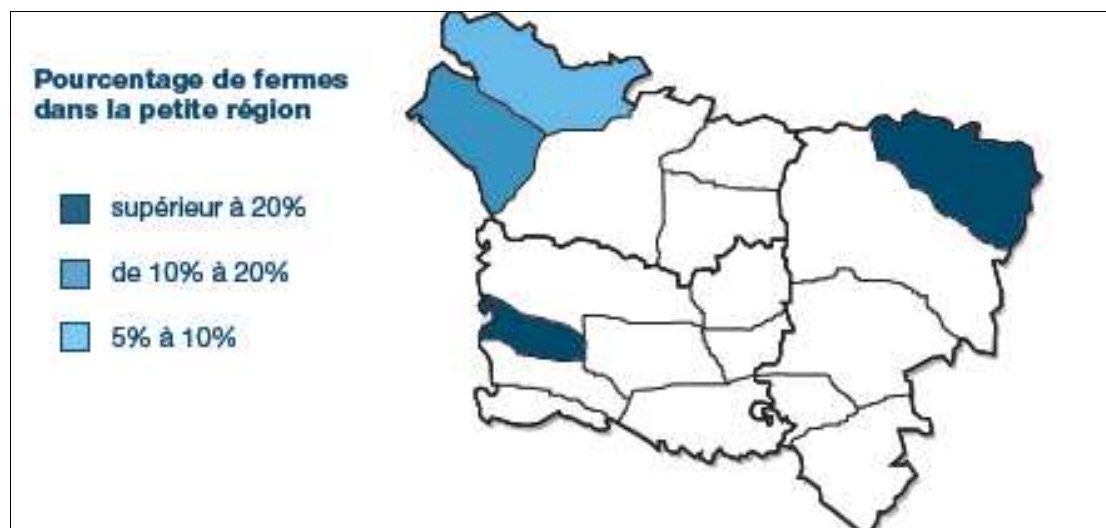


Figure 46 - Pourcentage de fermes spécialisée dans l'élevage (Source : Chambre Agriculture, observatoire Prospective, 2010)

¹⁵⁵ Atelier de concertation « activités économiques », SRCAE Picardie, 2011

¹⁵⁶ Communication, Philippe Caruette, Parc du Marquenterre

6.2.2 Températures, stress hydrique et santé animale

La hausse des températures peut avoir un impact direct sur la santé animale : les situations de stress thermique et hydrique entraîneraient des baisses de productivité (notamment pour l'élevage laitier)¹⁵⁷, les événements extrêmes peuvent représenter un risque direct pour la santé du bétail. Si les connaissances scientifiques font encore défaut sur l'impact précis des canicules sur la santé animale, en 2003 ont été répertoriés certains cas d'avortement et de morbidité durant la canicule et après celle-ci¹⁵⁸.

L'évolution de l'aire de répartition de vecteurs de maladies peut également représenter un risque pour l'élevage.

L'exemple le plus récent en Picardie est celui de la **fièvre catarrhale ovine (FCO)**, dont le lien avec le changement climatique semble avéré. Cette maladie, qui se trouvait habituellement dans les régions chaudes, s'est développée en Europe à cause des échanges commerciaux et s'y est implantée avec le réchauffement climatique sous différentes formes. Elle apparaît en 2006 dans les pays du nord de l'Europe (Pays-Bas, Belgique, Luxembourg, Allemagne), en septembre 2007, 284 cas sont confirmés dans l'Aisne, 58 dans la Somme et 22 dans l'Oise. A la fin de cette même année, 2 168 exploitations d'élevage sont touchées par la FCO en Picardie (15 261 sur le territoire national). **L'Aisne est le département le plus touché avec 1 113 exploitations**¹⁵⁹. **Cette crise sera toutefois contenue en Picardie, et ce grâce à la collaboration de l'ensemble des acteurs de la région**¹⁶⁰.

6.3 Changement climatique et pêche

Les écosystèmes marins sont directement menacés par une combinaison de perturbations associées au changement climatique (acidification des océans, hausse des températures aquatiques et marines), amplifiées par les pressions anthropiques¹⁶¹.

Les impacts à anticiper sont (voir fiche « Biodiversité ») : des migrations d'espèces vers le nord, des extinctions locales d'espèces sensibles, l'amplification de l'impact des bactéries dans les lacs, la colonisation des milieux par des espèces envahissantes, la perturbation de la chaîne alimentaire en raison de modifications de la phénologie décalées d'une espèce à l'autre, ou encore la réduction ou la disparition des conditions thermiques favorables à la reproduction.

6.4 Impact des événements climatiques extrêmes sur l'agriculture

Les épisodes de fortes pluies, de tempêtes, les changements de régimes pluviométriques, les crues sont autant d'aléas qui pourraient être exacerbés par le changement climatique et qui provoqueraient la dégradation des terres agricoles par les eaux.

L'augmentation probable de l'intensité et de la fréquence des crues représente un risque important pour l'agriculture picarde. Les dommages agricoles liés aux inondations de 2001 ont été nombreux et coûteux : affectation des prairies permanentes et des hortillonnages d'Amiens, destruction des cultures d'hiver, retard des plantations de printemps et

¹⁵⁷ Groupe interministériel, 2009

¹⁵⁸ Communication JC Moreau, INRA

¹⁵⁹ INSEE, 2007

¹⁶⁰ Atelier de concertation « activités économiques », SRCAE, 13 mai 2011

¹⁶¹ Commission européenne, 2007

dégradation de la structure des sols pour les prairies longuement submergées.

Les inondations ont un impact sur le bétail, un risque direct sur leur vie et un risque indirect sur leur approvisionnement. En 2001, l'approvisionnement en fourrage du bétail n'a pu être assuré que grâce à la solidarité d'autres régions.

6.5 Initiatives d'adaptation engagées

Les agriculteurs ont développé une capacité d'adaptation spontanée au climat, ajustant continuellement les pratiques culturales (évolution des dates de semis, évolutions des variétés). Néanmoins, l'ampleur et la vitesse des changements impliquent de mener une adaptation davantage structurelle et anticipatrice.

A ce jour, les principales actions engagées concernent le suivi des impacts du changement climatique sur l'agriculture et la production de connaissance sur les impacts futurs.

Parmi les programmes de recherche, on peut citer le programme CLIMATOR de l'INRA, qui a notamment associé la Chambre régionale d'agriculture picarde, et propose une étude détaillée des impacts possibles du changement climatique pour plusieurs cultures végétales, et plusieurs grandes régions françaises.

Par ailleurs, les instituts techniques travaillent également sur le changement climatique. Ainsi, Arvalis-Institut du Végétal est impliqué dans divers travaux de recherche sur les variétés adaptées, la précocité, l'efficacité de l'utilisation de l'eau, la tolérance à la sécheresse (projet FSOV avec l'INRA, le CNRS et les sélectionneurs), ou les stress multiples (test d'un indicateur « multi-stress » : climatique, azote, maladies).

6.6 Synthèse

Points forts Forte productivité de production végétale 1ère région productrice de betterave et seconde pour la pomme de terre, l'endive et le blé Fort potentiel piscicole	Points faibles Exposition aux inondations Baisse de rendement durant la canicule 2003
Opportunités Amélioration du rendement de blé Progression de la production de maïs Changement climatique favorable à la culture de la betterave Augmentation de la productivité des prairies	Menaces Impact des canicules sur le rendement Impact des canicules sur la production fourragère Impact des inondations sur l'exploitation agricole Extension de l'aire de répartition des ravageurs et parasites

6.7 Bibliographie

Sources générales sur le changement climatique et l'agriculture

- Belantro Gérard et Briche Elodie, 2010, *Changement climatique et viticulture en Champagne : du constat actuel aux prévisions du modèle ARPEGE-Climat sur l'évolution des températures au XXIème siècle*. Revue EchoGéo N°14, Septembre 2010.
- Brisson Nadine et Levraut Frédéric, 2007-2010, ANR, INRA, ADEME, *CLIMATOR, Régions*
- Gauchard Françoise et al. 2005, *Rapport sur l'évaluation du risque d'apparition et de développement de maladies animales compte tenu d'un éventuel réchauffement climatique*, AFSSA (Agence Française de Sécurité Alimentaire des Aliments)
- Groupe interministériel, 2009, *Evaluation des couts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*
- INRA, 2006, *Sécheresse et agriculture : réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau*

Sources spécifiques à la Picardie

- AGRESTE Picardie, 2009, *Feuille de liaison n°32*
- INSEE Picardie, 2007, *Bilan économique et social*
- INSEE Picardie, 2004, *dossier n°3*
- Institut technique de la betterave, 2010, *Evolution des rendements depuis 1990 : un effet favorable du changement climatique ?*
- Météo France, 2011, *Changement climatique en Picardie, Rapport d'Etudes*
- Observatoire de prospective régional, 2010, *Présentations des systèmes d'exploitation agricole de Picardie*, Chambre d'agriculture, Ministère de l'agriculture et de la pêche,
- Profil Environnemental Régional, 2000
- Vandame Jérôme, 2008, *Chrysomèle des racines du maïs : comment limiter les risques pour les apiculteurs et pour les maïsiculteurs ?* chiffres venant de note de service DGAI / SDQPV / N2008-8163 du 30 juin 2008.

Sites internet

- INSEE, www.insee.fr

Entretiens

- Jean Paul Prévot, Arvalis Institut du Végétal (atelier de concertation)

7 Energie et industrie : des besoins énergétiques en hausse en été, une capacité de production limitée par la baisse de la ressource en eau

Habituellement, la relation entre le secteur énergétique et le changement climatique est traitée sous l'angle des émissions de gaz à effet de serre générées par le premier et de son impact sur le second. Mais l'inverse représente également un enjeu important : **l'impact du changement climatique que ce soit sur l'offre ou la demande en énergie sera significatif, avec des conséquences sur l'ensemble des secteurs dépendant de la ressource énergétique.**

Suite au déclassement des dernières centrales thermiques, il n'y a plus de centrale électrique de grosse puissance en Picardie. L'alimentation énergétique de la Picardie est essentiellement dépendante des régions voisines, les principaux besoins sont assurés par les centrales nucléaires de Penly, Paluel (Haute-Normandie), de Gravelines (Nord-Pas-de-Calais), de Chooz et de Nogent-Sur-Seine (Champagne-Ardenne)¹⁶².

La demande en énergie est croissante, avec notamment une augmentation de la demande du milieu rural et des consommations importantes du secteur industriel (40% du bilan régional, la moyenne française étant de 30%)¹⁶³.

A l'instar du secteur énergétique, l'ensemble des industries pourra subir, plus ou moins fortement, l'impact du changement climatique, que ce soit dans les process industriels, dans les consommations (eau, matières premières) ou dans les rejets.

Tableau 7 – Infrastructures électriques en Picardie (Source : INSEE, 2007)

	Picardie	France métropolitaine
Nombres d'installations	58	3 370
Hydrauliques	12	2 109
Thermiques classiques (hors cogénération)	16	434
Thermiques classiques (en cogénération)	30	827
Puissance installée totale (en mégawatts)	577	116 397
Nucléaire	Nd	63 260
Hydraulique	2	25 372
Eolienne	200	2 215

¹⁶² Profil Environnemental Régional, 2000

¹⁶³ Profil Environnemental Régional, 2000

Solaire photovoltaïque	0	7
Thermique hors cogénération	106	19 037
Thermique en cogénération	269	6 506

7.1 Les impacts du changement climatique sur la production énergétique et industrielle : la ressource en eau

La plupart des infrastructures énergétiques ont une durée de vie élevée : les barrages ou les centrales nucléaires ont un temps de construction supérieur à dix ans et une durée de vie d'au moins quarante ans. Ainsi, les infrastructures actuelles pourraient être confrontées aux effets à long terme du changement climatique. Dans les années à venir, il est important de prendre en compte l'impact du changement climatique, en amont, dans la construction d'installations nouvelles¹⁶⁴.

7.1.1 La production nucléaire

Le réchauffement des températures de l'eau affectera la source froide des centrales. Dans le cadre de la réglementation actuelle, il pourrait devenir plus difficile de respecter les températures limites de rejet : c'est ce qui a été observé en 2003, où une baisse de la production d'origine nucléaire de 4% a été enregistrée du 4 au 24 août, et des dérogations exceptionnelles ont dû être accordées pour éviter le risque de rupture de l'approvisionnement¹⁶⁵. Les entreprises du secteur ont, depuis 2003, mis en place des stratégies d'adaptation aux fortes chaleurs¹⁶⁶.

Bien qu'aucune centrale nucléaire ne se trouve sur le territoire Picard, **la région est dépendante des centrales voisines** :

- Penly et Paluel en Haute-Normandie
- Gravelines dans le Nord-Pas-de-Calais
- Chooz et Nogent-Sur-Seine en Champagne-Ardenne

Ainsi, l'enjeu lié au réchauffement des températures de l'eau et les problèmes des températures de rejet ne peuvent être ignorés. **Les centrales les plus affectées par les fortes chaleurs sont celles situées au bord des rivières** car la ressource en eau chauffe plus vite que les centrales utilisant l'eau de mer. C'est le cas des centrales de **Chooz et Nogent-Sur-Seine**.

Mais les centrales en bord de mer sont également vulnérables aux effets du changement climatique :

Bien que le risque de submersion soit modéré, l'impact de la hausse du niveau de la mer sur les infrastructures de production et de stockage pourrait devenir un enjeu à moyen/ long terme. **La centrale de Gravelines est l'une des deux centrales françaises qui se situe à plus basse altitude** (5,16m) – il s'agit de la hauteur de la plateforme et non des réacteurs¹⁶⁷.

¹⁶⁴ Groupe interministériel, 2009

¹⁶⁵ Létard et al., 2004

¹⁶⁶ Groupe interministériel, 2009

¹⁶⁷ Groupe interministériel, 2009

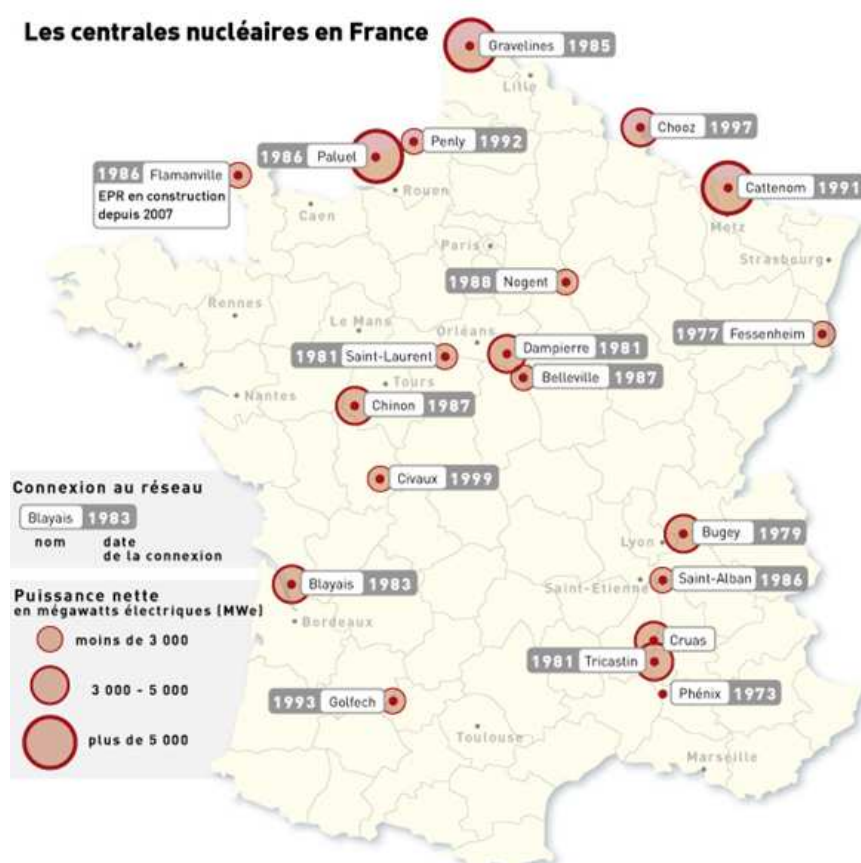


Figure 47 - Centrales nucléaires en France (Source : Commissariat de l'Energie Atomique)

7.1.2 La production d'énergie hydroélectrique

La diminution de la réserve en eau entraînera la diminution du potentiel hydroélectrique, en cas de sécheresse et d'étiages sévères (voir fiche « Eau »). De manière plus générale, la modification des régimes des cours d'eau affectera les conditions de production. A l'échelle de la France, l'ONERC conclut à une baisse de 15% de la production hydro-électrique à l'horizon 2050¹⁶⁸. En 2003, des difficultés de mobilisation de l'énergie d'origine hydraulique ont été soulignées, en raison des très faibles débits observés.

En Picardie, l'impact est faible étant donné qu'il n'existe pas d'importantes structures de production d'énergie hydroélectrique sur le territoire. Cependant, l'ADEME a recensé, en 2011, 58 installations hydroélectriques en activité pour une puissance installée de 9 716kW et un productible de 45 637 MWh¹⁶⁹. Fonctionnant grâce à la force du courant et à la pesanteur, ces microcentrales pourraient être particulièrement vulnérables aux modifications de débit.

7.1.3 La production industrielle

L'évolution de la qualité et de la quantité de la ressource en eau peut influencer de différentes façons sur le secteur industriel :

- Les périodes de sécheresses peuvent ralentir, voire stopper la production pour les industries les plus dépendantes d'eaux de rivière.

¹⁶⁸ ONERC, 2009

¹⁶⁹ SRCAE de la Picardie, 2011

- La hausse des températures extérieures pourrait entraîner une augmentation des besoins en refroidissement.
- L'augmentation de la température de l'eau pourrait également poser des problèmes pour les températures de rejets industriels réglementaires.
- La baisse de débits des cours d'eau va accroître la concentration de polluants notamment industriels¹⁷⁰.

Avec 31,7% des prélèvements en eau, l'industrie représente une part considérable des prélèvements en Picardie. Ce secteur est également majeur pour l'emploi, la Picardie étant la deuxième région française (avec l'Alsace), derrière la Franche-Comté, pour la proportion de salariés travaillant dans l'industrie : 23% en 2007.

Le travail des métaux, la plasturgie, le caoutchouc, la chimie, l'agroalimentaire et la construction mécanique représentent les principaux secteurs industriels picards.

Avec près de 20% de l'ensemble des investissements industriels dans la région en 2007, l'industrie agroalimentaire semble destinée à continuer à se développer dans les prochaines années¹⁷¹.

La problématique liée à la pollution des nappes engendrée par des rejets industriels existe déjà en Picardie. Les enjeux liés à la température de ces rejets pourraient être exacerbés avec la recrudescence de périodes de fortes chaleurs.

7.2 Le cas des autres énergies renouvelables

La problématique de l'adaptation pour les énergies renouvelables est très différente de celle des autres infrastructures énergétiques « classiques » : l'évolution technologique est très importante et leur durée de vie est souvent moins longue. Les installations de production d'énergies renouvelables jouissent généralement d'une plus grande flexibilité pour s'adapter aux effets du changement climatique¹⁷².

¹⁷⁰ Groupe interministériel, 2009

¹⁷¹ INSEE, 2009

¹⁷² Groupe interministériel, Climact, ADEME, 2009

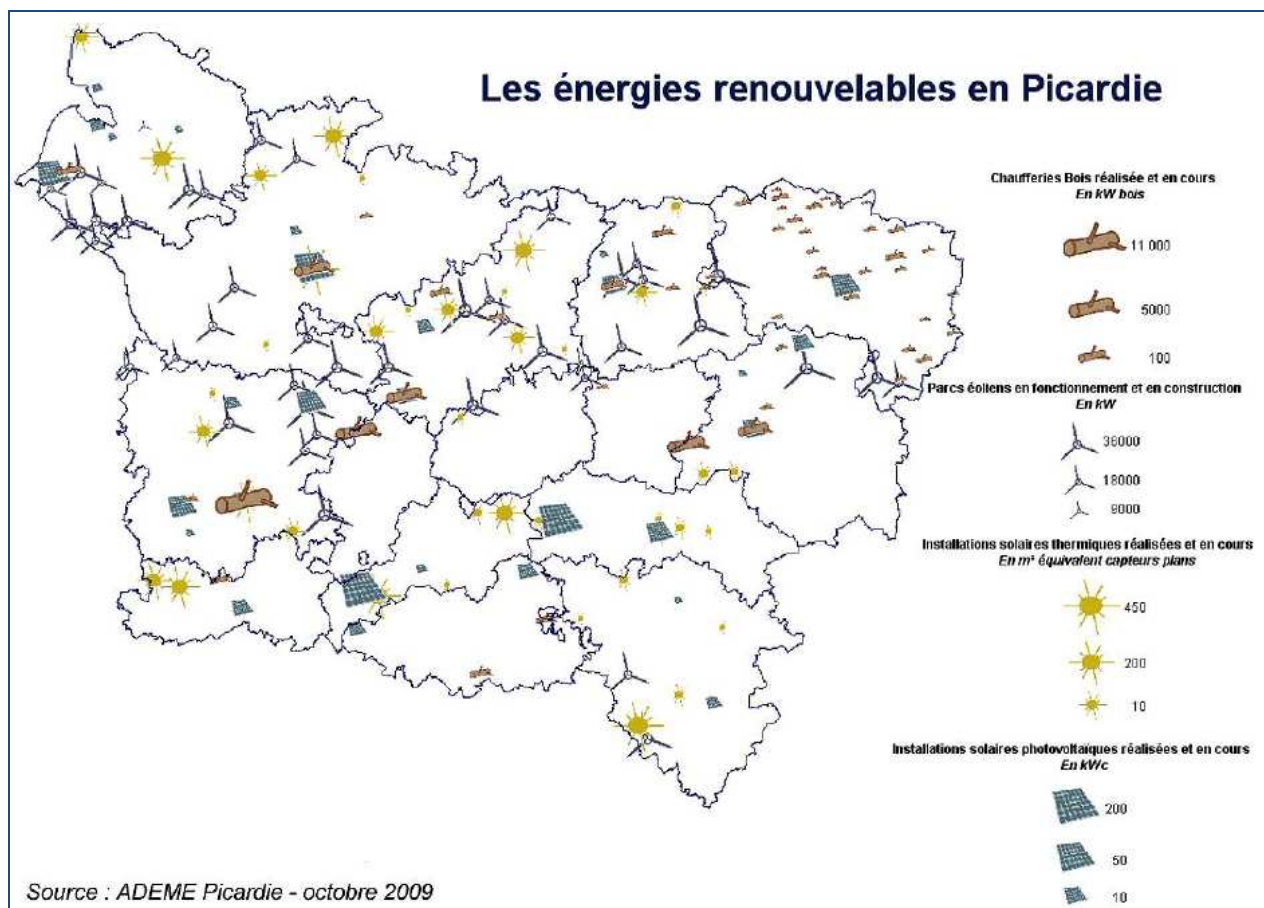


Figure 48 – Les énergies renouvelables en Picardie (Source : ADEME, 2009)

Concernant **la production d'énergie éolienne**, l'incertitude importante sur l'influence du changement climatique sur le régime des vents empêche de proposer des scénarios d'évolution. Néanmoins, d'après les premiers résultats de l'étude préliminaire de l'ADEME et de la société CLIMPACT sur « l'impact du changement climatique sur la production électrique à partir d'EnR », une légère augmentation des vents dans le nord de la France d'environ 3,7% d'ici 2100 est attendue.

La Picardie est la première région éolienne française avec fin 2010, 1431MW accordés dont 783 en service¹⁷³. Cette filière possède en outre un fort potentiel de développement dans la région.

Comme on peut le voir sur la carte ci-dessous, la Somme et l'Oise sont deux départements particulièrement propices à l'installation d'éoliennes, alors que l'Aisne offre de vastes zones ouvertes permettant d'accueillir de nombreuses éoliennes.

¹⁷³ DREAL

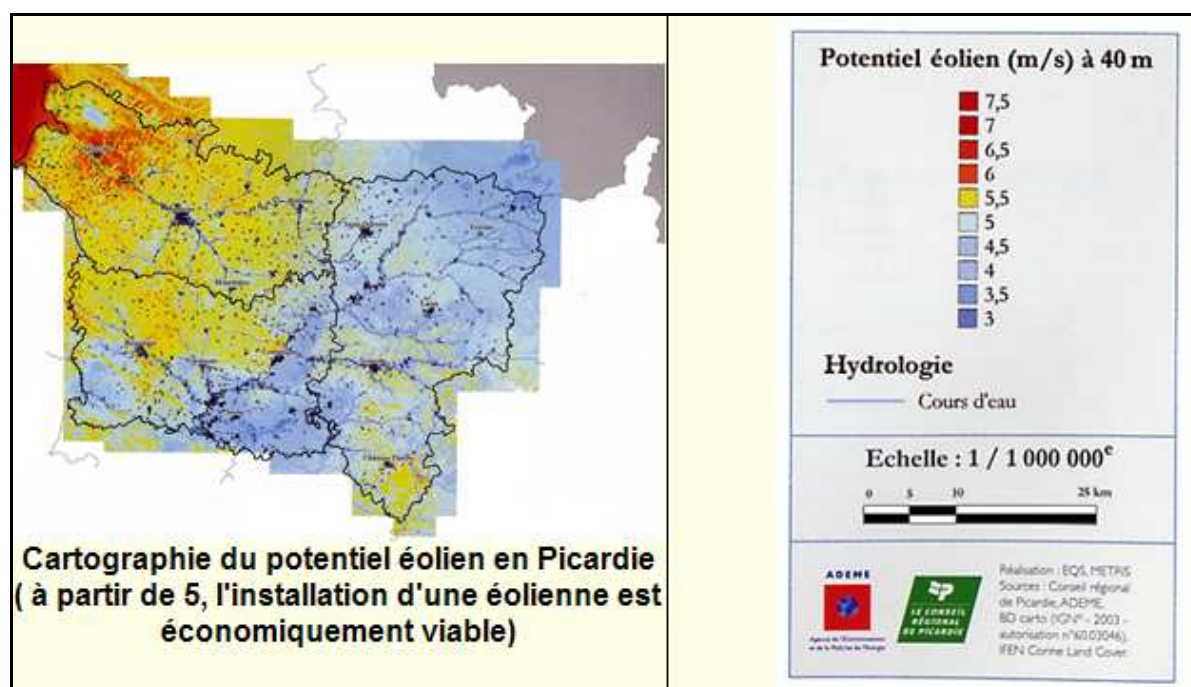


Figure 49 – Potentiel éolien en Picardie (Source : Conseil régional, 2003)

S'agissant du solaire, une hausse généralisée du rayonnement solaire est attendue, mais les études ne prennent pas en compte la nébulosité qui reste un facteur incertain.

Encore peu exploitée en Picardie, **cette énergie renouvelable pourrait devenir de plus en plus intéressante pour la Picardie au cours des prochaines années**. Que ce soit le solaire photovoltaïque pour l'électrification rurale décentralisée ou le solaire thermique pour le chauffage, cette énergie représente une opportunité pour la région. Quelques projets ont déjà été réalisés sur le territoire. Au 31 décembre 2010, le total des installations solaires photovoltaïques raccordées au réseau électrique en Picardie était à peu près de 8MW en puissance installée, soit 2 053 installations et 4GWh de production électrique (344tep). Concernant le solaire thermique, à la fin 2010, on recensait un total de 18 203m² en surface de capteurs solaires thermiques, soit une production de 836tep¹⁷⁴.

En ce qui concerne **la biomasse**, la productivité pourrait augmenter à court et moyen termes, mais diminuer sur le long terme (voir fiche « Forêt »).

Avec près de 20% de son territoire recouvert par les forêts, la filière bois représente une source énergétique non négligeable pour la Picardie.

Traditionnellement utilisée pour le chauffage individuel, la filière connaît un nouvel essor avec les chaudières à bois collectives ou industrielles et le développement de réseau de chaleur. La région picarde encourage le développement de cette énergie à travers la création de différents réseaux de chaleur pour l'habitat collectif et le secteur tertiaire. Ainsi, il existe un réseau opérationnel à Montdidier, tandis que la construction du réseau de Beauvais est en cours, ainsi qu'une vingtaine d'autres projets¹⁷⁵.

¹⁷⁴ SRCAE de la Picardie, 2011

¹⁷⁵ Conseil régional, 2010

7.3 Impacts des événements extrêmes sur la distribution de l'énergie

D'après le rapport de l'Agence Fédérale de l'Environnement allemande, le changement climatique pourrait avoir des impacts sur le rendement et la sécurité des énergies renouvelables. Pour le solaire et l'éolien **les exigences de stabilité devront être accrues du fait de la possible augmentation de l'occurrence des vents forts**¹⁷⁶.

Les impacts sur la distribution d'énergie : bien qu'il règne une grande incertitude sur l'impact du changement climatique sur les tempêtes en France, il faut garder à l'esprit que celles-ci peuvent considérablement affecter les réseaux de distribution. Il en va de même pour les feux de forêt ou les neiges collantes qui endommagent les lignes aériennes haute-tension¹⁷⁷. La vulnérabilité est particulièrement importante lorsqu'un faible nombre de lignes alimente beaucoup de personnes.

En termes de distribution d'énergie, **la Picardie est traversée par de nombreuses lignes de 400kV d'intérêt national**¹⁷⁸. Ces lignes qui permettent d'alimenter les communes picardes sont **exposées aux événements extrêmes** (tempêtes, glissement de terrains, inondations etc.).

7.4 Impact du changement climatique sur la demande énergétique

Les liens entre climat et demande d'énergie sont bien compris par les énergéticiens. Avec le changement climatique, on assisterait à une réduction des besoins de chauffage en hiver, mais une hausse des besoins d'énergie pour le rafraîchissement en été, lorsque les capacités de production sont limitées.

L'effet net sur la consommation d'énergie dépend des zones géographiques : au sud, le changement climatique se traduirait par une hausse nette des besoins en énergie (la hausse des besoins en rafraîchissement surpassant la baisse des besoins de chauffage) ; au nord, l'effet inverse serait constaté¹⁷⁹.

En 2007, la consommation d'énergie finale en Picardie est de 5,08 millions de tonnes équivalent pétrole, soit 3,1% de la consommation énergétique nationale. **Les secteurs les plus « consommateurs » sont celui du bâtiment représentant 37% de la consommation de la région et le secteur industriel (34%)** qui est significativement supérieur à la moyenne nationale (26%)¹⁸⁰.

¹⁷⁶ Groupe interministériel, 2009

¹⁷⁷ Groupe interministériel, 2009

¹⁷⁸ Profil Environnemental Régional, 2000

¹⁷⁹ Groupe interministériel, 2009

¹⁸⁰ DREAL Picardie, Conseil régional de Picardie, ADEME, 2010

La consommation par habitant, en 2005, s'élevait à 3tep par an, soit 15% de plus que la moyenne nationale (2,6tep/habitant/an)¹⁸¹.

La consommation par type d'énergie est relativement semblable à la moyenne nationale avec toutefois une part légèrement plus importante pour le gaz (29,5% de la consommation régionale contre 21% pour la France). L'électricité représente plus de 20% et le pétrole près de 40%¹⁸².

Les inégalités sociales représentent un facteur de vulnérabilité particulier à la hausse des besoins énergétiques en été, les personnes en difficultés économiques pouvant se retrouver en situation énergétique précaire. En 2010, 3000 demandes ont été recensées dans le département de la Somme pour accéder au fond de solidarité logement pour impayé énergétique (1 700 aides accordées d'une moyenne de 270 euros¹⁸³).

Des besoins de chauffage en baisse : selon les travaux d'EDF R&D le nombre de degrés-jour moyen de chauffage par hiver, en considérant un seuil de 18°C devrait baisser de 10% à l'horizon 2050 et de 25% à l'horizon 2100, en France¹⁸⁴.

Dans le Nord de la France, on peut anticiper, avec le changement climatique, **une diminution des besoins d'énergie au cours du XXI^{ème} siècle**, liée à la baisse des consommations de chauffage en hiver¹⁸⁵ (toute chose égale par ailleurs). D'après Météo-France, une hausse des températures en Picardie est attendue au cours du siècle, d'après les différents scénarios celle-ci pourrait être de l'ordre 0,5 à 1,5°C d'ici 2030 et de 1,5 à 3°C d'ici 2080.

Compte-tenu de la place importante occupée par le chauffage des bâtiments dans la consommation énergétique de la région, la hausse des températures en hiver pourrait faire diminuer la consommation énergétique finale.

Une demande d'énergie pour la climatisation en hausse : actuellement, le taux d'équipement en climatisation est relativement faible, donc à parc constant, l'impact d'une canicule ou de fortes chaleurs sur la climatisation n'est pas significatif, mais ce taux d'équipement pourrait augmenter en l'absence de mesures d'adaptation du cadre bâti. L'impact des canicules et vagues de chaleur sur la consommation d'électricité pourrait ainsi être beaucoup plus important, avec des effets en termes d'émissions de gaz à effet de serre, appelant une adaptation des bâtiments et des systèmes de rafraîchissement.

Avec la hausse des besoins en refroidissement, il est possible que les consommations augmentent en été en Picardie.

La croissance actuelle de la demande en électricité du milieu rural (qui risque d'induire à terme, d'importants besoins de renforcement des réseaux)¹⁸⁶ peut être encore amplifiée par les besoins énergétiques liés à l'irrigation durant les périodes de sécheresse ou de canicule.

¹⁸¹ INSEE, 2009

¹⁸² INSEE, 2007

¹⁸³ Communication Lucie Lisant, Conseil Général de la Somme

¹⁸⁴ Groupe interministériel, 2009

¹⁸⁵ Groupe interministériel, 2009

¹⁸⁶ Profil Environnemental Régional, 2000

7.5 Initiatives d'adaptation engagées

Une politique active de maîtrise de l'énergie est conduite depuis plusieurs années en Picardie, notamment par l'ADEME et la région via le FREME (Fonds régional pour l'environnement et la maîtrise de l'énergie), principalement dans une optique d'atténuation du changement climatique. Il s'agit d'un exemple type de synergie entre l'atténuation et l'adaptation : l'amélioration des performances énergétiques prend en effet tout son sens dans un contexte de mobilisation plus difficile des productions d'énergie, sous climat modifié. En Picardie, la part d'habitat ancien étant importante (45% des résidences principales datent d'avant 1949), le potentiel d'économie d'énergie est fort.

Le suivi de l'impact du climat sur les consommations énergétiques constitue un enjeu de taille pour RTE (Réseau de transport de l'électricité), qui a mis en place un suivi précis des consommations énergétiques, permettant d'isoler l'impact du climat. En 2010, année froide, les consommations ont augmenté de 5% par rapport à 2009, dont 2% étaient liés à l'effet du climat.

Concernant l'impact des événements extrêmes sur le transport de l'énergie, RTE a mené, suite à la tempête de 1999, une étude sur la politique de **sécurisation mécanique** du réseau de transport. L'objectif de l'étude était de :

- Mettre en place un système dans lequel les réparations d'un poste étaient faisables en 5 jours maximum ;
- Assurer un maintien d'alimentation de l'ensemble des postes ;
- Augmenter la maîtrise du risque climatique.

Après cette étude, l'ensemble des ouvrages ont été analysés en 2007. Depuis 2007, une sécurisation de l'ensemble des ouvrages est en marche. Cette étape devrait durer 10 ans. Sont traités en priorité les sites les plus exposés aux risques.

7.6 Synthèse

7.7 Bibliographie

Sources générales sur le changement climatique, l'énergie et l'industrie

- Groupe interministériel, 2009, *Evaluation des coûts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*

Sources spécifiques à la Picardie

- DREAL Picardie, Conseil Régional de Picardie, ADEME, 2010, *Tableau de bord des émissions de gaz à effet de serre et de l'énergie en Picardie*, synthèse régionale
- INSEE Picardie, 2007, *Bilan économique et social*
- Météo France, 2011, *Changement climatique en Picardie, Rapport d'Etudes*
- Profil Environnemental Régional, 2000

Sites internet

Points forts : Réseau bien dimensionné par rapport à la population de la région Potentiel de développement d'une filière bois-énergie Fort potentiel de développement de réseaux de chaleurs	Points faibles : Valorisation insuffisante des énergies renouvelables Forte consommation industrielle Croissance de la demande en énergie, notamment du secteur agricole Dépendance énergétique
Opportunités : Diminution globale de la demande en énergie au cours du XXI ^{ème} siècle. Création d'une filière bois énergie. Potentiel en énergie renouvelable, solaire et éolien Orientation vers la maîtrise de demande d'énergie : synergies atténuation / adaptation	Menaces : Impacts d'évènements extrêmes sur le réseau Hausse de la demande d'énergie en été (ménages, agriculture, industrie, tourisme) Problème de refroidissement des centrales thermiques Risques naturels menaçant les infrastructures de production et les réseaux de distribution de l'électricité

- INSEE, www.insee.fr

Entretiens

- Lucie Lisant, Conseil Général de la Somme
- Dominique Morel et Marc Mongenet, RTE

8 Le tourisme : entre opportunités et risques...

L'évolution des conditions climatiques peut entraîner des changements significatifs tant sur le calendrier touristique que sur la répartition des flux touristiques dans les territoires : recherche de fraîcheur en été en montagne, hausse d'attractivité des départements du nord de la France moins touchés par les fortes chaleurs ou encore remontée en altitude des activités touristiques hivernales (ski) sont autant d'impacts possibles mis en avant dans la littérature¹⁸⁷.

De par la diversité de son territoire, la Picardie offre un large éventail d'opportunités touristiques : tourisme culturel (cathédrales, châteaux), littoral, nature, loisirs etc.

Pour autant, située à la 15^{ème} place des régions françaises en termes d'hébergement marchand, la Picardie reste l'une des régions les moins « touristiques » de France.

Des différences existent entre les départements : l'offre la plus dense se situe dans la Somme (62% des lits marchands). La Somme concentre 68% des emplacements de passage en camping, la majorité étant proche du littoral. La clientèle se répartit de la sorte : 65% des nuitées sont françaises et 35% étrangères.

Grâce au potentiel culturel important (châteaux de Chantilly et d'Ermenonville, Cathédrales de Beauvais et de Noyon notamment), **l'activité touristique en Picardie n'est pas exclusivement dépendante du climat**. Néanmoins la région pourrait être vulnérable aux événements extrêmes pouvant dégrader ce patrimoine.

8.1 Changement climatique et flux touristiques

Plusieurs travaux ont tenté de comprendre le lien entre climat et attractivité des territoires, et d'en tirer des conclusions sur l'évolution des fréquentations touristiques consécutive au changement climatique. Il apparaît que le confort climatique des touristes n'est pas une notion absolue : il varie selon le type de population, les conditions climatiques des régions d'origine, le lieu d'accueil, ou encore les conditions de séjour des touristes¹⁸⁸.

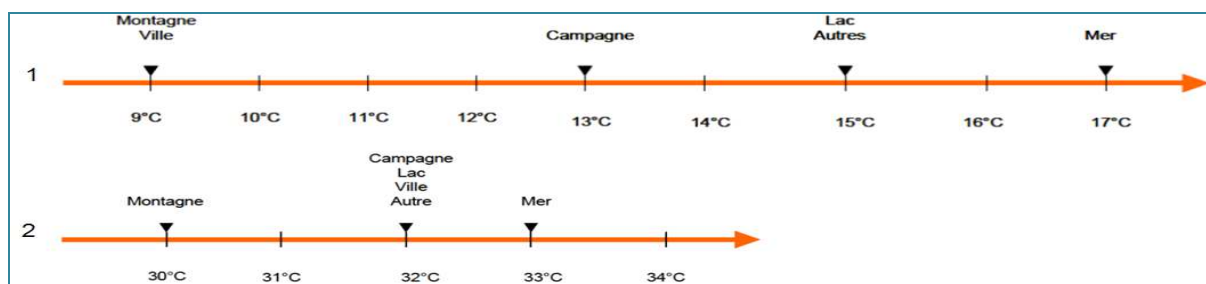


Figure 50 – Températures à partir desquelles les touristes considèrent qu'il fera trop froid (1) et trop chaud (2) en journée selon l'environnement du séjour (Source : CREDOC-TEC, 2009)

¹⁸⁷ Raphaël Billé, IDDRI, 2007, Tourisme et changement climatique en Méditerranée

¹⁸⁸ TEC, 2006

Une étude des impacts possibles du changement climatique sur le tourisme estival en France a été réalisée en 2009¹⁸⁹, dont les principales conclusions sont les suivantes :

- Actuellement, les conditions climatiques des mois de juillet et août sont considérées comme bonnes ou très bonnes sur l'ensemble de la France au regard des préférences des touristes.
- A 2050 et 2100, le changement climatique entraînerait une diminution plus ou moins sensible du confort climatique touristique dans tous les départements français, moins marquée dans les départements du nord de la France et en montagne. Une éventuelle baisse de l'attractivité de régions plus méridionales en été (en raison de trop fortes chaleurs) pourrait entraîner un **report des touristes vers les régions du nord de la France**.
- Le changement climatique aurait par ailleurs pour conséquence une hausse du confort climatique aux intersaisons (mai, juin), avec un indice proche de l'indice actuel des mois d'été.

Les capacités d'accueil sont aujourd'hui restreintes en Picardie en comparaison avec les autres régions de France. La région occupe la dernière place des régions françaises en ratio nombre d'établissements/ population : on recense 2,9 établissements pour 1000 habitants, la moyenne française étant de 4,4¹⁹⁰.

En comptabilisant 44% des nuitées de la région en 2008, le département de l'Oise est le plus attractif en termes de tourisme¹⁹¹. C'est essentiellement la zone sud du département qui attire le plus de touristes grâce notamment à sa proximité avec la région parisienne, son patrimoine culturel et ses parcs d'attraction (parc Astérix etc.).

Le deuxième pôle attractif de la région est le Grand Amiénois, le tourisme y est essentiellement culturel et « naturel ».

Enfin, la Picardie maritime, qui représente 32% des nuitées régionales¹⁹², possède un potentiel touristique diversifié, avec la Baie de Somme, le littoral et l'arrière-pays.

Ces territoires restent toutefois trop mal connectés, les dessertes ferroviaires et routières permettraient pourtant le développement d'un « tourisme vert »¹⁹³.

8.2 L'impact du changement climatique sur les ressources nécessaires au tourisme

Le changement climatique impactera le secteur touristique par le biais de ses effets sur les ressources dont dépend le tourisme.

8.2.1 Tourisme et amenuisement de la ressource en eau

Le tourisme, surtout en période estivale, accroît fortement la pression sur la ressource, qu'elle résulte de la consommation directe d'eau ou de la pratique d'activités de loisir qui en dépendent (piscines, golfs, activités nautiques, entretien des espaces verts etc.)¹⁹⁴. Les régions qui connaissent déjà des situations de déficits sont les plus vulnérables. Néanmoins, avec une modification probable de la

¹⁸⁹ MEEDDM, 2009

¹⁹⁰ INSEE, 2008

¹⁹¹ INSEE, 2008

¹⁹² INSEE, 2008

¹⁹³ DRE, 2008

¹⁹⁴ Ghislain Dubois et Jean Paul Ceron, TEC, 2006

répartition des touristes, des régions pour l'instant épargnées par ces problématiques pourraient être concernées.

L'augmentation des consommations d'eau liées à l'activité touristique en période estivale couplée à la diminution de la ressource peut représenter un enjeu dans le futur. Cet enjeu pourrait devenir particulièrement important, notamment sur le littoral picard où la ressource souterraine est abondante mais de qualité médiocre (du fait des activités agricoles dans le Ponthieu et industrielles dans le Vimeu)¹⁹⁵.

Le tourisme en Picardie, notamment en été, **pourrait subir la dégradation de la qualité de l'eau**, liée à une diminution des débits et à la moindre dilution des polluants. Cette dégradation peut entraîner une hausse des coûts de traitement, perturber les loisirs (baignade, pêche) et avoir un impact sanitaire.

La qualité des eaux de baignade est aujourd'hui globalement bonne en Picardie. Ceci étant la résultante de lourds investissements (363 millions d'euros sur 20 ans) engagés par les collectivités du littoral et l'Agence de l'eau Artois-Picardie contre la pollution des eaux de baignade¹⁹⁶.

8.2.2 La biodiversité et les paysages

Le changement climatique pourrait avoir un impact sur les paysages et la biodiversité locale (régression voire disparition de certains habitats, modification de l'aire de répartition de certaines espèces etc.). Il est complexe d'identifier l'impact sur le tourisme que pourrait avoir la dégradation espaces et des espèces. Il semblerait néanmoins que cela ait un impact direct sur le tourisme « vert » qui est en pleine croissance¹⁹⁷.

Le tourisme « naturel » occupe une part importante de l'activité Picarde. De nombreux parcs et forêts sont visités chaque année. En 2009, on a recensé 166 170 visiteurs au Parc ornithologique du Marquenterre¹⁹⁸. La biodiversité, fragile et parfois endémique, pourrait être impactée par le changement climatique. Comme pour tous les parcs, cela pourrait à terme avoir des effets sur la fréquentation touristique. Pour le département de la Somme, on estime le nombre de visiteurs à environ 270 000 (payants et gratuits) sur l'ensemble des parcs et jardins. Ils sont près 210 000 dans l'Oise et de 64 000 dans l'Aisne¹⁹⁹.

Le développement d'un tourisme « vert » est d'autant plus important pour le département de la Somme, dont l'image est en partie axée sur le thème de la nature²⁰⁰.

8.2.3 Le littoral et les plages

Situé en première position en termes de nuitées, le littoral est la destination privilégiée des touristes français. Le changement climatique pourrait modifier les espaces littoraux (recul du trait de côte, érosion de la biodiversité) et accroître les risques de submersion marine (voir fiche « Risques naturels »).

¹⁹⁵ DRE, 2008

¹⁹⁶ Agence de l'Eau Artois-Picardie

¹⁹⁷ Ghislain Dubois et Jean Paul Ceron, TEC, 2006

¹⁹⁸ Espace des professionnels du tourisme de l'Oise, 2010

¹⁹⁹ Espace des professionnels du tourisme en Picardie, 2008

²⁰⁰ Pic Vert (Picardie Votre Environnement en Réseau Thématique)

L'activité touristique sur le littoral peut subir les effets négatifs du changement climatique. L'importance du tourisme sur le littoral en Picardie rend le secteur vulnérable à la recrudescence des aléas côtiers : érosion et perte de qualité des plages ; submersion marine et risques pour les infrastructures et les touristes eux-mêmes (voir fiche « Risques naturels »). Une majorité d'emplacement de camping se situe près du littoral : **la vulnérabilité de ces habitats légers face au risque de submersion est à considérer.**

Les bâtiments en dur peuvent également être menacés. La ville de Cayeux-Sur-Mer qui compte 3 000 habitants et 15 000 l'été est fortement exposée aux submersions marines.

8.3 Tourisme et recrudescence des risques naturels

De nombreuses destinations touristiques se situent dans des zones à risque (littoral, bords de fleuves). La recrudescence d'événements extrêmes en lien avec le changement climatique impacterait directement la sécurité des touristes, leur vulnérabilité étant augmentée par :

- **Une culture du risque différente** (non connaissance des procédures d'urgence, barrière de la langue pour les touristes étrangers en cas d'alerte, moindre accès à l'information...)
- **Des hébergements touristiques en zone à risque** (en milieux naturels, bordure des fleuves, bord de mer)

Outre l'impact sur la sécurité des personnes, les risques naturels affectent les axes de communication, les infrastructures touristiques, et les fréquentations.

L'impact économique des inondations de la Somme entre mars et mai 2001 été évalué à 8,6 millions d'euros pour le secteur du tourisme²⁰¹. Une baisse de fréquentation de 10 à 35% a été enregistrée suite à cet événement, affectant particulièrement l'hôtellerie de plein air et certains lieux de visite : hortillonages, parc zoologique d'Amiens, parc Samara, festival de l'Oiseau, Musée de la Picardie, Maison de Jules Verne, Musée de l'Hôtel de Berny à Amiens, P'tit train de la Haute Somme ont été les centres touristiques les plus touchés.

8.4 Initiatives d'adaptation

L'adaptation au changement climatique est jusqu'ici peu prise en compte par les professionnels touristiques.

Le Schéma régional de développement touristique, en cours de finalisation, intègre néanmoins des orientations qui peuvent s'inscrire en cohérence avec une stratégie de lutte contre le changement climatique. On peut ainsi citer :

- Le confort climatique des hébergements : isolation, BBC, adaptation à l'augmentation du coût de l'énergie ;
- L'accompagnement des acteurs concernés en partenariat avec l'ADEME ;
- Un positionnement à conforter vers un tourisme de proximité, dans une optique de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

De la même manière, on citera la démarche « Baie de Somme Zéro Carbone », qui regroupe plusieurs professionnels du tourisme (hébergeurs, commerçants, prestataires) et promeut l'écotourisme en Baie de Somme.

²⁰¹ Agence de l'Eau Artois Picardie, 2006

8.5 Synthèse

Points forts Offre touristique diversifiée : tourisme naturel, culturel, balnéaire, sportif etc.	Points faibles Région encore peu touristique par rapport aux régions de France Capacité d'hébergements et emploi touristique encore relativement faibles
Opportunités Potentiellement bénéficiaire d'une nouvelle répartition géographique des flux touristiques Allongement de la durée de la saison estivale Développement de l'éco tourisme	Menaces Erosion du littoral et risques littoraux Restriction d'usage sur la ressource en eau Baisse de la qualité des eaux Hausse des risques pour les touristes Dégradation du patrimoine culturel par les évènements naturels extrêmes

8.6 Bibliographie

Sources générales sur le changement climatique et le tourisme

- Billé Raphaël, 2007, *Tourisme et changement climatique en Méditerranée*, IDDRI,
- Dubois Ghislain et Céron Jean-Paul, 2006, *Adaptation au changement climatique et développement durable du tourisme*, étude exploratoire en vue d'un programme de recherche, TEC
- Groupe interministériel, 2009, *Evaluation des couts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*

Sources spécifiques à la Picardie

- DRE Picardie, 2008, *Le Littoral Picard*,
- Météo France, 2011, *Changement climatique en Picardie, Rapport d'Etudes*
- Profil Environnemental Régional, 2000

Site internet

- INSEE, www.insee.fr
- Pic Vert, www.pic-vert.org
- Espace des professionnels du tourisme en Picardie, www.picardietourisme-acteurs.com
- Espace des professionnels du tourisme de l'Oise, www.lavalleedeloise.com

Entretiens

- Côte Vermersch, Comité du Tourisme de la Somme

9 Urbanisme, transports et cadre bâti : concilier stratégies d'atténuation et d'adaptation

Les modes d'urbanisme, le cadre bâti et les transports conditionnent largement la vulnérabilité de certaines zones au changement climatique.

Dans le cas des zones urbaines, **les impacts du changement climatique dépendent fortement de la structure de la ville** : revêtements, densité, végétalisation. Si les impacts anticipés du changement climatique invitent à repenser les modes d'urbanisme, cette réflexion doit s'inscrire dans le cadre d'une démarche globale, intégrant les enjeux liés à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et les enjeux d'adaptation²⁰².

Cette démarche globale intègre nécessairement les transports et le cadre bâti. Pour ces deux secteurs, les liens entre atténuation et adaptation sont à renforcer :

- **les impacts du changement climatique sur le transport routier, ferroviaire, maritime ou aérien sont multiples** et dépendent de nombreux facteurs : la situation géographique, l'élévation topographique, la vétusté, l'utilisation et les caractéristiques de constructions²⁰³.
- Directement soumis aux aléas climatiques, **le cadre bâti a notamment pour fonction d'assurer la protection des personnes et de leurs biens contre ces aléas**. Depuis toujours, la construction des bâtiments s'est faite en fonction des situations climatiques locales : les températures, le vent, les risques naturels etc.

A l'instar du transport, le secteur du bâtiment est une source importante d'émissions de gaz à effet de serre et ces deux secteurs sont souvent abordés sous l'angle de l'atténuation du changement climatique. Pourtant, ces stratégies d'atténuation ne sauraient enrayer à elles seules les modifications climatiques, déjà en cours, une réflexion sur l'adaptation sur ces secteurs est donc inévitable²⁰⁴.

En général, les investissements liés à l'aménagement urbain, aux transports ou au cadre bâti sont des investissements à long terme : les décisions prises aujourd'hui dans ces secteurs auront des répercussions dans 30, 50, voire 100 ans, lorsque les effets du changement climatique se feront pleinement sentir.

9.1 Impacts de la recrudescence d'épisodes de forte chaleur

9.1.1 L'îlot de chaleur urbain

L'une des spécificités des villes vis-à-vis du changement climatique est la présence d'un microclimat urbain, en raison de l'existence d'un îlot de chaleur urbain (ICU). L'îlot de chaleur urbain désigne les températures excessives en zones urbaines comparées à celle des zones rurales qui les entourent. Ces différences peuvent aller de 2°C à 12°C dans les villes de plusieurs millions d'habitants. Lors de la canicule de 2003, des différences de température de 8°C ont été mesurées

²⁰² ONERC, 2010

²⁰³ CDC Climat, 2009

²⁰⁴ Groupe Interministériel, 2009

entre le centre de Paris et certaines zones rurales avoisinantes²⁰⁵. La hausse des températures liée au changement climatique risque d'accentuer encore l'îlot de chaleur urbain²⁰⁶.

Les modes de vie, l'habitat et l'urbanisme (végétalisation de la ville, revêtement des rues, largeur et orientation des voies, densité des constructions) conditionnent la vulnérabilité d'une ville aux températures extrêmes. Ainsi, les conditions climatiques en 2003 d'une ville comme Paris étaient proches de celles que connaît Séville tous les étés, et pour autant, Séville ne connaît pas tous les ans une mortalité significative liée aux chaleurs.

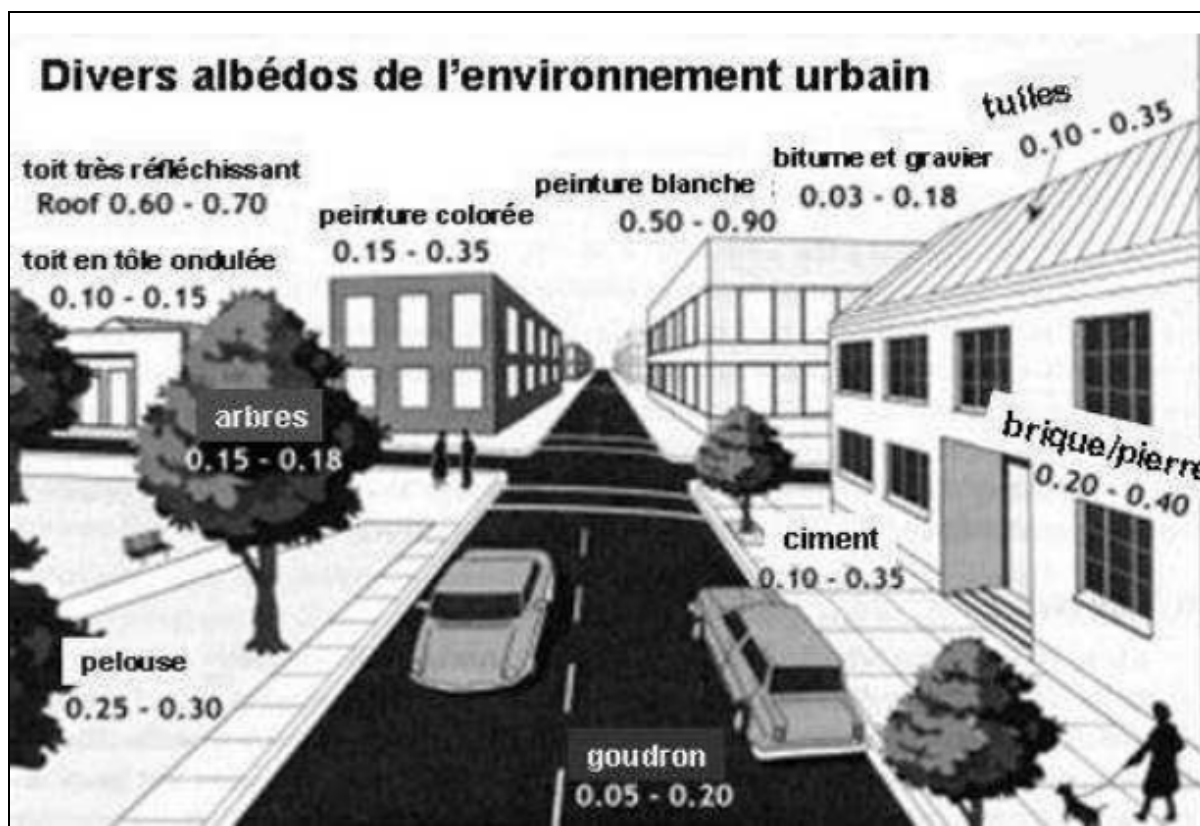


Figure 51- Les albédos²⁰⁷ de la ville (Source : Colombert, 2008)

Sans grande métropole, la région n'est pas confrontée au phénomène d'îlot de chaleur urbain de façon importante. La ville la plus importante, Amiens, compte 134 481 habitants en 2008 et s'étend sur 49,5km.

Pour autant, il est toujours souhaitable de prendre en compte la dimension du **confort thermique en ville, qui dépend largement des environs de l'espace urbain, du type d'urbanisme pratiqué et de la qualité des espaces publics, qui conditionnent l'accès à l'eau et à la fraîcheur : espaces verts, eau, plantations arborées, matériaux utilisés etc.** A défaut de telles précautions, l'effet du phénomène d'îlot de chaleur pourrait se faire sentir.

Lors de canicules, les températures les plus élevées sont généralement relevées dans le sud de l'Oise. En effet, **l'influence de l'îlot de chaleur lié à la région parisienne peut se faire ressentir comme ce fut le cas en 2003.**

²⁰⁵ ONERC, 2010

²⁰⁶ CSTB, 2006

²⁰⁷ L'albédo correspond au rapport entre énergie reçue et énergie réfléchie, il s'exprime en fraction de 0 à 1, où 1 représenterait une surface qui réfléchirait 100% de l'énergie et 0 une surface qui absorberait entièrement les rayonnements sans aucune réflexion.

D'autres facteurs de vulnérabilité peuvent aggraver les effets, notamment sanitaires, du phénomène d'îlot de chaleur, comme le vieillissement de la population²⁰⁸ ou les modes de vies (absence de « culture de la chaleur »).

Sous un autre angle, il est possible d'envisager que les fortes chaleurs ressenties à Paris puissent renforcer l'attractivité des villes moyennes picardes, notamment dans l'Oise, qui connaît déjà un certain afflux de franciliens, attirés par le cadre de vie et les loyers moins élevés. Selon l'INSEE, entre 2001 et 2006, 60 000 franciliens se sont ainsi installés en Picardie.

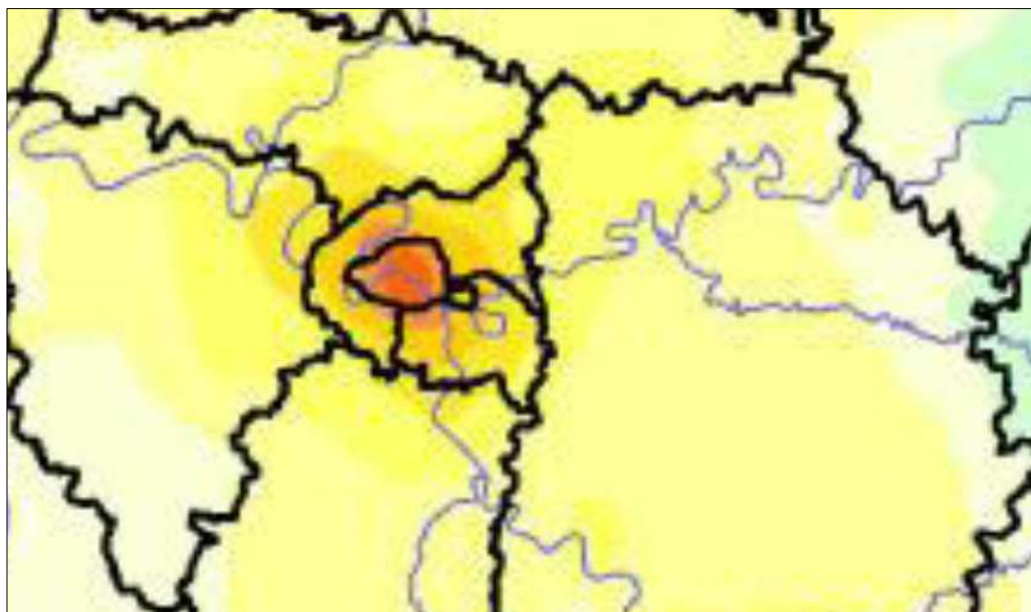


Figure 52 - Influence du climat parisien (Source : Météo-France, Région Île-de-France, Annexe au Livre Vert du Plan régional pour le Climat, juillet 2010)

Urbanisme et changement climatique : combiner les objectifs d'atténuation et d'adaptation

La densité urbaine, on l'a vu, constitue un facteur aggravant l'îlot de chaleur urbain. Ainsi, la densification à des fins de réduction des émissions de gaz à effet de serre liées au transport peut apparaître ici contradictoire avec un objectif d'amélioration du confort thermique en ville. Il ne s'agit pas ici de remettre en cause les objectifs de limitation de l'étalement urbain, mais plutôt d'intégrer dès à présent, dans les réflexions sur un aménagement du territoire sobre en carbone, des considérations de confort d'été, cette problématique pouvant prendre de l'importance dans les décennies à venir.

9.1.2 Des bâtiments inadaptés au climat futur ?

Inconfort thermique et changement climatique : des étés plus chauds et des canicules plus fréquentes accroîtront l'inconfort thermique dans les bâtiments existants non adaptés aux nouvelles conditions climatiques, avec un risque de voir une augmentation de l'équipement de climatisation, et en conséquence une hausse des émissions de gaz à effet de serre. A cet effet, l'adaptation des bâtiments au changement climatique doit être pensée en synergie avec les stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre (voir fiche « Energie »).

²⁰⁸ ONERC, 2010

Les enjeux de la gestion de l'eau : les enjeux liés à la diminution de la ressource et à la qualité de l'eau peuvent impacter les réseaux de distribution intérieure intégrés aux bâtiments (généralement alimentés par le réseau public). La gestion de l'eau, qui doit permettre la préservation des ressources, en termes de prélèvement (récupération des eaux de pluie) et de régulation des rejets dans le milieu naturel (assurance de l'assainissement des eaux usées) est, par exemple, une partie intégrante de la démarche HQE.

Développement de moisissures : des hivers plus humides pourraient par ailleurs accroître les risques de moisissures et participer ainsi à la détérioration des bâtiments, avec des impacts sanitaires à considérer²⁰⁹.

La problématique des bâtiments se pose différemment pour parc existant et pour le parc neuf.

- **Le cadre bâti en Picardie est relativement ancien, plus particulièrement dans l'Aisne** (environ 70% des habitations de l'Aisne datent d'avant 1949, environ 50% pour la Somme et moins de la moitié pour l'Oise). Dans certaines zones, une partie de ce patrimoine est vétuste voire laissé à l'abandon. C'est notamment le cas pour les zones qui connaissent un recul démographique (comme la Thiérache par exemple)²¹⁰.

En général, la conception du bâti résidentiel et les habitudes de vie ne sont pas adaptées au climat futur. En Picardie, on vit la plupart du temps à l'intérieur d'un habitat clos, et la « culture de la ventilation » est faible²¹¹.
- **Au sujet du parc neuf, sont attendus 350 000 nouveaux logements supplémentaires d'ici 2050**²¹². Une réflexion est donc à avoir pour intégrer au mieux les enjeux liés au climat de demain.

9.1.3 L'impact de la hausse des températures moyennes et de la recrudescence des périodes de fortes chaleurs sur les transports

Températures extrêmes et infrastructures : des températures estivales élevées pourraient entraîner la déformation des rails et l'amollissement des routes. Les conséquences sont alors de l'ordre de la baisse des vitesses d'exploitation, voire de l'interruption totale du service ; avec des impacts économiques en termes de coûts de maintenance et de remboursements des voyageurs. Lors de la canicule de 2003, la SNCF a fait état de la dilatation de rails provoquant de nombreux retards : la régularité sur la première quinzaine d'août est passée de 87% à 77%²¹³.

Diminution des débits et navigation intérieure : l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de fortes chaleurs et la diminution des débits pourraient impacter l'exploitation des voies d'eau intérieures²¹⁴, en multipliant les **situations conflictuelles entre utilisateurs de la ressource (agriculture, eau domestique...)** et réduisant de fait l'eau disponible pour cet usage.

Hivers doux : des hivers plus doux et un moindre risque de gel sur les routes devraient diminuer le coût de maintenance des infrastructures en hiver.

²⁰⁹ ONERC, 2005

²¹⁰ Profil Environnemental Régional, 2000

²¹¹ Atelier de concertation « aménagement et cadre de vie », SRCAE, 2011

²¹² Atelier de concertation « aménagement et cadre de vie », SRCAE, 2011

²¹³ Sénat, 2004

²¹⁴ CDC Climat, 2009

Au-delà de l'impact du climat sur les infrastructures, c'est l'utilisation qui en est faite qui pourrait être modifiée :

- **Une hausse de l'inconfort thermique dans les transports** (individuels et collectifs), pouvant entraîner, si aucune adaptation n'est mise en place, une augmentation du besoin en climatisation pour les véhicules ou dans les trains²¹⁵.
- **Une modification du comportement des usagers** : certaines études mettent ainsi en avant une augmentation du risque d'accident en raison du stress lié à la chaleur, s'agissant des conducteurs au volant²¹⁶.

En raison de sa position stratégique (sur le trajet de flux d'échanges européens entre la région parisienne et le Benelux), du développement depuis plusieurs dizaines d'années d'infrastructures autoroutières et de son assise industrielle, la **Picardie connaît un réseau de transport développé sur son territoire**. Des différences existent entre les départements : la Somme dispose, avec la ville d'Amiens, d'un centre urbain très attractif qui draine une grande partie des flux du département. L'Oise est composée de plusieurs centres de moyenne taille, et est marquée par une forte influence des flux liés à l'agglomération parisienne. L'Aisne connaît un urbanisme plus modéré et est morcelée par des attractivités éclatées entre Amiens à l'ouest, Reims à l'est et Paris au sud²¹⁷.

Les routes picardes sont fortement exposées au phénomène de gel/dégel. La circulation des poids lourds pendant les périodes dégel déforme la route, ce qui entraîne la fermeture de certaines routes aux engins lourds. (barrières de dégel). Des impacts ont été constatés notamment lors des hivers 2008-2009 et 2009-2010 (2M€ de réparations suite à l'hiver 2009-2010)²¹⁸.

9.2 Risques naturels, urbanisme, transports et bâtiments

9.2.1 Urbanisme et événements extrêmes

Les règles d'urbanisme devront être adaptées à des événements extrêmes plus fréquents : submersions marines, inondations, retrait gonflement des argiles...

Ainsi, l'urbanisme devra être repensé afin de :

- **Limiter les installations en zones à risque** - qu'il s'agisse des zones déjà soumises aux risques naturels dont on verrait la fréquence ou l'ampleur s'accroître ; ou des zones actuellement non concernées ; et lutter contre l'urbanisation « sauvage » en lisière de forêt notamment.
- **Limiter l'imperméabilisation des sols** : l'extension de l'urbanisation, en étendant les surfaces artificialisées, empêche en effet l'infiltration de la pluie dans le sol et accroît les risques d'inondation. Difficilement prévisibles, les inondations par ruissellement peuvent avoir un impact important sur les milieux urbains.

En zone rurale, la **problématique aménagement du territoire / changement climatique se pose également en termes de dispersion de l'habitat**, avec des conséquences s'agissant notamment de la **dépendance vis-à-vis des réseaux de transport routier** potentiellement touchés (tant pour

²¹⁵ Groupe Interministériel, 2009

²¹⁶ CDC Climat, 2009

²¹⁷ Observatoire Régional des Transports

²¹⁸ Communication Lucie Lisant, Conseil Général de la Somme

l'accessibilité des secours que pour la reprise des activités économiques après un événement extrême).

Selon l'INSEE, **en 2007, 889 communes picardes sont concernées par des risques majeurs d'inondation**. Certaines villes de la vallée de la Somme ont été particulièrement impactées par les inondations de 2001, comme Abbeville par exemple.

Les zones urbaines proches du littoral sont également exposées aux phénomènes d'érosion (aux alentours d'Ault) ou de submersion (Bas Champs de Cayeux) – voir chapitre « Risques naturels ».

La dispersion de l'habitat en zone rurale et l'importance des déplacements quotidiens (domicile-travail) en Picardie peuvent amplifier les effets d'une coupure de réseaux de transport en cas d'événement extrême, avec des effets « domino » à considérer.

Le risque de mouvement de terrain lié au retrait gonflement des argiles est également important dans certaines zones urbaines de la Picardie, aux alentours de Compiègne notamment.

9.2.2 Des infrastructures de transports vulnérables aux risques naturels

L'évolution du cycle de l'eau, des conditions de température ou du vent peuvent engendrer des perturbations sur les réseaux de transports : endommagement des infrastructures, fermeture d'axes de communication, retards... Les mesures d'adaptation à la recrudescence des risques représentent souvent des mesures dites « sans regret », pertinentes même sous climat actuel²¹⁹.

- **Inondations** : bien que leur évolution future soit incertaine, celles-ci peuvent engendrer des dommages conséquents sur les réseaux de transport. Une attention particulière doit être portée aux inondations par ruissellement qui peuvent avoir des conséquences lourdes sur les infrastructures de transport en milieu urbain.
- **Submersions marines** : le niveau d'exposition des infrastructures de transports situées sur le littoral varie selon la hauteur des infrastructures et le degré d'élévation du niveau marin, avec des coûts de protection ou de déplacement potentiellement significatifs²²⁰.
- **Tempêtes et vents violents** : bien qu'il règne une grande incertitude sur l'impact du changement climatique sur les tempêtes en France, celles-ci peuvent considérablement affecter les réseaux de transport. En 2009, la tempête Klaus a ainsi affecté 1500km de rails.
- **Retrait-gonflement des sols argileux** : les infrastructures construites sur sols argileux peuvent connaître certains dommages en période de sécheresse. Ainsi, en 2003, des fissures au droit des ponts ainsi que des affaissements des remblais ont été constatés.
- **Les feux de forêt** : la recrudescence de feux de forêt peut également entraîner des dommages accrus sur les réseaux de transport (fermetures d'axes de transport, endommagements).

²¹⁹ CDC Climat, 2009

²²⁰ CDC Climat, 2009

Le risque d'inondation est fort en Picardie et les conséquences des crues sur le réseau de transport routier peuvent être importantes. L'ensemble des dommages provoqués par les inondations de 2001 dans le bassin de la Somme ont été estimés à 55 millions d'euros pour les dommages et pertes opérationnelles liés aux infrastructures routières. Le risque concerne également les **lignes ferroviaires**, la ligne Amiens-Abbeville a par exemple été complètement submergée en 2001. Les dommages des inondations de 2001 sont évalués à 2,3 millions d'euros pour les infrastructures ferroviaires.

L'aléa retrait gonflement des argiles est fort dans certaines zones (voir fiche « Risques naturels »), celui-ci pourrait être augmenté par la recrudescence des épisodes de sécheresses et impacter les infrastructures de transports terrestres.

Les risques de submersions étant important sur une partie du littoral, notamment les Bas-Champs, une attention particulière doit être portée aux infrastructures de transport dans cette zone.

9.2.3 Risques naturels et cadre bâti

L'ensemble des catastrophes naturelles dont la fréquence et l'intensité pourraient potentiellement être augmentées par le changement climatique représente une menace pour le cadre bâti (voir fiche « Risques naturels »). Les feux de forêt, les tempêtes, les inondations, les mouvements de terrain et les chutes de blocs peuvent endommager voire détruire des bâtiments existants. Ces aléas sont également à prendre en compte dans la construction de nouveaux bâtiments.

Les impacts des inondations sur le cadre bâti sont majeurs : abandon du logement, dégradations, destructions, effondrements etc. Des solutions d'ordre technique et réglementaire (règles d'urbanisme) existent pour réduire la vulnérabilité des bâtiments face à ce type d'événements extrêmes, mais une part significative du parc actuel se situe dans des zones inondables.

Particulièrement sensible aux risques d'inondations fluviales, le cadre bâti en Picardie est exposé à la possible augmentation de la fréquence de l'aléa (39% des communes picardes sont d'ores et déjà classées en risque naturel majeur pour les inondations). Le département de la Somme, avec 264 communes classées en zone à risque, et le département de l'Aisne, avec 497 communes concernées, sont les plus vulnérables²²¹.

Le cadre bâti picard situé dans les zones submersibles (notamment les Bas Champs sud de la vallée de la Somme) peut être endommagé par la hausse du niveau de la mer. Depuis 20 ans, ce sont 10 des 16 communes du littoral qui ont été touchées par les inondations marines²²².

Le risque lié à l'aléa retrait-gonflement des argiles, qui peut s'amplifier avec la recrudescence de périodes de sécheresses, est fort dans certaines zones géographiques de la Picardie (au nord-est de l'Oise, aux alentours de Compiègne ainsi qu'une partie de l'ouest de l'Aisne)²²³. Les impacts sur le bâti sont de l'ordre de la dégradation des fondations et de l'apparition de fissures.

Le département de l'Oise est déjà exposé aux feux de forêt. La fréquence de ceux-ci étant amenée à augmenter avec le changement climatique, la situation de certains bâtiments proches

²²¹ INSEE, 2009

²²² INSEE, 2009

²²³ BRGM, 2009

de forêts nécessite une vigilance accrue.

9.3 Synthèse

Points forts <u>Urbanisme :</u> - Qualité de l'air satisfaisante au regard des seuils règlementaires - Villes de taille moyenne, présence d'espaces verts pouvant limiter l'effet îlot de chaleur - Présence fréquente de cours d'eau en milieu urbain <u>Transport :</u> - Forte densité du réseau de transport liée à la situation géographique de la région. <u>Cadre bâti :</u> - Forte valeur du patrimoine historique culturel.	Points faibles <u>Urbanisme :</u> - Zones urbaines situées dans des zones à risque : submersions marines, inondations, mouvement de terrain - Dispersion de l'habitat et dépendance au réseau routier, problématique en cas d'événement extrême (isolement de populations, accessibilité des secours, difficultés de « retour à la normale » après un événement climatique) - Mode de vie et villes peu adaptés aux phénomènes de fortes chaleurs <u>Transport :</u> - Exposition aux risques naturels, notamment aux inondations - Lignes électriques aériennes. - Zones exposées aux aléas de retrait gonflement des argiles <u>Cadre bâti :</u> - Exposition aux risques naturels, notamment les inondations et les mouvements de terrains - Patrimoine ancien - Inégalités géographiques et zones où le cadre de bâti est abandonné
Opportunités <u>Urbanisme :</u> - Prise en compte des enjeux liés au climat dans les politiques d'aménagement urbain, en synergie avec les objectifs d'atténuation - Diminution des consommations énergétiques en hiver <u>Transport :</u> - Meilleure prise en compte des impacts environnementaux dans les projets de construction, intégration du développement durable dans le code de l'urbanisme. - Synergies avec les objectifs d'atténuation <u>Cadre bâti :</u> - Opportunités pour le secteur de la construction : campagnes de rénovation, développement des énergies renouvelables	Menaces <u>Urbanisme :</u> - Augmentations des phénomènes météorologiques extrêmes, risques de paralysie - Inconfort thermique en ville, bien que le phénomène soit moins prégnant que dans des agglomérations plus grandes - Apparition de tension sur la ressource en eau <u>Transport :</u> - Aggravation des risques naturels - Retrait gonflement des argiles : endommagement des infrastructures - Erosion du littoral et submersions marines <u>Cadre bâti :</u> - Habitats inadaptés aux nouvelles conditions climatiques : inconfort thermique, besoin de rafraîchissement en été.

- Meilleures prises en compte des impacts environnementaux dans les projets de constructions, intégration du développement durable dans le code de l'urbanisme.	- Retrait gonflement des argiles : endommagement des infrastructures - Erosion du littoral et submersions marines
---	--

9.4 Bibliographie

Sources générales sur le changement climatique, l'urbanisme, les transports et le cadre bâti.

- Colombert Morgane, Diab Youssef, Salagnac Jean-Luc, climat urbain ; de l'évolution des villes au changement climatique, CSTB
- Cochran Yves, 2009, *infrastructures de transport en France : vulnérabilité au changement climatique et possibilités d'adaptation*, CDC Climat n°18
- Holm Audrey, 2010, *infrastructures face aux changements climatiques : la réponse des investisseurs de long terme*, CDC Climat n°22
- Institut d'Aménagement et d'Urbanisme, Ile de France, 2010, *les îlots de chaleurs urbains*
- Groupe interministériel, 2009, *évaluation des coûts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*
- ONERC, 2010, *Villes et adaptation au changement climatique*, rapport au premier Ministre et au parlement

Sources spécifiques à la Picardie

- Météo France, 2011, *Changement climatique en Picardie*, Rapport d'Etudes
- Profil Environnemental Régional, 2000

Site internet

- Observatoire Régional des Transports, www.ort-picardie.net
- INSEE, ww.insee.fr
- BRGM, www.brgm.fr

Entretiens

- Lucie Lisant, Conseil Général de la Somme

Bibliographie

Sources générales sur les impacts du changement climatique

- Belantro Gérard et Briche Elodie, 2010, *Changement climatique et viticulture en Champagne : du constat actuel aux prévisions du modèle ARPEGE-Climat sur l'évolution des températures au XXIème siècle*. Revue EchoGéo N°14, Septembre 2010.
- Billé Raphaël, 2007, *Tourisme et changement climatique en Méditerranée*, IDDRI,
- Boé Julien, 2007, *Changement global et cycle hydrologique : une étude de régionalisation sur la France*, CERFACS
- Brisson Nadine et Levraut Frédéric, 2007-2010, ANR, INRA, ADEME, CLIMATOR, Régions
- Chatry Christian et al. 2010, *Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts*, CGEDD
- Clus Aubry C, Paskoff R. et Verger F, 2004, *Impact du changement climatique sur le patrimoine du Conservatoire du Littoral : Scénarios d'érosion et de submersion à l'horizon 2100*, Synthèse
- Cochran Yves, 2009, *infrastructures de transport en France : vulnérabilité au changement climatique et possibilités d'adaptation*, CDC Climat n°18
- Colombert Morgane, Diab Youssef, Salagnac Jean-Luc, *Climat urbain ; de l'évolution des villes au changement climatique*, CSTB
- Daufresne Martin, 2004, *Long-term changes within the invertebrate and fish communities of the Upper Rhône River: Effects of climatic factors*, Global Change Biology
- Ghislain Dubois et Jean Paul Ceron, 2006, *Adaptation au changement climatique et développement durable du tourisme*, étude exploratoire en vue d'un programme de recherche, TEC
- Ducharne Agnès et al. 2009, *Projet Rexhyss : Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme*, Programme GICC, Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer.
- Duchiron Marie-Stella et Schnitzler Annik, 2009, *La forêt face au changement climatique : de la gestion productiviste à une sylviculture de l'écosystème*, INRA, *Courier de l'environnement* n°57.
- Fédération Française des Sociétés d'Assurance, *Synthèse de l'étude relative à l'impact du changement climatique et de l'aménagement du territoire sur la survenance d'événements naturels en France*, colloque Impacts du Changement Climatique, avril 2009
- Gauchard Françoise et al. 2005, *Rapport sur l'évaluation du risque d'apparition et de développement de maladies animales compte tenu d'un éventuel réchauffement climatique*, AFSSA (Agence Française de Sécurité Alimentaire des Aliments)
- GIEC, 2007, *Contribution des groupes de travail I, II, III au quatrième rapport d'évaluation du GIEC*. Pachauri R.K et Resinger A. IPCC.
- Groupe interministériel, 2009, *Evaluation des coûts des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France*
- Hémon Denis et Jouglé Eric, 2004, *Surmortalité liée à la canicule 2003*, INSERM, Rapport remis au ministre de la Santé et de la Protection Sociale
- Holm Audrey, 2010, *Infrastructures face aux changements climatiques : la réponse des investisseurs de long terme*, CDC Climat n°22

- IARU, 2009, *The IARU International Scientific Congress on Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions*, Copenhagen, Danemark
- INERIS, 2010, *Risques d'effondrement des cavités souterraines : l'INERIS étudie le rôle du changement climatique*
- INRA, 2004, *Le réchauffement climatique peut accroître le risque de maladies des arbres. Exemples de l'encre et de l'oïdium du chêne*,
- INRA, 2006, *Sécheresse et agriculture : réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau*
- Institut d'Aménagement et d'Urbanisme, Ile-de-France, 2010, *Les îlots de chaleurs urbains*
- Landmann G et al, 2003, *Sécheresse et canicule de l'été 2003 : quelles conséquences pour les forêts françaises?* revue Biologie et écologie
- MEEDDM, 2007, *Changement climatique et prévention du risque sur le littoral*, séminaire sur la prévention des risques naturels majeurs
- ONERC, 2010, *Villes et adaptation au changement climatique*, rapport au premier Ministre et au parlement
- ONF, 2006, *Rendez-vous Techniques n°11*
- ONF & INRA, 2007, *Forêts et milieux naturels face aux changements climatiques, rendez-vous techniques hors-série*
- Roman-Amat, 2007, *Préparer les forêts françaises au changement climatique*, rapport à l'attention des ministres en charge
- Riou-Nivert Philippe, 2009, *Les dégâts subis par les forêts du fait de tempêtes ou de sécheresses : des fléaux en progression*, Responsabilité et environnement N°53
- Thibaudon Michel, 2007, *Pollens, allergies et changement climatique*, RNSA
- Thomas C. et al. 2004, *Extinction risk of climate change*, Nature, vol 427

Instituts et sites Internet :

- CETMEF, www.cetmef.equipement.gouv.fr
- CRPF, www.crpf.fr
- GIEC, ipcc.ch.
- INERIS, www.ineris.fr
- INSEE, www.insee.fr
- ONERC, www.onerc.org
- ONF, www.onf.fr
- RAMSAR, www.ramsar.org
- SOeS, 2002, n° 73, <http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr>

Sources spécifiques à la Picardie

- Ademe, 2011, *Dépolderisation expérimentale de la ferme de la Caroline - Maintien des paysages maritimes - Reconstitution des paysages des bas-champs*, fiche action
- Agence de l'Eau Artois Picardie, 2008, *Prise en compte du changement climatique dans la gestion des ressources en eau du bassin Artois-Picardie : Quels impacts ? Quelles prises en compte dans les politiques publiques ? Quelles opportunités pour de nouvelles techniques ou approches durables ?*

- AGRESTE Picardie, 2009, *Feuille de liaison n°32*
- Beauchamp Jacques, 2006, *Maintien de la cote et accès aux ports sur le littoral Picard*, Laboratoire de Sédimentologie et Géochimie Littorale, Faculté des Sciences, Amiens
- BRGM, 2009, *Cartographie de l'aléa retrait gonflement pour le département de l'Oise*, rapport final,
- DIREN Picardie, Conseil Régional de Picardie 2002, *Diagnostic partagé de la ressource en eau*
- DRE Picardie, 2008, *Le Littoral Picard*,
- DREAL Picardie, juin 2010, *Atlas de l'Eau de Picardie*
- DREAL Picardie, Conseil Régional de Picardie, ADEME, 2010, *Tableau de bord des émissions de gaz à effet de serre et de l'énergie en Picardie*, synthèse régionale
- INSEE Picardie, 2009, *Risques Naturels*
- INSEE, 2009, *Les fiches d'indicateurs du développement durable en Picardie*
- INSEE Picardie, 2007, *Bilan économique et social*
- INSEE Picardie, 2004, *dossier n°3*
- Institut technique de la betterave, 2010, *Evolution des rendements depuis 1990 : un effet favorable du changement climatique ?*
- Météo France, 2011, *Changement climatique en Picardie, Rapport d'Etudes*
- Observatoire de prospective régional, 2010, *présentations des systèmes d'exploitation agricole de Picardie*, Chambre d'agriculture, Ministère de l'agriculture et de la pêche,
- OR2S, URCAM, 2009, *Aires de santé en guise de synthèse*, Regard Santé
- OR2S, 2002, *Le pays de la Thiérache*, Plaquette DREAL
- Parc Naturel de l'Oise, 2008, *Cabanisation : préserver, résorber, régulariser.*
- Profil Environnemental Régional, 2000
- Vandame Jérôme, 2008, *Chrysomèle des racines du maïs : comment limiter les risques pour les apiculteurs et pour les maïsiculteurs ?* chiffres venant de note de service DGAI / SDQPV / N2008-8163 du 30 juin 2008.

Institutions spécifiques à la Picardie :

- ATMO Picardie, www.atmo-picardie.com
- Conseil Régional de Picardie, www.picardie.fr
- Conservatoire des sites naturels en Picardie, 2006, www.conservatoirepicardie.org
- CRPF Nord Picardie, www.crpfnorpic.fr
- DDAS 80, <http://www.picardie.sante.gouv.fr/dd80/ddass80.htm>
- DREAL Picardie : www.picardie.developpement-durable.gouv.fr
- Espace des professionnels du tourisme de l'Oise, www.lavalleedeloise.com
- Espace des professionnels du tourisme en Picardie, www.picardietourisme-acteurs.com
- Forums des Marais Atlantiques, www.forum-marais-atl.com
- Observatoire Régional des Transports, www.ort-picardie.net
- Pic Vert, www.pic-vert.org

Entretiens :

Agence de l'eau Artois Picardie	Florent Guibert
Agence de l'eau Seine Normandie	Pascale Mercier
BRGM	Daniel Maton
CRPF	Noémie Havet
Chambre régionale d'agriculture	Jean-Pascal Hopquin
Conseil général de la Somme	Lucie Lisant
Comité départemental du tourisme de la Somme	Côme Vermersch
DREAL	Christine Poirié
Fédération de l'Aisne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique	Martin Duntze
InVS	Christophe Heyman
ONF	Jérôme Piat
Parc du Marquenterre	Philippe Caruette
RTE	Dominique Morel, Marc Mongenet
Syndicat Mixte Baie de Somme – Grand Littoral Picard	Gaëlle Schauner

Partie 4 : Les besoins de connaissances

Comme en témoignent les travaux du GIEC, la recherche scientifique progresse chaque jour sur les questions relatives au changement climatique. Pour autant de nombreuses incertitudes demeurent. Ces incertitudes peuvent parfois représenter un frein dans la prise de décision et dans la mise en œuvre de mesures d'adaptation aux effets du changement climatique. Le besoin de connaissance dans de nombreux secteurs a été mis en avant par les experts du changement climatique. Il est essentiel de bien préciser quels sont ces besoins aujourd'hui, afin d'orienter les projets de recherche et d'apporter les réponses pour demain.

L'organisation en Picardie d'une démarche de veille sur le changement climatique et de suivi de ses impacts

Les travaux menés dans le cadre du SRCAE ont permis de repérer de nombreux besoins de connaissances en matière d'impacts du changement climatique en Picardie. L'une des recommandations du Schéma Régional concerne la constitution d'un comité scientifique régional réunissant les représentants des établissements de recherche régionaux et des experts techniques.

Ce comité scientifique régional aurait pour objet d'assurer une veille sur le thème de l'adaptation au changement climatique en Picardie et de signaler les besoins de travaux d'études. La mise en place d'un comité scientifique se réunissant régulièrement permettrait d'engager une véritable dynamique de travail en région sur la question de l'adaptation.

Une réunion de préfiguration de cette démarche régionale a été organisée le 12 décembre 2011. Si la forme que prendrait à terme l'instance de suivi n'a pas été tranchée, cette réunion a permis d'une part un premier fléchage des acteurs à mobiliser, et d'autre part, d'écouter les attentes des uns et des autres vis-à-vis d'une telle démarche en région.

Les besoins de recherche identifiés

L'ensemble des analyses réalisées lors de l'étude de vulnérabilité, mais également les ateliers de concertation organisés dans le cadre de l'élaboration du SRCAE de la Picardie ont permis de mettre en avant un certain nombre de besoins de connaissances, repris ci-après.

- Les experts mettent en avant un manque de connaissances approfondies sur l'**évolution future de certains aléas climatiques** et leurs impacts au niveau local. Ces connaissances sont essentielles car elles sont à la base des mesures d'adaptation, notamment pour les informations relatives aux 30 prochaines années. Plus précisément, des manques sont identifiés concernant :
 - o L'évolution des précipitations, les pluies efficaces et leurs conséquences sur les crues et les besoins d'irrigation
 - o L'élévation du niveau de la mer à l'échelle locale
 - o Le couplage du risque de submersion et d'étiages plus sévères, et ses conséquences sur la remontée d'eau salée dans les terres
 - o Le risque d'effondrement des cavités souterraines
- **L'impact du changement climatique sur les nappes phréatiques** constitue un enjeu de recherche majeur : celui-ci reste peu caractérisé à l'heure actuelle.

- Certains milieux apparaissent particulièrement sensibles au changement climatique. C'est le cas des **zones humides**, dont le fonctionnement ainsi que la réaction au changement climatique doivent être mieux appréhendés.
- Concernant la biodiversité, il s'agit **d'améliorer les connaissances sur la réaction de certaines espèces présentes en Picardie à des événements climatiques extrêmes** (vagues de chaleur par exemple)
- Des besoins de travaux sur **les essences forestières adaptées au changement climatique** (sécheresses, ravageurs et maladies, incendies) sont soulignés.
- Les experts recommandent **de travailler sur la caractérisation de l'îlot de chaleur urbain** et son incidence dans les villes picardes
- Il s'agit par ailleurs d'étudier **l'impact du changement climatique sur la pollution atmosphérique** (ozone) et industrielle, en collaboration avec les professionnels du secteur industriel.
- Au-delà des impacts directs du changement climatique sur les ressources naturelles et les activités, il est recommandé **de travailler sur ses effets sur les comportements**, et les répercussions sur les milieux naturels et notamment aquatiques.
- Dans une optique d'anticipation, il est préconisé d'améliorer **le suivi du cycle des bioagresseurs**, afin de développer des éléments de vigilance et d'alerte.
- Enfin, **la quantification ou la qualification de l'incertitude** est un élément essentiel pour l'engagement de mesures d'adaptation. Ces informations peuvent permettre aux décideurs d'engager des démarches en connaissance des risques encourus.

Quelques programmes de recherche d'intérêt pour la Picardie

Ci-dessous un tableau (non exhaustif) recensant les projets de recherche sur le changement climatique pouvant concerner la Picardie

Tableau 8 – Projets de recherche d'intérêt pour la Picardie

Nom	Date	Porteur	Pro-gramme	Thème	Description / titre	Territoire concerné
REXHYSS	2009	CNRS	GICC	Ressource en eau	Impact du changement climatique sur les Ressources en eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme, Programme GICC	Picardie
CLAREC	2008-2011	Université de Caen Basse		Risques naturels	Contrôle par laser aéroporté des risques environnementaux	Picardie

		Normandie			côtiers Conséquences d'un changement climatique à l'origine d'une intensification des risques environnementaux pouvant affecter la façade maritime des régions situées entre la Baie du Mont-Saint-Michel et la frontière belge.	Basse-Normandie Haute-Normandie Nord-Pas-de-Calais
EAUPTION PLUS		Agro Transfert		Agriculture	Optimiser la gestion de l'eau en cultures de pommes de terre et légumes	Picardie
MULTIFOR		CRPF	Interreg IV	Forêt	Gestion multifonctionnelle de la Forêt	Picardie Nord-Pas-de-Calais Royaume-Uni
RENASEC	2008-2012	Université de Caen / CNRS / CRHQ	GIS Climat	Risques naturels	Etude des caractéristiques et de la fréquence des événements extrêmes en France depuis 1500	Zone nord-ouest
CLIMATOR	2007-2010	INRA	ANR VMC	Agriculture	Elaborer des outils et produire des références pour analyser l'impact du changement climatique sur les systèmes agricoles et forestiers fournir des méthodes et des résultats sur l'impact du changement climatique sur des systèmes cultivés variés, à l'échelle de la parcelle, et dans des climats contrastés français.	Zone nord-ouest France entière
CLIM SEC	2008-2011	Météo-France / CNRM		Ressource en eau	Impact du changement climatique sur la sécheresse et l'eau du sol en France : Exploiter au maximum les systèmes en place, tant les modèles numériques que les simulations déjà menées, afin de se concentrer sur la définition d'indicateur de sécheresse, leur étude sur une période récente et l'étude de leur évolution	France entière
Assurer les prairies contre les aléas climatiques	2011-2012	INRA Institut de l'élevage		Agriculture	Caractériser l'exposition aux risques climatiques des exploitations allaitantes et identifier les marges de manœuvre pour les éleveurs d'une part, et évaluer l'intérêt des éleveurs allaitants pour un dispositif d'assurance	France entière
ARP ADAGE	2009-2010	INRA	ANR / CEP	Agriculture	Atelier de Réflexion Prospective - Adaptation au changement climatique de l'Agriculture et des Ecosystèmes anthropisés	France entière
CCTV	2009-2010	LADYS, LSCE	GIS Climat	Biodiversité	Changement climatique et trames vertes urbaines : vers une approche interdisciplinaire	France entière
CECILE	2010-2013	BRGM	ANR /	Risques	Changements	France

			CEP	naturels	Environnementaux Côtiers : Impact de l'Élévation du niveau de la mer	entière
CHEDaR	2010-2013	LSCE	ANR / CEP	Risques naturels	Climat, Santé et Environnement : Sauvetage des données et modélisation	France entière
CLIMURBS	2009-2012	Université de Caen CRHQ	PIRVE	Aménagement urbain Risques naturels	Climat et espaces urbain : Etude des impacts climatiques et des formes de résilience en milieux urbains dans l'histoire	France entière
DRIAS	2009-2010	Météo-France	GICC	Adaptation Science du climat	Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnements	France entière
ETEM-AR	2010	KANLO (Canada) Ordecys	GICC	Adaptation Energie	Energie-Technologie-Environnement en modélisant l'adaptation et la robustesse	France entière
Explore 2070	2010-2012	MEDDTL		Eau Biodiversité Risques naturels	Impacts du changement climatique sur les hydrosystèmes et les milieux côtiers	France entière
INCERDD	2011- 2013	Institut national polytechnique de Lorraine	ANR / Villes durables	Aménagement urbain Bâtiment	Prise en compte des incertitudes pour des décisions durables	France entière
L'adaptation au changement climatique : les défis d'une approche intégrée pour les territoires	2008	Université François Rabelais de Tours	GICC	Adaptation gouvernance	Construction de réponses territoriales face aux impacts du changement climatique, à partir d'une analyse des processus de mise en politique locale du « problème climat ».	France entière
Le risque sanitaire en milieu urbain	2011-2012	Université Lyon 2	PIRVE	Santé	Ce projet a pour objet la différenciation interurbaine du risque sanitaire	France entière
ORACLE	2011-2015	LSCE INRA	ANR / CEPS	Agriculture Forêt	Opportunités et Risques pour les Agro-écosystèmes et les forêts en réponse aux changements CLimatique, socio-économiques et politiques en France (et en Europe)	France entière Europe
PAC	2008- 2011	LSCE	GIS Climat	Santé Biodiversité	Pollen, Allergie et Climat	France entière
PEPER	2010- 2012	LSCE	GIS Climat	Risques naturels	Plans d'Expérience appliqués à la Prévision des Extrêmes climatiques Régionaux	France entière
INVULNERABLE Phase 2	2010	IDDR	GICC	Risques naturels	Projet sur la vulnérabilité des entreprises industrielles et de service	France entière

Partie 5 : L'adaptation – principes et recommandations pour l'action

L'adaptation, définie par le GIEC comme « l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques présents ou futurs ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques », est une thématique relativement nouvelle en Picardie. Pourtant, l'ensemble des secteurs clés du territoire picard sera potentiellement touché par le changement climatique, de manière plus ou moins importante. Si le caractère « lointain » des horizons des simulations climatiques pourrait conduire à différer la prise en compte des impacts du changement climatique, les instances nationales et internationales soulignent que si l'adaptation au changement climatique est pensée dès aujourd'hui, son coût sera nettement inférieur au coût des impacts du changement climatique. Par ailleurs, des impacts des évolutions du climat sont d'ores et déjà observés, notamment s'agissant de l'agriculture ou de la biodiversité.

1. Principes clés pour une prise en main de la problématique « adaptation » en Picardie

1.1. Construire une approche intégrée « adaptation / atténuation »

Ni l'atténuation, ni l'adaptation prises séparément ne permettront de prévenir totalement les effets du changement climatique :

- Sans une réduction drastique des émissions de gaz à effet de serre, on risquerait d'atteindre des seuils au-delà desquels il deviendra difficile, voire impossible de s'adapter
- Mais des effets du changement climatique sont déjà constatés, et même si les efforts d'atténuation portent leurs fruits, le climat continuera de se modifier du fait de la durée de vie des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, rendant l'adaptation indispensable.

Atténuation et adaptation constituent ainsi les deux piliers de toute stratégie de lutte contre le changement climatique. **L'intérêt de considérer atténuation et adaptation de manière intégrée** doit être souligné : il s'agit en effet de **tirer profit de synergies** entre les mesures d'atténuation et d'adaptation et d'éviter les conflits.

A titre d'exemple, les projets d'adaptation basés sur les écosystèmes (végétalisation en milieu urbain, adaptation des forêts au changement climatique) peuvent avoir des effets positifs sur l'atténuation, en augmentant le stockage de carbone. De même, des mesures visant à développer les économies d'énergie auront des effets positifs en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais également de réduction de la vulnérabilité aux capacités de production d'énergie limitées par la diminution de la ressource en eau.

En revanche, une politique d'atténuation visant la densification en milieu urbain, si elle ne tient pas compte de l'effet îlot de chaleur, peut conduire à augmenter la vulnérabilité des populations urbaines aux températures estivales élevées. De la même manière, une d'adaptation à ces températures élevées basée sur le développement des équipements de climatisation pour améliorer le confort d'été aura des effets négatifs en termes d'émissions de gaz à effet de serre et entrera en contradiction avec les objectifs d'atténuation du changement climatique.

Plus généralement, **la recherche de synergies avec les autres objectifs du territoire** (par exemple la réduction des inégalités sociales, le développement économique...), peut faciliter l'acceptation des mesures d'adaptation et leur financement. Au vu de la transversalité de la thématique « adaptation au changement climatique », un grand nombre d'actions d'adaptation a ainsi vocation à s'inscrire dans des politiques et dispositifs existants, en renforçant ou réajustant certains de leurs objectifs ou dispositions (gestion de l'eau, gestion des zones côtières, prévention des risques naturels).

1.2. Décider dans un contexte d'incertitude : privilégier les solutions « sans regret »

Si un consensus existe sur les tendances de réchauffement, des questions subsistent quant à sa vitesse et des incertitudes demeurent sur l'évolution du régime des précipitations et les extrêmes. De ce fait, **il est préconisé de privilégier, lorsque c'est possible, des mesures d'adaptation flexibles** – offrant la possibilité d'être ajustées au fur et à mesure des connaissances ; ainsi que des **adaptations dites « sans regret »**, c'est-à-dire qui ont des bénéfices immédiats et restent pertinentes quel que soit le scénario d'évolution du climat. Des mesures qui permettent de réduire la vulnérabilité

à la variabilité climatique actuelle (information, alerte, réduction des consommations d'eau, ...) sont des exemples de mesures sans regret.

1.3. De l'importance de l'anticipation...

Nombre de choix opérés par les décideurs publics s'inscrivent dans le long terme : projets de développement économique, projets d'infrastructure, d'urbanisme... Les évolutions attendues du climat en région sont dès lors susceptibles d'affecter l'efficacité des installations, ou encore la rentabilité des activités économiques développées aujourd'hui. La **prise en compte du paramètre « climat » dans les décisions impliquant une vision à long terme ou les installations à longue durée de vie** est aujourd'hui primordiale. Concrètement, l'intégration de l'adaptation dans les décisions revient à :

- Evaluer *a priori* l'impact possible d'un climat modifié sur le projet concerné : par exemple, quel sera l'impact de canicules plus fréquentes sur la résistance de l'infrastructure en projet ? Quelles actions pouvons-nous entreprendre aujourd'hui pour réduire cette vulnérabilité ?
- Analyser les effets du projet sur la vulnérabilité future du territoire : par exemple, quel sera l'impact de la construction de l'infrastructure routière sur les possibilités de migration des espèces ? Comment ajuster le projet en conséquence ou quelles dispositions prévoir afin de compenser cet impact ?
- S'interroger sur les possibilités d'ajuster le projet pour avoir des co-bénéfices en matière d'adaptation au changement climatique : il peut s'agir par exemple d'intégrer une toiture végétale dans des nouvelles constructions afin de prévenir l'effet îlot de chaleur.
- Intégrer les enjeux liés au climat de demain à l'analyse coûts- bénéfice d'un projet de long terme : par exemple, quel sera le coût d'entretien d'une digue future avec l'augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements climatiques extrêmes.

1.4. Prendre en compte la dimension sociale de l'adaptation

Il est essentiel d'accorder une attention particulière à la dimension sociale des impacts du changement climatique et de l'adaptation. En effet, les impacts ne se feront pas ressentir uniformément selon les personnes et les zones géographiques et les dérèglements climatiques pourraient accroître les inégalités. A l'échelle des personnes, les individus les plus fragiles (économiquement, socialement, physiquement) seront vraisemblablement les principaux touchés par les effets négatifs du changement climatique, en raison par exemple d'un accès plus difficile à l'information et aux soins, et à des ressources limitées pour s'adapter de manière autonome. A l'échelle des zones géographiques, certaines caractéristiques locales influent sur la vulnérabilité (exposition différente aux risques, spécialisation dans des activités vulnérables...). Une stratégie d'adaptation au changement climatique doit **prendre la mesure de cette dimension d'équité et diminuer les inégalités entre personnes et territoires face aux risques**.

1.5. Un besoin de mise en réseau et d'amélioration des connaissances

La réflexion sur l'adaptation en Picardie est encore à ses débuts : il s'agit désormais de pérenniser la dynamique de travail amorcée sur la question et de développer une culture commune de l'adaptation en région. Pour ce faire, **il est proposé de constituer un réseau d'organismes experts en région** sur le climat, mais aussi sur les thématiques de l'eau, de l'agriculture, de la biodiversité, du littoral, de la forêt ou encore des risques naturels. Son rôle pourrait être de suivre un certain nombre d'indicateurs du changement climatique en Picardie, de mutualiser les connaissances existantes sur la thématique de l'adaptation en région et de pointer les besoins de connaissances. Une réunion de préfiguration d'un tel réseau a été organisée en décembre 2012 (voir Partie 4).

1.6. Développer des coopérations inter-régionales

Si c'est à l'échelle locale que s'inscrira une majorité des mesures d'adaptation, certains enjeux dépassent les frontières administratives de la région et appellent de fait une **cohérence inter-régionale dans les réponses apportées** : c'est le cas de la gestion des bassins versants, de l'accompagnement de l'évolution des aires de répartition des espèces animales et végétales, ou encore de la gestion du littoral.

De manière plus générale, il apparaît pertinent d'organiser des échanges avec les régions limitrophes pour certains thèmes spécifiques, afin de partager les connaissances et d'échanger des bonnes pratiques en matière d'adaptation au changement climatique.

2. Des exemples de dispositions pré-opérationnelles d'adaptation au changement climatique

Dans le cadre de l'élaboration du SRCAE, un travail de concertation a permis de dégager des premières pistes d'adaptation pour le territoire. Cette concertation, réunissant les acteurs de la gouvernance à cinq, s'est organisée autour de trois ateliers de travail :

- Un atelier traitant des ressources naturelles (eau, biodiversité, forêt)
- Un atelier traitant de l'aménagement du territoire et du cadre de vie (santé, urbanisme, infrastructures et cadre bâti, risques naturels)
- Un atelier traitant des activités économiques (agriculture, pêche, énergie et industrie, tourisme)

2.1. Pistes transversales

Constituer un réseau d'acteurs régionaux afin de suivre les évolutions climatiques et leurs impacts sur le territoire, capitaliser les connaissances existantes et partager les expertises sur l'adaptation au changement climatique.

La réflexion sur l'adaptation en Picardie est encore à ses débuts : il s'agit désormais de pérenniser la dynamique de travail amorcée sur la question et de développer une culture commune de l'adaptation en région. Pour ce faire, il est proposé de constituer un réseau d'organismes experts en région sur le climat, mais aussi sur les thématiques de l'eau, de l'agriculture, de la biodiversité, du littoral, de la forêt ou encore des risques naturels. Son rôle pourrait être de suivre un certain nombre d'indicateurs du changement climatique en Picardie, de mutualiser les connaissances existantes sur la thématique de l'adaptation en région et de pointer les besoins de connaissances, mais aussi d'organiser des échanges avec les régions limitrophes pour certains thèmes spécifiques, pour lesquels une coopération inter-régionale est pertinente du point de vue de la connaissance.

Encourager les études et recherches pour combler les manques de connaissances identifiés

La réaction des milieux et ressources naturels au changement climatique est souvent mal appréhendée, en raison de la complexité des mécanismes en jeu et du caractère inédit des changements auxquels ils seront confrontés. Un effort particulier doit être porté sur l'observation, la collecte de données, l'amélioration des connaissances et la modélisation, particulièrement s'agissant des aspects suivants :

- Les impacts du changement climatique sur les nappes phréatiques ;
- Le fonctionnement des zones humides et leur réaction au changement climatique ;
- La réaction de certaines espèces présentes en Picardie à des événements climatiques extrêmes (vagues de chaleur par exemple)
- Les essences forestières adaptées au changement climatique (sécheresses, ravageurs et maladies, incendies)

2.2. Ressources naturelles

Mettre en place une gestion concertée de l'eau à une échelle pertinente, faire émerger des porteurs de projet et valoriser les lieux d'échanges intégrant l'ensemble des acteurs du territoire

Si la question de la qualité de la ressource en eau est bien appréhendée en Picardie, tel n'est pas le cas pour les aspects quantitatifs. Or la Picardie est déjà régulièrement impactée par des alertes sécheresses et certains bassins hydrographiques sont en crise tous les ans. Afin de répondre à cette problématique émergente, il s'agit de lancer des actions concertées de gestion de l'eau, ce qui suppose la désignation d'un maître d'ouvrage volontariste susceptible d'avoir une approche globalisante de la gestion des ressources ; et d'impliquer tous les acteurs concernés, notamment les représentants du secteur agricole, et du monde industriel. L'outil de planification qu'est le SAGE apparaît un support pertinent pour cette gestion intégrée de la ressource.

Préserver, requalifier et entretenir les zones humides

Les zones humides sont des milieux particulièrement sensibles au changement climatique, qui, combiné aux pressions humaines, participe à leur dégradation (assèchement, pollution, intrusion saline). Or outre leur rôle de réservoir de biodiversité et leur valeur patrimoniale, les zones humides constituent de formidables outils d'adaptation, en participant à l'équilibre de la ressource en eau : régulation des crues, soutien aux étiages, fonction d'épuration des eaux. Ce rôle est souvent mal connu et mériterait d'être davantage mis en avant. En Picardie, les zones humides ont fortement régressé en raison notamment du développement de l'urbanisation et des infrastructures en fond de vallée. Dans une optique d'adaptation, il s'agit de requalifier ces milieux et d'assurer leur entretien. Pour mener des politiques adaptées, il est nécessaire d'améliorer les connaissances sur les impacts du changement climatique sur les zones humides et de renforcer la sensibilisation du public en tenant compte de leur dimension patrimoniale.

Sensibiliser les populations, acteurs économiques et élus à la préservation de la biodiversité et des ressources naturelles en tenant compte de leur dimension patrimoniale et valoriser les services rendus par les milieux naturels notamment pour l'adaptation au changement climatique

La fragilisation par l'homme des espaces naturels et de la biodiversité constitue un frein à leur capacité d'adaptation. Il s'agit d'éduquer, d'informer, de sensibiliser la population, les acteurs économiques et les élus à la préservation de ces ressources, aux enjeux qu'elles représentent. Cette sensibilisation peut passer par un travail sur la valorisation des services écosystémiques (services de protection contre les risques, équilibre du cycle de l'eau, services culturels...).

Développer et maintenir les continuités écologiques entre les milieux fonctionnels, en intégrant un suivi spécifique des espèces envahissantes

Le changement climatique entrainera des migrations d'espèces végétales et animales, terrestres et marines. Les trames vertes et bleues, et autres corridors écologiques sont fondamentales dans une optique d'adaptation au changement climatique, dans la mesure où elles permettent ces migrations. Pourtant, la réalité s'avère plus complexe : de tels corridors peuvent faciliter l'arrivée d'espèces envahissantes (exemple du cerf dont la surpopulation détruit les forêts en repeuplement). Pour accompagner au mieux les évolutions de la biodiversité, il s'agit donc de poursuivre le développement des continuités écologiques, mais aussi de renforcer les dispositifs de surveillance des espèces envahissantes.

2.3. Aménagement du territoire et cadre de vie

Prendre en compte l'évolution de la ressource en eau dans les projets de territoire

Avec le changement climatique, on s'attend à une diminution de la ressource en eau disponible en Picardie - principalement en été et en automne - et à une diminution de la qualité de l'eau. Il est nécessaire, dès aujourd'hui, d'anticiper ces changements. Il s'agit en premier lieu d'étudier l'impact sur l'eau des projets envisagés (infrastructures de transport fluvial, aménagements urbains, développement économique), puis de vérifier systématiquement la cohérence de ces projets avec l'état de la ressource future.

Adapter l'habitat et l'urbanisme afin d'intégrer les dimensions de confort d'été, de diminution de la ressource en eau et de qualité de l'air intérieur, compte tenu des évolutions climatiques anticipées

Le changement climatique résultera en une hausse des périodes de canicules, comparables à l'épisode de l'été 2003. Celui-ci a mis en avant l'importance des formes d'urbanisme et des modes d'habitat dans le confort thermique ressenti dans un tel contexte climatique. Il apparaît aujourd'hui nécessaire d'intégrer l'enjeu climatique dans l'aménagement urbain : réintroduction de l'eau et de la nature en ville (en appliquant notamment le Plan National « Restaurer et Valoriser la Nature en Ville »), accès à des points de fraîcheur dans l'espace public, végétalisation des bords de routes. L'adaptation se fera également à l'échelle du bâtiment, en intégrant le confort d'été et de qualité de l'air intérieur dès la construction (pour le neuf) et en sensibilisant et informant les populations pour l'intégration du changement climatique dans les rénovations.

Renforcer l'éducation et la sensibilisation à la chaleur, ciblée vers les populations vulnérables dans le cadre de démarches de proximité et en lien avec les dispositifs existants

Une forte température en été n'est pas ressentie de la même manière selon que les personnes sont habituées ou non à vivre dans la chaleur : l'adaptation des comportements des individus est déterminante en période de canicule. En Picardie, un effort de communication est nécessaire auprès des populations vulnérables (personnes isolées, personnes âgées, en situation précaire etc.). Cette « éducation à la chaleur » peut se traduire par la diffusion de conseils, d'informations pratiques, de gestes utiles (s'hydrater, fermer les volets, etc.). La prévention « canicule » pourrait s'inspirer des dispositifs mis en place par les Conseils Généraux en matière de précarité énergétique : signalement des personnes vulnérables et déploiement de conseillers sur le terrain. Un effort de sensibilisation est également à porter vers les chefs d'entreprises sur les impacts sanitaires des canicules, particulièrement dans les secteurs employant des travailleurs en extérieur.

Améliorer la « culture du risque » des particuliers, des professionnels et des élus, développer une compréhension commune des enjeux liés au changement climatique, via notamment l'intégration du changement climatique dans les PPR, en particulier sur le littoral

Face à la montée de certains risques naturels et notamment les risques côtiers, il est nécessaire développer une véritable « culture du risque » de tous les acteurs du territoire. Pour cela, il s'agit de faire progresser la connaissance et de la diffuser, de conserver la mémoire du risque par des campagnes de sensibilisation et des exercices de terrain, de développer les analyses coûts-avantages pour guider le choix des mesures d'adaptation, notamment sur le littoral (repli stratégique / protection) et d'intégrer l'élévation du niveau de la mer dans les PPR littoraux.

Adapter l'offre de soins aux pathologies liées au changement climatique

Le changement climatique sera à l'origine de l'apparition ou de l'augmentation de l'incidence de certaines pathologies sur le territoire : problèmes de santé liés aux épisodes de canicules, allergies aux pollens, maladies transmises par des vecteurs (moustiques par exemple). Ceci place la question de l'offre de soins en première ligne : adaptation de la formation médicale avec un focus spécifique sur l'allergologie ; mise en place de dispositifs de suivi et prévention des maladies à vecteurs (en s'inspirant des démarches mises en œuvre dans des régions plus méridionales – en matière de démoustication par exemple) ; capitalisation des retours d'expérience pour améliorer la gestion des crises sanitaires. Dépassant la seule question du changement climatique, il s'agit également de renforcer l'accessibilité (géographique et sociale) des soins médicaux.

2.4. Activités économiques

Diversifier les solutions (cultures, techniques et pratiques agricoles) pour mieux répartir les risques et conserver la diversité de l'agriculture picarde

Directement lié aux conditions climatiques, le secteur agricole a toujours su s'adapter spontanément au climat. Néanmoins, les changements auxquels l'agriculture fait et fera face au long du XXI^e siècle sont exceptionnels par leur rapidité. L'adaptation du secteur agricole impliquera des solutions diverses, en encourageant :

- la diversité des cultures, en s'appuyant notamment sur la recherche de semences génétiquement mieux adaptées,
- des techniques culturales permettant de réduire les besoins en eau en période estivale
- le petit parcellaire pour limiter les risques d'érosion, de maladies et ravageurs, en s'appuyant sur des solutions d'agroforesterie, à travers des dispositifs arborés entourant des parcelles plus petites

Pour préparer le secteur de l'élevage au changement climatique, proposer en préventif des mécanismes de régulation des stocks herbagers permettant de compenser l'impact des sécheresses

La question de la ressource en eau est particulièrement prégnante pour les systèmes d'élevage en prairies, qui dépendent de la pousse de l'herbe pour nourrir le bétail. D'ores et déjà, la Picardie est confrontée à la problématique du déficit d'alimentation des troupeaux en années de sécheresses. Ces conditions conduisent à puiser dans les stocks fourragers, ou à s'approvisionner auprès des industries agro-alimentaires. Afin d'adapter le secteur de l'élevage à ces conditions climatiques, il est nécessaire de mettre en place de manière préventive des dispositifs de régulation des stocks herbagers. Une solution consisterait à constituer des stocks à partir de plantes réalisant l'essentiel de leur croissance dans les périodes où les sécheresses sont les moins fréquentes. Le développement des mécanismes de solidarité inter-régionales et infrarégionales apparaît également primordial.

Encourager la recherche agricole pour augmenter sa résilience aux effets du changement climatique

L'adaptation de l'agriculture suppose un important effort de recherche. Celle-ci doit cibler notamment la génétique - afin de sélectionner des espèces et variétés les plus adaptées (moins sensibles au manque d'eau et aux maladies liées au changement climatique) ; et l'amélioration des connaissances sur la capacité d'adaptation des systèmes fourragers au changement climatique.

Diffuser la connaissance sur le changement climatique et l'adaptation vers les gestionnaires forestiers et les agriculteurs

Afin d'augmenter la capacité d'adaptation autonome des acteurs des filières agricole et forestière, il s'agit d'assurer le transfert des connaissances et d'innovations vers les exploitants et gestionnaires. Pour cela, une solution serait d'intégrer l'adaptation au changement climatique et les résultats de la recherche dans les programmes de formation des agriculteurs et forestiers. Par ailleurs, pour diffuser l'information sur les bonnes pratiques en matière d'adaptation et recueillir les retours d'expérience des agriculteurs et forestiers, il est proposé de s'appuyer sur le déploiement de conseillers sur le terrain.

Mobiliser la recherche et développer des programmes d'accompagnement et d'aide financière pour l'investissement dans des process industriels innovants et adaptés au changement climatique

Le changement climatique, à travers les événements climatiques extrêmes, la baisse de la ressource en eau, la hausse des températures ou la diminution des débits des cours d'eau, aura un impact sur les activités industrielles. L'adaptation passe par l'amélioration des process industriels : substitution de

certaines matériaux, adoption de solutions de gestion optimale de l'eau (recyclage des eaux pluviales par exemple). Pour rendre opérationnelles ces améliorations technologiques, il est nécessaire :

- de mobiliser la recherche pour développer les analyses du cycle de vie des produits (ACV) et plus largement l'éco-socio-conception (« du berceau au berceau »), en intégrant la question de la ressource en eau et des matières premières.
- de développer les programmes d'accompagnement et d'aide financière pour l'investissement (études et conception techniques), en ciblant particulièrement les PME.

Anticiper les évolutions d'attractivité touristique de la Picardie et rechercher des solutions d'aménagement adaptées pour y répondre, respectueuses de l'environnement et confortant les spécificités du tourisme picard

Le changement climatique apparaît comme un facteur de long terme pouvant impacter favorablement la fréquentation touristique de la région. Cette possible évolution soulève plusieurs questions :

- Sur les spécificités du tourisme en Picardie : tourisme vert et familial, recherche de quiétude, etc. Le développement d'un tourisme de masse pourrait s'avérer néfaste pour ce type de pratique touristique.
- Sur les effets corollaires du développement touristique sur les ressources en eau, qui pourraient constituer un enjeu de taille en cas de développement touristique, notamment pour les communes littorales confrontées à un afflux touristique important.

Sur le littoral, une question spécifique émerge : quelles seront les conséquences sur le tourisme d'une évolution du littoral (évolutions des milieux, de la biodiversité, mais également modifications résultant des choix d'aménagement réalisés en réponse au changement climatique) et comment les anticiper ? La diversification de l'offre touristique sur le littoral picard apparaît comme une solution à investiguer.

De manière générale, il s'agit de lancer dans une large réflexion relative à l'aménagement du territoire afin de mettre en valeur les potentiels et d'accompagner efficacement ces évolutions d'activités.

Diffuser la connaissance sur le changement climatique et l'adaptation vers les dirigeants d'entreprises

Il est nécessaire de favoriser le transfert de connaissances et d'innovations vers les dirigeants d'entreprises. Pour cela, on peut s'appuyer sur des dispositifs tels que ceux développés dans le cadre de la Directive européenne sur les « meilleures technologies disponibles » pour les ICPE, permettant un niveau élevé de protection de l'environnement dans des conditions économiquement et techniquement viables. Des relais d'information et de sensibilisation spécifiques devront être développés pour les PME et TPE, et les démarches vertueuses au regard de l'adaptation valorisées via des éco-labels.

Partie 6 : Vers des indicateurs de suivi du changement climatique en Picardie

Les connaissances scientifiques sur l'évolution du climat permettent d'avoir aujourd'hui une perception du climat futur. L'évolution changement climatique n'est pourtant pas linéaire, et de nombreux facteurs entrent en considération. Afin d'avoir une vision précise des effets du changement climatique sur nos modes de vie, il est nécessaire de se doter d'outils de suivi.

Ces outils prennent la forme d'indicateurs de suivi du changement climatique. Selon l'Observatoire National des Effets du Réchauffement Climatique (ONERC) un indicateur « *est une information, associée à un phénomène, permettant d'en indiquer l'évolution dans le temps, de façon objective, et pouvant rendre compte des raisons de cette évolution. Un indicateur s'appuie sur une ou plusieurs séries de données mesurées. Les séries de mesures doivent couvrir une période suffisamment longue pour dégager une tendance et éliminer les variabilités inter annuelles* ».

Le changement climatique pourrait avoir des conséquences sur l'ensemble des secteurs de la société (de façon plus ou marquée), ces indicateurs de suivis peuvent donc recouvrir des informations très diverses. La majeure partie des informations permettant de mettre en place ces indicateurs existent d'ailleurs déjà grâce aux divers organismes scientifiques nationaux et internationaux.

1. Proposition de typologie d'indicateurs

Nous proposons ci-après une typologie d'indicateurs de suivi du changement climatique, en distinguant trois types :

- **Les indicateurs d'exposition** : ces indicateurs permettent de mesurer l'évolution des aléas climatiques, comme par exemple : les jours de fortes chaleurs.
- **Les indicateurs d'impacts** : ceux-ci ont pour rôle de mesurer les impacts liés au changement climatique sur un territoire, il peut s'agir par exemple de l'augmentation du nombre de personnes hospitalisées à cause de fortes chaleurs.
- **Les indicateurs de vulnérabilité** : ces derniers représentent les caractéristiques socioéconomiques des territoires influant sur l'occurrence d'un impact, par exemple le pourcentage de population en zone à risque.

Malgré l'importance de se doter d'indicateurs de suivi dans le cadre de l'adaptation aux effets du changement climatique, il n'existe pas à ce jour de méthodologie robuste en France. L'ONERC a entamé une réflexion à ce sujet mais un approfondissement est nécessaire. L'objet, ici, est de présenter des éléments de méthodologie qui pourraient être utilisés pour un suivi des impacts et des mesures à l'échelle d'un territoire.

2. Proposition d'indicateurs par secteur

A partir des indicateurs définis par l'AEA dans le rapport « Provision of research to identify indicators for the Adaptation Sub-Committee » publié en 2011 et ceux proposés par l'ONERC, nous proposons, ci-dessous, un tableau définissant une série d'indicateurs par impacts au regard du territoire picard (indicateurs classés selon la typologie décrite précédemment).

2.1. Ressource en eau

Impacts	Indicateurs	Type d'indicateur	Détenteur potentiel de la donnée
Diminution de la ressource en eau disponible	- Mesure des niveaux d'étiage - Mesures des niveaux piézométriques des nappes - Restrictions d'usage de l'eau - Nombre de jours passés en état de sécheresse	Impact	AE Artois Picardie et Seine Normandie
		Impact Exposition	DREAL Météo-France
Hausse des besoins en eau	- Consommation d'eau par habitant - Prélèvement en eau dans les nappes souterraines par an - Prélèvement en eau dans les eaux superficielles	Impact	Agence de l'eau Artois Picardie Agence de l'Eau Seine Normandie
		Impact	
		Impact	
Baisse de la qualité de l'eau	Qualité biologique des cours d'eau	Impact	DREAL

2.2. Biodiversité

Impacts	Indicateurs	Type d'indicateur	Détenteur potentiel de la donnée
Evolutions phénologiques	Date de migration des hirondelles dans le Marquenterre	Impact	Parc du Marquenterre
Erosion de la biodiversité terrestre	% d'espèces sensibles au changement climatique - Fragmentation des espaces forestiers : taille des mailles des espaces naturels par région forestière	Vulnérabilité	?
		Vulnérabilité	DREAL

Erosion de la biodiversité aquatique	IPR : Indice Poisson Rivière (écart entre le peuplement piscicole à un moment donné le peuplement de référence)	Impact	ONEMA
Espèces envahissantes	Nombre d'espèces envahissantes	Impact	DREAL

2.3. Risques naturels

Impacts	Indicateurs	Type d'indicateur	Détenteur potentiel de la donnée
Risques côtiers	- Niveau de mer marégraphique - Evolution de la force de la houle et de l'érosion - Nombre d'arrêtés CatNat - Montant des dommages assurés % de logements et d'infrastructures situés en zone basse (sous la cote centennale)	Exposition Exposition Impact Impact Vulnérabilité	EUROSION BD CatNat BD CatNat CETMEF
Risque inondation	- Précipitations atteignant au moins 10mm - Nombre d'arrêtés CatNat - Montant des dommages assurés - Logements, infrastructures, entreprises en zone inondable	Exposition Impact Impact Vulnérabilité	Météo-France BD CatNat BD CatNat SOeS
Risque feu de forêt	- Canicule - Nombre de jours passés en état de sécheresse - Nombre de jours ou l'IFM dépasse un seuil critique - Nombre d'ha incendiés - Montant des dommages assurés	Exposition Exposition Exposition Impact Impact	Météo-France Météo-France Météo-France SOeS BD CatNat
Risque retrait-gonflement des	Nombre de jours passés en état de sécheresse	Exposition	Météo-France

argiles	• Nombre d'arrêtés CatNat • Montant des dommages assurés • % de logements en zone argileuse	Impact Impact Vulnérabilité	BD CatNat BD CatNat BRGM
Transverse	• Exposition des populations aux risques climatiques	Vulnérabilité	INSEE

2.4. Santé

Impacts	Indicateurs	Type d'indicateur	Détenteur potentiel de la donnée
Surmortalité liée à la chaleur	• Nombre de jours présentant un caractère de canicule • Nombres de personnes hospitalisées et/ou nombre de décès liés à la chaleur • % de personnes âgées de plus 75 ans • % d'enfants de moins de 3 ans • Nombre de personnes « isolées » (enregistrées depuis la canicule 2003 au CCAS - centre communal d'action sociale)	Exposition Impact Vulnérabilité Vulnérabilité Vulnérabilité	Météo France InVS, ARS INSEE INSEE CCAS / CIAS
Allergies	• Evolution de la date de feuillaison et de pollinisation du Bouleau et du Chêne • Indice Prévisionnel Pollinique de Picardie (IPPP) • % de la population souffrant d'allergie au pollen	Impact Impact Vulnérabilité	RNSA AtMO Picardie ARS
Impacts de la pollution atmosphérique	• Canicule • Nombre de jours où la pollution à l'ozone atteint un seuil d'alerte pour la santé humaine	Exposition Impact	Météo France AtMO Picardie

2.5. Agriculture

Impacts	Indicateurs	Type d'indicateur	Détenteur potentiel de la donnée
---------	-------------	-------------------	----------------------------------

Evolution de la phénologie	Evolution annuelle des dates de début de semis	Impact	INRA
Hausse des besoins en eau pour les cultures légumières	- Nombre de jours de sécheresses - Prélèvement en eau du secteur agricole par an - Surfaces en cultures sensibles à la sécheresse	Exposition Impact Vulnérabilité	Météo-France Agences de l'eau AGRESTE
Dégâts causés par les événements extrêmes	Nombre de demandes de reconnaissance du caractère calamité agricole	Impact	MAAP

2.6. Forêt

Impacts	Indicateurs (exposition, impacts, vulnérabilité)	Type d'indicateur	Détenteur potentiel de la donnée
Evolutions phénologiques	Date des premières floraisons	Impact	ONF, CRPF
Dépérissement, mortalité des arbres, stress hydrique	% du temps passé en état de sécheresse - Canicule % d'espèces sensibles au climat (chênes pédonculés, charmes, bouleaux, hêtres) - Age des peuplements	Exposition Exposition Vulnérabilité Vulnérabilité	Météo France Météo France ONF, CRPF ONF, CRPF

2.7. Energie

Impacts	Indicateurs	Type d'indicateur	Détenteur de la donnée
Hausse des besoins en climatisation	- Degrés-jours de climatisation - Consommations d'énergie par habitant, par saison - Personnes en situation de précarité énergétique	Exposition Impact Vulnérabilité	Météo France ADEME ?

2.8. Tourisme

Impacts	Indicateurs	Type d'indicateur	Détenteur potentiel de la donnée
Evolution des fréquentations touristiques	Indice de confort climatique des touristes	Impact	<i>Nécessite une étude spécifique</i>
Risques naturels et sécurité des touristes	Pourcentage de campings situés en zone à risque	Vulnérabilité	Préfecture

2.9. Infrastructures, urbanisme, cadre bâti

Impacts	Indicateurs	Type d'indicateur	Détenteur potentiel de la donnée
Inconfort thermique dans les villes	- Canicules % d'espaces verts en ville - Densité de la population	Exposition Vulnérabilité Vulnérabilité	Météo France Municipalités INSEE
Dommages sur les infrastructures et les bâtiments liés aux risques naturels	- Nombre de demandes d'indemnisation - Montant des dommages assurés au titre du régime CatNat % de logements en zone à risque	Impact Impact Vulnérabilité	BD CatNat BD CatNat SOeS

Partie 7 : Vers une quantification des impacts du changement climatique et de l'adaptation

1. Chiffrer le coût du changement climatique : quelques éléments de méthode

L'estimation des coûts des impacts du changement climatique et de l'adaptation constituent un outil d'aide à la décision central pour les acteurs, notamment au niveau local, pour mettre en œuvre des stratégies d'adaptation et arbitrer entre les différentes solutions possibles.

Si plusieurs démarches à l'échelle internationale ont proposé des méthodes d'analyse des coûts des impacts du changement climatique et de l'adaptation, de nombreux défis méthodologiques sont à considérer, qui freinent la réalisation d'exercices de chiffrage à l'échelle locale. En particulier, on citera l'incertitude sur les évolutions climatiques et leurs impacts, l'hétérogénéité des méthodes d'estimation des coûts, l'absence de données chiffrées pour certains secteurs...

1.1. Différents types d'approches

Dans l'analyse économique des impacts du changement climatique et de l'adaptation, on distingue deux types d'approches²²⁴ : **les approches dites « top down »** d'une part, généralement utilisées dans les évaluations à l'échelle mondiale (notamment dans les travaux de la Banque Mondiale), qui permettent d'obtenir des coûts « globaux » du changement climatique en appliquant un ratio représentant le surcoût lié au changement climatique dans le PIB ou les investissements réalisés sur les secteurs sensibles au climat (de l'ordre de 10% en général pour l'adaptation) ; et **les approches « bottom up »** d'autre part, qui évaluent secteur par secteur, voire impact par impact, les coûts d'investissement nécessaires à l'adaptation, en suivant des méthodologies diverses en fonction des données disponibles. C'est ce type d'approches qui est utilisé dans les évaluations d'échelle plus locale ou sectorielle.

1.2. Ce qui est évalué

L'évaluation économique des coûts inhérents au changement climatique est un exercice complexe qui soulève de nombreuses difficultés d'analyse. Pour mener une analyse complète, dans le cadre d'une étude « bottom-up », différents éléments sont à considérer :

- Le coût des **impacts du changement climatique** : il s'agit de chiffrer le **coût de l'inaction**, c'est à dire les dégâts et pertes occasionnés par les effets du changement climatique (exemple : le coût des pertes occasionnés par une inondation centennale).
- Les **avantages des mesures d'adaptation** : les avantages de l'adaptation correspondent à la réduction de coût des impacts que permet la mise en œuvre des mesures, à laquelle on soustrait le coût de ces mesures. Dépendamment du type d'actions, il s'agira des **coûts directs de mise en œuvre d'une mesure spécifique** (exemple : ouvrages de protection côtière), ou de **coûts indirects** (amélioration de la capacité d'adaptation des systèmes, coûts de transition...), plus difficiles à évaluer.

Ces éléments sont positionnés dans la figure ci-dessous.

²²⁴ De Perthuis, Hallegatte, Lecoq, CGEDD 2010

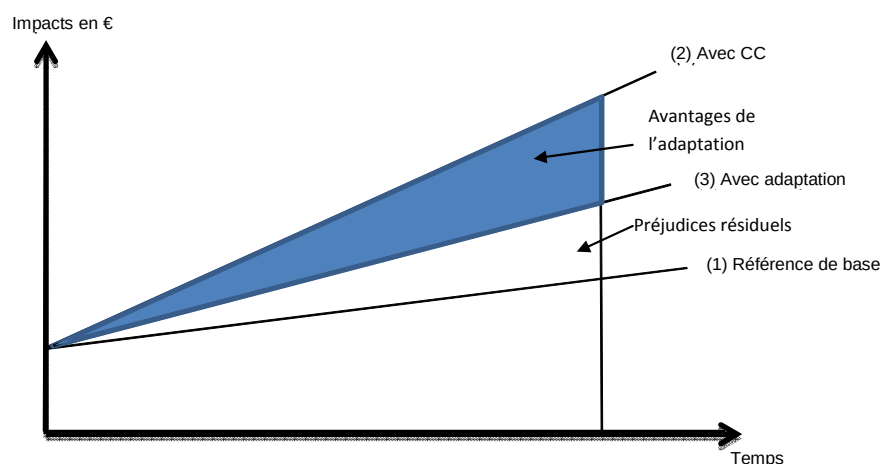


Figure 53 – Evaluation des coûts du changement climatique et des avantages de l'adaptation²²⁵

La droite notée (2) représente les impacts évalués, mesurés par rapport à une référence de base, correspondant à ce que l'on pourrait attendre sans changement climatique (droite notée (1)). Avec l'adaptation, les impacts évalués sont réduits, jusqu'à la droite notée (3). La zone représentée en bleu représente *in fine* les bénéfices de l'adaptation (avantages – coûts). La zone non bleutée indiquée par une flèche représente les impacts résiduels du changement climatique, après mise en œuvre de l'adaptation.

1.3. Difficultés et défis méthodologiques

Une telle analyse se heurte à de nombreuses difficultés :

- **Isoler l'impact du changement climatique de celui de la variabilité climatique** est particulièrement difficile dans le cas où les impacts sont déjà présents sur un territoire (exemple des risques naturels notamment).
- **La prise en compte des interactions sectorielles** et effets de propagation entre les secteurs et les territoires est complexe, c'est pourquoi elles sont rarement intégrées dans les approches bottom-up, d'où des évaluations relativement partielles.
- **S'il est possible de qualifier l'incertitude** (sur les évolutions du climat, mais également sur les impacts sur les différents systèmes), sa quantification pose des défis méthodologiques majeurs. L'utilisation de fourchettes de coûts (et non d'une valeur unique) est généralement préconisée pour rendre compte de cette incertitude. C'est notamment l'approche adoptée dans le cadre des travaux du Groupe interministériel (2009).
- En toute logique, l'étude du coût de l'inaction doit **tenir compte de l'adaptation spontanée des acteurs**, mais celle-ci – et notamment son évolution dans le temps - est parfois difficilement identifiable.
- **La valorisation monétaire** de l'impact est relativement aisée lorsque celui-ci concerne un bien de marché. Ainsi, dans le cas de l'agriculture ou encore de l'énergie, les prix de marché peuvent être utilisés. En revanche, s'agissant des biens non marchands, tels que la biodiversité ou la santé, des méthodes alternatives doivent être développées : plusieurs travaux vont par exemple dans le sens d'une valorisation des services rendus par les écosystèmes et utilisent des méthodes telles que le consentement à payer ou les évaluations contingentes. Il n'existe pas de consensus sur l'évaluation monétaire des impacts non-marchands. Aussi, certaines démarches ont préféré l'utilisation de différentes « métriques »

²²⁵ CC = changement climatique

pour rendre compte des coûts (pas uniquement monétaire). C'est le cas des travaux du Groupe interministériel sur le coût des impacts du changement climatique en France.

- Les horizons temporels considérés (milieu voire fin de siècle) posent **la question de l'actualisation** : un taux d'actualisation élevé donne à des dommages éloignés dans le futur une valeur actuelle nette très faible, alors qu'un taux d'actualisation faible implique davantage de sacrifices pour les générations actuelles, bien que les générations futures puissent être plus riches²²⁶. Le choix du taux d'actualisation est sujet à controverse : dans le cas du très médiatisé rapport Stern²²⁷, l'utilisation d'un taux d'actualisation très faible, avec un parti-pris éthique de ne pas pénaliser les générations futures, a fait l'objet de nombreux débats.
- La **multiplicité des types d'actions** rend difficile l'usage d'une méthodologie unique pour estimer les coûts de l'adaptation et requiert de poser des hypothèses, ce qui complexifie l'agrégation des analyses menées par secteur.
- En fonction de sa nature, **l'adaptation comportera des coûts indirects** (notamment les coûts de transition évoqués plus haut). Comme expliqué, ces coûts sont souvent difficilement identifiables, et certains sont difficilement quantifiables. On peut prendre l'exemple des coûts sociaux associés au déplacement des populations dans le cadre d'un recul stratégique.
- En fonction des mesures mises en œuvre, **des co-bénéfices** peuvent exister. Par exemple, une mesure destinée à adapter l'urbanisme aux chaleurs estivales par l'introduction d'espaces verts en ville aura des effets positifs en termes de qualité de vie, de biodiversité, de paysages. Ces effets externes positifs sont rarement considérés dans l'analyse économique.

1.4. Exemples d'applications

Les évaluations quantifiées à l'échelle mondiale adoptent en général une approche « top down ». Plusieurs exercices ont été réalisés ces dernières années, notamment par la CCNUCC, le PNUD ou encore la Banque mondiale.

Ces évaluations font état de coûts de l'adaptation compris entre 4 et 109 milliards de dollars par an dans les pays en développement. Pour l'ensemble des pays, le rapport de la CCNUCC en 2007 fait état d'un coût de l'adaptation de l'ordre de 49 à 171 milliards de dollars par an, à l'horizon 2030.

Le rapport Stern (2006) qui a travaillé sur une analyse macroéconomique globale, estime le coût des impacts entre 5 et 20% du PIB mondial et le coût de l'adaptation à 1%.

Rapporté mécaniquement au cas Français, cela représenterait des impacts de l'ordre de 50-200G€/an et un coût d'adaptation de 10G€/an, à l'horizon actuel et à venir²²⁸.

En France, un exercice d'évaluation du coût des impacts du changement climatique a été réalisé dans le cadre du Groupe interministériel « Impacts du changement climatique, adaptation et coûts associés en France ». Le rapport, publié en 2009, propose des éléments de chiffrage secteur par secteur (« bottom up »), obtenus à partir de méthodes d'évaluation relativement simples. Le rapport porte principalement sur le coût des impacts : l'adaptation n'a pu être chiffrée systématiquement. Si le travail comporte un certain nombre de limites (hypothèses simplificatrices, incertitude, évaluations partielles), il présente plusieurs résultats forts, notamment un impact global négatif du changement climatique, avec des coûts pouvant atteindre plusieurs centaines de millions d'euros par an pour plusieurs secteurs en cas d'adaptation insuffisante.

²²⁶ Groupe interministériel, Rapport d'étape, 2008

²²⁷ Stern N., 2006

²²⁸ ONERC, 2009

2. Éléments de chiffrage exploitables à l'échelle régionale

On présente ci-après, secteur par secteur, des éléments issus du diagnostic de vulnérabilité qui constituent des points d'appui pour avancer vers une évaluation du coût des impacts du changement climatique. L'objectif n'est pas de proposer une évaluation monétaire globale des impacts du changement climatique et de l'adaptation, qui dépasserait largement le cadre de cette étude, mais de souligner les principaux éléments chiffrés recensés lors du diagnostic des vulnérabilités.

Dans le domaine de l'eau, l'impact physique du changement climatique peut être approché, en se basant sur les résultats des différentes études menées à l'échelle nationale et locale. Ainsi, le projet Rexhyss sur le bassin de la Somme fait état **d'une baisse de la recharge des nappes de l'ordre de 25% d'ici 2050, et d'une diminution du débit de la Somme, au niveau d'Abbeville, de 30% par rapport au débit moyen actuel**. Pour traduire ces projections en termes économiques, il faudrait les confronter aux usages actuels et futurs de ces ressources. A l'échelle nationale, l'ONERC a évalué, en considérant une stabilité de la demande, un déficit de 2 milliards de m³ par an en 2050 par rapport à nos besoins. La régionalisation de cette estimation n'est pas immédiate, tant les disparités territoriales dans la ressource en eau sont importantes.

Concernant la biodiversité, les difficultés principales afférentes à l'évaluation économique des impacts du changement climatique sont liées à l'incertitude de ces impacts (due à la relative méconnaissance de la réaction des écosystèmes aux évolutions climatiques) et aux difficultés méthodologiques associées à la valorisation des services écosystémiques. Des travaux sur la valorisation de ces services ont été réalisés, notamment par le Centre d'Analyses Stratégiques (CAS) en 2009. A l'échelle régionale, un point d'appui potentiellement exploitable pour quantifier les espaces naturels exposés à un aléa climatique est présenté par le Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales (CETMEF), **qui chiffre à 5445ha la surface des sites d'intérêt écologique située sur le littoral en zone basse** (en dessous de la cote centennale), donc potentiellement submersible. Concernant la forêt, les retours d'expérience des récentes sécheresses peuvent être exploités pour évaluer l'impact économique d'une multiplication de ce type d'épisodes climatiques. S'agissant **par exemple des plantations de chênes dans le sable, très sensibles aux printemps secs, toutes les plantations de l'année 2011 sont mortes : 150 hectares devront être replantés l'hiver suivant. Les frais d'investissements direct peuvent être grossièrement évalués à 2 500 euros par hectare**. Les plantations de 2 ou 3 ans souffrent également, certaines meurent et d'autres ne poussent plus, ce qui retarde les cycles de croissance²²⁹. Les projections à court et à moyen termes annoncent une hausse des jours de sécheresses par an, de l'ordre de 25% en plus d'ici 2080 par rapport au climat actuel.

Dans le domaine de la santé, le retour d'expérience de la canicule de 2003 constitue un point d'appui fondamental pour approcher le coût humain d'un aléa climatique qui est susceptible de se multiplier avec le changement climatique. En Picardie, les données de l'INSERM²³⁰ font état, entre le 1^{er} et le 20 août 2003, **d'une surmortalité de 43%, avec 343 décès surnuméraires observés** en région. Ces éléments sont à mettre en relation avec l'augmentation de la fréquence de périodes de canicules révélée par les simulations de Météo-France. Ici, l'efficacité de la mesure d'adaptation que représente le Plan Canicule peut être évaluée : lors de la canicule de 2006, la surmortalité a été largement inférieure à celle que l'on pouvait attendre au vu des conditions climatiques alors observées.

²²⁹ Communication ONF

²³⁰ INSERM, 2004

Concernant l'agriculture, les résultats de la modélisation des cultures réalisée par l'INRA dans le cadre du projet CLIMATOR permettent d'approcher les impacts physiques du changement climatique, qui pourraient être mis en relation avec les prix de marchés pour obtenir une évaluation monétaire. Ainsi, par exemple, d'après CLIMATOR, **une amélioration du rendement du blé tendre est envisageable**. Les deux sites étudiés pour la centre-nord (Versailles et Mons) des augmentations significatives de rendement sont attendues de 8% et 10% dans un futur proche (2020-2049) et de 9% à 12% pour le futur lointain (2070-2099). Il faut néanmoins rester prudent sur les impacts positifs du changement climatique sur l'agriculture picarde, d'autant que les aspects positifs sont souvent compensés par d'autres négatifs comme les sécheresses, l'augmentation de fréquence et d'intensité des événements extrêmes. En France, **la canicule de 2003 s'est par exemple traduite par des pertes de rendement de l'ordre de -16% pour le blé et de -20% pour le maïs grain, en comparaison à une année « normale » (l'année 2002)**²³¹.

S'agissant de l'énergie, l'évaluation de l'impact du changement climatique en termes de consommations d'énergies peut être réalisée en se basant sur l'évolution des degrés-jours de chauffage et de climatisation. Pour la région Nord-ouest de la France, le rapport de la mission Jouzel sur les scénarios climatiques de référence²³² fait par exemple état des valeurs suivantes : **une diminution de l'ordre de -377 à -577 degrés-jours de chauffage annuels en 2050 (scénario A2) et une augmentation de l'ordre de 88 à 210 degrés-jours de climatisation annuels en 2050**, en utilisant le modèle Arpège-Climat de Météo-France. Des valeurs sont également proposées pour les horizons 2030 et 2090, pour les scénarios A2 et B2 selon le modèle LMDz de l'IPSL.

Pour le tourisme, le retour d'expérience des inondations de la Somme fournit des éléments intéressants quant à l'impact pour le secteur d'un événement climatique extrême. **L'impact économique des inondations de la Somme entre mars et mai 2001 été évalué à 8,6 millions d'euros pour le secteur du tourisme**²³³. Une baisse de fréquentation de 10 à 35% a été enregistrée suite à cet événement, affectant particulièrement l'hôtellerie de plein air et certains lieux de visite : hortillonages, parc zoologique d'Amiens, parc Samara, festival de l'Oiseau, Musée de la Picardie, Maison de Jules Verne, Musée de l'Hôtel de Berny à Amiens, P'tit train de la Haute Somme ont été les centres touristiques les plus touchés.

De même, s'agissant des infrastructures de transport et du cadre bâti, l'exploitation de retours d'expérience constitue un point d'appui directement mobilisable. L'ensemble des dommages provoqués par les **inondations de 2001 dans le bassin de la Somme ont été estimés à 55 millions d'euros pour les dommages et pertes opérationnelles liés aux infrastructures routières**. Le risque concerne également les **lignes ferroviaires**, la ligne Amiens-Abbeville a par exemple été complètement submergée en 2001. Les dommages des inondations de 2001 sont évalués à 2,3 millions d'euros pour les infrastructures ferroviaires²³⁴. Par ailleurs, s'agissant des risques côtiers, on peut se baser sur les données du CETMEF²³⁵, qui recense **10149 bâtiments et 545km de linéaire d'infrastructures de transport sous la cote centennale**. L'évaluation précise de la vulnérabilité de ces enjeux au risque de submersion supposerait de prendre en compte la hauteur et la résistance des ouvrages de protection.

²³¹ Groupe interministériel, 2009

²³² Jouzel, 2010

²³³ Agence de l'Eau Artois Picardie, 2006

²³⁴ Agence de l'Eau Artois Picardie, 2006

²³⁵ CETMEF, 2010

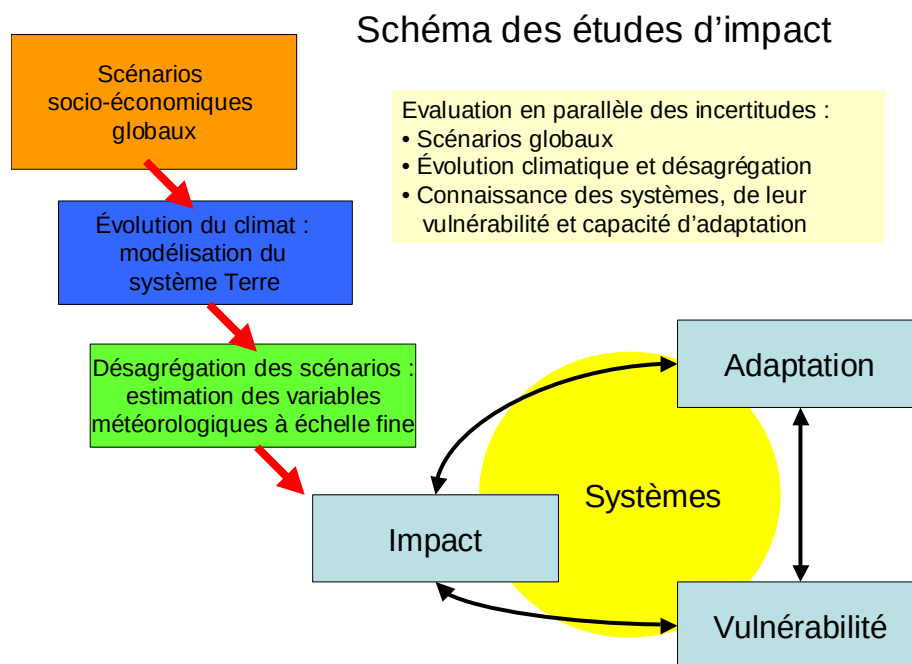
Annexes

Annexe 1 - Méthodologie de simulations climatiques

(Source : Météo-France, 2011).

Les différentes étapes nécessaires à la réalisation d'une étude d'impact

Une étude d'impact nécessite différentes étapes préalables qui peuvent être schématisées de la manière suivante :



La première étape consiste à disposer d'une estimation de l'évolution des concentrations des gaz à effet de serre et des aérosols qui sont ensuite utilisées comme données d'entrée des simulations climatiques du système Terre (2^{ème} étape). On procède ensuite le plus souvent à une désagrégation des données des simulations climatiques (3^{ème} étape), avant de procéder à l'étude d'impact proprement dite, qui nécessite généralement de connaître la vulnérabilité du système et les stratégies possibles d'adaptation du système aux changements climatiques (4^{ème} étape).

On détaille dans la suite de cette partie les étapes préalables et les différents ingrédients nécessaires à la réalisation d'une étude d'impact :

- les scénarios socio-économiques ;
- les simulations climatiques ;
- les méthodes de désagrégation spatiale et les principales hypothèses sous-jacentes ;
- la recherche d'indicateurs ;
- la prise en compte et l'évaluation des incertitudes ;
- la mise à disposition d'un modèle ou le développement d'une méthode de calcul d'impact.

En collaboration avec des partenaires Météo-France peut participer à des degrés divers aux point 1 à 5. Concernant le point 6, les impacts dans les secteurs hydrologiques et agronomiques sont ceux sur lesquels Météo-France a développé, en collaboration, le plus de compétences.

Rappel des scénarios du GIEC

Les scénarios du GIEC

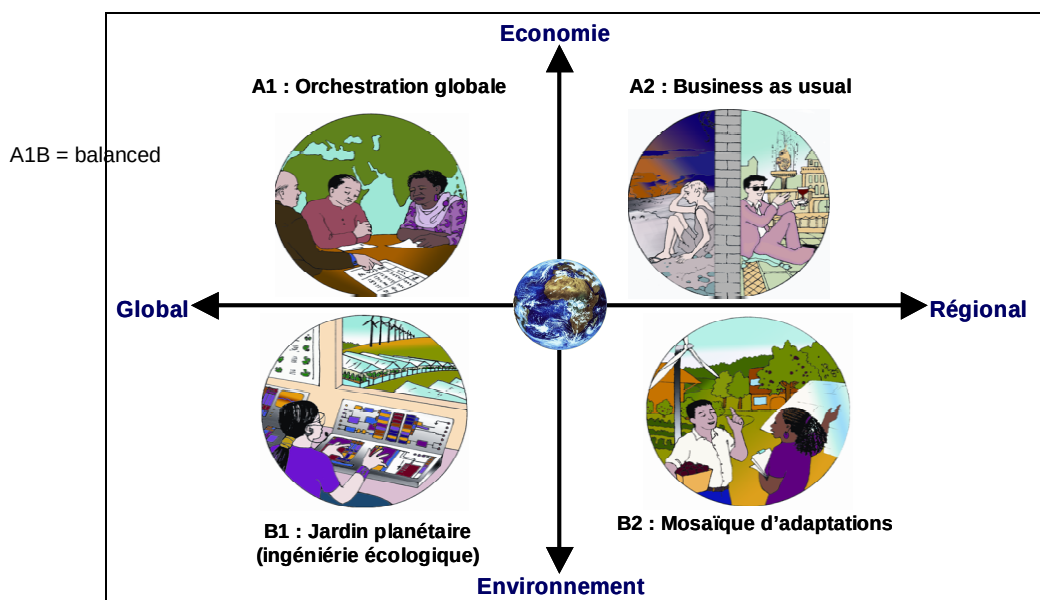


Figure 54 - Les différents scénarios du GIEC

Les scénarios A tablent sur une forte croissance économique tandis que les scénarios B privilégient l'environnement.

Les scénarios 1 supposent des échanges mondiaux importants alors que les scénarios 2 mettent l'accent sur les aspects régionaux.

Le scénario A1B (scénario médian)

Le scénario « socio-économique » A1B décrit un monde futur dans lequel la croissance économique sera très rapide, la population mondiale atteindra un maximum au milieu du siècle pour décliner ensuite et de nouvelles technologies plus efficaces seront introduites rapidement. Les principaux thèmes sous-jacents sont la convergence entre régions, le renforcement des capacités et des interactions culturelles et sociales accrues, avec une réduction substantielle des différences régionales dans le revenu par habitant.

Autrement dit, le scénario A1B table sur *une forte croissance économique qui suppose des échanges mondiaux importants*.

Le scénario A2 (scénario pessimiste)

Le scénario « socio-économique » A2 décrit un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est l'autosuffisance et la préservation des identités locales. Les schémas de fécondité entre régions convergent très lentement, avec pour résultat un accroissement continu de la population mondiale. Le développement économique a une orientation principalement régionale, et la croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que pour les autres scénarios.

Autrement dit, le scénario A2 table sur *une croissance économique qui met l'accent sur les échanges régionaux*.

Le scénario B1 (scénario optimiste)

Le scénario « socio-économique » B1 décrit un monde convergent avec la même population mondiale culminant au milieu du siècle et déclinant ensuite, comme dans le scénario A1B, mais avec des changements rapides dans les structures économiques vers une économie de service et d'information avec des réductions dans l'intensité des matériaux et l'introduction de technologies propres et utilisant les ressources de manière efficiente. L'accent est placé sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité, mais sans initiatives supplémentaires pour gérer le climat.

Autrement dit, le scénario B1 suppose *des échanges mondiaux importants tout en privilégiant l'environnement*.

Les simulations modèles

Données « simulations RETIC »

Les résultats présentés font référence au modèle « Arpège-Climat étiré version 4.6 (TL = 159, c = 2,5) » de Météo-France. Comme le modèle ne simule pas l'évolution de l'océan, la température de surface de la mer (TSM) provient des simulations du GIEC-AR4 réalisées à Météo-France avec une version basse résolution non étirée (300km) d'ARPEGE couplée au modèle d'océan OPA. Dans les simulations purement atmosphériques à haute résolution, on n'utilise pas la TSM brute, mais une quantité corrigée à partir de l'estimation des biais mensuels moyens. Ces TSM ainsi obtenues servent ensuite au forçage du modèle ARPEGE-Climat étiré.

Son coefficient d'étirement est de 2,5 ; sa résolution spatiale est donc variable et pour la France métropolitaine, sa maille est de l'ordre d'une cinquantaine de kilomètres.

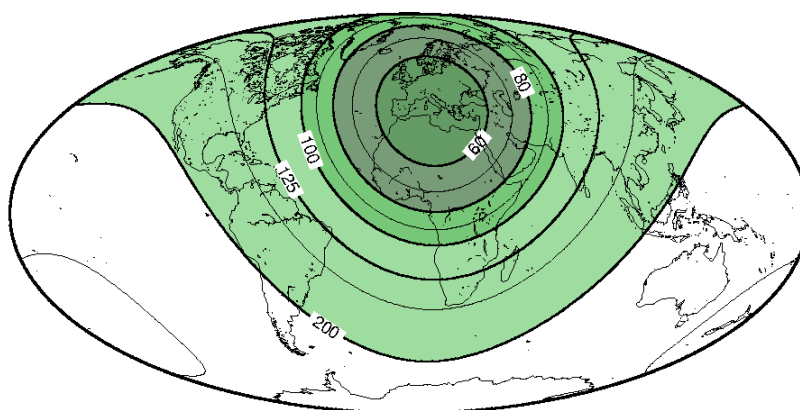


Figure 55 - Domaine Europe

Bien que le nord de la France ne soit pas une région contrastée par son relief il est important de souligner que le relief modélisé ne correspond pas à la réalité et dépend de la troncature du modèle. Dans le modèle ARPEGE-Climat V4 la troncature est de 159.

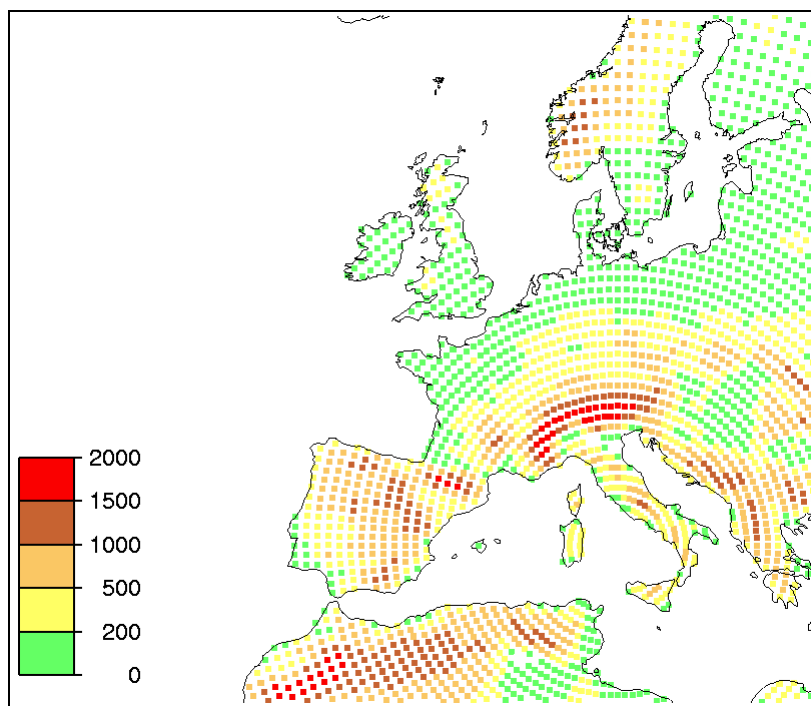


Figure 56 - Relief vu par le modèle « ARPEGE-Climat »

Le scénario de référence utilisé est basé sur les moyennes 1971-2000. Pour chaque scénario les moyennes sur trente ans ont été calculées sur chacun des points de grille de la région Picardie.

On définit trois périodes d'étude du climat futur :

- Horizon 2030 : période de données 2016-2045, « futur proche » ;
- Horizon 2050 : période de données 2036-2065, « futur médian » ;
- Horizon 2080 : période de données 2071-2100, « futur lointain ».

Enfin, même si les données modèle fournies comportent une période dite de référence²³⁶ (1950-2000), il faut noter que les données brutes du modèle « ARPEGE-Climat » possède un biais par rapport à la réalité. Donc, il est nécessaire de recalibrer les données du modèle par rapport aux observations pour obtenir une information la plus juste possible soit par la méthode des deltas, soit par la méthode quantile-quantile.

Données méthode des « deltas »

²³⁶ Ces simulations font varier les concentrations de gaz à effet de serre et les aérosols selon les valeurs observées durant la période 1950-2000.

Amiens = point 323/200

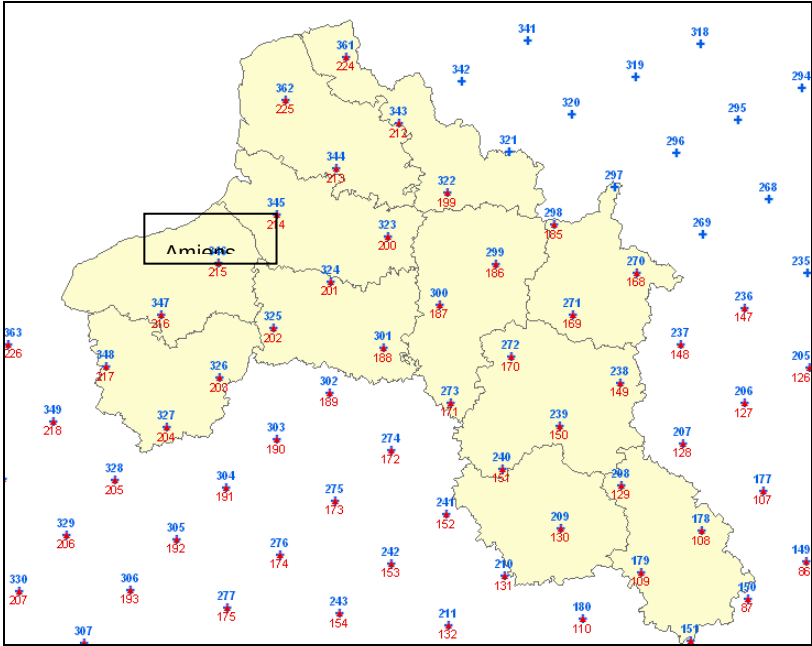


Figure 57 - Localisation des points du modèle ARPEGE-Climat sur la région Nord à une résolution de 50km. En bleu le numéro des points du modèle, en rouge le numéro des points issus de la méthode quantile-quantile.

Cette méthode fait l'hypothèse forte que l'évolution climatique est relativement stable spatialement. La résolution fine est apportée par la méthode de krigeage et spatialisation utilisée sur la période de référence (méthode développée par Météo-France dénommée « Aurélhy »). Il s'agit d'une interpolation et non d'une méthode de descente d'échelle. La résolution de l'information finale reste identique à celle du modèle, donc de cinquante kilomètres. En outre, le nombre de points modèle couvre largement la région Nord ainsi que la Belgique, ce qui permet une bonne spatialisation graphique des différents paramètres météorologiques.

La méthode de correction des données est la suivante (par exemple pour la température) :

$$T = T_{1971 - 2000} + (T_{\text{mod}} - T_{\text{ref.mod}})$$

La variable T restitue bien l'évolution moyenne des indicateurs climatiques. Cependant elle n'apporte aucune information sur la variabilité future de l'indicateur autour de cette moyenne. Elle n'est donc pas adaptée à l'étude des extrêmes.

On utilisera cette méthode essentiellement pour la cartographie générale sur la région Nord.

Données méthode « Quantile-Quantile »

Le détail de la méthodologie n'est pas décrit dans le présent rapport. Il fait référence aux travaux menés par Michel Déqué au centre de recherche de Météo-France « CNRM ».

Cette méthode permet de corriger les plus gros défauts du modèle notamment en terme d'intensité des phénomènes extrêmes ou de fréquence de jours pluvieux (modèle trop zonal). Cette méthode possède en particulier l'avantage de corriger les biais du modèle.

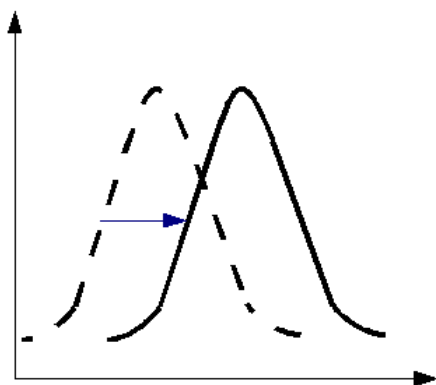


Figure 58 - Correction méthode des deltas

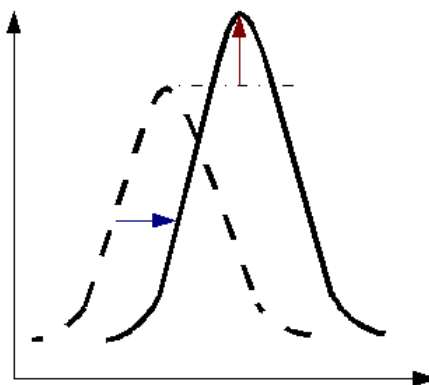


Figure 59 - Correction « quantile-quantile »

Les deux graphiques ci-dessus illustrent le fait que lorsque l'on réfléchit en terme d'extrême deux cas de figure se présentent soit une augmentation de la fréquence des maxima, soit une augmentation de la fréquence des maxima ainsi qu'une augmentation des maxima eux-mêmes. Avec la méthode « quantile-quantile », la correction à apporter à la valeur simulée tient compte de sa fréquence d'occurrence (événement plus ou moins rare).

On utilisera cette méthode, particulièrement adaptée à l'étude des extrêmes, pour évaluer les fréquences de dépassements de seuils en un point de la région Picardie proche de la ville d'Amiens.

Les incertitudes modèle

Tout exercice de scénario sur le XXI^{ème} siècle est de nature probabiliste en raison des nombreuses sources d'incertitude existante (certaines sont fondamentalement irréductibles). Les simulations climatiques ne sont pas des prévisions et aucune échelle de probabilité ne leur est attachée (aucun scénario n'est plus probable qu'un autre). Elles représentent *a priori* des évolutions plausibles du climat de la France sur le XXI^{ème} siècle basées sur nos connaissances actuelles.

Il existe principalement trois sources d'incertitude : l'incertitude « modèle » liée à la représentation des processus physiques et l'incertitude associée aux scénarios d'émission des gaz à effet de serre. La première incertitude peut être analysée en utilisant plusieurs scénarios issus des modèles du GIEC et met en évidence les différences entre les différents modèles de prévision numérique retenus par le GIEC. La deuxième peut être approchée avec le jeu restreint des scénarios Arpège correspondant aux différents scénarios A1B, B1 et A2. La troisième correspond à la variabilité climatique intrinsèque et chaotique qui est un phénomène naturel et non modélisable.

Annexe 2 – Cartes d'évolutions climatiques

PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

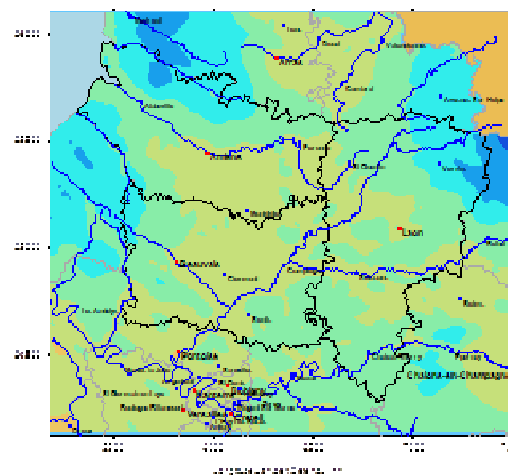
Cette planche cartographique représente l'évolution des précipitations moyennes mensuelles pour divers horizons climatiques.

La carte ci-dessous est tracée à partir des observations sur la période 1971-2000 et d'une méthode de spatialisation fine (résolution 1km) prenant en compte le relief (AURELHY).

Les cartes ci-contre sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence) projetée par le modèle ARPEGE Climat (résolution 50km) et la climatologie de référence.

- moyennes trentenaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095)
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

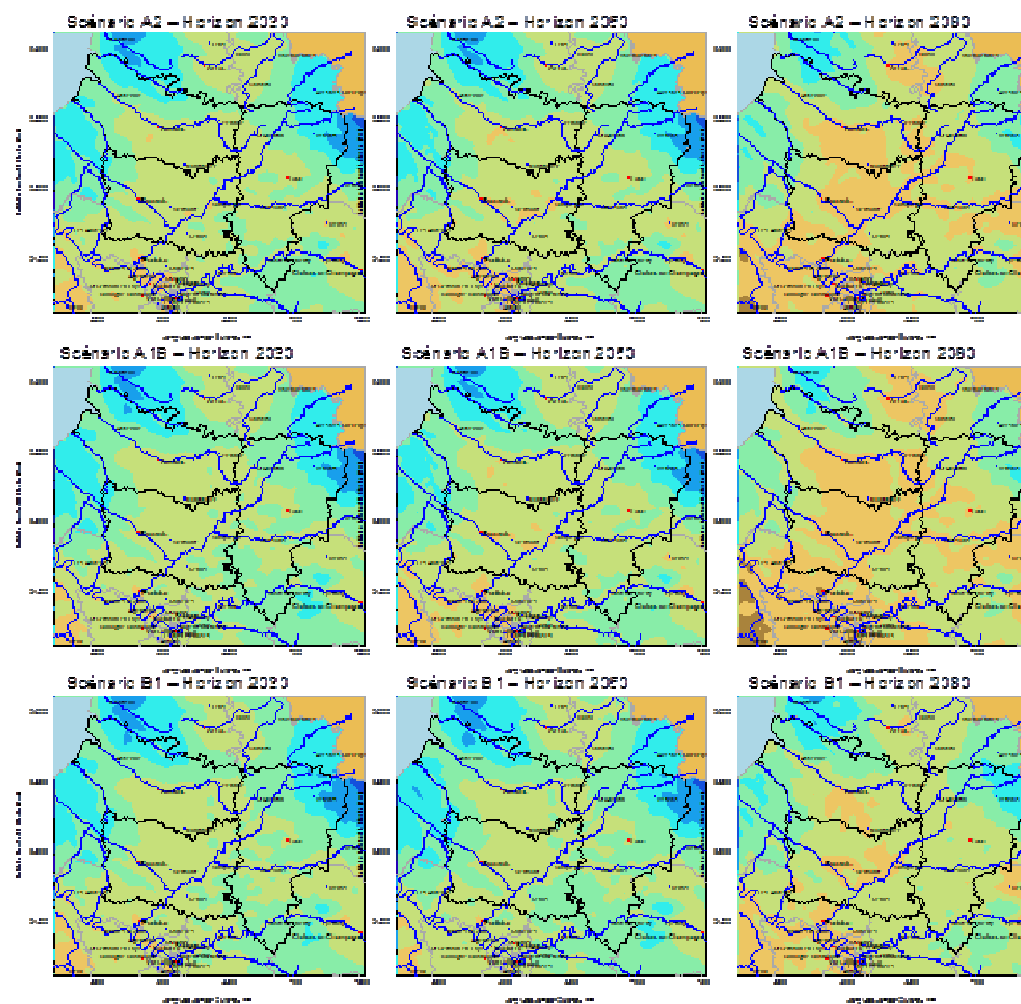
**Pluie moyenne
mensuelle**



CLIMATOLOGIE DE REFERENCE (periode 1971-2000)

Cumul de pluie moyen mensuel (mm)





CLIMATOLOGIE DE REFERENCE (période 1971-2000)

PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

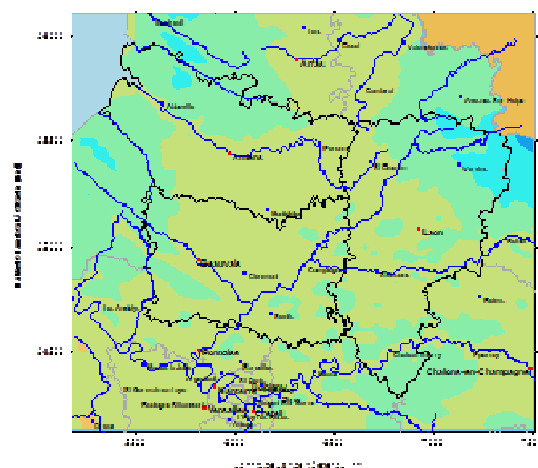
Cette planche cartographique représente l'évolution des pluies moyennes mensuelles estivales pour divers horizons climatiques.

La carte ci-dessous est tracée à partir des observations sur la période 1971-2000 et d'une méthode de spatialisation fine (résolution 1km) prenant en compte le relief (AURELHY).

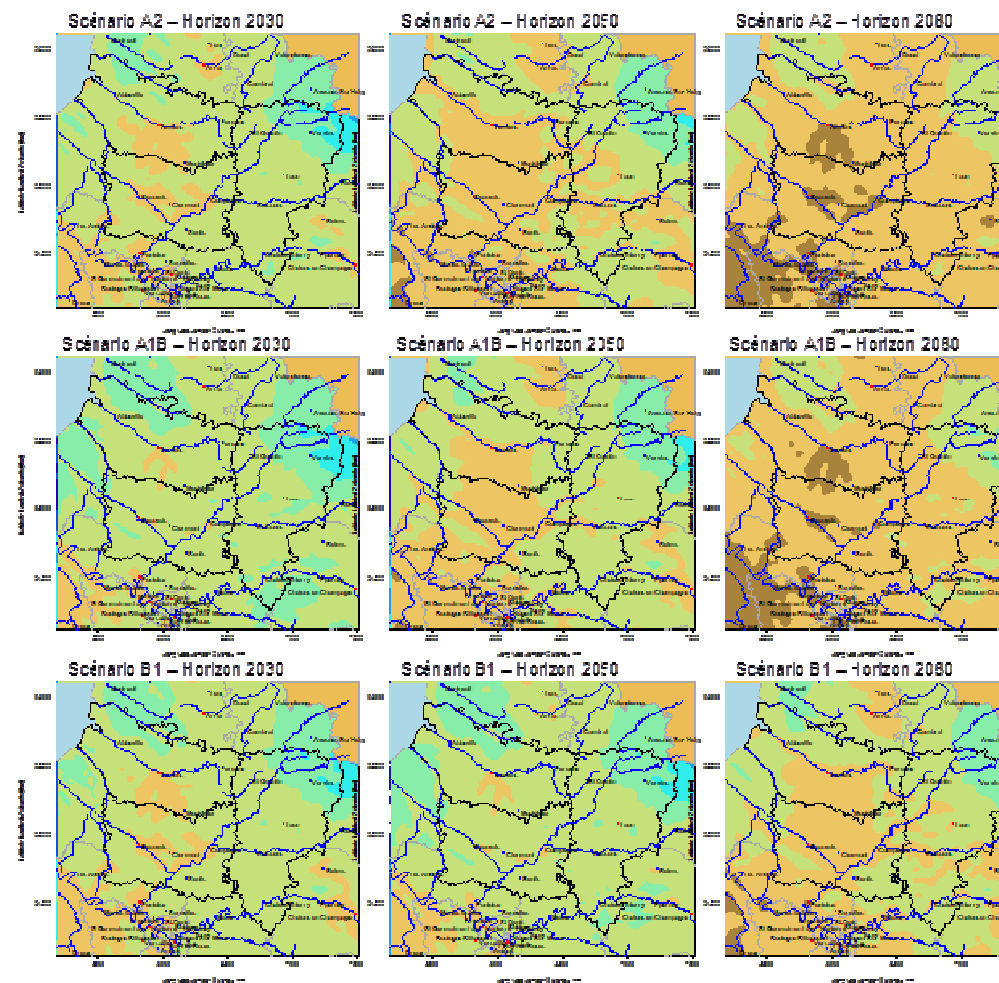
Les cartes ci-contre sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence) projetée par le modèle ARPEGE Climat (résolution 50km) et la climatologie de référence

- moyennes trentenaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

Pluie mensuelle été



Cumul de pluie mensuelle moyen en été (mm)



CLIMATOLOGIE DE REFERENCE (période 1971-2000)

Cumul de pluie mensuelle moyen en hiver (mm)

PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

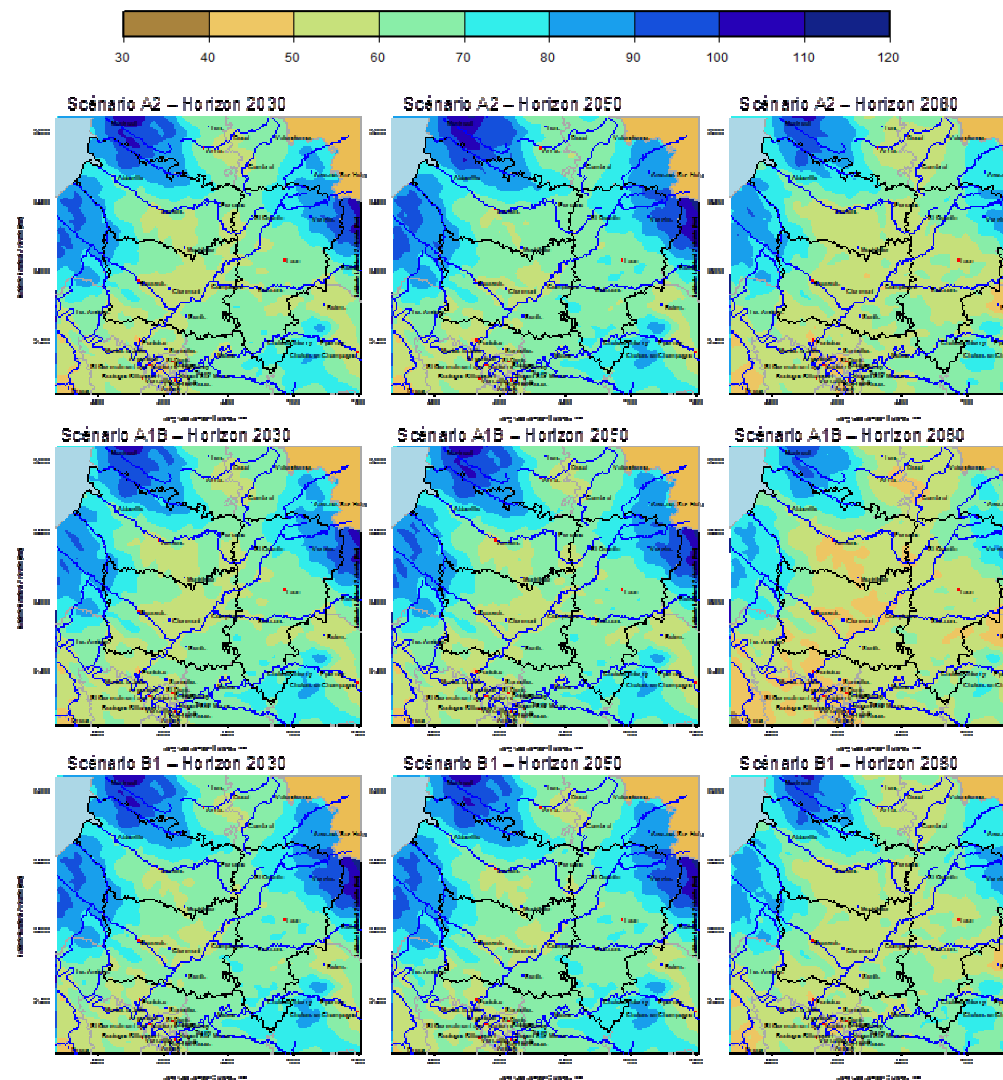
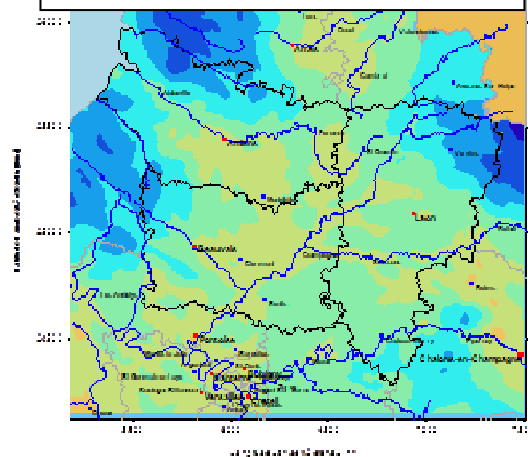
Cette planche cartographique représente l'évolution des pluies moyennes mensuelles pour divers horizons climatiques.

La carte ci-dessous est tracée à partir des observations sur la période 1971-2000 et d'une méthode de spatialisation fine (résolution 1km) prenant en compte le relief (AURELHY).

Les cartes ci-contre sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence) projetée par le modèle ARPEGE Climat (résolution 50km) et la climatologie de référence.

- moyennes trentenaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

Pluie mensuelle hiver



PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

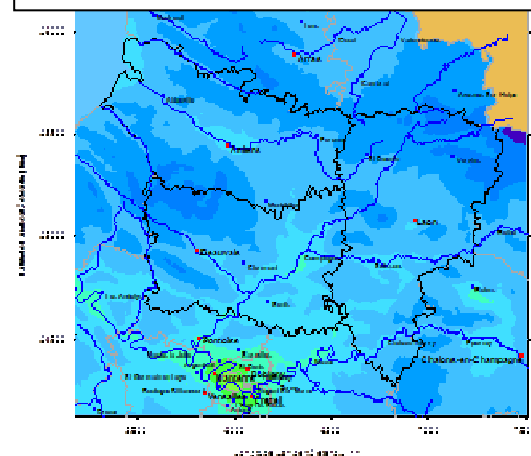
Cette planche cartographique représente l'évolution des températures moyennes pour divers horizons climatiques.

La carte ci-dessous est tracée à partir des observations sur la période 1971-2000 et d'une méthode de spatialisation fine (résolution 1km) prenant en compte le relief (AURELHY).

Les cartes ci-contre sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence) projetée par le modèle ARPEGE Climat (résolution 50km) et la climatologie de référence.

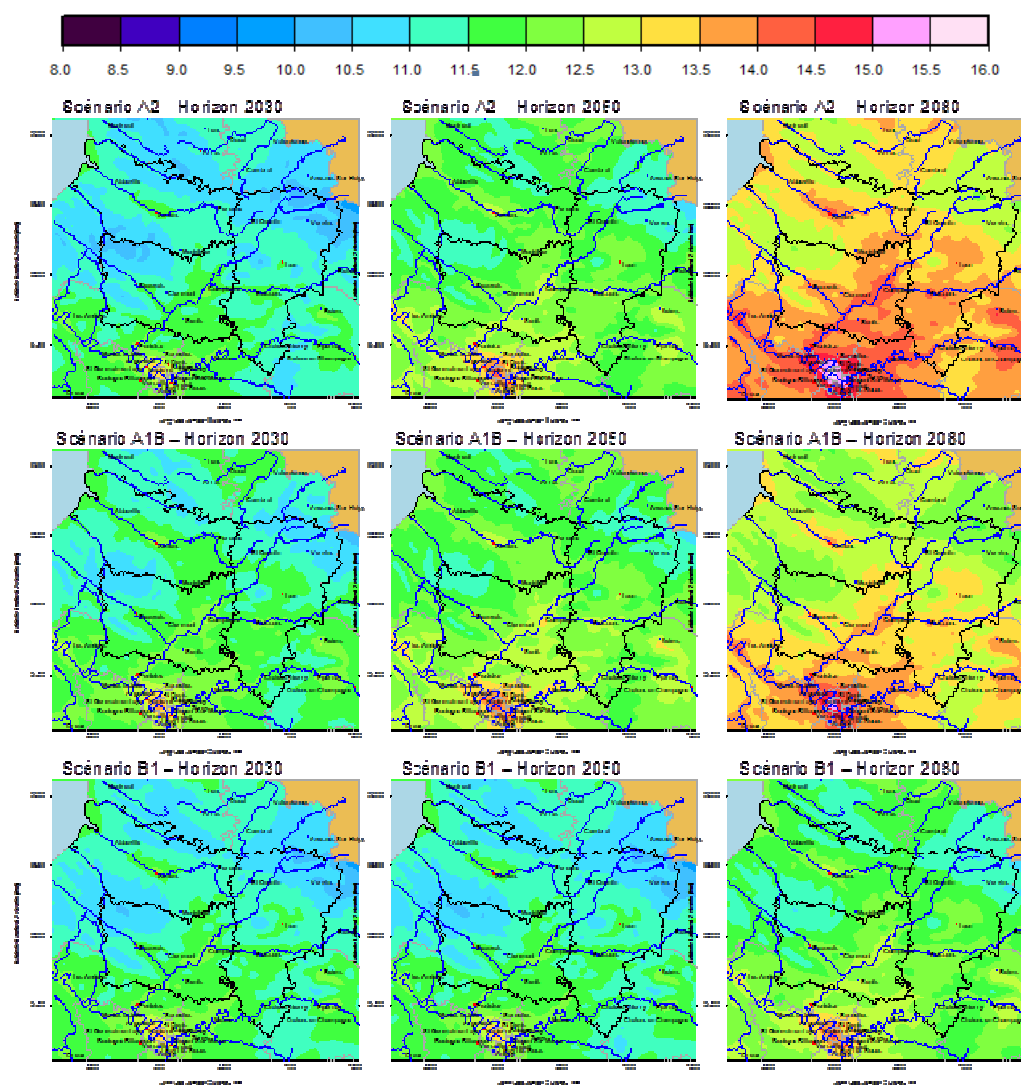
- moyennes trentenaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

Température moyenne mensuelle



CLIMATOLOGIE DE REFERENCE (période 1971-2000)

Température moyenne mensuelle



PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

Cette planche cartographique représente l'évolution des températures minimales moyennes estivales pour divers horizons climatiques.

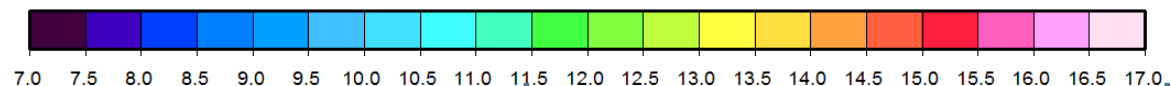
La carte ci-dessous est tracée à partir des observations sur la période 1971-2000 et d'une méthode de spatialisation fine (résolution 1km) prenant en compte le relief (AURELHY).

Les cartes ci-contre sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence) projetée par le modèle ARPEGE Climat (résolution 50km) et la climatologie de référence.

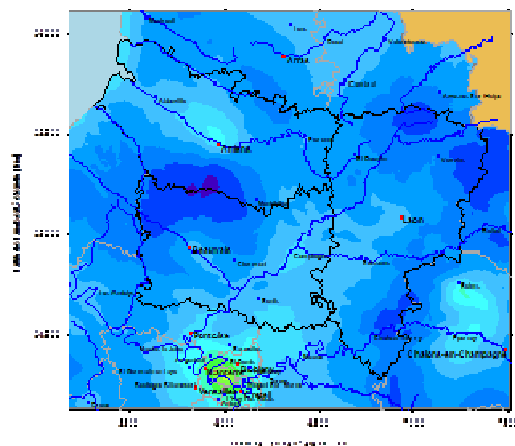
- moyennes trentenaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

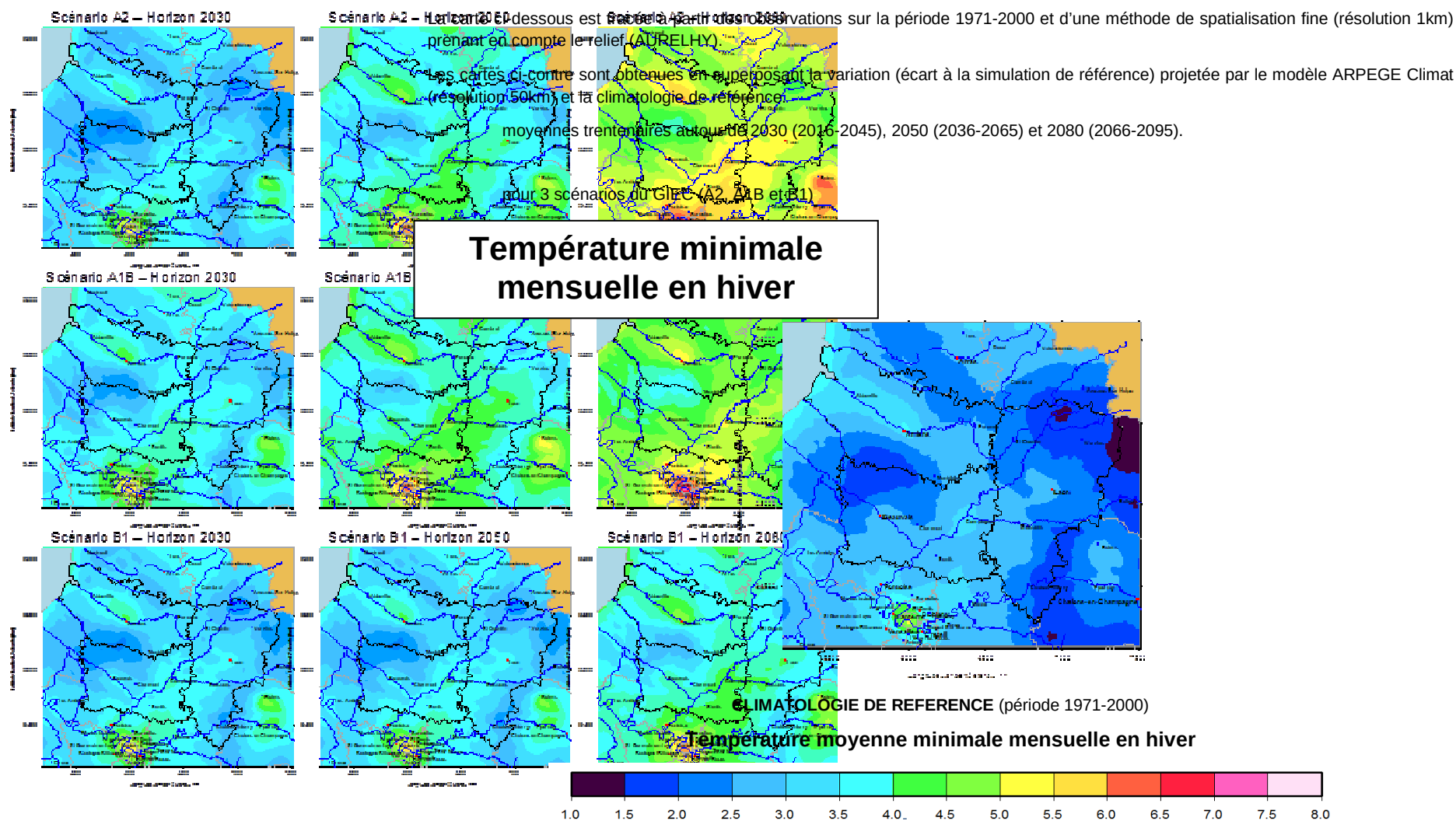
CLIMATOLOGIE DE REFERENCE (période 1971-2000)

Température minimale moyenne mensuelle en été



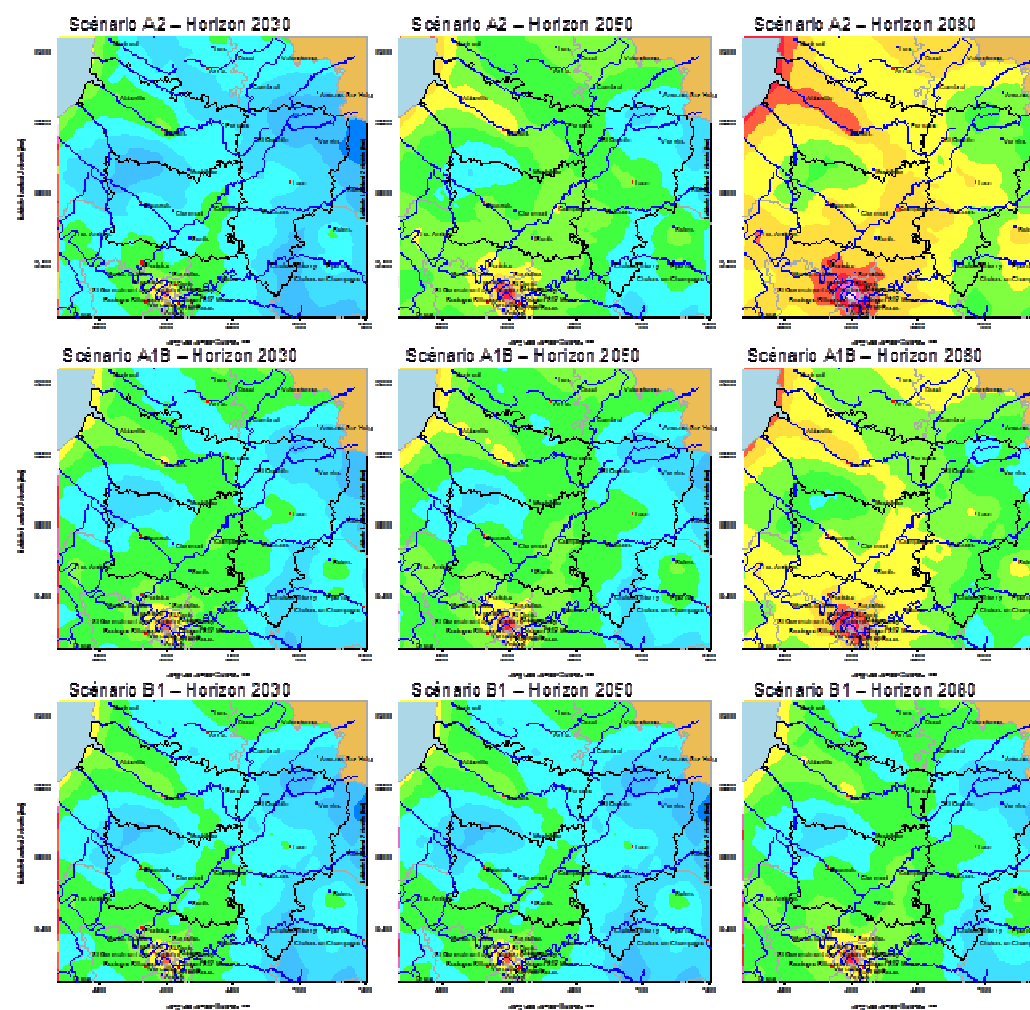
Température minimale mensuelle en été





PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

Cette planche cartographique représente l'évolution des températures minimales moyennes hivernales pour divers horizons climatiques.



CLIMATOLOGIE DE REFERENCE (période 1971-2000)

PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

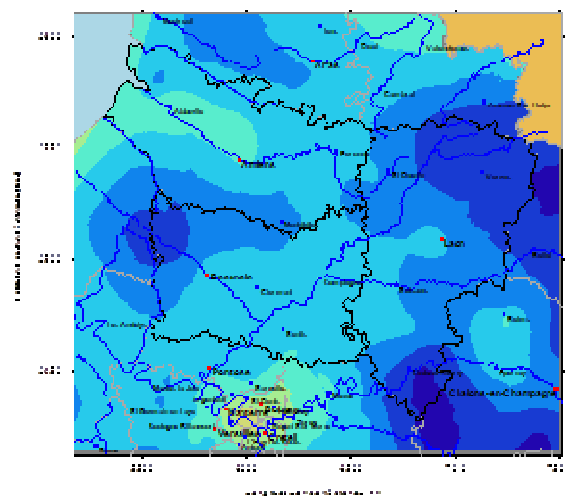
Cette planche cartographique représente l'évolution du nombre de jour de gel pour divers horizons climatiques.

La carte ci-dessous est tracée à partir des observations sur la période 1971-2000 et d'une méthode de spatialisation fine (résolution 1km) prenant en compte le relief (AURELHY).

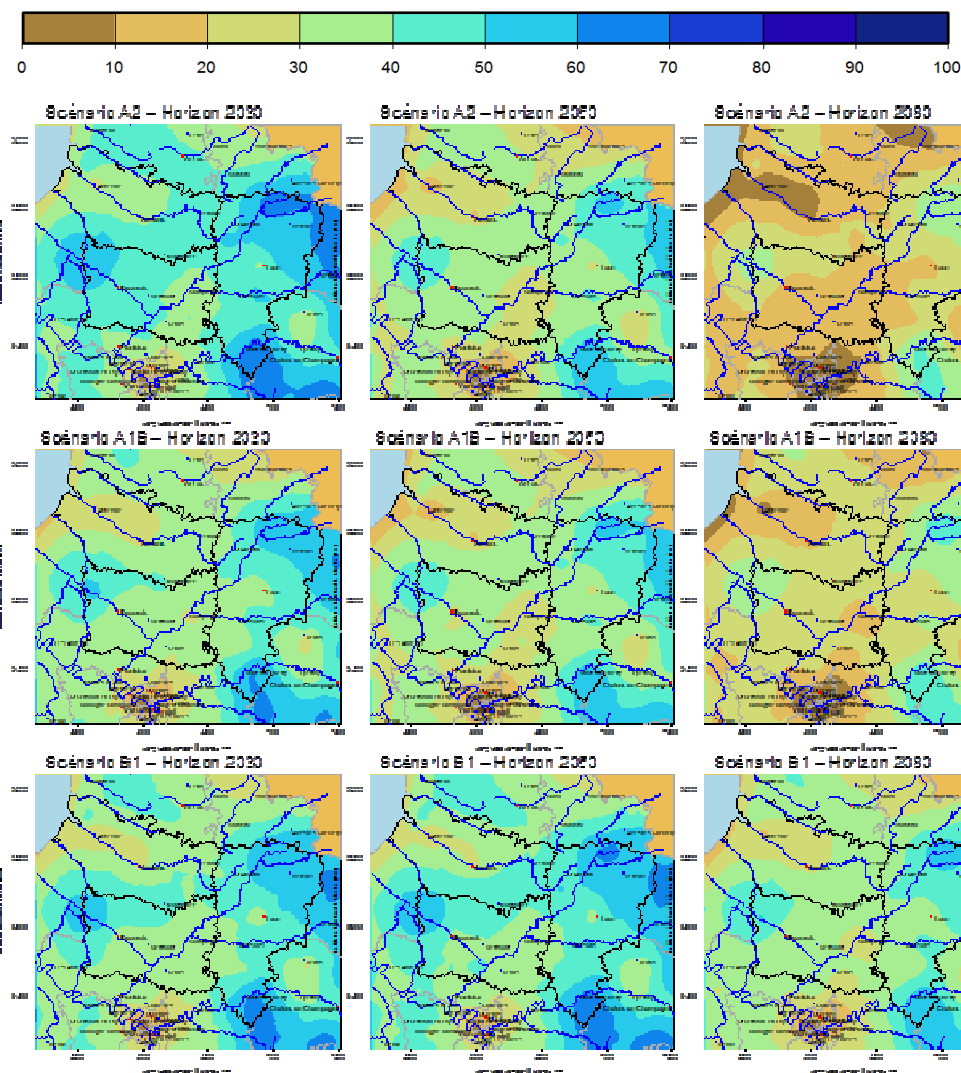
Les cartes ci-contre sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence) projetée par le modèle ARPEGE Climat (résolution 50km) et la climatologie de référence.

- moyennes trentennaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

GEL



Nombre de jour moyen où la température minimale est inférieure à 0 degré



Température maximale moyenne mensuelle en été

PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

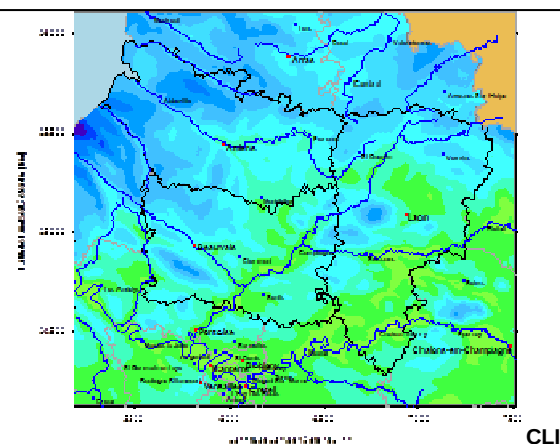
Cette planche cartographique représente l'évolution des températures maximales moyennes estivales pour divers horizons climatiques.

La carte ci-dessous est tracée à partir des observations sur la période 1971-2000 et d'une méthode de spatialisation fine (résolution 1km) prenant en compte le relief (AURELHY).

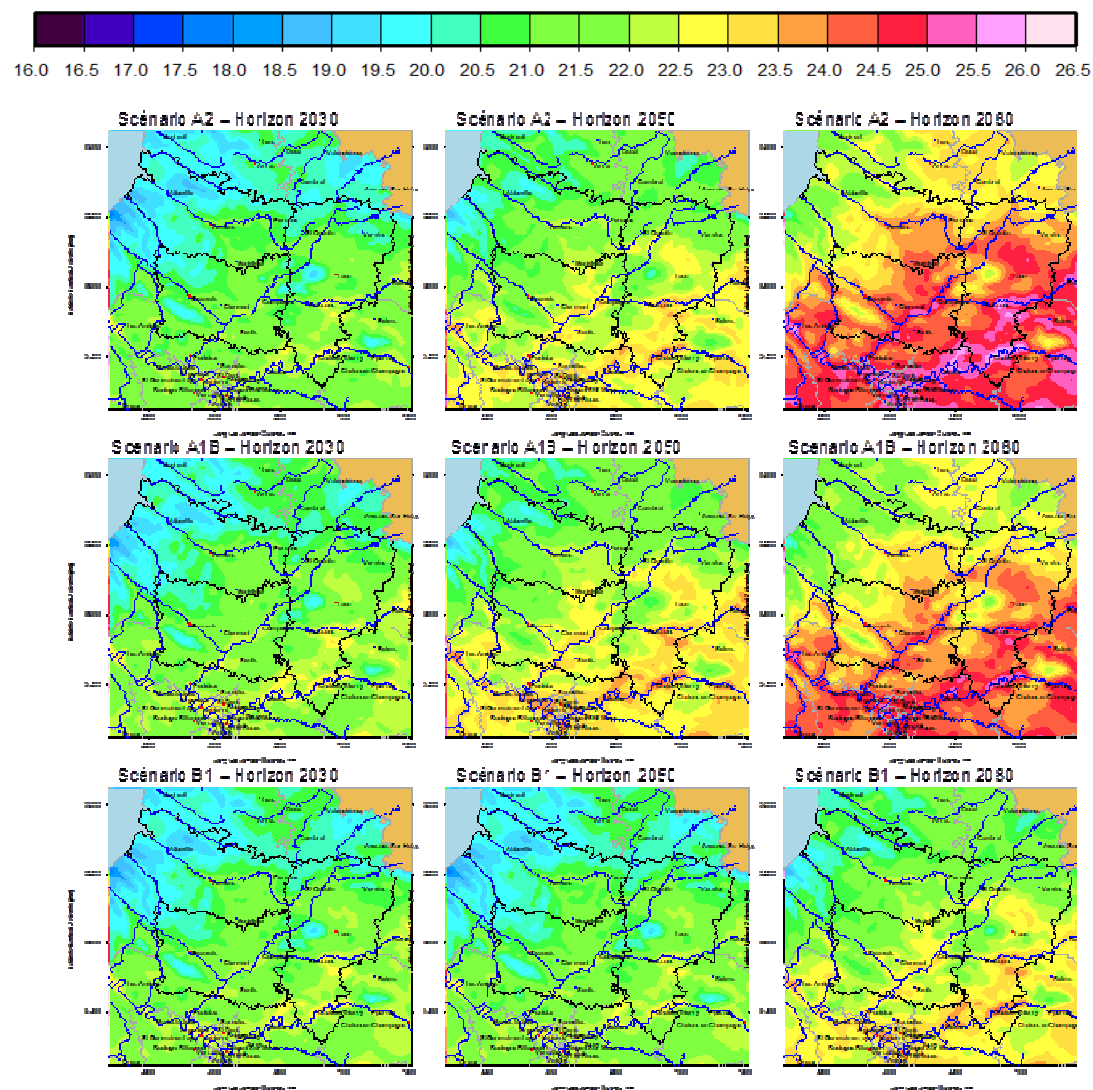
Les cartes ci-contre sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence) projetée par le modèle ARPEGE Climat (résolution 50km) et la climatologie de référence.

- moyennes trentennaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

Température maximale mensuelle en été



MATOLOGIE DE REFERENCE (période 1971-2000)



PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

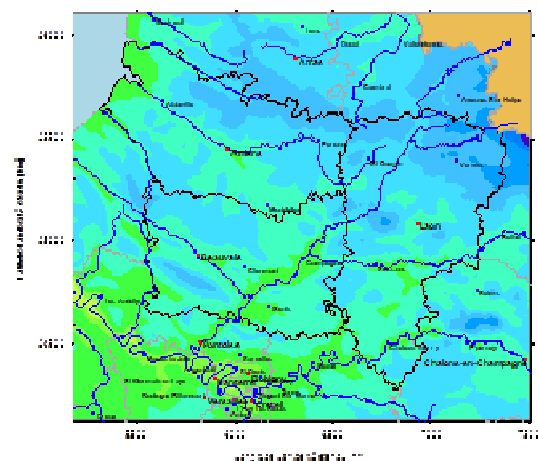
Cette planche cartographique représente l'évolution des températures maximales moyennes hivernales pour divers horizons climatiques.

La carte ci-dessous est tracée à partir des observations sur la période 1971-2000 et d'une méthode de spatialisation fine (résolution 1km) prenant en compte le relief (AURELHY).

Les cartes ci-contre sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence) projetée par le modèle ARPEGE Climat (résolution 50km) et la climatologie de référence

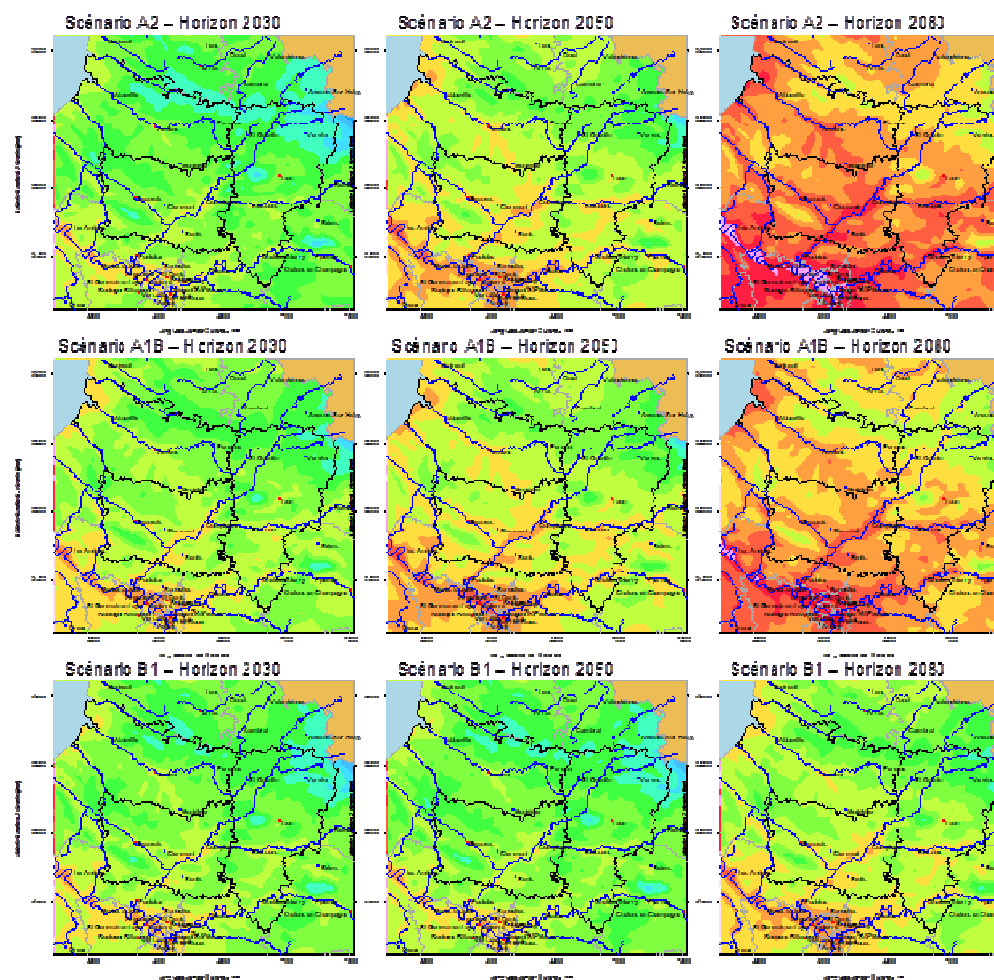
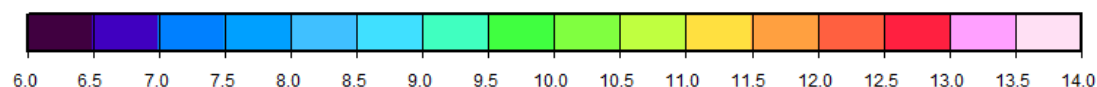
- moyennes trentenaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

Température maximale mensuelle en hiver



CLIMATOLOGIE DE REFERENCE (période 1971-2000)

Température maximale moyenne mensuelle en hiver



PROJECTION D'INDICATEURS CLIMATIQUES

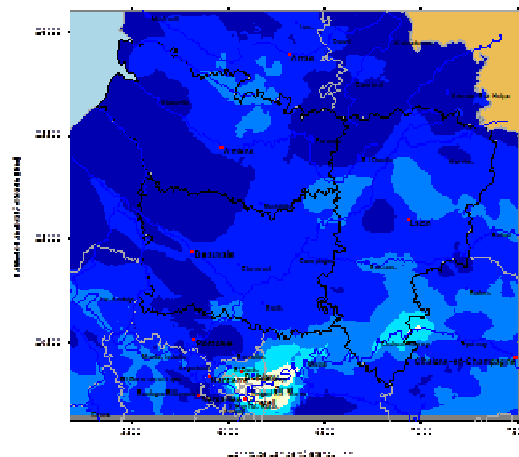
Cette planche cartographique représente l'évolution du nombre de jour de forte chaleur pour divers horizons climatiques.

La carte ci-dessous est tracée à partir des observations sur la période 1971-2000 et d'une méthode de spatialisation fine (résolution 1km) prenant en compte le relief (AURELHY).

Les cartes ci-contre sont obtenues en superposant la variation (écart à la simulation de référence) projetée par le modèle ARPEGE Climat (résolution 50km) et la climatologie de référence.

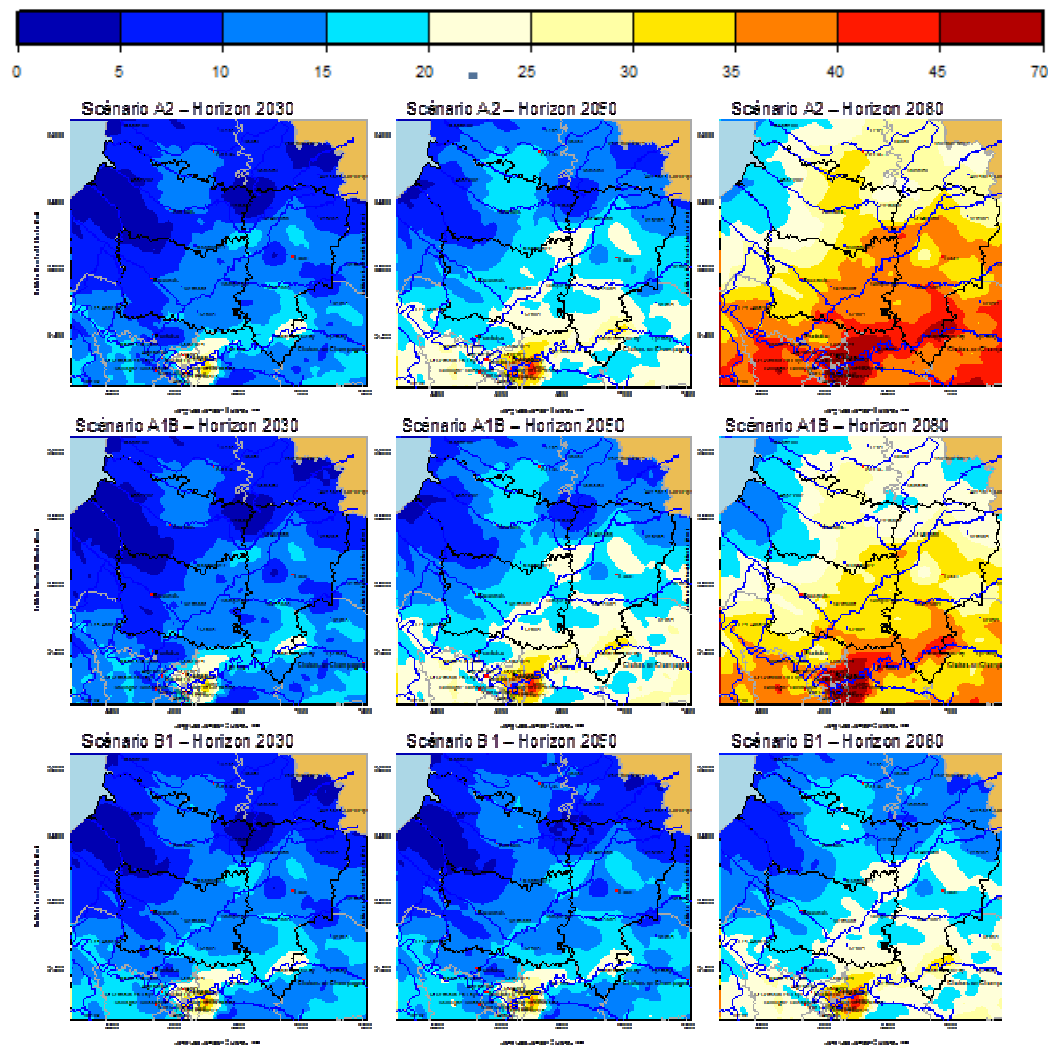
- moyennes trentenaires autour de 2030 (2016-2045), 2050 (2036-2065) et 2080 (2066-2095).
- pour 3 scénarios du GIEC (A2, A1B et B1)

Fortes Chaleurs



CLIMATOLOGIE DE REFERENCE (période 1971-2000)

Nombre de jour moyen annuel dépassant 30 degrés



Annexe 3 – Événements extrêmes passés

Tableaux des phénomènes extrêmes remarquables

Un certain nombre d'événements météorologiques marquants concernant la Picardie ont fait l'objet d'une analyse au travers des bases de données climatologiques et événementielles de Météo-France. Pour des besoins de clarté, cette liste n'est pas exhaustive. Toutefois, elle a l'avantage de refléter relativement bien les principaux événements marquants de ces vingt dernières années : période allant de 1991 à 2010. Par ailleurs, en toute fin de chapitre, un résumé des six événements majeurs de la période 1991-2010 est présenté et illustré.

Les crues i.e. fortes précipitations

Globalement les années 1999 à 2002 ont été des années particulièrement pluvieuses (272,2mm mensuelle à Formeries (60) en décembre 1999). Outre les hivers mentionnés dans le tableau ci-dessous les automnes 1998, 2000 et 2001 ont été bien arrosés en Picardie, comme par exemple le mois d'octobre 2000 à Nouvion (80) avec 236,4mm de pluie mensuelle recueillie.

Saison et/ou mois	Commentaires
Hiver 1994-1995	Fortes pluies sur l'Est de la Picardie janvier 1995 : 252,2mm mensuelle à Eparcy (02)
Hiver 2000-2001	Inondation de la Somme mars 2001 : 212,2mm mensuelle à Bernaville (80) avril 2001 : 178,4mm mensuelle à Nouvion-en-Thiérache (02) octobre 2000 : 236,4mm mensuelle à Nouvion-en-Pon (80)

Les sécheresses i.e. très faibles précipitations

Les périodes de sécheresse de 1991 à 2010 existent en Picardie mais elles sont toutes nettement moins sévères que celle de l'année 1976.

Période estivale	Commentaires
Août 1991	Jusque 90% de déficit sur le département de l'Aisne
Juin à juillet 1996	Plus de 80% de déficit pluviométrique en Picardie p/r aux normales 1971-2000

Période printanière	Commentaires
Avril 2007	Plus de 90% de déficit en Picardie aucune goutte de pluie au mois d'avril 2007 par endroits
Printemps 2010	Jusque plus de 50% de déficit sur la Somme

Les précipitations orageuses et les fortes précipitations estivales

Les orages et les phénomènes orageux (grêle, fortes pluies, foudre et coulée de boue) sont courants l'été en Picardie. Ceux présentés ci-dessous correspondent à des épisodes intenses en terme de précipitations.

Saison et/ou mois	Commentaires
Août 1995	Très forts orages du 06/08/1995
Juin 1997	Forts orages le 30/06/1997 (192,4mm mensuelle à Formeries (60))

Juillet 2000	Forts orages le 02/07/2000, 04/07/2000, 07/07/2000 et 24/07/2000 (266,4mm mensuelle à Charly (02))
Juillet 2001	Très forts orages le 06/07/2001 235,7mm mensuelle à Grivesnes (80)
Mai 2006	195,4mm mensuelle à Novion-en-Thiérache (02)
Août 2006	Très fortes pluies du 12 au 13/08/2006 234,5mm mensuelle à Ostel (02)

Les vagues de froid

Les périodes de froid de référence avant 1991 sur la région Picardie sont les hivers 1940, 1956, 1963, et 1985 à 1987. Plus récemment on recense les hivers ci-dessous mais qui sont tous moins froids que ceux cités précédemment.

Par ailleurs, on peut mentionner des journées de « froids tardifs » comme $-7,5^{\circ}\text{C}$ dans l'Aisne (Eparcy) le 08/04/2003 et -2°C dans l'Oise (Rouvroy les Merles) le 05/06/1991. De même, il existe des journées de « froids précoces » comme le 29/10/1997 dans l'Aisne (Eparcy) avec $-6,6^{\circ}\text{C}$, le 28/10/2003 dans l'Oise (Rouvroy les Merles) avec $-6,2^{\circ}\text{C}$ et enfin dans l'Aisne le 24/11/1998 avec $-12,6^{\circ}\text{C}$ (Braine).

Saison et/ou mois	Commentaires
Février 1991	Très froid ($-3,5^{\circ}\text{C}$ en dessous des normales 71-2000)
Janvier 1997	Très froid ($-3,5^{\circ}\text{C}$ en dessous des normales 71-2000)
Décembre 2010	Aussi froid, voire plus froid, que l'hiver 1963 ($-4,5^{\circ}\text{C}$ en dessous des normales 1971-2000)

Les vagues de chaleurs i.e. canicules

Saison ou mois	Commentaires
juillet 1995	$+38^{\circ}\text{C}$ dans l'Aisne le 21 juillet (Gizy et Vailly s/Aisne)
Été 2003	Canicule extrême du 03 au 14 août été le plus chaud depuis 1900
juin 2005	$+37^{\circ}\text{C}$ dans l'Aisne le 20 juin (Taillefontaine)
Été 2006	Juillet 2006 est le mois de juillet le plus chaud depuis 1900 ($+39^{\circ}\text{C}$ dans l'Aisne à Taillefontaine)

Il existe d'autres périodes de l'année anormalement chaudes pour la saison comme par exemple l'automne 1994 et 1995 ($+23^{\circ}\text{C}$ le 11/11/1995 dans l'Aisne à Crezancy), ou encore les hivers 1999, 2000, 2002 ou 2007 (par exemple $+19^{\circ}\text{C}$ dans l'Aisne le 28/01/2002 à la station d'Aubenton), et enfin des printemps anormalement chauds comme celui de 2005, 2007 et 2008 ($+34^{\circ}\text{C}$ dans l'Aisne le 27/05/2005 à Gizy et $+30,5^{\circ}\text{C}$ à Taillefontaine (02) le 25/04/2007).

Synthèse des évènements remarquables (période 1991-2010)

La crue remarquable en Picardie



Image 1 - copyright « La Voix du Nord », printemps 2001.

Après un automne 2000 (avec un nouveau record régional mensuel i.e. une pluviométrie mensuelle jamais aussi élevée pour un mois d'octobre sur la région Picardie avec 236,4mm à Nouvion-en-Pon (80) pour octobre 2000) et un hiver 2001 très pluvieux, le début du printemps 2001 (mars et avril 2001 ont établi eux aussi des nouveaux records régionaux avec notamment 212,2mm à Bernaville (80) pour mars 2001) est quant à lui le plus pluvieux depuis le début des mesures météorologiques. Cette pluviométrie très excédentaire a provoqué les crues historiques de la Somme du printemps 2001.

L'épisode de sécheresse en Picardie

En 1996, les mois de juin et de juillet ont été très secs sur la Picardie avec un déficit cumulé sur ces deux mois proche de 50% en moyenne sur la région jusqu'à plus de 75% localement sur l'ouest de l'Oise. Mais, ceci n'a rien à voir avec la sécheresse de 1976, beaucoup plus sévère et longue et à titre de comparaison pour cette même période (juin/juillet), le déficit régional moyen en 1976 a été proche des 70% avec un déficit de plus de 80% de la Picardie Verte (60) à l'ouest de la Somme (jusqu'à 90% de déficit localement en Baie de Somme).

Les orages mémorables en Picardie

Les orages ayant produit les plus forts cumuls de précipitations durant ces vingt dernières années sont ceux du 06/08/95 avec 116mm à Martigny-Courpierre (02) et 119,2mm à La Bouteille (02) puis ceux du 06/07/2001 avec 100,8mm à Rouvroy-en-Santerre (80), 117mm à Godenvillers (60) et 128,5mm à Lassigny (60).

La vague de froid mémorable en Picardie



Image 2 - copyright « La Voix du Nord », hiver 2010-2011

Le mois de décembre 2010 (-4,5°C/normale) a été aussi froid, voire plus froid, localement que décembre 1963 mais moins que le mois record de décembre 1933 (-6,3°C/normale). Ce mois a été également exceptionnellement neigeux avec 22cm de neige relevés à la station de Beauvais-Tillé le

20/12/2010 (mais des hauteurs de neige recueillies de l'Est de la Somme au département de l'Aisne en cumul de tous les épisodes neigeux ont parfois dépassés les 40cm au 23/12/2010 et des congères de plus d'un mètre ont été observées perturbant fortement la circulation routière et ce jusqu'en début d'année 2011 pour certains tronçons routiers).

La canicule remarquable en Picardie

La canicule du 03 au 14/08/2003 a été extrême durant ces 12 jours avec une température moyenne minimale (du 03 au 14/08/2003) de 20,2°C à Montfauc on (02) dont trois jours à plus de 22°C au plus frais de la nuit : 22,5°C le 07, 23°C le 11 et 22,5 °C le 12 et une température moyenne maximale (du 02 au 13/08/2003) de 37,4°C à Vailly-sur-Aisne (02) dont 3 jours où les températures ont dépassé les 40°C sous-abri : 40,1°C le 06, 40,3°C le 07 et 41°C le 12.

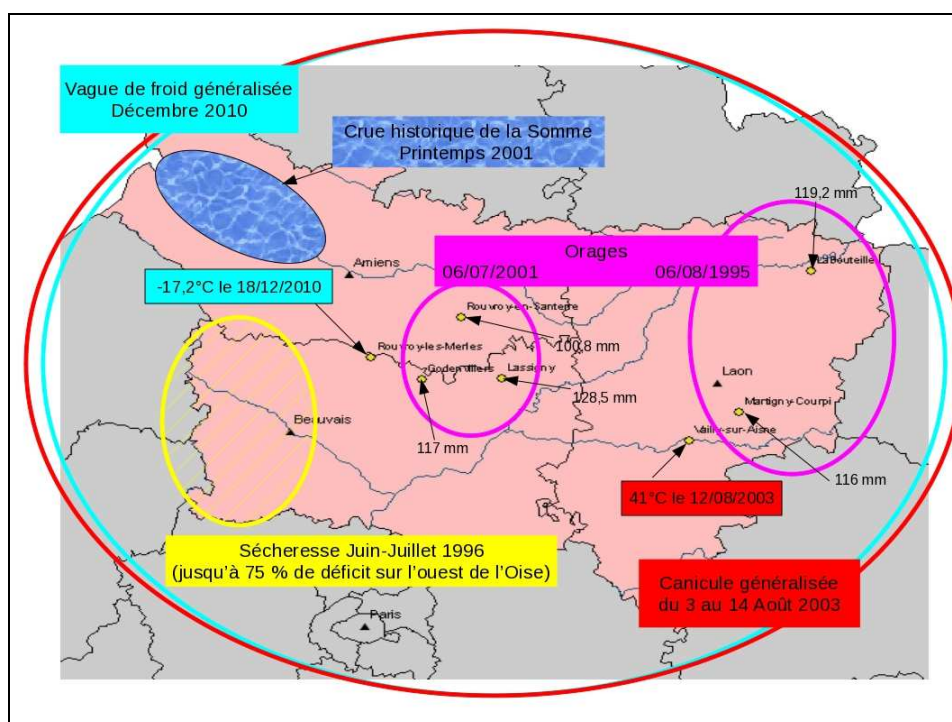


Image 3 - Carte géographique synthétique des événements en Picardie (période 1991-2010)