

Agence de l'eau Artois Picardie



Rapport final

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 ?

Version n°1

Siège social : Parc de l'île – 15/27 rue du Port – 92022 NANTERRE Cedex
Agence de Nanterre : Parc de l'île – 15/27 rue du Port – 92022 NANTERRE Cedex



RESUME

Le colloque international d'Anvers portant sur la thématique « Eau et Changement Climatique » (14-15 Octobre 2008) marque la volonté des acteurs du District Hydrographique International de l'Escaut de prendre en compte la thématique et de développer les échanges transfrontaliers sur ce sujet. Dans ce cadre, l'Agence de l'Eau Artois-Picardie a lancé une étude permettant de faire le point sur la problématique, les conséquences et les enjeux, mais aussi de déterminer les opportunités pour le territoire.

Les grandes tendances d'évolution pour le bassin ont été mises en évidences et intégrées dans des scénarios décrivant les futurs possibles du territoire. Hausse des températures comprise entre 1,5 et 4 °C, augmentation des précipitations en hiver (de 5 à plus de 30 %) et diminution en été (jusqu'à -50 %) seraient les premières manifestations du changement climatique. Les conséquences associées : progression des inondations en hiver (débits de pointe supérieurs de 4 à 28 %), accentuation des sécheresses et des vagues de chaleur en été (débits d'étiages inférieur de 50 % dans le pire des scénarios), hausse du niveau de la mer (probablement autour de 60 cm) et dégradation plus forte de la qualité des eaux remettraient en cause le fragile équilibre du District.

Deux scénarios d'évolution du District développés suivant une estimation basse et une estimation haute ont montré que les pressions existantes seraient renforcées et menaceraient ainsi plus profondément : la sécurité des personnes (littoral des Wateringues, estuaire de l'Escaut, zones urbaines le long des cours d'eau principaux...), la fourniture en eau (grands tissus urbains comme Lille-Roubaix-Tourcoing, Anvers-Bruxelles-Charleroi...) le maintien du bon état écologique des rivières, la pérennité de certaines activités (comme l'agriculture par exemple), les budgets des collectivités... Les études économiques menées à l'échelle mondiale laissent entrevoir les coûts supplémentaires annuels générés par le changement climatique pour le XXIème siècle. Ramenés à l'échelle d'un district comme celui de l'Escaut (à forte densité humaine et à forte activité économique) ces coûts approcheraient plusieurs milliards d'euros.

De telles prévisions n'échappent pas, encore aujourd'hui, à de fortes incertitudes et à un manque d'études les caractérisant. De ce fait, il n'est pas surprenant de constater que les politiques publiques intègrent encore peu le changement climatique sous l'angle de l'adaptation. Seule la thématique de la remontée du niveau de la mer fait l'objet de stratégies basées sur des scénarios issus des prévisions du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat.

Cependant, les politiques actuelles constituent une base solide pour l'adaptation. Le changement climatique se traduira en effet par une accentuation des vulnérabilités existantes sur lesquelles celles-ci travaillent déjà. Dans un tel contexte, les messages forts pour le bassin ne doivent pas être pessimistes. Il existe de fortes opportunités pour le développement : de programmes de recherche, d'activités économiques nouvelles ou en plein essor, de programmes de réduction des consommations, de grands travaux, de partenariats et d'échanges mais aussi pour la poursuite des stratégies actuelles (éventuellement intensifiées) et des innovations constantes dans les différents secteurs d'activité... Le territoire pourra, par ailleurs, bénéficier des stratégies nationales d'adaptation et des nombreuses études et exemples d'adaptation menées à travers l'Europe et le monde, pour définir ses propres stratégies.

SUMMARY

The international “Water and the Changing Climate” congress (October, 14th and 15th 2008) shows the will of the actors of the International Hydrographical District of Escaut to take into account the theme and to develop the cross-border exchanges on this subject. In this context, the Artois-Picardie Water Agency launched a study allowing to review the issue, the consequences and the stakes, but also to determine the opportunities for the territory.

The large evolution trends for the basin have been identified and integrated into scenarios that describe the possible futures of the territory. Increase in temperatures between 1.5 and 4°C, increase in winter rainfalls (from 5% to more than 30%) and decrease in summer (up to -50%) would be the first appearances of climate change. The consequences associated : increased flooding in winter (peak flow rates higher from 4 to 28%), emphasis of droughts and heat waves in summer (low water flow rates lower up to 50% in the worst scenario), rising sea-level (probably around 60 cm) and stronger deterioration of water quality would call into question the fragile equilibrium of the District.

Two scenarios of the District evolution, based on a low estimate and a high estimate, have showed that existing pressures would be strengthened and would thus threaten more deeply : people safety (coastal region of Watingues, estuary of Escaut, urban areas along the main rivers...), water supply (large urban areas such as Lille-Roubaix-Tourcoing, Anvers-Bruxelles-Charleroi...), the maintaining of the good ecological status of rivers, the durability of certain activities (such as agriculture for example), budgets of communities...The economic studies conducted worldwide point to the annual additional costs generated by climate change for the 21st century. Reduced to the level of a district like Escaut (high human density and high economic activity), those costs would approach several billion euros.

Such predictions do not avoid, even today, strong uncertainties and a lack of studies characterizing them. Therefore it is not surprising to note that climate change is not very integrated by public policies in terms of adaptation. The rising sea-level theme is the only one that is subject to strategies based on scenarios from predictions of the Intergovernmental Group of experts on Climate Evolution.

However, current policies constitute a solid basis for adaptation. Indeed, climate change will result in an increase in existing vulnerabilities on which those policies are already working. In such a context, the strong messages for the basin must not be pessimistic. Huge opportunities exist for the development of research programs, of new or booming economic activities, of programs of consumption reduction, of major operations, and of partnerships and exchanges. Moreover, they exist for the

continuation of current strategies (possibly intensified) and for constant innovations in the various sectors of activity...The territory will also be able to benefit from national strategies of adaptation and from the numerous studies and examples of adaptation conducted throughout Europe and the world, in order to define its own strategies.

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| 1 Contexte général de la problématique | 15 |
| 2 Contexte de l'étude | 17 |
| 2.1 Caractéristiques principales du bassin..... | 17 |
| 2.1.1 Le District Hydrographique International de l'Escaut | 17 |
| 2.1.2 Le district Meuse (partie Sambre) | 19 |
| 2.2 Genèse de l'étude | 19 |
| 3 Objectifs de l'étude et méthodologie | 21 |
| 3.1 Objectifs | 21 |
| 3.2 Méthodologie..... | 21 |
| 4 Synthèse générale des impacts directs et indirects sur les ressources en eau à grande échelle (Monde/Europe) | 25 |
| 4.1 Le cadre général donné par le GIEC : les relations entre changement climatique et ressource en eau..... | 25 |
| 4.1.1 Paramètres climatiques | 25 |
| 4.1.1.1 Température moyenne..... | 25 |
| 4.1.1.2 Précipitations..... | 27 |
| 4.1.2 Ressources en eau..... | 28 |
| 4.1.2.1 Changements récents..... | 28 |
| 4.1.2.2 Evolutions prévues par le GIEC..... | 29 |
| 4.1.3 Niveau de la mer..... | 30 |
| 4.1.3.1 Changements récents..... | 30 |
| 4.1.3.2 Evolutions prévues par le GIEC..... | 31 |
| 4.2 Synthèse des impacts probables du changement climatique au niveau européen | 32 |
| 4.3 Les coûts du changement climatique..... | 34 |
| 5 Impacts du changement climatique sur les ressources en eau du district (éléments de construction des scénarios) | 37 |
| 5.1 Point sur les limites des connaissances | 37 |
| 5.2 Prévisions pour les changements des paramètres climatiques | 38 |
| 5.2.1 Changements des températures | 39 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.2.2 | Changements des précipitations | 40 |
| 5.3 | Prévisions pour les impacts indirects associés | 43 |
| 5.3.1 | Impacts sur les eaux superficielles | 43 |
| 5.3.1.1 | Impact sur la température de l'eau | 43 |
| 5.3.1.2 | Impacts sur les débits et les ruissellements..... | 44 |
| 5.3.2 | Impacts sur les eaux souterraines | 48 |
| 5.3.3 | Impacts sur le littoral | 50 |
| 5.3.3.1 | Elévation du niveau de la mer | 50 |
| 5.3.3.2 | Conséquences de l'augmentation du niveau de la mer sur la ressource en eau | 53 |
| 5.4 | Impacts finaux sur les populations | 53 |
| 5.5 | Aperçu des coûts du changement climatique pour le district..... | 54 |
| 6 | Scénarios d'évolution pour le bassin Artois-Picardie..... | 55 |
| 6.1 | Préambule | 55 |
| 6.2 | Scénario « bas » d'évolution du bassin au regard du changement climatique .. | 55 |
| 6.3 | Scénario « haut » d'évolution du bassin au regard du changement climatique | 58 |
| 6.4 | Éléments pour un troisième scénario..... | 61 |
| 6.4.1 | Une évolution différente des précipitations et de la problématique inondation ? | 61 |
| 6.4.2 | La remise en en cause par la modification du Gulf Stream ? | 61 |
| 6.5 | Synthèse des enjeux..... | 62 |
| 7 | Analyse des politiques actuelles sur le changement climatique au regard des évolutions possibles | 67 |
| 7.1 | Préambule | 67 |
| 7.1.1 | Un constat simple et deux stratégies nécessaires..... | 67 |
| 7.1.2 | Politiques d'adaptation en France, en Belgique et au Pays-Bas : la relative jeunesse du concept | 68 |
| 7.2 | Vision générale de la prise en compte des effets du changement climatique sur les ressources en eau du district | 73 |
| 7.2.1 | Résumé | 73 |
| 7.2.2 | Principales explications concernant la « faiblesse » d'intégration du changement climatique dans les politiques publiques..... | 78 |
| 7.3 | Analyses détaillées des politiques identifiées | 79 |
| 7.3.1 | Recherche scientifique sur les scénarios climatiques | 79 |
| 7.3.1.1 | Secteur français | 79 |
| 7.3.1.2 | Secteur belge/hollandais..... | 79 |
| 7.3.2 | Politiques liées à la gestion des ressources en eau | 80 |
| 7.3.2.1 | Secteur français | 80 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 7.3.2.2 | Secteur belge/hollandais | 86 |
| 7.3.3 | Politiques liées aux d'inondations | 87 |
| 7.3.3.1 | Secteur français | 87 |
| 7.3.3.2 | Secteur belge | 89 |
| 7.3.4 | Politiques liées au littoral et au niveau de la mer | 91 |
| 7.3.4.1 | Secteur français | 91 |
| 7.3.4.2 | Secteur belge/hollandais | 94 |
| 8 | Analyse des opportunités pour des nouvelles techniques et nouveaux modes de gestion | 99 |
| 8.1 | Opportunités scientifiques | 99 |
| 8.1.1 | Structure de soutien à la recherche pour l'adaptation..... | 99 |
| 8.1.1.1 | Modèles d'inspiration | 99 |
| 8.1.1.2 | Opportunités | 100 |
| 8.1.1.3 | Analyse sommaire de faisabilité..... | 100 |
| 8.1.2 | Opportunités en programmes de recherche pour la préparation de l'adaptation | 101 |
| 8.1.2.1 | Modèles d'inspiration..... | 101 |
| 8.1.2.2 | Opportunités | 102 |
| 8.1.2.3 | Analyse sommaire de faisabilité..... | 102 |
| 8.2 | Opportunités liés aux inondations | 103 |
| 8.2.1 | Modèles d'inspiration | 103 |
| 8.2.2 | Opportunités | 104 |
| 8.2.3 | Analyse sommaire de faisabilité..... | 104 |
| 8.3 | La problématique de la gestion de la ressource en eau | 105 |
| 8.3.1 | Problématique de la raréfaction de la ressource en eau..... | 105 |
| 8.3.1.1 | Modèles d'inspiration..... | 105 |
| 8.3.1.2 | Opportunités | 106 |
| 8.3.1.3 | Analyse sommaire de faisabilité..... | 107 |
| 8.3.2 | Problématique des vagues de chaleur et de la sécheresse | 107 |
| 8.3.2.1 | Modèles d'inspiration..... | 107 |
| 8.3.2.2 | Opportunités | 109 |
| 8.3.2.3 | Analyse sommaire de faisabilité..... | 109 |
| 8.4 | Opportunités liées au niveau de la mer | 110 |
| 8.4.1 | Modèles d'inspiration et d'échanges | 110 |
| 8.4.2 | Opportunités | 110 |
| 8.4.3 | Analyse sommaire de faisabilité..... | 111 |
| 8.5 | Opportunités économiques ? | 111 |
| 8.5.1 | Modèles d'inspiration et d'échanges | 111 |

| | |
|---------------------------|------------|
| 8.5.2 Opportunités | 113 |
| 9 Conclusion | 115 |

TABLE DES ILLUSTRATIONS

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Réchauffement à la surface terrestre simulé à l'horizon 2100 suivant les scénarios A2, A1B et B1 du GIEC (<i>les valeurs après 2100 sont pour les scénarios de stabilisation des émissions de GES</i>) | 26 |
| Figure 2 : Evolution des précipitations à l'horizon 2100, pour le scénario A1B suivant la saison d'hiver (DJF, en haut) et la saison d'été (JJA en bas)..... | 28 |
| Figure 3 : Evolution de la récurrence d'une sécheresse actuelle de période de retour 100 ans aux horizons 2020 et 2070..... | 30 |
| Figure 4 : Evolution globale projetée du niveau des mers à l'horizon 2100 suivant 3 scénarios et 16 modèles. | 31 |
| Figure 5 : Différence entre le niveau moyen projeté sur la période 2080-2099 et le niveau moyen au cours de la période 1980-1999. | 32 |
| Figure 6 : Comparaison des coûts d'une hausse du niveau de la mer sans stratégie d'adaptation et avec stratégie d'adaptation (horizon 2020 et 2080)..... | 35 |
| Figure 7 : Impacts prévisibles du changement climatique dans différentes régions de l'Europe | 38 |
| Figure 8 : Evolution de la fréquence des jours à fortes précipitations (supérieures à 20mm/j) sur la France pour la période 2070-2099. | 43 |
| Figure 9 : Evolution des précipitations annuelles dans le bassin de la Somme sur la période projetée 1950-2100 (scénario A1Bcont, projet RExHySS). | 47 |
| Figure 10 : Evolution du débit moyen annuel dans le bassin de la Somme sur la période projetée 1950-2100 (scénario A1Bcont, projet RExHySS). | 48 |
| Figure 11 : Evolution du niveau piézométrique moyen annuel dans le bassin de la Somme sur la période projetée 1950-2100(scénario A1Bcont, projet RExHySS). ... | 49 |
| Figure 12 : Evolution du niveau de la mer à Boulogne sur Mer et à Dunkerque (évolution réelle sur la période 1940-2007 et évolution projetée à l'horizon 2100). 51 | |
| Figure 13 : Zones sous le niveau de la mer (en bleu) dans le cadre d'un scénario combinant une hausse d'un mètre du niveau de la mer et aucune disposition particulière de protection. | 52 |
| Figure 14 : Synthèse cartographique des grands enjeux pour le bassin..... | 64 |

| | |
|---|----|
| Figure 15 : Etat des politiques d'adaptation liées à la ressource en eau en France ... | 68 |
| Figure 16 : Etat des politiques d'adaptation liées à la ressource en eau en Belgique | 69 |
| Figure 17 : Etat des politiques d'adaptation liées à la ressource en eau aux Pays-Bas | 70 |
| Figure 18 : Politiques aux échelles internationale, nationale et régionale liées au changement climatique de 1992 à 2007 (France). | 72 |
| Figure 19 : Extrait de la synthèse des politiques liées au changement climatique sur le Nord-Pas-de-Calais (Travaux de l'UMR CITERES de l'Université de Tours). ... | 77 |
| Figure 20 : Résumé de la répartition des politiques liées au changement climatique sur la région Nord Pas de Calais (répartition entre atténuation / adaptation / absence de politiques) . Travaux de l'UMR CITERES de l'Université de Tours..... | 77 |
| Figure 21 : Illustration du projet d'études de la DIREN sur l'aléa de submersion intégrant le changement climatique aux horizons 2050 et 2100..... | 92 |
| Figure 22 : Exemple des résultats de l'étude intégrant le changement climatique et ses effets sur le territoire des Wateringues – l'évolution des pompages nécessaires | 93 |
| Figure 23 : Exemple de simulation d'un état futur sous l'angle du changement climatique, niveaux d'eaux à la rivière Neuve en 2050..... | 94 |
| Tableau 1 : Synthèse des impacts probables associés au changement climatique prévu au niveau européen. | 33 |
| Tableau 2 : Synthèse des températures simulées suivant les études et les pays à l'horizon 2100 | 40 |
| Tableau 3 : Synthèse des températures simulées suivant les études et les pays à l'horizon 2100 | 42 |
| Tableau 4 : Elévations à l'horizon 2050 du niveau de la mer du Nord, déterminées dans le cadre du projet SAFECOAST. | 52 |
| Tableau 5 : Synthèse des politiques d'adaptation sur le district thématique par thématique | 75 |

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 **Bibliographie consultée pour l'étude**

Annexe 2 **liste des personnes rencontrées**

**PREAMBULE
CONTEXTE, OBJECTIFS DE L'ETUDE ET
METHODOLOGIE**

1

Contexte général de la problématique

Le climat et ses variations préoccupent les scientifiques depuis plus d'un siècle. Ce n'est que vers 1980 que l'ampleur du problème, sans précédent sur le dernier millénaire, a été reconnue par les organisations internationales. Depuis 1988, le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), créé par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), étudie le processus du changement climatique, ses causes et ses principales conséquences.

Si certaines polémiques sur le phénomène et ses causes (notamment la responsabilité de l'homme) ont alimenté - et parfois alimentent toujours - le débat, l'avertissement formulé par le GIEC est admis : **le climat change au niveau mondial**. Cette modification s'accompagnera d'une **traduction à un niveau local** qui engendrera elle-même des conséquences sur les territoires et les populations.

Certains **signaux forts**, quand bien même leur relation au changement climatique est difficile à affirmer, ont le mérite **d'alerter les sociétés et leurs représentants**. A un niveau local, comme le bassin Artois-Picardie, des épisodes tels que la canicule de 2003 et les inondations de la Somme en 2001 mais aussi la problématique récurrente du niveau de la mer, conduisent nécessairement à s'interroger sur une éventuelle accentuation des phénomènes par le changement climatique. **C'est l'avenir d'un territoire qui est alors considéré et la capacité de ce dernier à faire face à de telles menaces.**

De telles interrogations sont indispensables au regard de l'avertissement formulé par le GIEC : même si la progression des émissions de GES avait été enrayée dès l'année 2000 (maintien des émissions à leur niveau d'alors), on assisterait à un réchauffement de 0,1°C par décennie en raison de l'inertie du phénomène. Il apparaît ainsi que **chercher à limiter la contribution au changement climatique n'est qu'une partie de la réflexion à mener**. Il est aussi nécessaire de mener **une double réflexion** sur :

- **la compréhension et la caractérisation des impacts du changement climatique sur les territoires,**
- **l'adaptation aux impacts identifiés (opportunités du territoire en matière d'innovation ou de politiques publiques).**

2

Contexte de l'étude

Si aujourd'hui la thématique de l'énergie et des émissions de GES est très fortement développée et prise en compte dans les politiques publiques, il semble que le lien entre ressources en eau et changement climatique le soit moins. Pourtant, les modifications climatiques vont probablement s'accompagner de **changements fondamentaux dans le fonctionnement des bassins hydrographiques**. Or ces bassins sont dès aujourd'hui confrontés à de fortes pressions. **Un rappel des forces et des faiblesses du territoire que nous analysons s'avère indispensable afin de bien comprendre les vulnérabilités et les enjeux sous l'angle du changement climatique.**

2.1 Caractéristiques principales du bassin

2.1.1 Le District Hydrographique International de l'Escaut

Le District Hydrographique International (DHI) de l'Escaut s'étend sur **3 pays** : la France, la Belgique (région Flamande, région Wallonne, région de Bruxelles-Capitale) et les Pays-Bas.

Le climat du district se caractérise par des **hivers doux et des étés frais**. Les précipitations sont sensiblement identiques sur le territoire - **820 mm/an en moyenne** - et les volumes sont répartis de manière homogène sur l'année.

Les rivières du district sont des cours d'eau de plaine à vallées larges et pente faible. Leurs débits, en général, sont **fortement dépendants du régime pluvial** (directement pour les secteurs belges et hollandais et indirectement, par les nappes, sur le secteur français). Généralement, **les débits sont faibles, mais les crues peuvent être violentes**.



|| Comment le changement climatique déstabiliserait-il ces équilibres ?

Le DHI de l'Escaut s'étend sur 36 416 km² et se classe ainsi **parmi les plus petits districts d'Europe**. Dans le même temps, il figure parmi les districts

hydrographiques **les plus peuplés et les plus industrialisés à l'échelle de l'Union Européenne**. Il regroupe 12,8 millions d'habitants et présente une densité de **352 habitants/km²** (3 fois plus que la densité moyenne européenne). Six villes ou agglomérations (Lille Métropole, Bruxelles Capitale, Anvers, Gand, Amiens et Bruges) regroupent près de 23 % de la population du District. Les besoins en eau de ces zones urbaines sont très importants.

En conséquence, les milieux aquatiques et les ressources en eau subissent deux pressions majoritaires :

- Des **rejets importants de pollution ponctuels ou diffus**. L'importance de cette pression sur les cours d'eau est renforcée par le fait que, dans leur majorité, ces cours d'eau sont à faible débit.
- **Des prélèvements d'eau forts par les secteurs d'usagers** (industrie, eau potable, agriculture).

La qualité des cours d'eau reste peu satisfaisante dans sa grande majorité.

Par ailleurs la population dépend majoritairement des nappes pour son alimentation en eau potable. Dans le secteur français 96 % de l'alimentation en eau potable sont assurés par les nappes. En Flandres et dans la région de Bruxelles Capitale, environ la moitié de l'eau captée pour les besoins du territoire l'est dans les nappes et 25 % des besoins en eau potable du secteur sont assurés par des captages de nappes de la région wallonne. Malheureusement, **la qualité de ces eaux souterraines est en dégradation constante** et certaines nappes sont particulièrement surveillées.



|| La pression exercée sur le milieu et la ressource en eau est forte.
|| Comment le changement climatique aggraverait-il cet état ?

Le DHI de l'Escaut présente un relief peu accentué. Le point culminant atteint 212 mètres mais la majorité du territoire ne se situe qu'à **quelques mètres au dessus du niveau de la mer**. Il existe de plus des zones qui actuellement se trouvent artificiellement à près de 2 mètres **sous le niveau de la mer** (côte sud de Schouwen par exemple).



|| Le littoral présente dès aujourd'hui une fragilité importante.
|| Le changement climatique pourrait-il accentuer cet état ?

Le PIB moyen du DHI de l'Escaut est comparable à celui de l'Europe des 15 et supérieur à celui de l'Europe des 25, bien que des disparités fortes puissent exister suivant les secteurs.

Par ailleurs, 13 % de la surface du district est urbanisée. Elle présente un **fort taux d'industrialisation**. Les grandes zones industrielles sont étroitement liées aux zones portuaires (Zeebruges, Gand, Anvers, Flessingue, Terneuzen, Calais, Dunkerque) et aux grands axes urbains (Anvers-Bruxelles-Charleroi, Lille-Roubaix-

Tourcoing...). Certains secteurs ont subi de **lourdes difficultés économiques par le passé** et ont laissé un passif environnemental inquiétant. L'agriculture occupe plus de 60 % du territoire et regroupe plus de 70 000 exploitations. **Le littoral** s'affirme comme un pôle d'attraction touristique assez fort et en progression mais subissant en contrepartie **une pression d'urbanisation croissante** (les îles au nord de l'estuaire de l'Escaut présentent par exemple un très fort attrait).



Le DHI de l'Escaut présente un fort potentiel économique, en voie de re-dynamisation pour certains secteurs (suite à des fragilisations économiques par le passé).

Dans quelle mesure (positive ou négative) le changement climatique pourrait-il modifier cette dynamique ?

2.1.2 Le district Meuse (partie Sambre)

Le district Meuse est intégré au bassin Artois-Picardie pour sa partie concernant le bassin de la Sambre.

De façon générale, ce territoire va présenter les mêmes grandes tendances que le reste du bassin et les mêmes points d'interrogations vis à vis du changement climatique.

2.2 Genèse de l'étude

Le regard croisé du contexte local et de la problématique globale entraîne naturellement deux questions fondamentales :

- quelles seraient **les conséquences pour les milieux et les populations** d'un changement climatique impactant les ressources en eau du bassin ou accentuant des phénomènes connus ?
- quel est aujourd'hui **le niveau de préparation** sur le bassin à de tels changements et surtout que pourrait-il être ?

Les missions assurées par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et sa participation financière dans des actions de gestion de l'eau, la conduisent naturellement à s'interroger sur un phénomène qui pourrait **accentuer la fragilité d'un bassin dès aujourd'hui soumis à de fortes pressions**. Consciente que l'homme a la possibilité d'anticiper et de s'**adapter** aux impacts potentiels en s'interrogeant sur **ses stratégies actuelles et futures**, l'Agence de l'Eau Artois-Picardie a décidé de lancer une étude sur la prise en compte du changement climatique dans la gestion des ressources en eaux du Bassin.

Cette étude servira de **base de réflexion** lors du **colloque international sur les changements climatiques et la gestion des ressources en eau d'Anvers** (14 et 15 Octobre 2008).

3

Objectifs de l'étude et méthodologie

3.1 Objectifs

Les objectifs de l'étude sont :

- de **donner un éclairage sur les impacts directs et indirects** du changement climatique sur les ressources en eau du territoire,
- de déterminer **3 scénarios contrastés** présentant des futurs possibles du bassin,
- **d'analyser l'état actuel des politiques publiques** concernant le phénomène au regard des futurs possibles (montrer quels sont les défauts, les retards, les conséquences induites et à l'inverse les mesures pro-actives, les domaines en avance...),
- **d'identifier les innovations** (tant technologiques que dans les procédés de gestion) liées aux ressources en eaux **et les opportunités de développement** (en se basant notamment sur des initiatives dans d'autres bassins, en France ou à l'Etranger).

L'étude constitue **une première approche en la matière pour l'Agence de l'Eau Artois-Picardie**. Les principales conclusions contenues dans ce rapport seront présentées au colloque « Eau et Changement Climatique » d'Anvers (14 et 15 octobre 2008).

3.2 Méthodologie

L'étude repose sur :

- une analyse de la **bibliographie** existante sur le phénomène,
- **la consultation d'acteurs majeurs du bassin** (notamment pour un éclairage sur les politiques publiques vis-à-vis du changement climatique et de la ressource en eau),
- **la détermination de 3 scénarios probables** du bassin à partir des données bibliographiques,

- **des estimations qualitatives et si possible quantitatives** des politiques publiques menées sur le territoire,
- **une estimation des opportunités de développement** pour le territoire en lien avec le changement climatique et au regard d'initiatives, de projets développés en France et à l'Etranger.

PREMIERE PARTIE :
LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SES
CONSEQUENCES SUR LA RESSOURCE EN
EAU

4

Synthèse générale des impacts directs et indirects sur les ressources en eau à grande échelle (Monde/Europe)

4.1 Le cadre général donné par le GIEC : les relations entre changement climatique et ressource en eau

L'objectif principal de cette étude est centré sur un territoire précis. Néanmoins le phénomène est en premier lieu mondial. L'essentiel des programmes de recherches a donc été développé à une échelle globale. Il ne s'agit pas de détailler longuement, dans ce chapitre, l'ensemble des données apportées par le GIEC mais de faire un point sur le cadre général, uniquement par rapport à la thématique eau. (L'ensemble des éléments présentés dans ce chapitre est issu du 4^{ème} rapport sur le changement climatique du GIEC, 2007, et sur le 6^{ème} rapport technique du GIEC : « Eau et changement climatique », juin 2008).

4.1.1 Paramètres climatiques

4.1.1.1 Température moyenne

A- Changements récents

Le GIEC a mis en évidence en 2007 que **11 des 12 dernières années font partie des 12 années les plus chaudes depuis 1850. L'augmentation totale de température de 1850-1899 à 2001-2005 a été de 0,76°C (+ ou - 0,19°C)**. Cette valeur moyenne au niveau mondial ne rend pas compte des disparités pouvant apparaître suivant les pays mais reflète bien une tendance commune.

Il est par ailleurs démontré que, sur le dernier millénaire, la température de surface de l'hémisphère Nord a été la plus importante au cours du XXème siècle.

Enfin, **des modifications des températures extrêmes, largement répandues**, ont été observées pendant les cinquante dernières années. Les **jours froids**, les **nuits froides** et le **gel** sont devenus **moins fréquents**, tandis que les **jours chauds**, les **nuits chaudes** et les vagues de chaleur sont devenus **plus fréquents**.

B- Evolutions prévues par le GIEC

A partir de simulations multiples (modèles et scénarios différents), le GIEC affirme avec une plus grande certitude qu'à l'horizon 2090-2099 **la température aura progressé dans un intervalle compris entre 1,8 et 4 °C** (la fenêtre de probabilité étant dans ce cas de 1,1°C à 6,4°C) par rapport à la température de la période 1990-1999. **Par ailleurs, pour les deux prochaines décennies, il est prévu un réchauffement d'environ 0,2 °C par décennie.**

Dans ce contexte l'Europe, dans sa globalité devrait aussi faire face à des **vagues de chaleur plus importantes**.

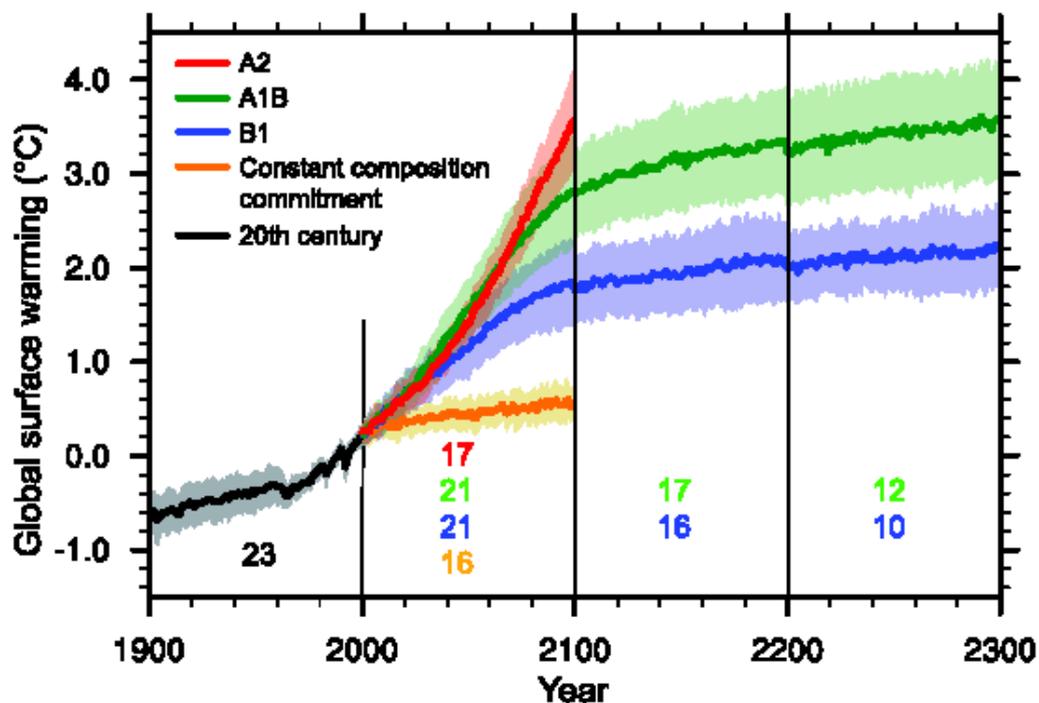


Figure 1 : Réchauffement à la surface terrestre simulé à l'horizon 2100 suivant les scénarios A2, A1B et B1 du GIEC (les valeurs après 2100 sont pour les scénarios de stabilisation des émissions de GES)¹

¹ Source : Meehl, G.A., T.F. Stocker, W.D. Collins, P. Friedlingstein, A.T. Gaye, J.M. Gregory, A. Kitoh, R. Knutti, J.M. Murphy, A. Noda, S.C.B. Raper, I.G. Watterson, A.J. Weaver and Z.-C. Zhao, 2007: Global Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

4.1.1.2 Précipitations

A- Changements récents

Le suivi des tendances moyennes des précipitations (période 1900 à 2005) a montré **une augmentation significative sur de vastes régions comme le nord de l'Europe**. De plus la répartition entre pluies et chutes de neige, dans le montant total de précipitations, s'est déplacée en faveur des pluies.

Par ailleurs, un **accroissement de la fréquence des évènements extrêmes de précipitations** a été mis en évidence sur une grande majorité de zones terrestres. L'Europe est particulièrement concernée. Le dernier rapport du GIEC affirme grâce à de nouveaux résultats que **proportionnellement l'augmentation des précipitations extrêmes est plus importante que l'augmentation des précipitations totales annuelles**. La contribution des événements extrêmes est donc plus forte sur une année.

Les tendances pour les chutes de neige restent encore aujourd'hui peu claires. Celles-ci sont étudiées généralement à de hautes latitudes. Les résultats varient suivant la région étudiée : dans certains cas on observe des progressions de ces chutes, dans d'autres cas il s'agit de l'inverse et pour quelques autres encore aucune tendance n'est décelée.

B- Evolutions prévues par le GIEC

La tendance globale mise en évidence par le GIEC montre une accentuation de l'hétérogénéité de la répartition des précipitations au cours de l'année pour l'Europe du Nord. Globalement, **les précipitations moyennes augmenteront en hiver et diminueront en été**. Suivant les régions l'accentuation de ce déséquilibre pourra se traduire par une baisse générale de la hauteur de pluie annuelle, une augmentation, ou un statut quo.

Il semble par ailleurs très probable que **la fréquence et l'intensité des évènements extrêmes soient perturbées**. Ainsi sur l'Europe du Nord, globalement, les épisodes pluvieux intenses pourraient être plus forts.

Les prévisions pour les chutes de neige dans le futur restent difficiles à formuler. Certaines régions (Sibérie et Antarctique par exemple), devraient bénéficier toutefois d'une augmentation de ces précipitations neigeuses (et notamment par une fréquence plus importante d'évènements extrêmes).

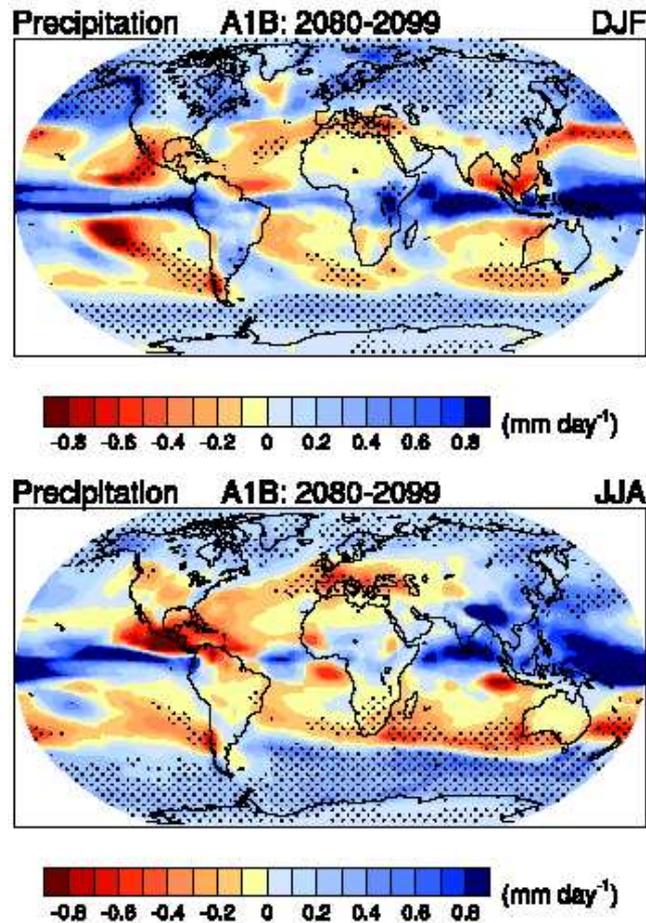


Figure 2 : Evolution des précipitations à l'horizon 2100, pour le scénario A1B suivant la saison d'hiver (DJF, en haut) et la saison d'été (JJA en bas).²

4.1.2 Ressources en eau

4.1.2.1 Changements récents

La mise en évidence de changements sur la ressource en eau s'avère encore **plus complexe** que pour le climat. En effet, **les particularités locales** des cours d'eau ou des aquifères rendent difficiles les considérations régionales. Néanmoins les tendances globales montreraient **un accroissement des débits de la période des hautes eaux et une réduction des débits de la période de basses eaux**. L'extension des périodes de sécheresse intense concernerait majoritairement l'Europe du Sud,

² Source : Meehl, G.A., T.F. Stocker, W.D. Collins, P. Friedlingstein, A.T. Gaye, J.M. Gregory, A. Kitoh, R. Knutti, J.M. Murphy, A. Noda, S.C.B. Raper, I.G. Watterson, A.J. Weaver and Z.-C. Zhao, 2007: Global Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

tandis que l'accroissement des débits de crues toucherait plus fortement l'Europe Centrale et l'Europe du Nord.

Enfin, la couverture neigeuse des massifs montagneux ainsi que les volumes des glaciers de montagne ont décliné en moyenne dans les deux hémisphères. Ces décroissances généralisées ont contribué à l'élévation du niveau de la mer.

4.1.2.2 Evolutions prévues par le GIEC

Le GIEC prévoit pour les territoires d'Europe situés au Nord du 47ème parallèle (En France celui-ci correspond à une ligne reliant Nantes et Besançon), **un accroissement des eaux de ruissellement de 5 à 15 % à l'horizon 2020 et de 9 à 22 % à l'horizon 2070**. Cet accroissement pourrait néanmoins cacher des **disparités** inter annuelles étant donné qu'il est prévu un accroissement des plus longues périodes de sécheresse (augmentation du nombre de jours consécutifs sans pluie). Parallèlement, la recharge des aquifères pourrait être affectée.

D'ici à 2050, les projections du débit moyen annuel des rivières et la disponibilité en eau montrerait des augmentations de 10 à 40 % aux hautes latitudes. Plus particulièrement en hiver, il est attendu une accentuation du risque d'inondation global et du risque d'inondations éclairées (corrélée à la progression des épisodes extrêmes de pluie).

Par ailleurs, le GIEC indique que la **perte de volume de glaciers** dans les prochaines décennies, et ce pour des régions réparties sur toute la planète, semble inéluctable. Elle pourrait **atteindre jusqu'à 60 % du volume actuel à l'horizon 2050**, en raison du recul de la période de recharge (ou de l'avancement de la période de fonte). De même certaines zones en état de glaciation permanente (permafrost) pourraient totalement dégeler.

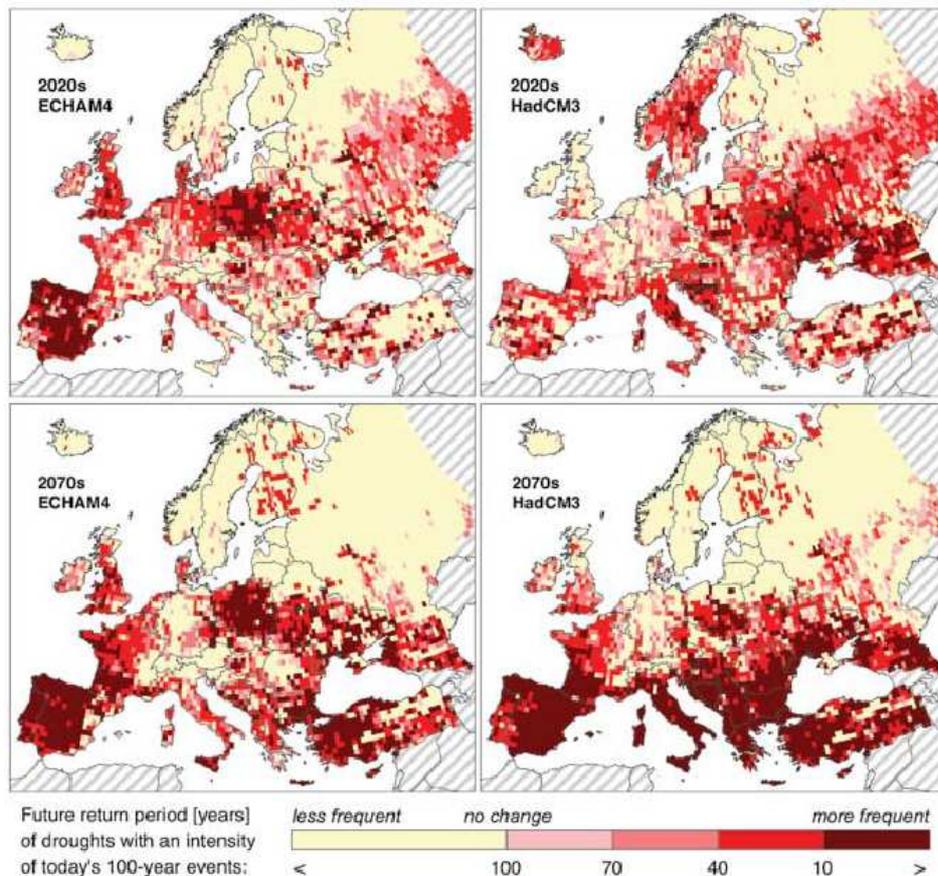


Figure 3 : Evolution de la récurrence d'une sécheresse actuelle de période de retour 100 ans aux horizons 2020 et 2070.³

4.1.3 Niveau de la mer

4.1.3.1 Changements récents

Les suivis de la **température moyenne des océans**, depuis 1961, montrent que sur l'ensemble de la planète, celle-ci **a progressé**. Ce réchauffement provoque majoritairement une dilatation de l'eau de mer qui se traduit par l'augmentation du niveau moyen. Le deuxième facteur de contribution serait la progression de la fonte des glaciers.

Le niveau moyen de la mer s'est élevé à un rythme de 1,8 mm par an (fenêtre de probabilité de 1,3 à 2,3 mm/an) de 1961 à 2003. L'élévation totale sur le XXème siècle est estimée à 0,17 m (fenêtre de probabilité de 0,12 à 0,22 m).

³ Source : Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 p.

4.1.3.2 Evolutions prévues par le GIEC

Les projections faites par le GIEC indiquent que de nombreux littoraux seront exposés à des **risques croissants d'érosion** en raison du changement climatique et de la remontée du niveau de la mer en conjugaison avec **une pression toujours plus forte exercée par les populations**. Plusieurs espaces pourraient définitivement être submergés et plusieurs autres verraient leur **fréquence d'inondation augmenter**.

De façon générale, le GIEC estime que la **progression** du niveau moyen des océans au cours du XXIème siècle sera **comprise dans un intervalle de 13 à 40 cm**. Cette progression variera suivant les littoraux (cf. Figure 4).

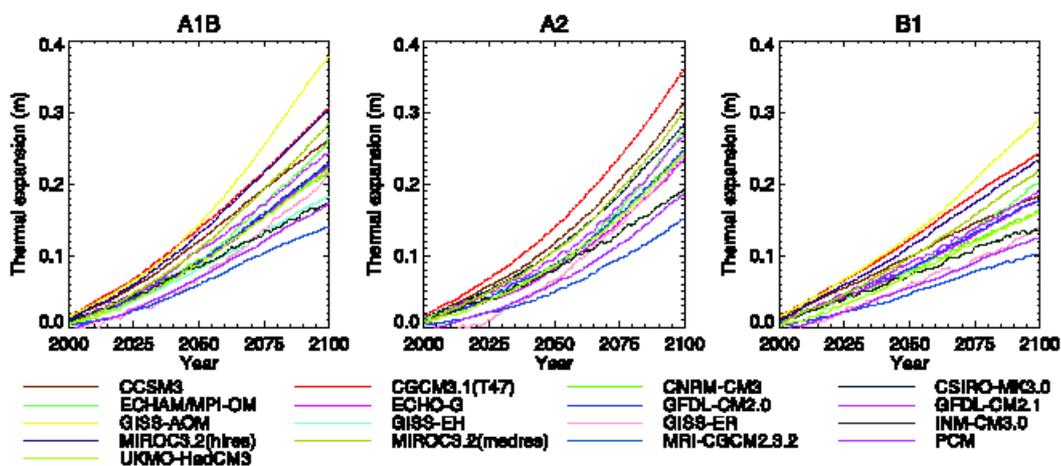


Figure 4 : Evolution globale projetée du niveau des mers à l'horizon 2100 suivant 3 scénarios et 16 modèles.⁴

⁴ Source : Meehl, G.A., T.F. Stocker, W.D. Collins, P. Friedlingstein, A.T. Gaye, J.M. Gregory, A. Kitoh, R. Knutti, J.M. Murphy, A. Noda, S.C.B. Raper, I.G. Watterson, A.J. Weaver and Z.-C. Zhao, 2007: Global Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

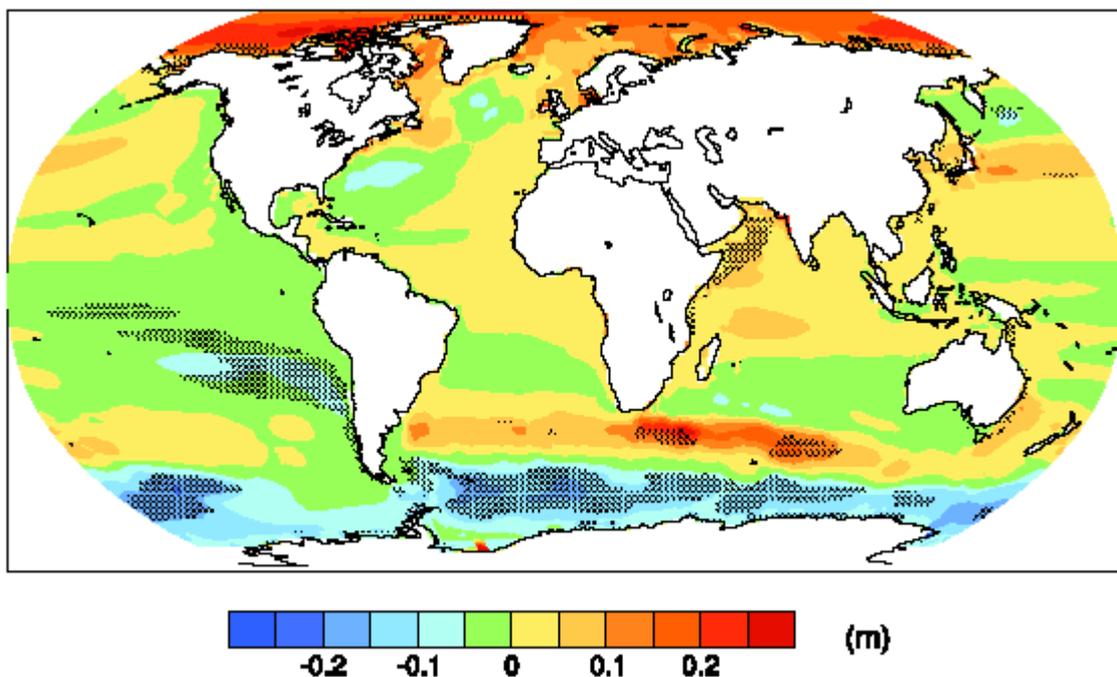


Figure 5 : Différence entre le niveau moyen projeté sur la période 2080-2099 et le niveau moyen au cours de la période 1980-1999.⁵

4.2 Synthèse des impacts probables du changement climatique au niveau européen

Le Tableau 1 synthétise les changements climatiques prévus par le GIEC au niveau européen ainsi que les impacts indirects successifs pouvant en découler.

⁵ Source : Meehl, G.A., T.F. Stocker, W.D. Collins, P. Friedlingstein, A.T. Gaye, J.M. Gregory, A. Kitoh, R. Knutti, J.M. Murphy, A. Noda, S.C.B. Raper, I.G. Watterson, A.J. Weaver and Z.-C. Zhao, 2007: Global Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Tableau 1 : Synthèse des impacts probables associés au changement climatique prévu au niveau européen.

| Impacts indirects potentiels | | | | |
|--|--|---|---|---|
| Impacts directs du changement climatique | Impact indirects primaires | Impacts indirects secondaires | Impacts indirects tertiaires | Impacts finaux sur la ressource en eau et les populations liées |
| Adoucissement général des températures, et Températures extrêmes plus prononcées | Augmentation de la température de l'eau | Elévation du niveau de la mer | Augmentation de la fréquence des inondations côtières Salinisation des estuaires. Augmentation de l'érosion des côtes | Réduction de la ressource en eau disponible Perturbation des activités existantes en zone littoral Perte de territoires côtiers (submersion permanente) |
| | | | Modification de la qualité des eaux | Réduction de la ressource en eau disponible |
| Augmentation des vagues de chaleur | Sécheresses plus longues et plus sévères | Impact sanitaire et Accroissement des demandes en eau | | Augmentation de la pression sur la ressource en eau disponible |
| Déplacement de la répartition des précipitations dans l'année : augmentation en hiver, réduction en été (avec possible réduction sur la moyenne annuelle) | Augmentation du déficit hydrique du sol et du stress hydrique Abaissement du niveau des nappes Variations des débits (Etiages plus sévères et plus longs en été, débits plus forts en hiver) | Augmentation de la concentration en nitrate dans les nappes Sensibilité à l'érosion et au ruissellement plus forte suite à la baisse du couvert végétal. | | Réduction de la ressource en eau disponible Impacts économiques: accès à la ressource en eau modifiée, modification des coûts de production, évolution des besoins et des demandes (secteur de l'agriculture, l'industrie, l'énergie...) |
| Augmentation de la fréquence des événements extrêmes | Augmentation du risque d'inondations dans l'intérieur des terres | | | Réduction de la ressource en eau disponible par fermeture de captages inondés Impacts économiques et humains |

4.3 Les coûts du changement climatique

Il est très difficile d'avancer des chiffres sur les coûts du changement climatique. Chaque prédiction (variation des paramètres climatiques, impacts primaires associés, impacts secondaires et finaux) rajoute une incertitude et renforce le caractère aléatoire de la détermination des montants financiers. Des évaluations globales ont toutefois été réalisées et essayent de donner une estimation à l'échelle de la planète.

Le GIEC estime de façon générale que les coûts représenteraient de **1 à 2 % du PNB mondial pour une augmentation de 2,5 °C de la température moyenne.**

Dans le **rapport STERN**, le coût total des dommages et des risques globaux du changement climatique est évalués à **5 % du PIB mondial chaque année** pour le XXIème siècle. La prise en compte d'un éventail plus large de risques et de conséquences porterait l'estimation à **20 % du PIB mondial**

Le World Integrated Assessment General Equilibrium Model (WIAGEM) développé par l'Institut Germanique de la recherche économique (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, DIW), prévoit un **coût annuel** à l'horizon 2100, de **20 mille milliards de dollars** (soit 6 à 8 % du résultat économique estimé de cette période) si rien n'est fait.

Un autre modèle, **PAGE**, développé par l'**Université de Cambridge** et utilisé dans le cadre d'une étude pour la Commission Européenne de l'environnement, estime un **coût moyen annuel de 26 mille milliards de dollars** sur la période 2000-2200.

Ces études menées à grande échelle comptabilisent les dommages et les coûts sur l'ensemble de la planète, elles donnent donc une vision qui est une première approche avec un message fort. **Elles ne permettent pas cependant d'analyser la situation pour un territoire particulier.** Toutefois elles s'accordent pour montrer que, de façon générale, les coûts engendrés par le changement climatique seront bien supérieurs aux coûts des actions qu'il faudrait mettre en place, dès aujourd'hui, pour lutter et s'adapter (un exemple à l'échelle de l'Europe est présenté à la Figure 6)

Certains pays semblent en avance dans la caractérisation des coûts engendrés par le changement climatique, des études réalisés à des échelles plus nationales voire régionales sont mentionnées dans le chapitre 8.5.

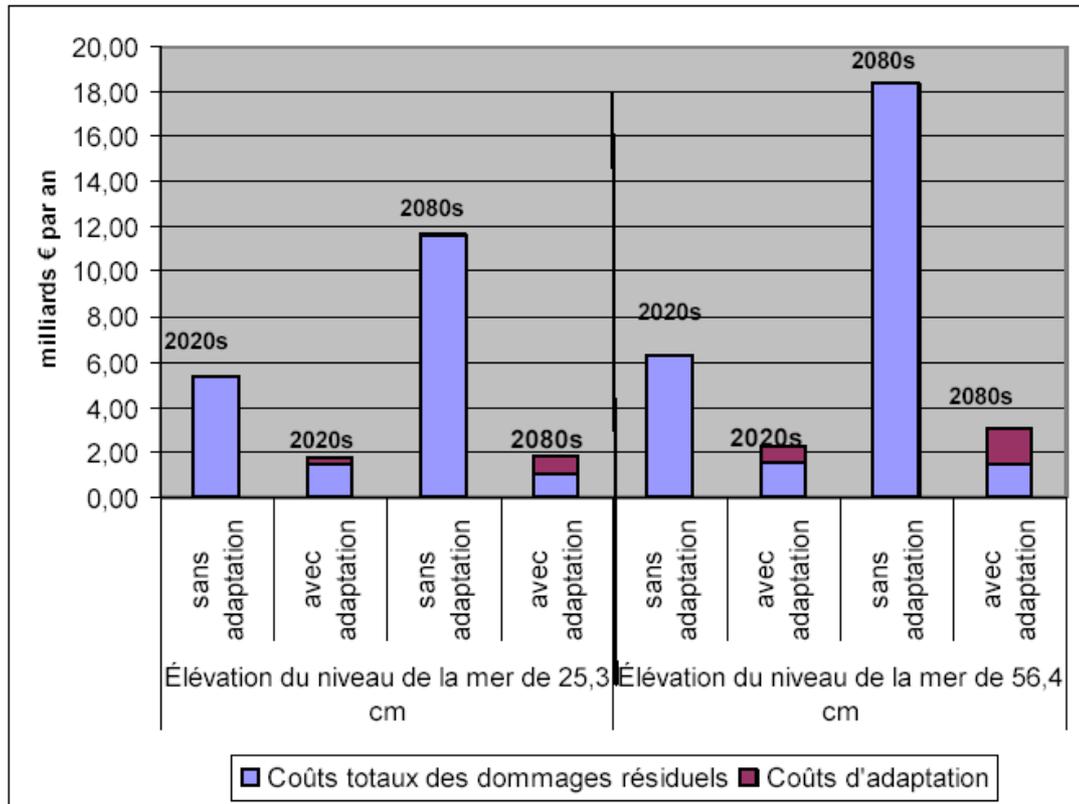


Figure 6 : Comparaison des coûts d’une hausse du niveau de la mer sans stratégie d’adaptation et avec stratégie d’adaptation (horizon 2020 et 2080).⁶

⁶ Sur la base du Scénario A2 du GIEC; coûts d’ici à 2100 (en euros de 1995). Résultats de l’étude PESETA du Centre commun de recherche de la Commission européenne. Figure issue du livre vert de la Commission des Communautés Européennes : Adaptation au changement climatique en Europe, les possibilités d’action de l’Union Européenne.

5

Impacts du changement climatique sur les ressources en eau du district (éléments de construction des scénarios)

5.1 Point sur les limites des connaissances

Il convient, avant de s'intéresser plus en détail au bassin, de rappeler qu'aujourd'hui la connaissance scientifique du changement climatique, même au niveau mondial, est encore limitée par **certaines incertitudes ou intervalles d'incertitudes dans les prédictions.**

L'ensemble des conclusions reste à une échelle mondiale. Ceci s'explique par plusieurs raisons :

- **L'extrême diversité des milieux, des climats et des populations** sur la planète empêche d'appliquer de façon systématique les résultats généraux.
- Les modèles utilisés pour simuler les évolutions du climat et disposant d'une bonne certitude sont à une échelle mondiale. La taille des mailles de modélisation et de prédiction ne descend pas en dessous de 300 km de largeur. **Les résultats restent donc peu applicables à une échelle régionale.**
- **La technique de « désagrégation » des modèles climatiques globaux n'est pas encore au point**, il est donc difficile de disposer de modèles climatiques régionaux ou locaux présentant une bonne robustesse.
- Les modèles climatiques locaux ne donnant pas entière satisfaction, il est très difficile d'étudier à une échelle locale les impacts du changement climatique sur la ressource en eau. La détermination des impacts secondaires dérivant des impacts sur la ressource est donc encore plus ardue.

Si le GIEC donne un cadre et des probabilités au niveau mondial, **les résultats avancés par celui-ci restent insuffisants pour les gestionnaires et les décideurs qui souhaitent prévoir à un niveau plus local les conséquences du phénomène.**

De ce fait, l'Europe, les Etats membres et même les régions cherchent à dynamiser les programmes devant apporter des résultats à des échelles adaptées à l'action.

Ce chapitre 5 synthétise un grand nombre d'études et de données développées à plusieurs échelles mais donnant des renseignements, plus précis que ceux du GIEC, pour le bassin.

Afin d'envisager le caractère transfrontalier du bassin, les études recueillies portent à la fois sur la France, la Belgique et les Pays Bas. Le caractère suffisamment condensé du bassin (en longitude et latitude) permet d'encadrer les prévisions pour le bassin par les prévisions sur les 3 pays.

De façon générale, la carte présentée à la Figure 7 résume les grandes tendances que nous détaillons dans les chapitres suivants pour le district (zone jaune sur la carte).

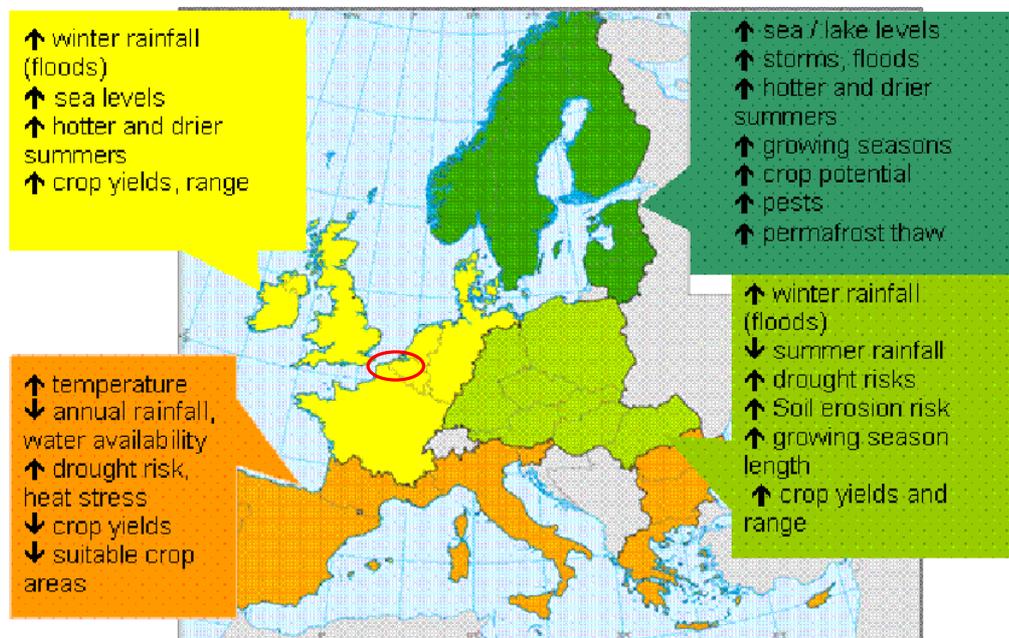


Figure 7 : Impacts prévisibles du changement climatique dans différentes régions de l'Europe⁷

5.2 Prévisions pour les changements des paramètres climatiques

Pour la France, les données de Météo France et de l'IPSL (Institut Pierre Simon Laplace) permettent d'envisager sur la base des modèles climatiques développés (respectivement Arpège Climat et LMDZ) le cadre global d'élévation des

⁷ Source : Iglesias A, K. Avis, M. Benzie, P. Fisher, M. Harley, N. Hodgson, L. Horrocks, M. Moneo, and J. Webb (2007). Adaptation to Climate Change in the Agricultural Sector. Report to European Commission Directorate - General for Agriculture and Rural Development

températures et des précipitations. Pour la Belgique et les Pays Bas d'autres modèles sont mis en œuvre. Chacun des modèles reprend néanmoins **les scénarios globaux du GIEC** afin de les adapter au contexte local.

Ainsi, les différences entre les prévisions, présentées dans chacun des sous-chapitres suivants, pourront s'expliquer par :

- **Le scénario climatique du GIEC choisi** comme base de la simulation et désagrégé pour l'étude à une échelle plus locale,
- **Le modèle de calcul et de modélisation utilisé.**

5.2.1 Changements des températures

La France a connu une élévation de la température moyenne de 1°C au cours du XX^{ème} siècle. **Il est prévu une augmentation de 1,3 °C à l'horizon 2100 pour le Nord Pas-de-Calais.** Une autre étude prévoit que la température moyenne comprise **entre 16 et 18°C aujourd'hui en été soit comprise entre 18 et 22°C en 2100.** De même, en hiver, la température moyenne, aujourd'hui comprise entre **2 et 6 degrés devrait dépasser les 6 degrés.**

Parallèlement, **le nombre de jours de gel devrait baisser** sur le Nord Pas de Calais. De même la situation en été pourrait devenir plus préoccupante en raison d'**une augmentation de la durée des sécheresses** (jusqu'à 25 jours consécutifs sans pluie) et d'**une progression du nombre de jours de canicules** (de 1 à 5 jours au minimum jusqu'à 40 jours dans le pire des cas). Météo France met en évidence **la possible multiplication par 10 de la fréquence des canicules à l'horizon 2070-2100 sur le bassin** : à la fin du XXI^{ème} siècle, la température maximale de 35°C pourrait être dépassée une année sur 20 alors qu'aujourd'hui ce n'est le cas qu'une année sur 200.

Les prévisions pour la Belgique sont moins optimistes. Il est envisagé un **accroissement de la température moyenne de 2 à 2,5 °C à l'horizon 2100** (KINT IRGT 2004). Certaines études prévoient même **des progressions de 1,7 à 4,9 °C en hiver et de 2,4 à 6,6°C en été à l'horizon 2050** (Greenpeace). La quatrième Communication Nationale sur les Changements Climatiques de Belgique faisait état en 2006, sur la base des données du GIEC et du programme de recherche européen PRUDENCE, d'augmentation de la température **de 1 à 5°C en hiver et de 1.5 à 7°C en été.**

L'institut royal de météorologie **des Pays Bas** a publié dernièrement quatre scénarios pour le pays. Ils prévoient une augmentation de température moyenne annuelle comprise entre 1 et 2 °C. Ils présentent en revanche des variations saisonnières allant de **+ 0,9 à + 2,3°C en hiver et de + 0,9 à + 2,8°C en été. A l'horizon 2100, l'élévation moyenne de température serait de 2 à 4°C. En hiver la progression se ferait dans un intervalle de 1,8 °C à 4,6°C et en été dans un intervalle de 1,7°C à 5,6°C.**

L'augmentation du nombre de jours de canicules et de sécheresse en Belgique et aux Pays-Bas devrait être sensiblement identique à celle du nord de la France mais les

scénarios les plus alarmants mentionnent qu'un été sur deux à l'horizon 2100 pourrait être identique à celui de 2003.

Tableau 2 : Synthèse des températures simulées suivant les études et les pays à l'horizon 2100

| Pays / régions | Scénario(s) de base | T° moyenne annuelle | T° simulée en hiver | T° simulée en été |
|--|--|---------------------|---------------------|-------------------|
| France/Nord Pas de Calais (Météo France) | A2 ou B1 | + 2°C à +3,5°C | + 2 à + 4°C | + 3 à +4°C |
| France/Nord Pas de Calais (IPSL) | A2 ou B1 | +1,5°C à +3,5°C | +4°C à +5°C | + 2 à +3 °C |
| Pays Bas (KNMI) | Combinaison complexe des scénarios du GIEC, d'observations historiques et de modèles régionaux | + 2°C à + 4°C | + 1,8 à + 4,6°C | + 1,7 à + 5,6°C |
| Belgique (UCL, Institut d'Astronomie et de géophysique G.Lemaître) | A2 ou B2 | --- | +1,7 à + 4,9 °C | + 2,4 à + 6,6°C |
| Belgique (KINT IRGT) | GIEC et études anglaises du UK Climate Change Impact Review Group | + 2 à + 2,5°C | --- | --- |

5.2.2 Changements des précipitations

Pour la France, les modèles s'accordent à prédire une variation saisonnière des précipitations à l'horizon 2100. Pour le bassin Artois-Picardie, il est avancé une augmentation des précipitations en **hiver (de +0,2 à +1 mm/j en moyenne)** et une **baisse (-0,4 à -1 mm/j en moyenne) ou une stabilisation des précipitations en été**. Sur l'année ces variations pourraient se compenser ou conduire à une légère augmentation (au maximum + 0,2 mm/j). **Le Bassin Artois Picardie devrait donc surtout faire face à une modification de la répartition des pluies au cours de l'année.**

Les données sur la Belgique présentent les mêmes tendances, néanmoins les chiffres avancés diffèrent parfois significativement. Le KINT IRGT **prévoit une stabilisation voire une baisse (-3 %) des précipitations en été et une progression de 10 % en hiver**. La quatrième Communication Nationale sur les Changements Climatiques de Belgique faisait état en 2006 (toujours sur la base des données du GIEC et du programme de recherche européen PRUDENCE) **d'une augmentation des précipitations hivernales de 3 à 30 % en hiver et d'une variation de 0 à - 50 % en été.**

Greenpeace, Marbaix et Van Ypersele font état d'une accentuation des précipitations en hiver allant de 6 à 23 %, tandis qu'en été celles-ci pourraient varier de 0 à - 50 %.

Les scénarios avancés par P.willems et Lieven De smet mettent en avant pour la Belgique et pour la fin du XXIème siècle : **jusqu'à + 30 % de précipitations en hiver pour un scénario « haut », + 12 % pour un scénario « moyen », et + 0 % dans un scénario « bas ». En été, les précipitations diminueraient dans une gamme de 0 et 25 %.**

La toute récente étude de l'Université Catholique de Louvain et de l'Institut Royal de Météorologie se basant sur des mailles plus fines, présente **les même tendances** mais montre qu'il existerait en Belgique une différence entre la zone littorale et l'intérieur des terres. Sur la côte l'augmentation en hiver serait plus forte et la diminution en été moins forte (voir inexistante).

Les scénarios pour les **Pays-Bas** indiquent des variations des moyennes saisonnières allant de **+ 4 à + 14 % en hiver mais de -19 % à + 6 % en été pour l'horizon 2050. Pour la fin du XXIème siècle les changements seraient plus accentués : de + 7 à + 28% pour l'hiver et de - 38 à + 12 % en été.**

Il faut bien préciser que les chiffres évoqués n'indiquent pas nécessairement une augmentation du nombre de jour de pluies en hiver. Bien au contraire, la plupart des scientifiques démontrent que le nombre de jours de pluie devrait être sensiblement identique mais **qu'en revanche l'intensité des épisodes pluvieux augmenterait**. Il y aurait donc un déplacement de la période de retour des événements extrêmes, ceux-ci devenant plus fréquents. Par exemple, d'après les travaux de Météo France et de l'IPSL, **la fréquence des jours à pluies intenses (supérieures à 20 mm/jour) passerait de 0.5-1% à 1-2% pour la période 2070-2099. Pour les Pays Bas le nombre de jours à précipitations supérieures à 10mm/jour pourrait varier de 0 à 2 %.**

Tableau 3 : Synthèse des températures simulées suivant les études et les pays à l'horizon 2100

| Pays / régions | Scénario(s) de base | Evolution des précipitations annuelles | Evolution des précipitations en hiver | Evolution des précipitations en été |
|--|--|--|---------------------------------------|-------------------------------------|
| France/Nord Pas de Calais (Météo France) | A2 ou B1 | + 0 à + 0,2 mm/j | +0.5 à +1 mm/j + 0,2 à + 0,8 mm/j | -0,5 à -1mm/j - 0,4 à - 0,8 mm/j |
| France/Nord Pas de Calais (IPSL) | A2 ou B1 | Pas de changement significatif | +0,5 à +1 mm/j + 0 à + 0,4 mm/j | Pas de changement significatif |
| Pays Bas (KNMI) | Combinaison complexe des scénarios du GIEC, d'observations historiques et de modèles régionaux | --- | + 7 à + 28 % | - 38 % à + 12 % |
| Belgique (UCL, Institut d'Astronomie et de géophysique G.Lemaître) | A2 ou B2 | --- | + 6 à + 23 % | - 50 % à 0 |
| Belgique (KINT IRGT) | Base GIEC et études anglaises du UK Climate Change Impact Review Group (CCIRG)", | --- | + 10 % | - 3 % à 0 |
| Belgique CCI-Hydr (UCL-RMI) | A2 ou B2 | --- | + 5 à + 50 % | - 40% à + 10 % |

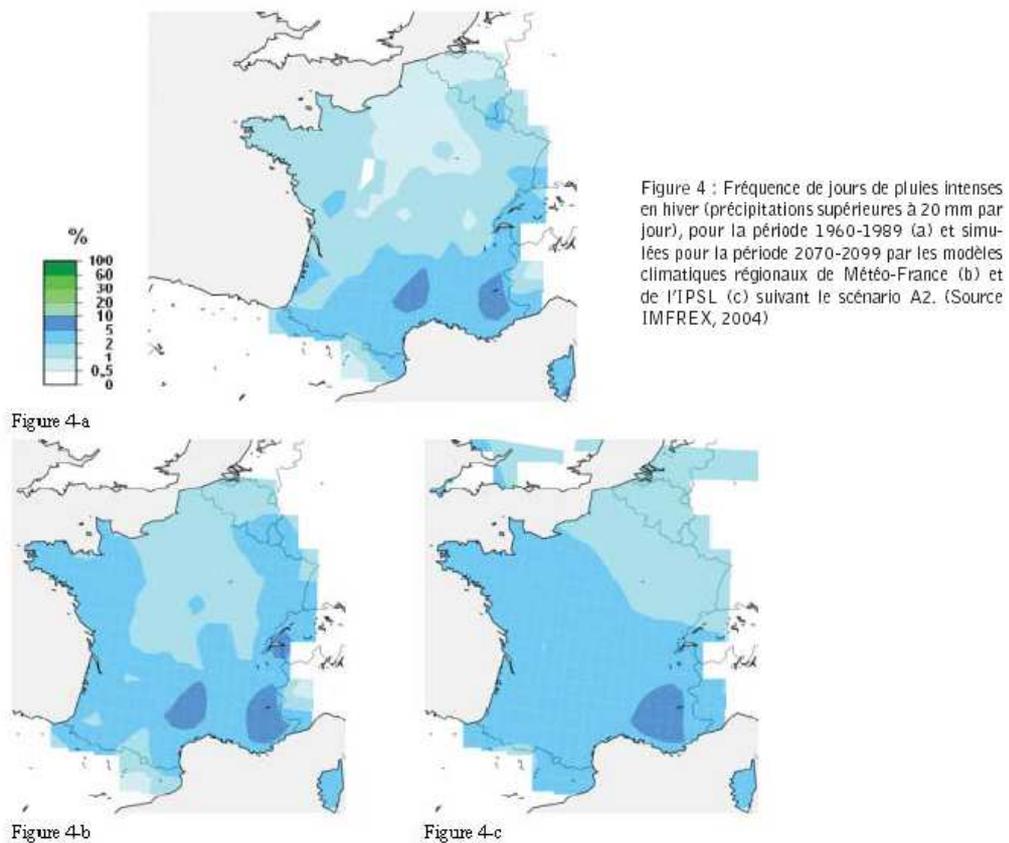


Figure 8 : Evolution de la fréquence des jours à fortes précipitations (supérieures à 20mm/j) sur la France pour la période 2070-2099.

5.3 Prévisions pour les impacts indirects associés

La définition des impacts indirects pour le bassin conserve malheureusement une forte part d'incertitude. A ce stade on peut déjà regretter en partie un manque de programmes de recherches visant à caractériser les conséquences des variations climatiques probables aux échelles 2020, 2050 et 2100.

5.3.1 Impacts sur les eaux superficielles

5.3.1.1 Impact sur la température de l'eau

La progression de la température de l'air pourrait avoir un corollaire très important consistant en la progression de la température des eaux de surface. Pour le moment aucune étude ne s'est penchée précisément sur le problème pour notre territoire. Il est donc difficile de savoir quelles pourront être les véritables liaisons. Toutefois, les études menées par EDF sur la Loire ou le Rhône et par le CNRS sur la Seine semblent montrer un lien direct entre modification de la température moyenne de

L'air et modification de la température moyenne des cours d'eau. La transmission de l'élévation de chaleur serait de 30 à 60 %. Il paraîtrait logique que le bassin puisse présenter une réponse semblable. Dans un tel cadre **la température des cours d'eau pourrait progresser de 1 à 2°C en moyenne.**

Cette progression pourrait **contribuer à la fragilité des milieux**, particulièrement dans un contexte où les fortes chaleurs et les périodes de canicule seraient plus nombreuses.

L'augmentation de la température de l'eau est par ailleurs dommageable pour la qualité de l'eau. Il est couramment admis qu'à partir de 25°C l'eau ne peut plus être potabilisée. Si les cours d'eau du bassin sont généralement loin d'atteindre ce seuil, lors de canicules ce problème est néanmoins plus envisageable. Les quelques prélèvements de surface pour l'eau potable pourrait donc être affectés, toutefois nous rappèlerons ici que le District dépend dans sa très large majorité des eaux souterraines pour sa consommation. L'impact resterait donc très faible au regard des autres problématiques.

5.3.1.2 Impacts sur les débits et les ruissellements

A- Variations saisonnières des débits et des ruissellements

D'après le livre blanc ESCRIME réalisé par IPSL et Météo-France, **la détermination de l'incidence des variations des paramètres climatiques sur les volumes écoulés dans un bassin reste complexe.**

Les études au niveau national montrent que les régions du nord devraient connaître une augmentation des volumes écoulés (suite aux précipitations hivernales et printanières). **L'augmentation des précipitations intenses en hiver pourrait conduire à des volumes ruisselés en contexte rural ou en contexte urbanisé, bien supérieurs à ceux connus actuellement.** Si ces affirmations disposent d'une relative certitude elles restent très souvent non quantitatives.

En Belgique, des études menées sur **l'Escaut et la Meuse** mettent en avant une **réduction drastique des débits d'étiages**. Pour la Dendre, affluent de l'Escaut, les extrêmes de débit d'étiage correspondraient à **50 % des débits d'étiage les plus bas aujourd'hui**. En revanche, la perturbation des débits de pointe des événements extrêmes d'inondations apparaît moins clairement. Toutefois il est mis en évidence que **les débits de pointe des crues de périodes de retour supérieures à 1 an pourraient augmenter de 15 % (scénario « haut »).**

D'autres études, montrent qu'en hiver le débit des cours d'eau pourraient progresser en moyenne de 4 à 28 % selon les cas.

B- Impacts associés à la variation des débits

Le cadre global pour le bassin semblerait clair sur la base des informations présentées ci-dessus. La variation des débits suivrait les tendances des précipitations. Les rivières du district de l'Escaut étant essentiellement des « rivières pluviales », leur fonctionnement hydrologique pourrait être fortement perturbé. **De nombreux cours d'eau, dont les plus importants, subiraient une réduction sévère des étiages en été, tandis qu'en hiver les débits de pointe progresseraient et la fréquence des crues extrêmes serait augmentée, accroissant ainsi le risque inondation.**

La première conséquence serait donc **une augmentation du risque** pour les populations résidant sur les principaux linéaires. Cet enjeu de sécurité serait doublé d'une probable **augmentation des coûts annuels liés aux inondations** (quel que soit le secteur du district concerné).

Au delà du risque physique pour les populations et des dommages occasionnés, les inondations présenteraient aussi un caractère inquiétant pour la ressource en eau, notamment en Belgique.

Le KINT IRGT rappelle qu'en région flamande **25 à 30 % des captages sont situés en zones inondables** (5 à 7 % ayant déjà été inondés). La légère recrudescence des inondations de captages et des inondations de stations (sur les dix dernières années), qui pour certaines n'avaient jamais connu un tel phénomène, laisse entrevoir les risques. **Une progression du risque ou de la fréquence d'inondation perturberait la fourniture en eau potable.** En effet les inondations peuvent provoquer la fermeture complète du champ captant pendant 2 à 3 semaines, ce qui nécessairement pose question pour l'approvisionnement régulier.

A l'opposé, des étiages plus bas sur les principaux cours d'eau présenteraient aussi une menace pour l'approvisionnement en eau potable.

Le phénomène serait double. La baisse des volumes écoulés en saison estivale compromettrait les principaux captages de surface. Mais **la réduction des volumes et des débits entraînerait aussi une réduction de la dilution des pollutions.** La concentration plus forte de certains polluants pourrait conduire à la fermeture de captages (à l'image par exemple des fermetures ayant été opérées dans le Limbourg hollandais en 2003 suite à des baisses drastiques du débit de la Meuse).

C- Eléments de pondération relatifs à la variation des débits (projet RExHySS)

La réflexion développée dans ce sous-chapitre est basée sur des résultats provisoires du projet RExHySS (Impact du changement climatique sur les Ressources en Eau et les Extrêmes Hydrologiques dans les bassins de la Seine et la Somme). Il est financé pour deux ans (2007 et 2008) par le programme "Gestion et Impact du Changement Climatique" du MEDAD (aujourd'hui MEEDDAT). Ce projet a pour objectif d'évaluer l'impact du changement climatique d'origine anthropique sur **les extrêmes**

hydrologiques dans les bassins versants de la Seine et de la Somme. Il est basé sur deux nouvelles méthodes de désagrégation des simulations de changement climatique. Il cherche à caractériser comment le changement climatique est susceptible de modifier la distribution des extrêmes, en terme de crues, d'étiages et de sécheresse (analyse fréquentielle et prédétermination). **Concernant les inondations, il détermine les modifications de leur extension dans des zones clés des bassins (vallée de la Somme en amont d'Abbeville, corridor fluvial de la Seine, incluant Paris et plaine alluviale de la Bassée) pour certaines périodes de retour.**

Le projet prévoit **l'étude de plusieurs scénarios pour le bassin de la Somme.** Les premiers résultats fournis dans le cadre de ce projet concernent **un scénario** particulièrement intéressant puisqu'il se distingue des conclusions présentées ci-dessus.

Il est en effet mis en évidence que sur la période 1950 à 2100 **les précipitations moyennes annuelles diminueraient de 20 %** : soit, par rapport à aujourd'hui, près de 100 mm de hauteur d'eau en moins sur une année, en 2100, et déjà près de 20 mm en moins en 2025. **Cette baisse se répartirait de façon relativement homogène sur toute l'année.**

En parallèle, **le débit moyen de la Somme serait divisé par 2** sur la période 1950-2100. A la fin du XXIème siècle, le débit moyen de la Somme serait inférieur de 12 m³/s à celui d'aujourd'hui. En 2025 le débit moyen serait déjà inférieur de 2 à 3 m³/s à celui d'aujourd'hui. **Toutefois, la baisse du débit se fait ici toujours avec une forte variabilité intra-annuelle.** De ce fait, l'évolution mise en évidence n'implique **pas du tout une disparition des crues et des inondations.** On observera éventuellement **une légère régression de la période de retour des inondations et une très probable accentuation de la sévérité des étiages.**

Les résultats concernent aussi l'évolution du niveau de la nappe (nous les évoquons au chapitre suivant).

Ce scénario n'est qu'un résultat parmi d'autres. Il ne constitue pas à lui seul les résultats généraux du projet RExHySS. Il montre que la prévision générale des évolutions des débits reste incertaine, plusieurs scénarios aux évolutions opposées pouvant être envisagés. Par ailleurs, ces résultats ont le mérite de rappeler que **chaque bassin a un fonctionnement qui lui est propre.** Les tendances observées sur celui-ci ne peuvent pas être transposées aux bassins voisins ou généralisées à tout le district. **Il faut donc rester prudent sur le devenir des débits des différents cours d'eau en l'absence d'études spécifiques à chacun.**

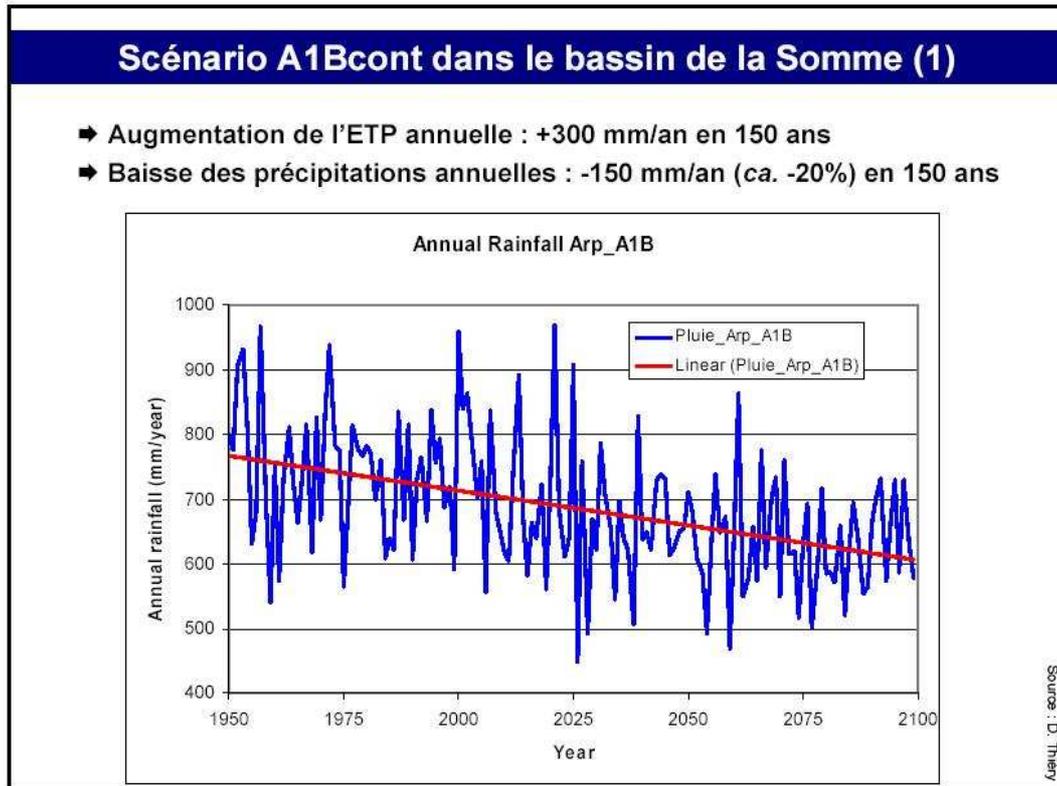


Figure 9 : Evolution des précipitations annuelles dans le bassin de la Somme sur la période projetée 1950-2100 (scénario A1Bcont, projet RExHySS).⁸

⁸ Source : http://www.gip-ecofor.org/docs/changements_climatiques/gicc/gicc_colloque_2008/gicc_prsttion_ppt/28mai/pdf/2ducharne28mai.pdf.

La présentation de D.Thiéry est consultable sur le site du projet : <http://www.sisyphes.upmc.fr/~agnes/rexhyss/reunions.php>

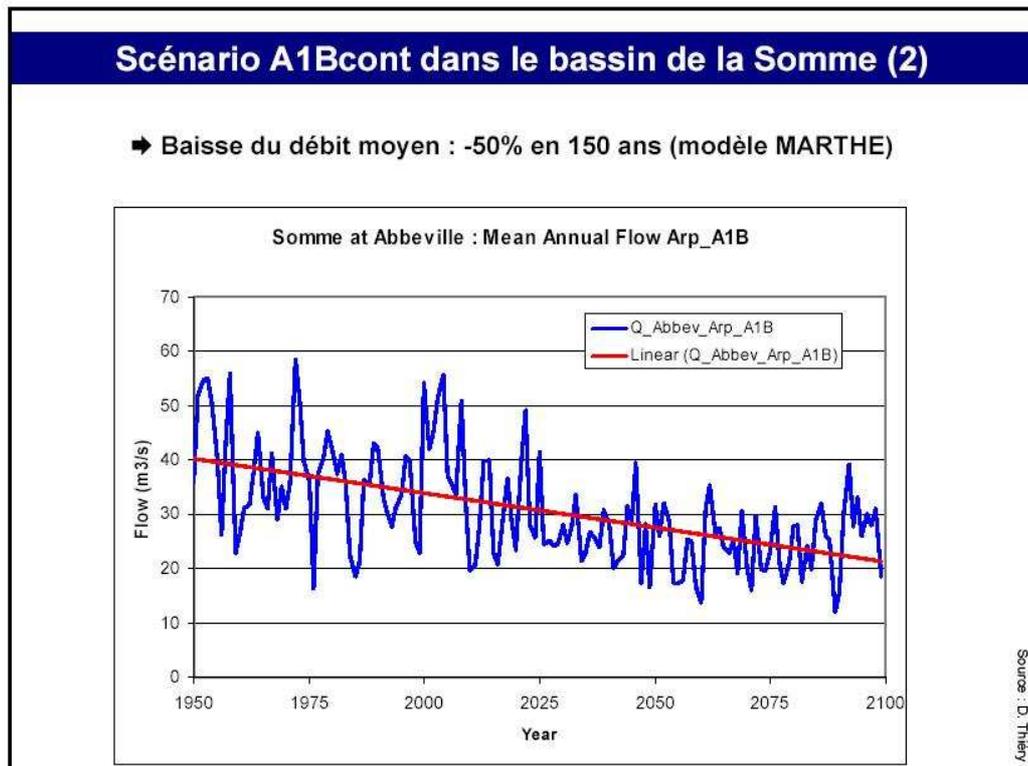


Figure 10 : Evolution du débit moyen annuel dans le bassin de la Somme sur la période projetée 1950-2100 (scénario A1Bcont, projet RExHySS).⁹

5.3.2 Impacts sur les eaux souterraines

Le fonctionnement des nappes est lié en partie aux précipitations annuelles. L'évolution de la recharge et donc du niveau des aquifères sera donc en partie dépendante de l'évolution des pluies.

D'après le KINT IRGT, **il est difficile de se prononcer sur l'évolution réelle** : des périodes de **sur-alimentation** ont déjà été observées pour des nappes en adéquation avec des précipitations exceptionnelles mais il n'est pas simple d'affirmer que le phénomène se généralisera avec l'augmentation des précipitations et des extrêmes en hiver. Toutefois Greenpeace, Marbaix et Van Ypersele avancent ce phénomène comme très probable. Le KINT IRGT estime, d'après les conclusions sur l'évolution des précipitations en été, que l'on pourrait s'attendre à **une baisse générale des volumes des aquifères de 8 à 15 %**.

De façon générale sur le secteur français, les nappes assurent un soutien d'étiage en période estivale et en hiver le phénomène inverse permet la recharge des nappes. Une

⁹ Source : http://www.gip-ecofor.org/docs/changements_climatiques/gicc/gicc_colloque_2008/gicc_prstition_ppt/28mai/pdf/2ducharne28mai.pdf

La présentation de D.Thiéry est consultable sur le site du projet : <http://www.sisyphes.upmc.fr/~agnes/rexhyss/reunions.php>

réduction de la pluviométrie en été ne sera pas forcément dommageable pour les aquifères si les précipitations hivernales permettent une recharge suffisante. Tout dépendra donc du nouvel équilibre entre les pressions en été et la capacité de recharge en hiver. **Si, par exemple, la hausse des précipitations en hiver se fait essentiellement par des pluies intenses plus fréquentes, elle ne permettra pas une bonne recharge car ces précipitations généralement aboutissent à un ruissellement généralisé et un transit rapide vers la mer.**

L'étude du **bassin de la Somme**, réalisée dans le cadre du projet RExHySS mentionné précédemment, montre lui un déficit de recharge des aquifères en présence. En moyenne **le niveau de la nappe baisserait de 5 mètres** sur la période 1950-2100 (moyenne sur 54 piézomètres du bassin). A l'horizon 2025, le niveau devrait baisser de 0.5 mètres par rapport à aujourd'hui. Toutefois, ce résultat reste spécifique au bassin. Il ne peut être généralisé à l'ensemble des aquifères du district.

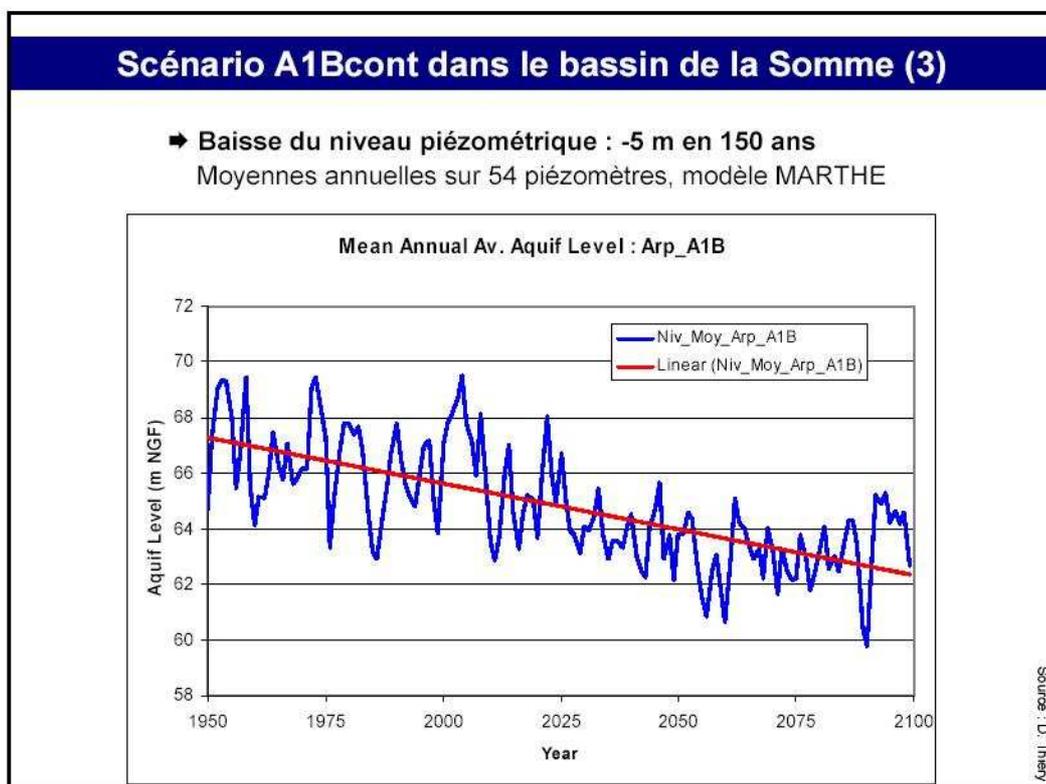


Figure 11 : Evolution du niveau piézométrique moyen annuel dans le bassin de la Somme sur la période projetée 1950-2100(scénario A1Bcont, projet RExHySS).¹⁰

¹⁰ Source : http://www.gip-ecofor.org/docs/changements_climatiques/gicc/gicc_colloque_2008/gicc_prstition_ppt/28mai/pdf/2ducharme28mai.pdf

La présentation de D.Thiéry est consultable sur le site du projet : <http://www.sisyphes.upmc.fr/~agnes/rexhyss/reunions.php>

5.3.3 Impacts sur le littoral

5.3.3.1 Elévation du niveau de la mer

Dans le cadre des prédictions de la remontée du niveau de la mer et de ses impacts sur le littoral, il faut d'abord bien faire la différence entre la hausse « absolue » du niveau de la mer (calculée par un modèle global en fonction de la progression des volumes) et la hausse relative qui est contextualisée (prise en compte d'une particularité du relief comme les digues, remblais, murs...).

Les données évoquées ici seront en majorité des élévations « absolues » du niveau de la mer, pouvant donner une idée des submersions possibles de zones côtières du bassin.

Les études de Météo France ont montré sur le territoire national une élévation moyenne de 12 à 22 cm sur le XX^{ème} siècle (de 1,2 mm/an à 2,2 mm/an). Le phénomène semble s'être accéléré dans les 10 dernières années (3,1 mm/an). La simple hypothèse d'une évolution identique sur le XXI^{ème} siècle conduirait à la conclusion suivante : une élévation de nouveau **de 12 à 22 cm à l'horizon 2100**. En reportant la tendance des 10 dernières années, l'augmentation du niveau serait **de 31 cm à la fin du siècle**.

Une étude du CETMEF en France montre que sur la période 1940-2007 les élévations du niveau de la mer ont été de :

- 1,7mm/an à Dunkerque,
- 3,9mm/an à Boulogne.

Dans ce contexte on pourrait assister à des augmentations moyennes sur le littoral du bassin (secteur français) comprises entre + 5 et + 10 cm à l'horizon 2020-2025 et entre + 10 et + 30 cm à l'horizon 2060-2070 (Cf. Figure 12).

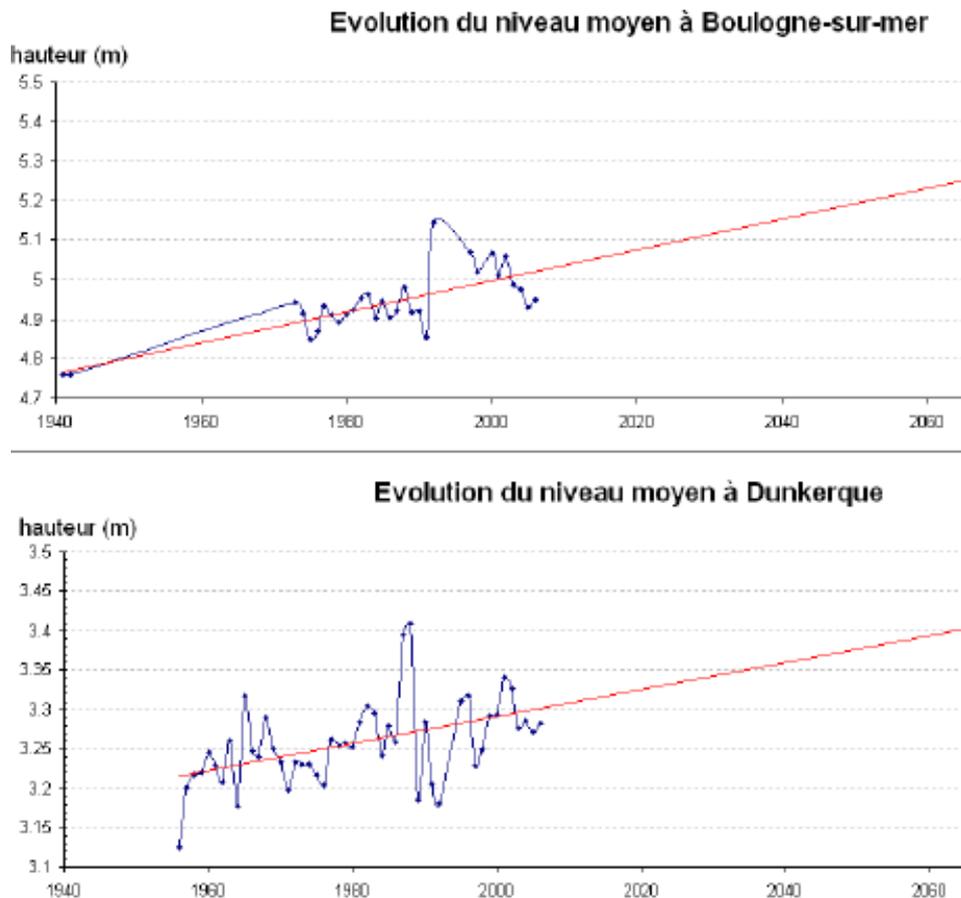


Figure 12 : Evolution du niveau de la mer à Boulogne sur Mer et à Dunkerque (évolution réelle sur la période 1940-2007 et évolution projetée à l'horizon 2100).¹¹

Les scénarios pour les Pays-Bas prévoient une progression comprise **entre 15 et 35 cm à l'horizon 2050 et entre 35 et 85 cm à l'horizon 2100** (la progression se poursuivant à plus d'un mètre au delà de cette date). A cette date se seraient donc **près de 60 000 ha qui seraient sous les eaux.**

Les données du projet CLIMAR portant essentiellement sur la Mer du Nord indiquent les élévations pour 3 scénarios : **+ 0,6 m pour le scénario « bas », + 0,9 m pour le scénario « moyen » et + 2 m pour les scénario « haut ».** Les villes de Ostende et Wenduine seraient particulièrement menacées.

Une autre équipe, celle du projet SAFECOAST, regroupant des anglais, des néerlandais, des belges, des danois et des allemands, a aussi travaillé sur la question. Les résultats prévus sur les littoraux de chaque pays représenté sont donnés au Tableau 4.

¹¹ Source : http://www.nord-pas-de-calais.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/5_Presentation_CETMEF_JH.pdf (présentation de l'étude menée par le CETMEF)

Tableau 4 : Elévations à l'horizon 2050 du niveau de la mer du Nord, déterminées dans le cadre du projet SAFECOAST.¹²

| | Paramètres | Pays-Bas | Belgique | Danemark | Allemagne | Grande-Bretagne |
|-----------------------------|---|------------|----------|----------|-----------|-----------------|
| Estimations basses | Augmentation du niveau absolu de la mer | 15 - 25 cm | | 13 cm | | 14 cm |
| Estimations moyennes | Augmentation du niveau absolu de la mer | | 22,5 cm | 13 cm | 55 cm | 15 cm |
| Estimations hautes | Augmentation du niveau absolu de la mer | 20 - 35 cm | | 13 cm | | 18 cm |

Les résultats pour la Belgique et les Pays Bas correspondent globalement au scénario « bas » du projet CLIMAR à l'horizon 2100.

Le KINT IRGT estime que les inondations sur la côte, suite à des élévations proches des valeurs ci-dessus, pourraient toucher **une bande de 20 km de large concernant ainsi près de 200 000 personnes en l'absence d'actions spécifiques.**

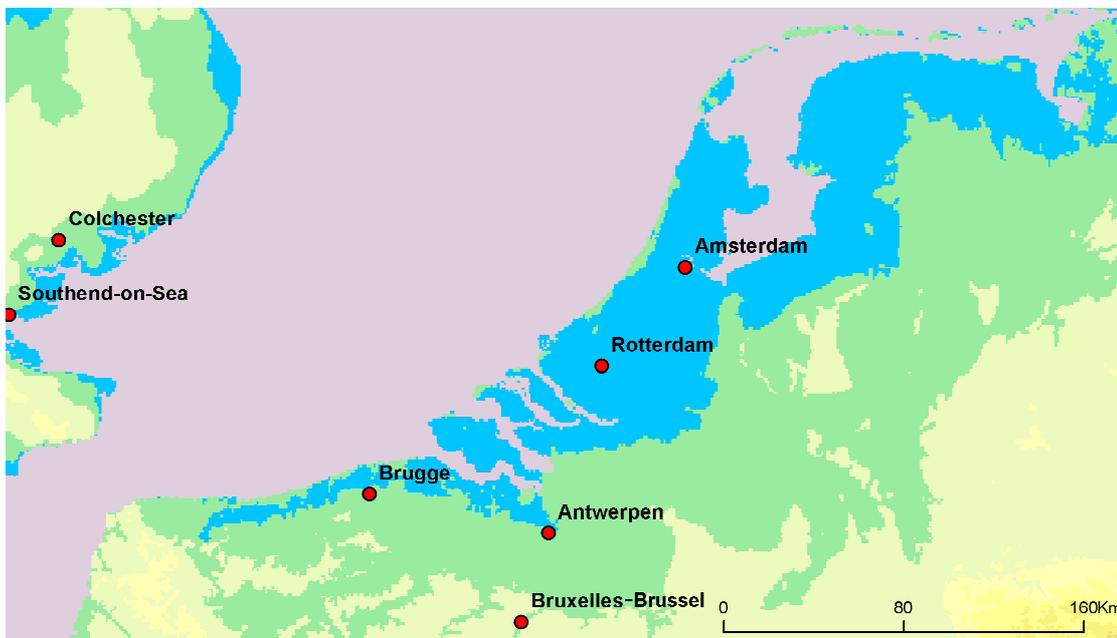


Figure 13 : Zones sous le niveau de la mer (en bleu) dans le cadre d'un scénario combinant une hausse d'un mètre du niveau de la mer et aucune disposition particulière de protection.¹³

Le littoral pourrait souffrir d'un **accroissement des évènements climatiques extrêmes comme les tempêtes. Mais la tendance reste aujourd'hui peu claire.** Toutefois le risque **d'augmentation d'inondations côtières, d'érosion et de recul du trait de côte semble très probable pour le littoral du bassin.**

¹² Source : Estelle Beausir, 2007. Synthèse bibliographique s'inscrivant dans le projet de caractérisation des aléas naturels côtiers en intégrant les conséquences du changement climatique. DIREN Nord Pas de Calais. 161 p.

¹³ Source : figure consultable à l'adresse <http://www.astr.ucl.ac.be/users/marbaix/impacts/> (figure présente dans le rapport : Philippe Marbaix et Jean-Pascal van Ypersele (sous la direction de), 2004. Impacts des changements climatiques en Belgique, Greenpeace, Bruxelles, 44p.)

5.3.3.2 Conséquences de l'augmentation du niveau de la mer sur la ressource en eau

La progression du niveau de la mer, au delà des préoccupations très fortes de submersion quasi permanentes de territoires aujourd'hui émergés et occupés par des populations humaines, pourrait par ailleurs avoir **des conséquences inquiétantes sur la disponibilité de la ressource en eau.**

En effet, la progression des niveaux risque de déplacer l'équilibre de salinité des sols et des nappes proches. **En contexte littoral, en zone de dunes, l'équilibre entre eau salée et eau douce est précaire et le changement climatique pourrait le déstabiliser.** Ainsi des captages situés dans un périmètre suffisamment proche de la côte pourraient être fermés à cause d'une progression de la salinité dans le réservoir. Ce phénomène, très plausible **pour les captages flamands en zones de dunes, reste peu probable pour le secteur français.**

5.4 Impacts finaux sur les populations

On définit par « impacts finaux sur les populations » l'ensemble des impacts qui vont dériver en chaîne de la variation des paramètres climatiques et de leurs incidence sur les ressources en eau.

L'incertitude qui entoure les prévisions climatiques a peu encouragé le lancement d'études précises sur ces impacts finaux (notamment en termes quantitatifs). C'est pourquoi le parti pris ici est de mentionner uniquement les impacts potentiels pour le district. Leur détail sera fait plus amplement dans l'exercice prospectif de définition de scénarios d'évolution du bassin (cf. chapitre 6).

Ces impacts probables concerneront des enjeux :

- **Economiques**, par des perturbations d'activités (modifications des marchés, accès plus difficiles à la ressource, augmentation de prix, poids économiques des dommages...), ou l'inverse par des dynamismes nouveaux (développement d'une activité impossible jusqu'alors, conditions plus favorables, augmentation de production...),
- **Sanitaires** (vagues de chaleur, température, besoins en eau plus importants, progression possible de maladies...),
- **Ecologiques**, par la perte de milieux naturels à valeur environnementale et sociale très forte,
- **Sociaux**, par rapport à la sécurité et au confort de vie (sécurité physique et alimentaire).

5.5 Aperçu des coûts du changement climatique pour le district

Si nous estimions que les ordres de grandeur du rapport STERN (5 à 20 % du PIB) pouvaient s'appliquer identiquement au bassin Artois Picardie (secteur français) les coûts des dommages du changement climatique chaque année seraient **de l'ordre de 4,9 milliards d'euros dans la fourchette basse et de 19,7 milliards dans la fourchette haute**. De même, **pour le district dans sa totalité, les coûts atteindraient 14,8 à 59,4 milliards d'euros chaque année sur le XXIème siècle** (Les valeurs des PIB sont issues de la « Partie Faîtière de l'état des lieux du District Hydrographique International de l'Escaut », 2005).

Si nous nous basions à l'horizon 2050 où la population mondiale devrait atteindre 9 milliards d'individus, le coût moyen annuel par habitant serait compris entre 2222 \$US et 2888 \$US (sur la base des études du DIW et de l'Université de Cambridge). En prenant une population quasiment constante (le croisement des projections de l'INSEE aboutissant globalement à cette tendance pour le bassin) le coût pour le bassin Artois-Picardie s'élèverait en moyenne dans une fourchette comprise **entre 10 et 13 milliards de dollars. Pour le DHI Escaut, un statut quo de la population amènerait le chiffre des coûts dans un intervalle allant de 28 à 37 milliards de dollars. Avec une hausse probable de 6 % de la population, ce chiffre serait compris entre 30 et 39 milliards de dollars.**

Ces calculs toutefois non pas une valeur prédictive, ils constituent seulement une approche grossière de l'ordre de grandeur potentiel pour le bassin. En effet les estimations des rapports mentionnés au chapitre 4.3 restent malheureusement à une échelle globale. Il serait illusoire d'estimer que pour le bassin Artois-Picardie ou le DHI de l'Escaut les coût des dommages seraient dans de telles proportions de leur PIB ou proches d'un coût moyen par habitant. En effet, **de nombreux dommages dus au changement climatique seront localisés et s'appliqueront donc essentiellement à une communauté particulière.** Pour certaines populations les dommages pourront donc être énormes et pour d'autres ils seront relativement limités. Il est **très difficile de déterminer ceux-ci** même pour un territoire comme celui du district. Toutefois, sa **densité exceptionnelle de population et ses forts pôles d'activité** en font logiquement **un territoire où les dommages et les impacts économiques peuvent être très élevés.** Il n'apparaît donc pas illogique d'envisager des coûts approchant quelques milliards d'euros.

6

Scénarios d'évolution pour le bassin Artois-Picardie

6.1 Préambule

Les scénarios présentés dans les sous chapitres suivants se basent sur les éléments regroupés au chapitre 5.

Les scénarios constituent **un exercice de description de futurs possibles** du bassin Artois-Picardie. Ils se concentrent majoritairement sur la thématique générale de l'eau et sur les secteurs qui lui sont associés. **Ils ne prétendent pas à l'exactitude scientifique et à la prédiction quantitative.** Ils sont construits à partir des données fournies par la recherche et analysées ci-dessus afin de **donner une vision des intervalles possibles** d'évolution en relation avec le territoire. Cet exercice prospectif permet essentiellement de **faire émerger les questions importantes et de susciter des interrogations** en se confrontant à des possibilités : qu'advierait-il si telles ou telles conditions étaient réunies ?

Ces scénarios sont donc basés sur des choix et une recherche de cohérence. Toutefois ils restent critiquables en raison de **la forte incertitude des prévisions scientifiques et des comportements des sociétés humaines vis-à-vis des phénomènes considérés.**

Nous avons **pris le parti de n'intégrer aucune action supplémentaire d'adaptation aux effets du changement climatique** par rapport à la situation actuelle (2008). **Les scénarios laissent ainsi la possibilité à tout un chacun d'envisager les enjeux essentiels et les actions à développer.**

6.2 Scénario « bas » d'évolution du bassin au regard du changement climatique

La température moyenne a progressé de 1.5°C sur le XXIème siècle. Les hivers sont plus doux (en moyenne + 1.7 °C par rapport aux normales actuelles), s'approchant régulièrement de 5 °C en moyenne, les vagues de froid et les jours de gel sont moins fréquents. Les étés sont plus agréables avec une température moyenne estivale de

19 °C (+ 1.3 °C en moyenne par rapport aux normales actuelles). Quelques jours de fortes chaleurs sont parfois gênants.

Les précipitations annuelles ont peu varié dans l'ensemble mais les hivers sont légèrement plus pluvieux en raison de quelques périodes chroniques de pluie intenses. En hiver, les précipitations plus intenses ont déplacé la période de retour des crues. Dans de nombreux secteurs, en raison des stratégies développées dès 2008 vis à vis des inondations, cet aspect n'a que peu d'incidences sur la vie des populations. Toutefois, le bassin a connu plusieurs épisodes marquants d'inondations dans le bassin de la Somme (s'approchant de nouveau des inondations ayant déjà eu lieu en 2001), de l'Escaut et de la Sambre. Par ailleurs, les aménagements prévus dans les politiques du début du siècle ont été plus fortement sollicités, leurs coûts d'entretien, de réparation et de renouvellement sont donc bien supérieurs à ce qui avait été prévu. A plusieurs reprises, des communes rurales et certaines agglomérations ont connu d'intenses phénomènes de ruissellement et de coulées de boue (liés à l'urbanisation croissante et l'augmentation du nombre de jours présentant des précipitations supérieures à 20 mm/jour).

Sur le siècle, les inondations ont engendrés des dommages dépassant le milliard d'euros. Les assurances catastrophes ont nettement progressé et le financement des réparations est devenu un sujet sensible. L'activité économique des grandes régions urbaines a été perturbée. Plusieurs secteurs d'activité qui n'avaient pas anticipé l'aggravation des dommages et les plus fortes paralysies des territoires n'ont pas su faire face à aux catastrophes et se trouvent aujourd'hui dans une situation qui inquiète les pouvoirs publics.

L'accentuation des inondations, en outre, aggrave le problème des champs captant situés en zones inondables. Les fermetures temporaires des champs captant inondés sont coûteuses et perturbent le bon approvisionnement en eau potable.

Les étés sont plus secs en moyenne, les précipitations estivales ont diminué de 10 % sur les différents bassins.

Plusieurs nappes du bassin présentent un état pré-occupant lors des étés. Les sécheresses plus intenses et plus fréquentes conduisent à des prélèvements plus forts. Ceux-ci se traduisent par des baisses de niveaux importantes qui impactent rapidement les eaux de surfaces et notamment les zones naturelles humides comme par exemple les marais de l'Audomarois. Afin de maintenir le bon état écologique des cours d'eau et des marais, les prélèvements sont stoppés. Une plus grande dépendance aux captages situés dans le sud du bassin s'est donc créée lors de ces périodes. En revanche la recharge des nappes en hiver reste rapide. La nappe captive du calcaire carbonifère reste très sensible, les besoins d'une grande métropole comme Lille ont nécessité des apports à partir de zones éloignées comme Maubeuge (via Valenciennes) ou des bassins de l'Authie et de la Somme. Il est encore possible de limiter le recours à la dépollution des eaux souterraines mais cette solution qui rompt avec les politiques préventives du début du siècle est de plus en plus proposée.

Les débits de plusieurs cours d'eau sont affectés en période d'étiage. Les hauteurs minimales moyennes sont plus basses qu'au cours du XXème siècle. Cet aspect

remet en cause le bon état de nombreux cours d'eau. L'Yser, l'Helpe mineure et l'Helpe Majeure, la Sambre et l'Avre connaissent des périodes de crise chroniques.

La mer a poursuivi sa progression sur les côtes littorales : la hausse totale de son niveau sur le XXI^{ème} siècle a été de 30 cm en valeur absolue. Cette élévation n'a pas les mêmes conséquences sur tout le littoral. La situation est surtout préoccupante sur la zone des Wateringues et Tardinghen et sur l'ensemble de la côte belge où de véritables plans de protection doivent être mis en place pour diminuer le risque de submersion. La zone a connu au cours du siècle plusieurs épisodes inquiétants qui ont presque abouti à une submersion des franges littorales. Les coûts de fonctionnement des aménagements de protection (pompages, digues, portes à la mer...) ont en revanche été multipliés, pesant plus durement sur les populations et mettant en danger la pérennité des structures (le budget étant difficilement bouclé chaque année).

Les plans Sigma et Delta développés ont joué leur rôle et permis de limiter les effets de l'élévation. Toutefois, le reste de la côte belge a souffert des événements et de l'érosion progressive accentuée par la hausse du niveau. Quelques zones annexes situés au niveau des communes de Oye, Marck, Coquelles ou le Touquet sont surveillées par mesure de précaution.

La population du bassin a légèrement cru mais cette hausse n'est pas la principale cause de l'augmentation des consommations d'eau. L'élévation des températures et du nombre d'épisodes de chaleur intense a entraîné l'accroissement des consommations par habitant sur certaines périodes précises de l'année (les pics de consommation sont plus importants).

L'agriculture a su saisir l'opportunité d'un climat plus propice. Ce secteur a connu progressivement une augmentation des rendements et l'extension des surfaces de cultures qui ne constituaient pas avant la majorité de la production. Ainsi, certaines cultures très consommatrices d'eau comme le maïs sont désormais bien représentées dans la production globale du district. Mais en conséquence, les prélèvements agricoles d'eau ont augmenté afin de maintenir les productions par l'intermédiaire d'une irrigation qui s'est fortement développée. Ils contribuent ainsi en partie à la déstabilisation des ressources et à une intensification de la pression lors des périodes de chaleur intense.

La diminution des consommations par le secteur industriel qui a continué sur les premières décennies XXI^{ème} siècle s'est désormais stabilisée. Elle a en partie contrebalancé les prélèvements accrus pour les usages domestiques.

Le tourisme bénéficie d'un effet positif du réchauffement global. Les activités se sont développées et dynamisent les régions littorales. Toutefois, afin d'assurer la fourniture en eau pour une population plus importante aux périodes de congés, des travaux importants sont nécessaires. Cet état contribue à une accentuation de la pression sur la ressource. En parallèle, l'urbanisation croissante sur le littoral fragilise le milieu dans un contexte où le niveau de la mer s'élève et l'érosion s'accélère.

En raison des différents points évoqués précédemment (compétition pour la ressource, raréfaction, travaux pour des apports alternatifs) et de la compensation par l'évolution des techniques réduisant les coûts, le prix moyen de l'eau a progressé au delà de la valeur de 4,10 € par m³ (atteinte en 2015). De très fortes disparités entre zone littorale, grandes agglomérations et le reste du territoire subsistent. Cette situation conduit les ménages à faire des choix sur leurs achats, la facture d'eau ayant augmentée. Dans certains cas la situation devient intenable. De vifs débats politiques alimentent le sujet.

6.3 Scénario « haut » d'évolution du bassin au regard du changement climatique

La température moyenne a progressé de 3 à 4°C au cours du XXI^{ème} siècle. Les hivers dépassent allègrement les 6°C de moyenne et les vagues de froid se font rares. La période estivale est plus préoccupante avec une température moyenne avoisinant les 22°C. Les vagues de chaleur inquiètent beaucoup les autorités. Le bassin a expérimenté à plusieurs reprises des années comportant plus d'une dizaine de jours de canicule. Le bassin doit fréquemment faire face à des sécheresses s'étalant sur de longues périodes (en moyenne une vingtaine de jours consécutifs sans pluie).

Les précipitations annuelles ont légèrement diminué mais c'est surtout la répartition des pluies dans l'année qui a considérablement changé.

En période hivernale les précipitations ont augmenté de 15 à 20 % suivant la localisation dans le bassin. L'inquiétude porte sur la recrudescence des événements extrêmes (au moins 6 à 8 jours par hiver présentent une pluviométrie supérieure à 10 mm). Les précipitations plus intenses ont déplacé la période de retour des crues en hiver et au printemps. La crue de référence de la Somme en 2001 a été dépassée pendant le siècle. Des inondations identiques à celles des hivers 1998 et 2002 sont revenues suivant des périodes de retour plus basses. Ces quelques épisodes à eux seuls ont engendrés des dommages de plusieurs centaines de millions d'euros mais sur l'ensemble du siècle le coût est bien plus important (on parle de plusieurs milliards d'euros). Les aménagements prévus par les politiques du début du siècle ont été dépassés et ne jouent plus leur rôle dans nombreux cas. Les coûts de réhabilitation ou de reconstruction sont faramineux. De nombreuses réflexions sont menées pour repenser les aménagements. Le prix des assurances catastrophes s'est envolé (système des sur-primés en zones inondables). Dans plusieurs cas, les inondations ont contribué à la disparition d'activités économiques trop durement impactées par les dommages ou les paralysies engendrés. Plusieurs communes rurales et agglomérations souffrent d'épisodes chroniques de lessivage de leur réseau d'assainissement et de coulées de boue (liés à l'imperméabilisation incontrôlée des sols et des épisodes intenses de précipitations). Ces catastrophes font naître un climat d'insécurité et perturbent durablement la vie économique et sociale des populations.

En conséquence, de nombreux biens immobiliers ont vu leur valeur fortement diminuer. Par ailleurs, on constate un certain mal être des populations : une angoisse

s'est généralisée avec la progression des événements catastrophiques et la sensation d'une mauvaise maîtrise de ces derniers.

L'accentuation des inondations pose de plus en plus le problème des champs captant situés en zones inondables. La trop forte perturbation engendrée par les inondations, la raréfaction en été (cf-ci dessous) et la détérioration de la qualité qui en découle (renforcée par la hausse de la température), ont conduit à la fermeture de nombreux captages et rendent plus difficile l'accès à l'eau potable.

Les précipitations sont généralement préoccupantes en été. On estime que celles-ci ont diminué de près de 25 % en moyenne par rapport au XX^{ème} siècle. La pression en été sur la ressource en eau est donc très forte. Elle est aggravée par les vagues de chaleur qui poussent à une surconsommation d'eau.

La recharge des nappes en hiver varie en fonction de la sévérité de la période estivale et de la pluviométrie de la saison hivernale. La progression des précipitations en hiver est essentiellement due à l'intensification des épisodes pluvieux extrêmes. Or ces événements ne contribuent pas à la recharge lente des nappes. De ce fait, les principaux aquifères présentent depuis plusieurs années des déficits en rechargement qui deviennent inquiétants. Les accords bilatéraux sur la nappe calcaire du carbonifère ont été renforcés, les prélèvements sont aujourd'hui quasi inexistantes.

De plus, en été, les sécheresses plus intenses et plus fréquentes conduisent à des prélèvements plus forts qui se traduisent par des baisses importantes des niveaux. Les eaux de surfaces et notamment les zones naturelles humides comme par exemple les marais de l'Audomarois sont rapidement impactés. Afin de maintenir le bon état écologique des cours d'eau et des marais, les prélèvements sont stoppés. Les captages de ces zones ne jouent plus leur rôle. Il a fallu se résoudre à pratiquer plus couramment la dépollution des eaux souterraines, ce qu'on avait voulu éviter jusqu'alors. La zone des Flandres et les grandes communautés urbaines sont très vulnérables (Lille, Calais, Dunkerque, Lens, Douai...). Elles dépendent donc en été de captages beaucoup plus éloignés (jusqu'à plus de 100 km pour certaines). Le déplacement de la pression sur la ressource en eau vers le sud du bassin est à l'origine de vifs débats. Il existe un malaise généralisé des populations vis à vis de la ressource en eau : les prélèvements effectués pour répondre aux besoins des grandes agglomérations sont de plus en plus mal vus dans les zones de captage (soumises à de nombreux arrêtés contraignants). Les conflits liés à l'eau sont exacerbés. Par ailleurs, les investissements sont très coûteux et les dettes s'accroissent.

De nombreux cours d'eau présentent une situation critique en période estivale. Les hauteurs minimales ne suffisent plus pour assurer un bon état écologique et les prélèvements de surface lorsqu'ils existent sont rapidement stoppés au cours de l'année. Les limitations des usages de l'eau se multiplient. La navigation fluviale est souvent perturbée en plusieurs endroits du bassin.

La mer a poursuivi sa progression sur la côte : la hausse totale de son niveau sur le XXI^{ème} siècle, en valeur absolue, a été de plus d'un mètre. Cette élévation n'a pas les mêmes conséquences sur tout le littoral mais la situation générale est très préoccupante. La zone des Wateringues et Tardinghen et l'ensemble de la côte belge

souffrent d'une forte érosion et d'un recul des côtes. Des inondations côtières ont marqué les esprits et causé de très forts dommages. Un épisode similaire à la tempête de 1953 a eu de graves conséquences. Les intrusions d'eau ont progressé sur près de 10 km et touché plus de 100 000 ha de terre. Les villes d'Ostende et de Wenduine sont dans des situations critiques, leur avenir proche reste incertain. Le Conservatoire du Littoral, en France, a vu disparaître près de 350 ha de sites naturels acquis soit près de 10 % de la surface qu'il possède en Nord Pas de Calais (incluant les nouvelles acquisitions du XXIème siècle). Les plans Sigma et Delta se sont avérés insuffisants et doivent être revus. Des intrusions en baie d'Authie et au sud du Touquet ont été observées et ont marqué les esprits.

Il existe un important dilemme sur l'attribution de la ressource en eau entre les principaux secteurs de consommation.

La population du bassin a progressé. On a assisté à des vagues migratoires importantes vers le bassin. La hausse de température généralisée sur l'Europe a fragilisé trop durement les territoires les plus au sud pour maintenir le même niveau de population. Ces flux migratoires ont accentué la pression sur la ressource en eau. Dans le même temps, l'augmentation des températures et du nombre d'épisodes de chaleur intense a fait augmenter les consommations annuelles moyennes du secteur urbain. La demande en période estivale atteint des maxima jamais rencontrés auparavant.

L'agriculture du bassin a dans un premier temps bénéficié de la hausse des températures. Les rendements s'améliorent et les conditions climatiques étant plus favorables, beaucoup d'agriculteurs ont cherché à soutenir leur production et à développer des cultures plus exigeantes en eau. L'intensification initiale de l'irrigation a toutefois rencontré une limite hydrologique. Les demandes en débits lors des périodes d'intense chaleur n'ont plus pu être assurées et l'agriculture est aujourd'hui confrontée à des épisodes chroniques de sécheresse, à une baisse des rendements et un plus difficile accès à l'eau. Un grand nombre d'exploitations ont disparu suite à la multiplication d'années catastrophiques auxquelles elles n'étaient pas préparées.

Le secteur touristique a longtemps tiré profit du changement climatique et contribué au dynamisme du district. Aujourd'hui la problématique de l'eau le fragilise doublement : il est difficile de faire face à l'afflux de touristes qui augmente la pression sur l'eau et certaines activités dépendantes de la ressource ne peuvent plus être assurées. Son avenir reste donc incertain.

Le secteur industriel a maintenu à un niveau satisfaisant ses consommations et ses prélèvements par des efforts technologiques. Toutefois la raréfaction fragilise de plus en plus les activités économiques. En Belgique, la question du refroidissement des centrales nucléaires inquiète particulièrement en été suite à des élévations exceptionnelles de la température de l'eau.

En raison des différents points évoqués précédemment le prix moyen de l'eau a progressé de façon alarmante. L'intervention des pouvoirs publics a été nécessaire afin de réguler le prix moyen qui atteignait des montants insoutenables pour les

populations. L'eau constitue toutefois une part importante du budget, tous secteurs confondus. De vives tensions existent sur les approvisionnements. Les conflits existants peuvent conduire rapidement à des situations de crise qui paralysent la vie du district.

6.4 Eléments pour un troisième scénario

6.4.1 Une évolution différente des précipitations et de la problématique inondation ?

Comme nous l'avons vu, l'un des scénarios climatiques étudié dans le cadre du projet RExHySS et fourni par Météo France (scénario A1B désagrégé) conduit à une évolution différente des grandes tendances mises en évidence pour les régions du nord. Les précipitations moyennes annuelles pourraient baisser de façon significative à l'horizon 2100. Il n'y aurait pas ce profond écart entre des précipitations hivernales progressant et des précipitations estivales se réduisant.

Dans un tel cadre, le bassin ne devrait donc pas avoir à craindre une accentuation du risque inondation par rapport à aujourd'hui. La période de retour des crues pourrait légèrement s'allonger, mais sans grand changement dans l'exposition des populations au risque inondation actuel.

Les impacts associés aux inondations seraient donc très semblables à aujourd'hui.

En revanche, la sécheresse et la raréfaction de la ressource en eau pourraient être plus accentuées avec une recharge plus difficile des nappes et des étiages plus sévères.

Les impacts liés à la sécheresse pourraient être aussi prononcés que pour le scénario « haut » évoqué précédemment.

6.4.2 La remise en en cause par la modification du Gulf Stream ?

Un phénomène qui a tendance à être oublié dans les modèles climatiques est la contribution du Gulf Stream au climat sur la côte ouest de l'Europe.

Le Gulf Stream est un ensemble de courants dont les eaux se réchauffent lors du passage au sein du Golfe du Mexique. Poussé par les vents dominants du sud-ouest et la circulation thermohaline (différence de température et de salinité entre les eaux atlantiques et arctiques), le Gulf Stream se dirige vers les côtes européennes.

Les eaux chaudes circulent en surface, et les froides, en profondeur. Au cours de ce trajet, les eaux de surface transfèrent en partie leur chaleur à l'atmosphère à travers le processus d'évaporation et se refroidissent. Elles deviennent alors plus salées, par conséquent plus denses et donc plus lourdes, ce qui les fait couler à plus de 3 km de

profondeur. Or, le réchauffement climatique, en accélérant la fonte des glaces polaires, conduit à un apport supplémentaire en eaux douces. Ces volumes pourraient remettre en cause la circulation thermohaline et donc le fonctionnement même du Gulf Stream. L'effet bénéfique de celui-ci sur les températures moyennes de l'Europe de l'ouest pourrait ainsi être perdu.

Toutefois les scientifiques restent prudents et mettent en évidence qu'un scénario de refroidissement n'est pas envisageable. Les courants marins ne contribuent qu'à 20% des transferts de chaleur. De plus, c'est par ailleurs un réchauffement qui conduit à l'arrêt du Gulf Stream. De ce fait, les modèles actuels suggèrent que les effets pourraient au mieux s'annuler. Toutefois une réduction du Gulf Stream aurait une influence sur le niveau de la mer. Dans le cadre d'une réduction significative, il pourrait contribuer à une montée des eaux sur les côtes de 50 cm environ.

Dans ce cadre, le scénario d'évolution pour le bassin serait très différent.

Les progressions de température ne seraient plus que légères.

L'évolution des précipitations dans ce cadre resterait floue. Elles pourraient ne varier que légèrement.

Dans ce cadre on pourrait imaginer une légère modification du climat du district, rendant ce dernier légèrement plus agréable. Le bassin bénéficierait de ce changement modéré se traduisant par plusieurs opportunités économiques.

La plus grande préoccupation dans ce cadre resterait donc une hausse du niveau de la mer plus importante sur lequel les efforts devraient se concentrer.

Toutefois, cet élément de scénario reste plus incertain que les prévisions scientifiques avancées précédemment.

6.5 Synthèse des enjeux

A la lecture des principales conclusions scientifiques et suite à l'exercice prospectif de détermination de scénario pour le bassin, quelques enjeux majeurs se dessinent. Il est important de noter que tous ces **enjeux sont déjà pré-existants et dans la conscience collective**. Ceci est en fait un point important du changement climatique : **ce dernier ne va pas faire naître de vulnérabilité spontanée ou inconnue pour laquelle il n'existe aucune réflexion actuelle sur le territoire**. Le changement climatique va **accentuer des fragilités pré-existantes et remettre en cause des modes de gestion ou de développement qui n'ont pas intégré (ou pas suffisamment) la variation supplémentaire due aux phénomènes**.

Ces principaux enjeux dans le domaine de l'eau sont (classés par ordre de probabilité et d'importance) :

- **La raréfaction de la ressource en eau, fragilisée par de multiples critères,**

- La diminution des volumes globaux sur l'année ou sur la période estivale (tant en surface qu'en souterrain),
- La dégradation de la qualité (augmentation de la concentration des polluants par réduction des débits et augmentation de la température),
- L'augmentation des prélèvements (hausse des besoins corrélée à la hausse de la température),
- La fragilisation possible de captages en zones inondables ou sur la côte,
- **L'augmentation des risques sur la côte,**
 - Progression du niveau de la mer,
 - Augmentation de l'aléa de submersion marine,
 - Augmentation de la salinité de territoires (estuaires notamment),
- **L'accentuation du risque inondation sur la période hivernale/printanière** (abaissement de la période de retour des crues).

Indirectement ou de façon parallèle d'autres enjeux se développent :

- Des **enjeux de sécurité des biens et des personnes,**
- Des **enjeux sanitaires et sociaux,**
- Des **enjeux économiques,**
- Des **enjeux environnementaux** (fragilisation accentuée des milieux naturels),

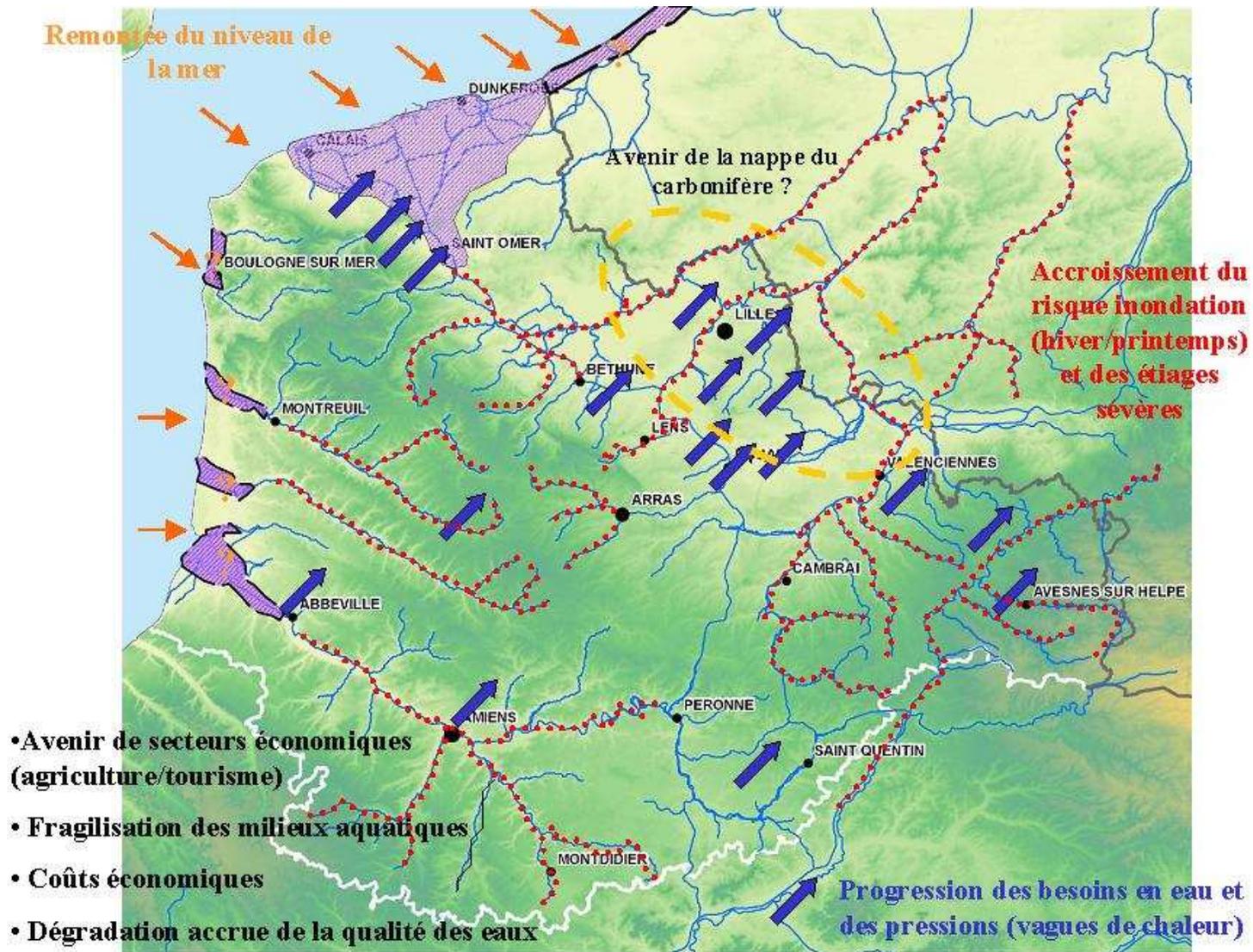


Figure 14 : Synthèse cartographique des grands enjeux pour le bassin

SECONDE PARTIE
ANALYSE DES POLITIQUES ACTUELLES DU
BASSIN

7

Analyse des politiques actuelles sur le changement climatique au regard des évolutions possibles

7.1 Préambule

7.1.1 Un constat simple et deux stratégies nécessaires

« Même si les concentrations de tous les gaz à effet de serre et des aérosols avaient été gardés constants au niveau de 2000, un réchauffement induit, d'environ 0,1 °C par décennie se produirait. », 4^{ème} rapport du GIEC, 2007.

Le constat est donc simple : il y aura des changements des paramètres climatiques et nécessairement des conséquences associées.

A ce sujet, L'ONERC (Observatoire National sur les Effets du Changement Climatique) distingue, tout comme ceci est fait à l'échelle mondiale, les deux types de politiques suivants:

- **La politique d'atténuation**, qui désigne « l'intervention humaine visant à réduire les sources ou à renforcer les puits de gaz à effet de serre ».
- **La politique d'adaptation**, qui est définie comme « la réaction des systèmes anthropiques aux stimuli classiques réels ou prévus ou à leurs effets, en vue d'en atténuer les inconvénients ou d'en exploiter les avantages ».

Le premier type de politique est le plus connu. C'est celui-ci qui, aujourd'hui, prédomine et bénéficie d'un **engouement politique et médiatique**. Les impulsions pour réduire les contributions à l'effet de serre (échelles nationale, régionale, locale, individuelle) sont nombreuses et les politiques de limitation d'émissions de GES se multiplient. Celles-ci donnent **la sensation d'agir concrètement** sur la base du phénomène et se traduisent par des **résultats aisément chiffrables à court terme**.

Toutes ces politiques sont effet nécessaires mais ne seront pas ici analysées étant donné qu'elles ne concernent pas les ressources en eau.

Le second type de politique est pour le moment moins développé. Il implique un **changement dans la façon d'appréhender les politiques de territoires**. Il suppose une **prospective** sur les conséquences du changement climatique, **l'intégration** de celles-ci dans la définition en amont des politiques, puis dans **la réalisation**. Il se base sur un **temps beaucoup plus long** et sur des **thématiques plus larges et aux contours plus flous**. Ce sont, pourtant, ces types de politiques qui doivent être envisagés dans le cadre de la ressource en eau et ce sont ceux-ci que nous analyserons dans ce chapitre 7.

7.1.2 Politiques d'adaptation en France, en Belgique et au Pays-Bas : la relative jeunesse du concept

En 2007, l'Agence Européenne pour l'Environnement (European Environment Agency) a publié un rapport technique sur le changement climatique et la problématique de l'adaptation dans le domaine de l'eau. Ce rapport synthétise pour les pays membres les politiques d'adaptation suivant les enjeux identifiés. Les principaux résultats sont présentés aux figures : Figure 15, Figure 16 et Figure 17.

Table A1.10a Water resource adaptation status in France

| Adaptation measure | Implemented | Planned | Effective/necessary (but not planned yet) | Not relevant/necessary |
|--|-------------|---------|---|------------------------|
| Flood protection | | | | |
| Technical flood protection | X | | | |
| Natural retention of flood water | X | | | |
| Restriction of settlement/building development in risk areas | X | | | |
| Standards for building development | X | | | |
| Improving forecasting and information | X | | | |
| Improving insurance schemes against flood damage | X | X | | |
| Drought/low flow protection | | | | |
| Technical measures to increase supply | X | | | |
| Increasing efficiency of water use | X | | | |
| Economic instruments | X | | | |
| Restriction of water uses | X | | | |
| Landscape planning measures to improve water balance | X | | | |
| Improving forecasting, monitoring, information | X | | | |
| Improving insurance schemes against drought damage | X | X | | |
| Others, please specify: | | | | |
| Coastal zones | | | | |
| Reinforce or heighten existing coastal protection infrastructure | X | X | | |
| Retreat strategies, e.g. managed realignment of dams | | X | | |
| Others, please specify: | | | | |
| General adaptation measures | | | | |
| Awareness raising or information campaigns | X | | | |

Note: Most measures taken were implemented even before climate change awareness became of paramount importance.

Figure 15 : Etat des politiques d'adaptation liées à la ressource en eau en France

Table A1.3 Water resource adaptation status in Belgium

| Adaptation measure | Implemented | Planned | Effective/necessary (but not planned yet) | Not relevant/necessary |
|--|---|---|---|------------------------|
| Flood protection | | | | |
| Technical flood protection | X | X | | |
| Natural retention of flood water | X | X | | |
| Restriction of settlement/building development in risk areas | X | X | X | |
| Standards for building development | X | X | X | |
| Improving forecasting and information | X | X | | |
| Improving insurance schemes against flood damage | X | | (X) | |
| Others, please specify: | | | | |
| Drought/low flow protection | | | | |
| Technical measures to increase supply | | X | X (Flanders) | |
| Increasing efficiency of water use | X | X | | |
| Economic instruments | X | X (Flanders) | X | |
| Restriction of water uses | X (Flanders) | X (Flanders) | | |
| Landscape planning measures to improve water balance | X | X | X | |
| Improving forecasting, monitoring, information | X (Flanders) | X | | |
| Improving insurance schemes against drought damage | | | X | (?) |
| Others, please specify: | | | | |
| Coastal zones | | | | |
| Reinforce or heighten existing coastal protection infrastructure | X | X | | |
| Retreat strategies, e.g. managed realignment of dams | | | | X |
| Others, please specify: | X (Flanders) sluifers implemented in 'De Panne' | X (Flanders) sluifers planned in 'het Zwin, Knokke' | | |
| General adaptation measures | | | | |
| Awareness raising or information campaigns | X | | X | |

Figure 16 : Etat des politiques d'adaptation liées à la ressource en eau en Belgique

Table A1.20 Water resource adaptation status in the Netherlands

| Adaptation measure | Implemented | Planned | Effective/necessary (but not planned yet) | Not relevant/necessary |
|--|--|--------------------------|---|------------------------|
| Flood protection | | | | |
| Technical flood protection | X (raising dykes) | X (room for the river) | | |
| Natural retention of flood water | | x | | |
| Restriction of settlement/building development in risk areas | | x | | |
| Standards for building development | | | | |
| Improving forecasting and information | x | | | |
| Improving insurance schemes against flood damage | | | X (regional water system) | |
| Drought/low flow protection | | | | |
| Technical measures to increase supply | | | X (measures at local level) | |
| Increasing efficiency of water use | | | X | |
| Economic instruments | | | | |
| Restriction of water uses | X (use of priority list water scarcity) | | | |
| Landscape planning measures to improve water balance | | | x | |
| Improving forecasting, monitoring, information | x | | | |
| Improving insurance schemes against drought damage | | | | |
| Coastal zones | | | | |
| Reinforce or heighten existing coastal protection infrastructure | x | x | | |
| Retreat strategies, e.g. managed realignment of dams | X (local. e.g. Wadden islands) | x | | |
| Others, please specify: | X (beach nourishment) | x | | |
| General adaptation measures | | | | |
| Awareness raising or information campaigns | x | X (within ARK programme) | | |
| Others, please specify: | | | | |

Figure 17 : Etat des politiques d'adaptation liées à la ressource en eau aux Pays-Bas

De façon générale, ces synthèses nous permettent de mettre en évidence :

- Que les **trois pays** disposent déjà (ou ont planifié) **des politiques** liées à l'ensemble des **domaines sur lesquels le changement climatique aura probablement un impact**.
- Que ces politiques, toutefois, ont été **développées** dans leur grande majorité **avant que le débat sur le changement climatique ait abouti à un consensus** ; de ce fait elles **n'intègrent que très rarement le sujet**.
- Qu'il existe des **planifications de nouvelles politiques d'adaptation**,
 - Pour la France, notamment sur la question des assurances et de la défense côtière,
 - Pour la Belgique, sur la majorité des problématiques avec un axe fort sur les Flandres,
 - Pour les Pays-Bas, particulièrement sur la défense côtière et la protection aux écoulements/inondations (on notera par ailleurs la

conscience de risques potentiels pour l'alimentation en eau qui jusque là ne constituait pas un enjeu majeur).

Ces synthèses ne présentent pas de l'exhaustivité du recensement des politiques d'adaptation. Néanmoins, elles donnent **une bonne vision du cadre global dans lequel le district est placé**. Elles montrent que **le concept** de politique d'adaptation est encore **relativement jeune** et que son déploiement reste majoritairement à organiser. Ceci fait partie d'un processus normal et long qui successivement a dû : démontrer le processus du changement climatique, valider la problématique au niveau mondial, démontrer des effets possibles aux niveaux locaux, démontrer une inéluctabilité partielle du changement. Logiquement, ces réflexions ont d'abord conduit au développement de la lutte contre le phénomène. Ce n'est qu'une fois les conséquences partiellement inévitables démontrées, que la réflexion sur l'adaptation a débuté.

Si nous nous intéressons à la France par exemple, La Figure 18 a le mérite de montrer cette évolution progressive. De la prise en compte en 1992, 15 années ont été nécessaires pour définir un cadre global de réflexion sur l'adaptation au niveau national : la 1^{ère} stratégie nationale d'adaptation aux conséquences du changement climatique.

| Année | Engagements politiques internationaux | Politiques et organismes nationaux spécifiquement dédiés au problème climat | Politiques et outils territorialisés de gestion du changement climatique |
|-------|--|---|---|
| 1992 | Sommet de la terre à Rio Ouverture de la <i>Convention-Cadre des Nations unies sur les Changements Climatiques</i> (CCNUCC) | Création de la <i>Mission Interministérielle de l'Effet de Serre</i> (MIES) | |
| 1993 | | 1 ^{er} programme d'action lancé par la MIES "Programme français de prévention du changement climatique" | |
| 1994 | Ratification de la <i>Convention Climat</i> 1 ^{ère} communication nationale à la CCCC | | |
| 1995 | | Révision du programme national d'action | |
| 1997 | 2 ^{ème} communication nationale à la CCCC | Révision du programme national d'action | |
| 1999 | | | Circulaire du MATE relative à la prise en compte de l'effet de serre dans les CPER Publication du "Mémento des décideurs" (MIES) |
| 2000 | Loi n° 2000-645 du 2 juillet 2000 autorisant l' approbation du protocole de Kyoto | 1^{er} Programme national de lutte contre le changement climatique (PNLCC) | |
| 2001 | 3 ^{ème} communication nationale à la CCCC | Création de l' <i>Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique</i> (ONERC) | |
| 2002 | Approbation du Protocole de Kyoto par la France dans le cadre de la conclusion du Protocole par la CE | Rapport sur l'effet de serre de l'OPECST 2 ^{ème} conférence nationale de bilan du PNLCC Objectif « Facteur 4 » | Lancement des contrats ATEnEE (contrats d'Actions Territoriales pour l'Environnement et l'Efficacité Énergétique) (ADEME) |
| 2004 | | Lancement du <i>Plan Climat</i> et du <i>Plan National d'Affectation des Quotas</i> (PNAQ) | Lancement des Plans Climat territoriaux |
| 2005 | Entrée en vigueur du Protocole de Kyoto Ouverture du marché européen des quotas d'émissions | 1^{er} rapport de l'ONERC sur l'adaptation | Méthode Bilan Carbone pour les collectivités Publication du <i>guide « Un plan Climat à l'échelle de mon territoire »</i> (ADEME / MIES / AMF) |
| 2006 | 4 ^{ème} communication nationale à la CCCC | Publication du rapport de la mission d'information de l'Ass. nationale sur l'effet de serre Révision du Plan Climat et rédaction d'un 2 ^{ème} PNAQ Adoption de la 1^{ère} stratégie nationale d'adaptation aux conséquences du CC | |
| 2007 | | | Publication d'un recueil d'expériences sur les Plans Climats Territoriaux (MIES, 2007) |

 Programmes/actions liés à l'atténuation

 Programmes/actions liés à l'adaptation

Figure 18 : Politiques aux échelles internationale, nationale et régionale liées au changement climatique de 1992 à 2007 (France).¹⁴

En France, l'ONERC a déterminé une stratégie nationale d'adaptation (publiée en juillet 2007) afin de donner **un cadre global de réflexion aux élus et leurs collectivités**. Elle effectue un rappel de la problématique et notamment de ses conséquences associées. Elle donne ensuite quelques exemples d'actions comme « *préalables à l'élaboration future d'un plan national d'adaptation, qui déclinera un ensemble de mesures précises à prendre aux différents niveaux de décision* ». Elle reprend les grandes questions que se posent les pays de l'Union Européenne et de ce fait nous analyserons les politiques publiques par rapport à ces premiers éléments de réflexion, sur ce que peut et doit être une véritable stratégie d'adaptation.

¹⁴ Source : F.Bertrand, Politiques climatiques des territoires : éléments de réflexion sur un objet naissant. 4ème Université de la Prospective Territoriale en Europe - *Les territoires face aux défis climatiques et énergétiques*, 26 & 27 septembre 2007

7.2 Vision générale de la prise en compte des effets du changement climatique sur les ressources en eau du district

7.2.1 Résumé

Nous l'avons vu, **le cadre général des politiques d'adaptation vient d'être dessiné aux niveaux nationaux**. Par conséquent, il est très probable que les stratégies du district aient été influencées par cet état de faits.

Cependant, nous avons réalisé **une analyse des politiques développées sur le territoire** afin d'identifier clairement où celui-ci se situait par rapport aux enjeux majeurs mis en évidence précédemment. Ce chapitre 7.2 donne une vision synthétique générale. Le chapitre 7.3 permet d'accéder à une analyse détaillée par politique identifiée.

A partir des grandes lignes tracées par les politiques nationales, nous avons repris les exemples concernant spécifiquement les ressources en eau, mis en regard les politiques portant sur les secteurs identifiés et indiqué si ces dernières intègrent d'une façon ou d'une autre le changement climatique. Les résultats sont synthétisés au Tableau 5.

Tableau 5 : Synthèse des politiques d'adaptation sur le district thématique par thématique

| Secteur | Incidences possibles | Exemples de mesures d'adaptation | Politique générale sur la thématique | Intégration du changement climatique (France) | Intégration du changement climatique (Belgique/Pays Bas) |
|-------------------------------------|---|---|---|--|--|
| Ressources en eau | Inondations Contraintes d'approvisionnement en eau, pénuries Problèmes de qualité de l'eau | Aménagement du territoire, urbanisme Protection des ressources existantes Réhabilitation des ressources dégradées Restrictions d'utilisation Protection de la qualité (captages, pratiques agricoles...) | Oui Oui Oui Oui Oui | Non (mais accentuation des mesures pouvant mener à une adaptation partielle) | Non (mais accentuation des mesures pouvant mener à une adaptation partielle) |
| Écosystèmes côtiers et marins | Accentuation de l'érosion, submersion Salinisation (estuaires et aquifères côtiers) Accroissement de la fréquence des surcôtes | Aménagement du territoire (urbanisation) Édification de digues Zones d'inondations contrôlées | Oui Oui | Oui, lancement spécifique d'études | Oui, réalisation d'actions |
| Agriculture | Effets variables sur les rendements Accroissement des besoins en eau (période estivale) | Adaptation des systèmes de culture (choix de variétés, modification des techniques culturales, choix des rotations, etc.) Mise en œuvre de stratégies d'évitement de la sécheresse Amélioration des performance des systèmes d'irrigation | Oui Surveillance Non | Non | Non |
| Bâtiment et infrastructures | Chaleur estivale excessive dans les bâtiments Îlots thermiques (villes) Demande accrue en eau | Normes et pratiques de construction et d'inspection Amélioration de lieux de vie très sensibles à la chaleur estivale Aménagement du territoire, urbanisme Améliorer la protection extérieure et l'environnement intérieur | Cas par cas | Non (mais accentuation des mesures pouvant mener à une adaptation partielle) | Non (mais accentuation des mesures pouvant mener à une adaptation partielle) |
| Transports et activités économiques | Détérioration de routes ou voies ferrées, et risques accrus de coupures Interruptions plus fréquentes des transports fluviaux suite aux crues ou étiages sévères Perturbations des activités (demande en eau, nouveaux besoins et nouvelles demandes, perturbation des marchés) | Mise à niveau des infrastructures de transports Entretien des voies de circulation Analyse prospective / diversification de l'activité / investissements technologiques / Réduction des consommations | Surtout liés à la thématique inondations Cas par cas | Non Début de réflexion | Non Début de réflexion |
| Tourisme | Modification des flux touristiques et des attentes Accroissement des pics de consommation en période estivale | Évolution des activités proposées localement Adaptations liées à la thématique ressource en eau | Evolution progressive au cas par cas | Non | Non |
| Tous secteurs confondus | ----- | Recherche (climat, détermination des conséquences, analyse économique des choix stratégiques) Assurances adaptées Education / sensibilisation Législation (sanctions pour non intégration du changement climatique) | Oui Oui Oui Non | En partie sur le secteur Non Partielle Non | En développement constant En réflexion Partielle Non |

Ainsi l'analyse globale des politiques a montré que sur le secteur français du district **il n'existe pas aujourd'hui de réelles politiques d'adaptation intégrant comme tels les effets du changement climatique. Dans le meilleur des cas** (et c'est la thématique de la remontée du niveau de la mer qui est ici évoquée), **les politiques identifiées viennent d'être lancées** et contribuent dans un premier temps à une meilleure connaissance sur le bassin des impacts. Les stratégies vis-à-vis du changement climatique restent, encore aujourd'hui, majoritairement reliées au principe d'atténuation (ou lutte contre les émissions de GES).

Une analyse précédente menée par l'Unité Mixte de Recherche CITERES de l'Université de Tours avait mis en évidence, en 2007, **ces mêmes conclusions pour la région Nord Pas de Calais** (cf. Figure 19 et Figure 20).

| | Atténuation | | Adaptation | |
|--------------------|---|---|--|--|
| | Dont connaissance des contributions régionales au CC | | Dont connaissance des impacts régionaux prévisibles liés au CC | |
| Nord-Pas-de-Calais | Observatoire régional de l'énergie (installé régionalement de longue date, externalisé puis internalisé au sein de la Région) | Energie (surtout URE et MDE) Logement Habitat (HQE, Isoflo...) Transport TER | Recherche : meilleure connaissance des impacts sur le littoral | Environnement et Biodiversité : Trame Verte et Bleue |
| La Réunion | Observatoire régional de l'énergie (récemment créé – 2006) | Investissement Politique Energie très important (MDE et toutes EnR) Habitat (ECODOM...) Transport : projet Tram-train | Recherche : biodiversité et impacts spécifiques du CC dans les DOM (Erane) NET-BIOME) | Habitat (ECODOM...) |
| Poitou-Charentes | Observatoire régional de l'énergie (cadastre des émissions créé au lancement de la politique Climat en 2004) | Energie (MDE et EnR, surtout agro-énergie) Agriculture & Eco-industries (agro-énergie, biocarburants...) Habitat (programme « 1000 maisons-bois ») Transport TER | | |

Figure 19 : Extrait de la synthèse des politiques liées au changement climatique sur le Nord-Pas-de-Calais (Travaux de l'UMR CITERES de l'Université de Tours).

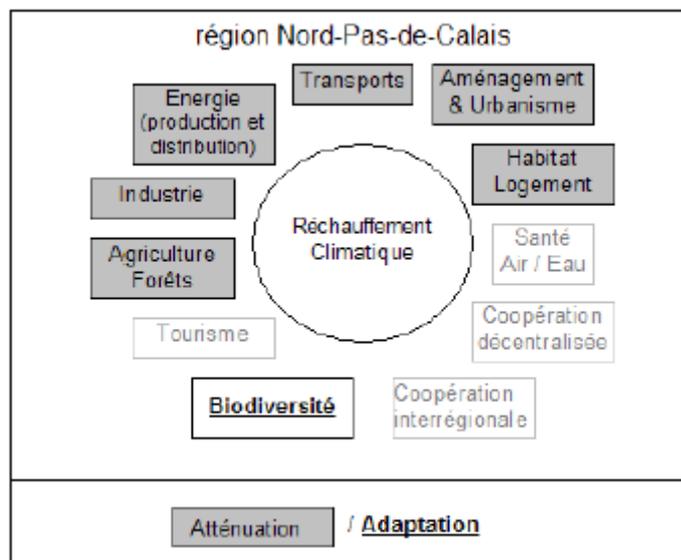


Figure 20 : Résumé de la répartition des politiques liées au changement climatique sur la région Nord Pas de Calais (répartition entre atténuation / adaptation / absence de politiques) . Travaux de l'UMR CITERES de l'Université de Tours.

Les secteurs hollandais et belges montrent une certaine avance dans la réflexion sur l'adaptation, dans le cadre de l'élévation du niveau de la mer. L'intégration de cette donnée dans les politiques de préservation de la zone littorale actuelle y est bien plus forte puisqu'elle est désormais une des lignes directrices des grands programmes de protection. Pour les autres thématiques, la réflexion se situe au même stade que pour le secteur français.

7.2.2 Principales explications concernant la « faiblesse » d'intégration du changement climatique dans les politiques publiques

Les entretiens menés au cours de cette étude et le détail de la bibliographie nous permettent de synthétiser **les principales raisons** qui ont conduit pour le moment à **un faible développement des stratégies d'adaptation** sur le bassin :

- Plusieurs politiques actuelles ont été **développées, débattues avant le consensus sur le changement climatique** (comme par exemple la Directive Cadre sur l'Eau),
- Les **prévisions** apparaissent très souvent **floues, variables, pas assez quantitatives et parfois mêmes contradictoires**. Il apparaît donc dangereux de développer des politiques sur des éléments trop minces,
- Lorsque des prévisions sont avancées, elles le sont à des **échelles qui dépassent le niveau d'action des gestionnaires ou des décideurs**. Les modèles climatiques n'ayant pas encore atteint une méthodologie de désagrégation complètement satisfaisante, il est encore difficile de prévoir à des échelles locales,
- Lorsque des prévisions sont avancées, elles le sont généralement **aux horizons 2100 et 2050** (voir 2030 dans le meilleur des cas). Pour des élus et des gestionnaires qui **planifient dans une gamme de 3 à 6 ans**, l'échelle temporelle reste inadaptée.
- **Les problématiques actuelles** mobilisent d'ors et déjà l'attention et la majorité des moyens, il est difficile de faire passer au premier plan une thématique dont les effets ne sont pas encore bien perçus.

7.3 Analyses détaillées des politiques identifiées

7.3.1 Recherche scientifique sur les scénarios climatiques

7.3.1.1 Secteur français

En France, les scénarios climatiques sont étudiés et fournis par les grands laboratoires de recherche de Météo France et de l'IPSL. La recherche sur la désagrégation est aussi assurée, entre autre, par ces derniers.

Les recherches scientifiques à des échelles plus locales dépendent de ces scénarios, c'est pourquoi **un effort important** est fourni pour mettre à **disposition des simulations climatiques désagrégées** des modèles globaux.

Si la méthode est encore en débat, des recherches ont pourtant été menées en utilisant ces premiers scénarios désagrégés. Le projet RexHySS, que nous avons déjà mentionné, repose sur ceux-ci et permet de donner une vision plus précise pour le bassin de la Somme. Toutefois, il s'agit du seul programme, sur le bassin Artois-Picardie, qui cherche à caractériser plus localement le changement climatique (et ses impacts associés).

Ce retard est notable par rapport à d'autres bassins français comme le Rhône et la Seine pour lesquels le programme GICC (Gestion et Impact du Changement Climatique, programme lancé en 1999 par le Service de la Recherche et de la Prospective du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable) a permis de **définir des évolutions possibles**. De même **des bassins comme celui de la Loire et Adour-Garonne**, qui n'ont pas bénéficié du programme GICC, **rattrapent actuellement leur retard par le lancement d'études et de programmes de recherche**.

7.3.1.2 Secteur belge/hollandais

Dans le cas du secteur belge, on peut mettre en évidence un point important qui diffère avec la France. La Belgique présente une surface plus faible, un étalement moins important et une hétérogénéité climatique moins marquée. La partie flamande du district représente, de plus, un pourcentage important de la surface totale du territoire belge. Dans ce cadre, **un scénario global pour la Belgique peut facilement être appliqué au secteur des Flandres** alors que la même constatation ne peut se faire pour la France et le bassin Artois-Picardie.

L'office belge de la politique scientifique a commandé une étude particulière à l'université catholique de Louvain et à l'Institut Royal de Météorologie : le projet CCI-Hydr. Celui-ci a publié au cours de notre étude les résultats de ses scénarios. Il montre une **analyse avec une maille fine (7 km x 7 km)** et permet d'envisager les

différences de tendance pour des régions précises, notamment les Flandres. De plus il se concrétise par **la création d'un outil « excel » diffusé qui permet à des gestionnaires ou des décideurs de tester des perturbations de son climat suivant trois scénarios.**

Tout comme sur le secteur français, nous ne sommes ici qu'au début des tentatives de régionalisation des scénarios climatiques et de définition plus précise des conséquences à des échelles très locales. Cependant, comme nous l'avons dit, les secteurs belge et hollandais du district pourraient bénéficier plus rapidement des travaux aux niveaux nationaux que le secteur français, en raison de leur application plus directe possible.

Conclusion du chapitre 7.3.1.

- ✓ Prise en compte forte dans les recherches nationales, relatif retard aux échelles locales (problème de la désagrégation).
- ✓ Handicap pour le développement d'autres projets qui permettraient de mieux caractériser les conséquences pour le bassin.
- ✓ Retard du bassin par rapport à d'autres bassins français par exemple dans la recherche et la modélisation du changement climatique.
- ✓ Retard par rapport au processus.
- ✓ Le retard dans la recherche se traduit par un retard dans l'élaboration de politiques qui peut se traduire par des coûts accrus en termes d'effets non pris en compte.



7.3.2 Politiques liées à la gestion des ressources en eau

7.3.2.1 Secteur français

Dans le cadre de la gestion des ressources en eau, nous n'avons identifié **aucune stratégie ou politique qui intégrait le changement climatique pour la définition de ses objectifs et des mesures associées.**

En revanche, dans leur grande majorité **les politiques liées à la gestion de la ressource en eau constituent en elle même une pré-adaptation au changement climatique.** Le problème essentiel ne vient pas du fait qu'il n'existe pas de mesures d'adaptation mais du fait que **ces mesures n'intègrent pas une accentuation des problématiques par le changement climatique.** Toutes les mesures présentées ci-dessous sont concernées par cette remarque.

A- Contrats ATenEE : l'énergie et les GES avant tout

Les contrats AtenEE (Actions Territoriales pour l'Environnement et l'Efficacité Energétique) permettent aux pays, agglomérations et parcs naturels régionaux, constitués ou en cours de constitution, de développer une approche intégrée de l'environnement dans leurs pratiques et leurs politiques. Ces contrats sont définis par la collectivité qui choisit donc ses axes d'interventions. L'amélioration et la gestion des ressources et la **réflexion sur les constructions peuvent théoriquement contribuer à l'adaptation au changement climatique** par : l'utilisation rationnelle de l'eau, la diminution des consommations, l'atténuation des effets des vagues de chaleur et donc des besoins en eau pendant ces périodes, l'amélioration de la qualité de l'eau etc... Toutefois, ces contrats se limitent pour le moment dans leur majorité à une réflexion portée sur l'énergie et la thématique des Gaz à Effets de Serre.

Les trois Parc Naturels Régionaux du bassin recensés comme ayant développé un contrat ATenEE n'échappent pas à cette règle pour le moment (PNR des Caps et Marais d'Opale, PNR Scarpe-Escaut, PNR Avesnois).



|| ✓ Primauté de l'atténuation sur l'adaptation

B- Les Agendas 21 : la réduction des consommations

L'Agenda 21 est un programme d'actions pour le 21ème siècle orienté vers le développement durable. Il a été adopté par les pays signataires de la Déclaration de Rio de Janeiro en juin 1992. Il prévoit :

- la lutte contre le changement climatique,
- la préservation de la biodiversité, des milieux et des ressources,
- la cohésion sociale et la solidarité entre les territoires et les générations,
- l'épanouissement de tous les êtres humains, une dynamique de développement suivant des modes de production et de consommation responsables.

Le bassin est concerné par 2 Agendas régionaux, 2 agendas départementaux, 4 agendas intercommunaux et une vingtaine d'agendas communaux.

Certains de ses agendas sont approuvés et opérationnels, d'autres sont encore en cours de validation. Nous noterons **qu'aucun agenda ne fait référence à une véritable politique d'adaptation au changement climatique** (tandis que les actions pour lutter contre le phénomène sont très fortes). Toutefois, **d'autres actions ou orientations constituent des bases solides pour l'adaptation**. Il s'agit principalement :

- **D'économies d'eau** selon différents modes (compteurs de fuites, développement de la Haute Qualité Environnementale avec des objectifs d'économie de plus de 10 %, campagnes de sensibilisation, études d'économies à l'amont des activités, intégrations de technologie faiblement consommatrices),

- **De la réflexion sur la diversification des ressources et leur renouvellement,**
- D'aide à la mise en place de **systèmes récupérateurs d'eau de pluie.**

Les Agendas 21 prévoient aussi des réflexions sur les inondations (cf. chapitre 7.3.3).



- ✓ Primauté de l'atténuation sur l'adaptation.
- ✓ Pas de politiques d'adaptation en tant que telles.
- ✓ Traitement de plusieurs thématiques impactées par le changement climatique.
- ✓ Retard par rapport au phénomène en l'absence de « calibrage » sur les prévisions.
- ✓ Stratégies généralement au stade de « l'orientation » plutôt que de la « réalisation concrète ».

C- Les services de l'état et la problématique de la sécheresse

Les services de l'Etat sous le pilotage de la DIREN se coordonnent pour le suivi des situations hydrologiques et pour la définition **d'un arrêté cadre interdépartemental**, définissant **les règles et seuils de déclenchement des mesures de restriction** en cas de sécheresse avérée (il sert de base aux arrêtés départementaux qui sont opérationnels et opposables). La thématique de la sécheresse est désormais bien prise en compte avec **le suivi régulier de la situation hydrologique** (bulletin sécheresse) et **l'adaptation en conséquence des arrêtés**. Dans ce cadre des campagnes de sensibilisation et des conseils opérationnels sont donnés pour le changement des comportements et l'économie d'eau.

Un dispositif semblable existe pour **la Picardie** (arrêtés Cadre Somme, Aisne et Oise) avec des objectifs identiques de **suivi et de réactivité**.

Dans les deux cas, il pourra être regretté **l'absence de réflexion prospective sur l'accentuation du phénomène par le changement climatique** et les réponses nouvelles qu'il faudrait apporter.



- ✓ Base solide de la prise en compte de la sécheresse.
- ✓ Amélioration de la connaissance et de la réactivité au phénomène qui ne peut qu'être un atout par rapport au changement climatique.
- ✓ Pas d'intégration des prévisions du changement climatique.
- ✓ Risque d'inadéquation ou d'insuffisance des mesures (à moins que le dispositif soit souple pour incorporer progressivement la perturbation par le changement climatique).

D- Les politiques dans le secteur privé

On notera dans le secteur privé une relative **bonne sensibilisation au changement climatique**.

Dans le cadre de la problématique de la **raréfaction de la ressource en eau**, il existe **une certaine prise en compte chez les entreprises**. On a assisté progressivement au développement chez ces dernières de la **stratégie de réduction des consommations d'eau** (progressant des plus grands groupes jusqu'aux PME).

Il existe aujourd'hui une véritable émulation autour **des propositions de services, de produits et d'innovations technologiques pour développer la réduction des consommations à usage équivalent** (on pourra ici citer les travaux du groupe de développement Aquafutur). Dans la même logique, on assiste à **l'émergence des systèmes de récupération des eaux pluviales**. L'arrêté consolidé du 30 août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments devrait par ailleurs permettre l'organisation d'un marché dynamique autour de la thématique.

Dans le domaine de la **qualité de l'eau**, on ne voit **pas forcément de recherche d'innovation ou de pro-activité** par rapport à une dégradation plus importante liée au changement climatique.



- ✓ Base solide de travail sur les comportements et l'adaptation à « l'utilisation de moins d'eau ».
- ✓ Secteur dynamique d'appui aux changements (entreprises de conseils et d'innovation technologique).
- ✓ Pas d'intégration particulière du changement climatique (la politique est préexistante à la problématique).
- ✓ Il est possible de généraliser encore sur le bassin les pratiques et les solutions techniques, mais est-il possible de toujours consommer moins ?
- ✓ L'engagement dès aujourd'hui dans cette démarche permet un gain non négligeable qui sera encore plus important si la raréfaction se confirme.

E- Les politiques régionales

La région Nord Pas De Calais dispose de deux politiques cadres liées aux thématiques que nous abordons ici :

- **un plan climat régional**, axé sur l'énergie et les émissions de GES (basé sur un fond FRAMEE géré avec l'ADEME pour un budget de 46 millions d'euros),
- **une politique environnementale : « les trames verte et bleue »**, axée sur les milieux naturels et les ressources en eau.

Le plan climat régional n'a pas vocation à préparer l'adaptation au changement climatique (c'est une politique de lutte). Nous noterons cependant que les objectifs de construction **Haute Qualité Environnementale** (par exemple pour les lycées) prennent en compte des **stratégies de réduction des consommations d'eau**. Elles contribueront indirectement aux politiques de préservation des ressources et d'adaptation à une éventuelle raréfaction.

« Les Trames verte et bleue » sont le cœur de la politique cadre sur les milieux naturels, en partant de la constatation que la biodiversité a été fortement érodée sur le territoire. Elles visent à **restaurer des corridors écologiques et à préserver les milieux naturels. Le lien à la ressource en eau y est très fort**. Toutefois, celles-ci ne prennent pas en compte le changement climatique en tant que tel.

Il est prévu, par ailleurs, **un outil SIG très pointu** (développement par le BRGM) recensant l'ensemble des données sur les nappes de la région et mis à disposition des collectivités afin de leur permettre **une réflexion sur l'état des ressources et sur les marges de manœuvre dont elles disposent**.

La région cherche aussi à appuyer la thématique de **la récupération des eaux pluviales**, toutefois les installations ont encore du mal à évoluer en raison, jusque récemment, de l'inexistence **d'une législation ferme** sur la thématique.

Au sein du Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire, la région Nord Pas De Calais a prévu **la constitution d'un collège régional de la prospective**. Il a comme mission principale d'assurer une production publique de prospective pour la région et d'en favoriser la mise en débat (programmation annuelle éclairant l'action publique par l'apport d'expertises et d'expériences extérieures à l'institution). Il s'agira d'évaluer les futurs possibles dans un souci d'adaptation permanente des politiques publiques. Dans le cadre de l'enjeu numéro 5 du SDRAT « Reconquérir l'environnement et améliorer le cadre de vie », les réflexions du collège de la prospective devraient prendre en compte le changement climatique. La relative jeunesse de cette initiative ne permet pas encore d'avoir un retour sur les travaux effectués. Elle devrait dans tous les cas constituer une référence dans l'anticipation et la préparation de l'adaptation.

Nous pouvons dire qu'il existe une forte conscience du phénomène et de ses conséquences probables mais que pour les nombreuses raisons que nous avons évoquées au chapitre 7.2.2, le changement climatique ne peut encore être intégré dans la définition des politiques.

La région Picardie se place dans la même dynamique que la région Nord Pas de Calais. L'analyse du Contrat de Projets Etat-Région 2007-2013 révèle le même type de projets : Plan climat, gestion de la biodiversité et des cours d'eau, des inondations et de la qualité de la ressource (notamment Plans Somme et Oise). Là encore les conclusions sont les mêmes que pour la région Nord Pas de Calais.



- ✓ Bases pour la réflexion.
- ✓ Investissements dans de nombreuses politiques environnementales.
- ✓ Pas d'intégration des conséquences du changement climatique dans la définition des politiques.
- ✓ Primauté de la stratégie d'atténuation (GES) sur la stratégie d'adaptation.

F- Le 9^{ème} programme d'interventions 2007-2012 et les suivants ?

Le 9^{ème} programme d'intervention de l'agence de l'eau couvre **les thématiques liées aux ressources en eau qui risquent d'être significativement impactées par le changement climatique**. Les dix grands objectifs, auxquels sont liées plusieurs actions et mesures techniques, couvrent les problématiques évoquées et contiennent **une part d'adaptation** (économie d'eau, amélioration de la qualité...). Toutefois **aucune référence à des politiques d'adaptation au changement climatique n'est faite**. En effet, ce programme apporte des réponses essentielles à la **Directive Cadre sur l'Eau qui elle même n'avait pas intégré le changement climatique dans la définition des objectifs** (sujet encore en débat à l'époque).



L'analyse que nous pouvons donc en faire est la suivante :

- ✓ Il existe un socle solide de mesures prévues qui traitent des thématiques de fond pouvant être impactées par le changement climatique.
- ✓ Le programme est développé pour 5 ans, il laisse donc des possibilités pour la redéfinition d'objectifs et l'intégration progressive du changement climatique.

G- SDAGE et SAGE

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Artois-Picardie reprend les grands principes du 9^{ème} programme de l'Agence de l'Eau. **Le changement climatique y est mentionné mais non intégré dans la réflexion et les objectifs**. Il faut bien noter que le SDAGE peut encourager la prise en compte du changement climatique, dresser des objectifs et des orientations fondamentales, mais sa portée n'est pas de préconiser des actions cadrées pour un territoire très précis (comme des grands travaux, le lancement d'études, le déplacement de populations, etc...).

Les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux ont une portée juridique encore plus forte. Le Bassin Artois-Picardie compte actuellement 14 SAGE, dont 2 mis en œuvre (les autres restant en cours de validation ou d'approbation). Tous ces SAGE s'axent sur des thématiques comme **la sauvegarde de la ressource en eau et les économies qui peuvent être faites**. Ils intègrent aussi la **dimension inondation**. Néanmoins, **aucun SAGE ne fait mention d'une intégration**

particulière du changement climatique (ni dans les objectifs, ni dans les études réalisées, ni dans les scénarios d'évolution).

H- L'inconnu du secteur agricole

Le secteur agricole reste probablement celui pour lequel une stratégie d'adaptation sur un long terme est difficile à isoler.

Il serait en effet compliqué de définir aujourd'hui les choix de cultures et d'équipements quand, dans le même temps, le secteur ne dispose d'aucune visibilité sur l'évolution des marchés et de la législation. La production se déterminant année par année et les changements probables devant s'étaler sur plusieurs décennies, il est trop tôt pour voir apparaître dès aujourd'hui une véritable stratégie. Par ailleurs, il faut aussi rappeler que les adaptations resteront des initiatives individuelles éventuellement sur conseils des structures du monde agricole (DRAF, DDAF, Chambres d'Agriculture, Coopératives...). On pourra souligner les opérations de type **Irrimieux** (soutenus notamment par les Chambres d'agriculture, les DDAF et les régions) qui visent à optimiser les projets d'irrigation pour engendrer moins de prélèvements et donc moins d'impacts sur les ressources en eau.

En revanche, on peut regretter **l'absence de travaux prospectifs sur le changement climatique**. Le territoire ne dispose pas d'analyses sur les évolutions potentielles des productions et des besoins en eau associés. De tels travaux permettraient probablement de mieux envisager les choix qui seront opérés et leurs conséquences sur les ressources en eau.

7.3.2.2 Secteur belge/hollandais

Des mesures ont été prises afin de résoudre les problèmes actuels de gestion de l'eau en Flandres. Elles contribueront à **atténuer la pénurie des ressources en eau**. Une vaste **campagne d'information** visant à promouvoir les économies d'eau a été lancée en 2000 et se poursuit actuellement. Certaines mesures qui seront évoquées dans le chapitre sur la prévention des inondations contribueront également à l'adaptation partielle aux impacts sur la disponibilité de l'eau.

Les entreprises du secteur belge, comme pour le secteur français, ont bien intégré les **notions de réduction des consommations et de recyclage/réutilisation des eaux**. Le même frémissement sur ce marché se fait sentir. Il apparaît comme **encore possible de réduire les consommations** même si de très gros progrès ont été réalisés. A ce titre, la technologie développée par l'IWVA (Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne Ambacht ou Intercommunale des eaux de la région de Furnes), permettant de **réutiliser les effluents traités pour la consommation d'eau potable**, est un cas exemplaire des stratégies pouvant être développées dans le cadre d'une raréfaction de la ressource en eau. Cette technologie repose sur la **ré-infiltration des effluents dans les dunes permettant une recharge de la nappe**.

En revanche, dans le secteur agricole cet aspect semble encore peu répandu étant donné qu'on a même assisté à **une progression des consommations corrélée à une progression des cultures hors sol, sous serres.**

Les mesures actuelles relatives à la qualité des eaux de surface et souterraines (notamment par rapport aux nitrates) sont jugées comme suffisantes pour permettre de maintenir une eau répondant aux critères de qualité sans progression trop excessive de son prix.



- ✓ Base solide de travail sur les comportements et l'adaptation à « l'utilisation de moins d'eau ».
- ✓ Secteur dynamique d'appui aux changements (entreprises de conseils et d'innovation technologique) et innovant.
- ✓ Pas d'intégration particulière du changement climatique (les politiques sont préexistantes à la problématique).
- ✓ Il est possible de généraliser encore sur le bassin les pratiques et les solutions techniques, mais est-il possible de toujours consommer moins ?

7.3.3 Politiques liées aux d'inondations

7.3.3.1 Secteur français

A- DIREN, le service de prévision des crues

Le bassin Artois-Picardie bénéficie d'un système de prévision des crues (hébergé par la DIREN Nord Pas De Calais).

Il a pour mission :

- **la surveillance, la prévision et la transmission de l'information sur les crues** sur les tronçons de cours d'eau surveillés par l'Etat, via la procédure de vigilance mise en place depuis le 11 juillet 2006 (carte de vigilance des crues),
- **la capitalisation d'informations et l'expertise** dans le domaine des inondations,
- **l'appui aux collectivités** souhaitant mettre en place, pour leurs besoins propres et sous leur responsabilité, une surveillance des crues sur des cours d'eau non surveillés par l'Etat.

Dans ce cadre de fortes coordinations sont prévues avec les collectivités locales ou les syndicats mixtes les représentant.

Parallèlement de **nombreuses études et programmes d'aménagements** sont menés pour réduire l'exposition des populations au risque inondation.

Toutefois, aujourd'hui **aucune étude ou aucun programme d'aménagement ne semble avoir essayé d'intégrer l'incertitude due au changement climatique**, voire l'accentuation probable des phénomènes extrêmes d'inondations. Il semblerait qu'aujourd'hui la problématique majeure de l'imperméabilisation des surfaces prédomine dans les réflexions sur les possibilités dues au changement climatique.

B- Agendas 21

Les mêmes conclusions qui ont été avancées dans le chapitre 7.3.2.1B- sont valables pour la thématique inondation. Il est souvent avancé qu'il est nécessaire **d'amplifier l'effort en matière d'acquisition de connaissances et de diffusion**, de développer des **outils de prévision, de renforcer la mise en place d'outils de gestion** en cas de crise mais aussi **d'augmenter l'information et à la sensibilisation des acteurs économiques, des associations et des habitants**. Là encore il s'agit majoritairement d'orientations et la définition des mesures n'intègre pas encore les effets du changement climatique.

C- Le bénéfice du programme GICC – le projet RexHySS

Comme nous l'avons vu, le projet RExHySS évalue l'impact du changement climatique d'origine anthropique sur les extrêmes hydrologiques dans les bassins versants de la Seine et de la Somme. Le bassin Artois-Picardie **bénéficie donc du programme national GICC** qui finance le projet, à travers les études de scénarios sur la Somme. Il s'agit du **seul projet de ce type** développé sur le bassin Artois-Picardie à notre connaissance. Dans ce cadre il est impossible de connaître les réactions des autres sous-bassins versants à des scénarios de changement climatique.

Synthèse pour le secteur français

- ✓ Grands programmes de suivis et de connaissances.
- ✓ Structures cadres pour la prévision, l'alerte et la gestion du risque inondation.
- ✓ Pas d'intégration du changement climatique dans les politiques.
- ✓ Méconnaissance des impacts hydrologiques pour le bassin Artois-Picardie tempérée uniquement par le projet RExHySS pour la Somme (mais projet non décidé à l'échelle locale).
- ✓ Possible sous-évaluation du risque futur dans le cadre d'une modification des périodes de retour des crues et donc d'une sous-estimation des projets actuels.
- ✓ En corollaire, possible retard par rapport aux coûts futurs des inondations.

7.3.3.2 Secteur belge

Dans sa majorité la politique de gestion et de lutte contre les inondations en Belgique se fonde sur des modèles de risques prenant généralement en compte une analyse coûts-avantages. Cependant, certains **effets sont très souvent minimisés ou oubliés**. Tout comme les aspects sociaux et écologiques, **les coûts et les effets du changement climatique ne sont pas (ou peu) intégrés**. De ce fait, certaines mesures pourront apparaître suffisantes à court terme mais incomplètes aux horizons du changement climatique.

En Région bruxelloise, les politiques reposent sur les éléments suivants :

- ✓ Un réseau de bassins d'orage (plus d'une dizaine), la plupart étant enterrés. Ils sont dimensionnés de manière à pouvoir absorber des crues de période de retour 10 ans. Il est envisagée que cette périodicité puisse passer à environ 6 ans, ce qui sans remettre en cause l'utilité des bassins conduirait à une moins bonne protection et **donc à une inadéquation de la politique en l'état actuel**.
- ✓ L'amélioration de l'infiltration de l'eau dans le sol et la rétention de l'eau à la source par :
 - **La récupération des eaux de pluie** (les citernes d'eau de pluie sont obligatoires dans les nouveaux logements),
 - **la limitation des surfaces construites**,
 - **le choix de matériaux poreux**,
 - **des plantations et l'installation de toitures vertes**.

En Région flamande, les politiques reposent sur les éléments suivants :

- ✓ Le **contrôle systématique des projets de bâtis** pouvant avoir une incidence hydrologique et pouvant aboutir :
 - à la **définition de mesures spécifiques** (comme une perméabilisation de certaines surfaces),
 - au **refus de bâtir**.
- ✓ La définition de **zones « éponges » et zones « tampons »** dans le cadre d'une politique de prévention.
- ✓ L'obligation par la **législation de souscrire à des assurances inondations** (sans toutefois intégrer le changement climatique) et la **future délimitation de zones d'inondations où toute nouvelle construction ne pourra se voir plafonner son assurance inondation**.

Nous mentionnerons aussi ici le projet de recherche **ADAPT**, dont l'objectif principal est de développer et tester un outil d'évaluation des mesures d'adaptation, sur la base de l'analyse coûts-bénéfices, dans le cadre large du changement climatique. Le projet comporte deux phases :

- **Une étude de synthèse** sur la connaissance des effets du changement climatiques (impacts, intensités et progression dans le futur).
- **Une étude de cas pour le développement et la mise en application de l'outil.** Pour ce faire, c'est la thématique inondation dans deux bassins hydrographiques qui a été choisie.

L'analyse des stratégies d'adaptation se fera suivant les étapes suivantes :

- **L'évaluation du changement dans les inondations** des bassins hydrographiques induit par le changement climatique,
- **L'évaluation des impacts indirects des inondations** sur les zones vulnérables,
- La détermination de **mesures d'adaptation**,
- L'évaluation des **coûts des mesures**,
- **L'analyse coûts bénéfiques de projets.**

L'intégration du changement climatique se fera notamment par l'analyse et la prise en compte de l'incertitude qu'il introduit. Au final, l'outil devrait produire des **résultats très concrets** appuyant fortement **la prise de décision par les élus et les gestionnaires.** Aujourd'hui la première phase (étude de synthèse) a fait l'objet d'un rapport et les études de cas ont été lancées et font l'objet de résultats préliminaires.

Synthèse pour le secteur belge :

- ✓ Grands programmes de suivis et de connaissances.
- ✓ Structures cadres pour la prévision, l'alerte et la gestion du risque inondations.
- ✓ Pas d'intégration du changement climatique dans les politiques.
- ✓ Début de caractérisation plus précises des conséquences directes et indirects du changement climatique.
- ✓ Début de développement d'outils pour l'appui aux gestionnaires et aux élus.



7.3.4 Politiques liées au littoral et au niveau de la mer

7.3.4.1 Secteur français

A- Le programme de la DIREN

La DIREN a lancé un **ambitieux programme sur le changement climatique** et les aléas de submersion sur le littoral. Celui-ci se compose :

- d'une synthèse bibliographique sur la thématique (réalisée),
- d'une phase de synthèse des connaissances et de mobilisation des données sur les inondations constatées,
- d'une caractérisation plus fine sur les ouvrages au niveau du territoire (Etude VSC des ouvrages de défense à la mer),
- d'une étude de 2 plans de prévention des risques dans le Pas-de-Calais, (un PPR pour les côtes à falaises, approuvé, et un pour les côtes basses meubles, en cours),
- d'une étude d'aléa multi-risques sur les zones littorales basses du département du Nord (en cours),
- d'un relevé topographique haute-définition du littoral (fait) et des zones basses arrière-littorales (hiver 2008-2009) ,
- du lancement en 2009 d'une étude de l'aléa de submersion marine en lien avec le changement climatique.

L'objectif de la dernière étape est de **caractériser par cartographies, l'aléa de submersion marine (déterminé par modélisation) suivant différents scénarios** intégrant le changement climatique (jusqu'à 40 cm d'élévation dans les scénarios haut). Le programme vise des résultats fins et opérationnels pour la région. Les résultats très contextuels et crédibles sont attendus pour la fin 2010. Ils doivent déboucher en parallèle sur la définition de stratégies pour le littoral. L'opération totale serait chiffrée à près de 2 millions d'euros.

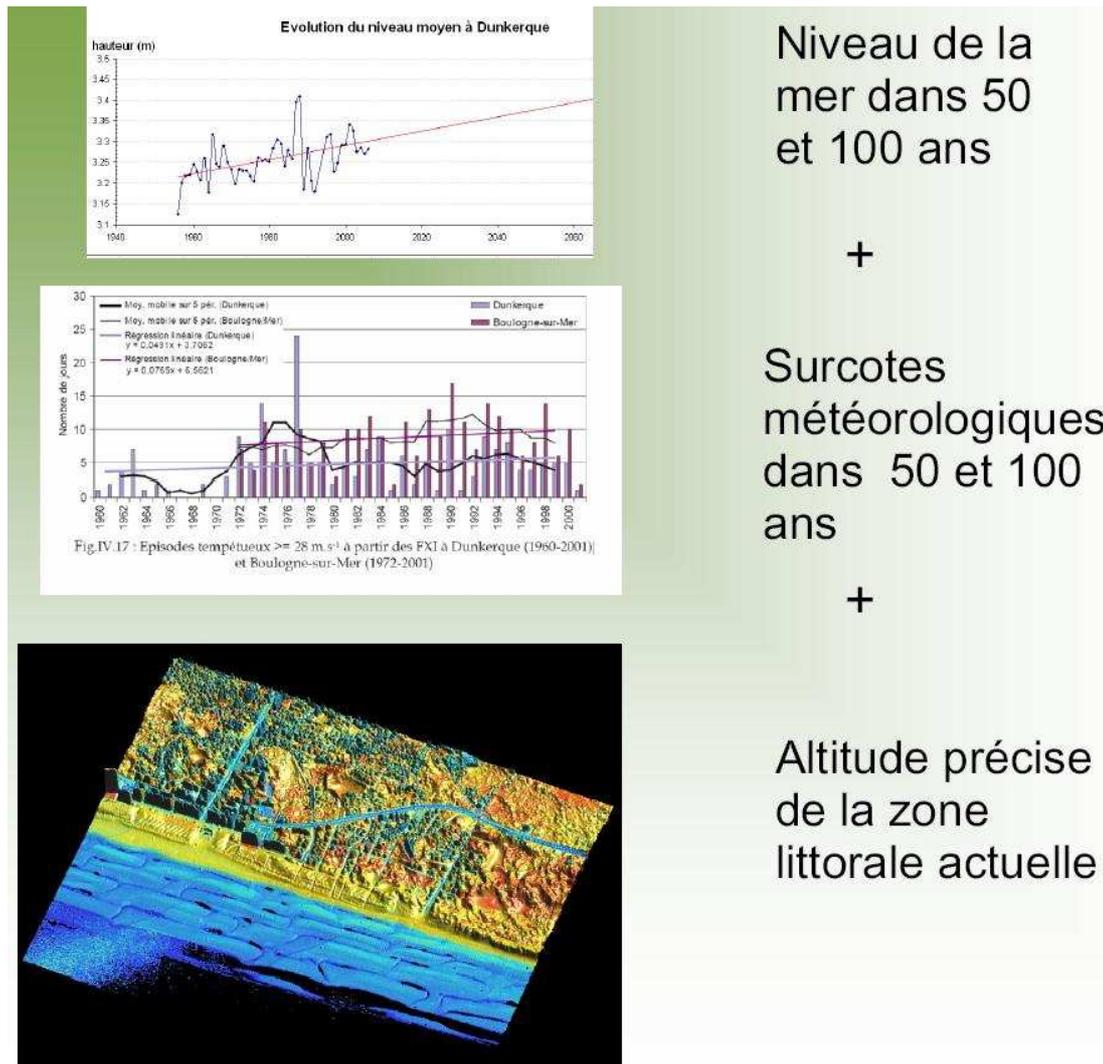


Figure 21 : Illustration du projet d'études de la DIREN sur l'aléa de submersion intégrant le changement climatique aux horizons 2050 et 2100 (présentation DIREN du 16 juillet 2008 au MEEDDAT).

B- Les études du Conservatoire du Littoral

Le Conservatoire du Littoral étudie depuis 2005 les conséquences du changement climatique sur les territoires qu'il a acquis. Il a développé une réflexion basée sur **l'exposition de ses sites à l'érosion et à la submersion dans le cadre de scénarios à l'horizon 2100**. Ces études ont permis de mettre en évidence la grande fragilité des sites dans le Nord Pas De Calais et les risques de voir disparaître plusieurs centaines d'hectares de sites. Elles contribuent à **une meilleure connaissance des futurs possibles et des besoins en adaptation pour le bassin**.

C- L'étude de l'Institution des Wateringues

L'Institution des Wateringues a réalisé une étude (achevée en avril 2008) sur **les conséquences du changement climatique pour le territoire des Wateringues à moyen et à long terme**. La zone particulièrement sensible à la remontée de la mer et aux risques d'intrusions, a été analysée dans le cadre **d'un scénario s'axant sur une élévation de 30 cm du niveau de la mer à l'horizon 2050**. Cette étude s'est axée sur **les faiblesses et la pérennité des ouvrages du système de protection et de pompage**. Dans le cas d'un scénario d'élévation de 30 cm le système serait toujours opérationnel mais les faiblesses existantes seraient aggravées. Une telle élévation pourrait être équilibrée par des pompages plus forts, mais se traduiraient aussi par des coûts de fonctionnement globaux plus importants sur ce large territoire. L'étude met en évidence l'urgence de procéder à des interventions sur certains systèmes afin de les fiabiliser et les pérenniser. Elle constitue aussi une base solide pour l'aide à la décision et la définition d'investissements prioritaires dans le cadre du changement climatique.

Dans le cas d'un scénario de remontée de la mer plus accentuée, le système actuel serait très probablement dépassé et nécessiterait des interventions et des travaux encore plus conséquents.

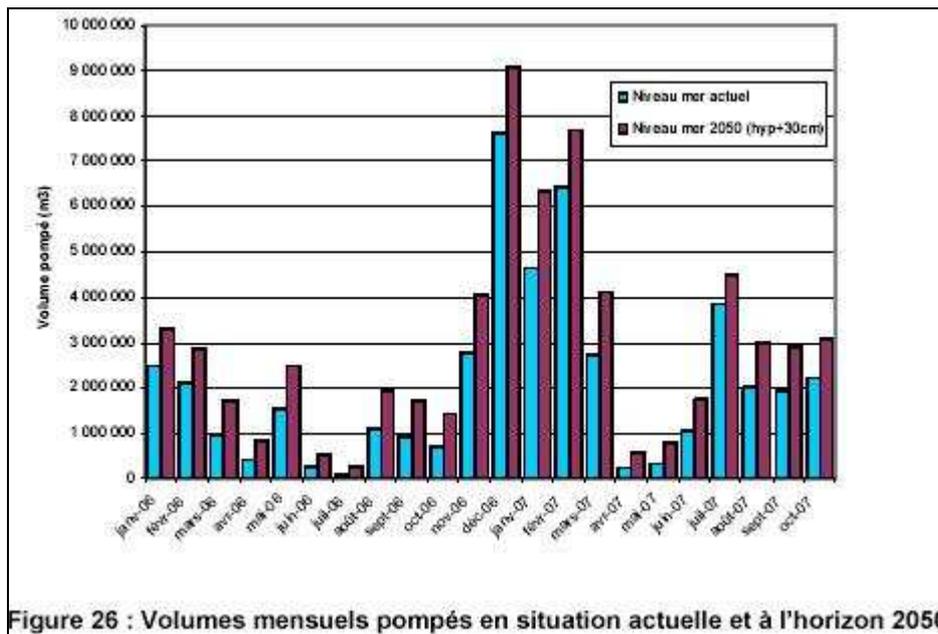


Figure 22 : Exemple des résultats de l'étude intégrant le changement climatique et ses effets sur le territoire des Wateringues – l'évolution des pompages nécessaires¹⁵

¹⁵ Source : Rapport final avril 2008, Evaluation des conséquences des évolutions climatiques prévisibles sur l'évacuation des crues dans le territoire des Wateringues à moyen et long terme. Stucky.

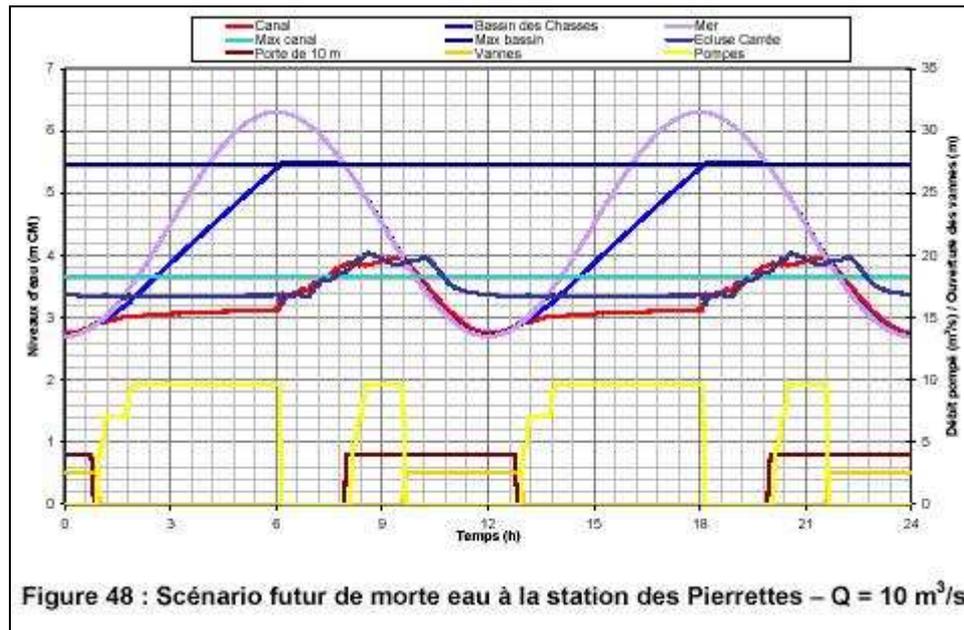


Figure 23 : Exemple de simulation d'un état futur sous l'angle du changement climatique, niveaux d'eaux à la rivière Neuve en 2050¹⁶

7.3.4.2 Secteur belge/hollandais

L'érosion sur le littoral du district est l'une des plus marquées en Europe (près de 3 mètres par an). Les littoraux belge et néerlandais sont coutumiers du risque inondation. De ce fait, il existe **une très forte culture de prise en compte des submersions par la mer.**

Pour ce faire deux plans ont été développés : **le plan Sigma** (côté belge) et **le plan Delta** (côté hollandais). Actuellement le niveau de risque est estimé à une inondation tous les 350 ans. Partant de la constatation que cette fréquence risque de passer à 1 inondation tous les 25 ans d'ici à 2100, les plans Sigma et Delta ont été **révisés pour incorporer les effets du changement climatique. Ces plans prennent aujourd'hui en compte une élévation probable de 60 cm du niveau de la mer.** Ainsi les trois axes d'intervention et les mesures qui les accompagnent (rehaussement de digues par utilisation des sédiments fluviaux, pratique de la dépollérisation et double renforcement des digues) ont été définies suivant ce critère fondamental.

Ces ambitieux programmes, combinant mesures techniques et réflexion sur l'aménagement de l'espace, **disposent de budgets de plusieurs centaines de millions d'euros à la hauteur des travaux envisagés.**

¹⁶ Source : Rapport final avril 2008, Evaluation des conséquences des évolutions climatiques prévisibles sur l'évacuation des crues dans le territoire des Wateringues à moyen et long terme. Stucky.

Parallèlement à ces plans, nous noterons que des chercheurs belges participent au **projet Safecoast47 de l'Union européenne**, dont l'objectif est de protéger les côtes de la mer du Nord.

Synthèse du chapitre 7.3.4.

- 
- ✓ Degré de prise en compte très fort.
 - ✓ Développement de connaissances solides pour la définition de stratégies.
 - ✓ Pro-activité des secteurs belges et hollandais (stades des actions) sur le secteur français (stade des études).
 - ✓ Prise en compte d'un scénario moyen, bonne cohérence des plans avec les prévisions pour la fin du XXIème siècle.
 - ✓ Pas de chiffrage possible, mais très forte probabilité d'un gain entre coûts d'adaptation et coûts potentiels de submersions.

TROISIEME PARTIE OPPORTUNITES POUR LE BASSIN ARTOIS- PICARDIE

8

Analyse des opportunités pour des nouvelles techniques et nouveaux modes de gestion

L'objectif de cette dernière partie est de déterminer à la lumière des données exposées précédemment, les opportunités de développement sur le district. A la croisée des futurs possibles et des politiques actuelles, il est possible de déterminer les carences du territoire en termes de stratégies. En s'inspirant des programmes sur d'autres bassins en Europe, voire dans le monde, on peut déterminer ce qui est faisable en s'appuyant sur les points forts du bassin.

8.1 Opportunités scientifiques

8.1.1 Structure de soutien à la recherche pour l'adaptation

8.1.1.1 Modèles d'inspiration

Le Royaume-Uni a mis en place une structure dédiée à l'adaptation dès avril 1997, le « UK Climate Impacts Programme » (UKCIP), qui dépend du ministère chargé de l'Environnement (DEFRA). Son rôle est d'aider les organisations à évaluer la manière dont ils seront affectés par le changement climatique, afin qu'ils puissent s'y préparer. Il tient à la disposition des usagers des scénarios régionaux de changement climatique. L'UKCIP est une structure de dix personnes hébergée par l'université d'Oxford. Il a publié de très nombreux rapports et guides, notamment sur les aspects sectoriels et sur les aspects économiques.

Au Canada, le programme national sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques finance la recherche et les activités qui permettent d'approfondir la connaissance de la vulnérabilité du Canada aux changements climatiques, de mieux évaluer les risques et avantages liés aux changements climatiques et d'élaborer un processus décisionnel judicieux en matière d'adaptation. Le programme facilite également la collaboration entre les divers intervenants et chercheurs dans le cadre du Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation.

8.1.1.2 Opportunités

S'il existe aujourd'hui des stratégies et des réflexions au niveau national en France, en Belgique et au Pays-Bas, celles-ci ne sont pas encore déclinées pour des territoires précis comme le district..

Au niveau du district une cellule pourrait être envisagée pour faire de l'appui aux gestionnaires et au décideurs (proposer des scénarios, diffusion des études et des conséquences, établir des consensus sur les hypothèses de travail, faire le lien entre les travaux amont-aval). De plus, des partenariats d'échanges et de savoir pourraient être organisés pour le bassin sous son impulsion. La Commission Internationale de l'Escaut, de part sa vocation aux échanges transfrontaliers, semblerait s'avérer une structure particulièrement pertinente pour héberger un tel groupe de travail. Il existe donc une forte opportunité pour la mise en place d'une structure dynamisant la réflexion et les travaux adaptés au district.

8.1.1.3 Analyse sommaire de faisabilité

Faisabilité : la création d'un environnement favorisant la recherche pour l'adaptation ainsi que les échanges de savoirs et de méthodologie nous semble aisée à mettre en place sur le territoire. L'exemple du colloque d'Anvers montre déjà les capacités à fédérer les acteurs autour d'un projet. L'existence de la Commission Internationale constitue un cadre favorable à la création d'une structure d'échanges, de coordination et d'appui aux projets concernant le changement climatique sur le territoire.

Effets attendus : les effets attendus peuvent être rapidement visibles comme le lancement de programmes de recherches spécifiques comportant des études de cas précis pour aboutir à la mise en place de stratégies (intégrant pour certaines des dimensions transfrontalières absolument indispensables). Les échanges de savoirs peuvent rapidement s'organiser au travers de plates-formes d'échanges utilisant les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication, mais aussi autour de rencontres régulières et de groupes de travaux. Le bassin pourrait disposer rapidement d'un socle commun pour l'élaboration de stratégies.

Durée de mise en place : un bon fonctionnement du système peut être atteint en quelques années (environ 5 ans) avec un investissement fort des acteurs.

Financement : ceci nécessiterait des financements transfrontaliers et probablement européen.

Acteurs concernés : Agence de l'Eau, CIE, gouvernements nationaux et services déconcentrés, Région des Flandres, Région Nord Pas De Calais...

8.1.2 Opportunités en programmes de recherche pour la préparation de l'adaptation

8.1.2.1 Modèles d'inspiration

Le district pourrait bénéficier :

- des programmes européens, tels le projet ENSEMBLES devant se terminer en août 2009 et qui permettrait le développement d'un système de prévision du changement climatique estimant objectivement les incertitudes de l'échelle saisonnière à l'échelle décennale et mettant en parallèle les résultats obtenus avec les politiques socio-économiques,
- des réflexions en prospective menées au sein du collège de la prospective du conseil régional Nord Pas de Calais (qui a pour but de dresser des futurs possibles de la région suivant les orientations prises et des problématiques comme le changement climatique),
- des enseignements (notamment méthodologiques) du programme GICC et de ses déclinaisons en France (particulièrement sur la Seine et sur le Rhône),
- des enseignements des travaux d'EDF menés sur des grands fleuves français (étude des perturbations des débits et température de l'eau par le changement climatique),
- des futurs travaux menés sur le bassin de la Loire suite à l'appel récent à projets de recherche au cours de l'été 2008 par l'Etablissement Public Loire,
- des études prévues sur le bassin International de la Meuse notamment par l'Etablissement Public d'Aménagement de la Meuse et de ses Affluents (EPAMA),
- de la prochaine étude sur les conséquences du changement climatique sur les politiques publiques en Lorraine (dont le Service d'études du Secrétariat Général pour les Affaires Régionales assure le pilotage).
- des travaux du programme européen Floodsite,
- des études de l'Université de Berkeley sur le coût des impacts du changement climatique sur l'eau en Californie.
- de l'étude sur les coûts économiques d'une pollution accrue des eaux souterraines par les nitrates au Canada
- des travaux de l'INRA sur la réduction de la vulnérabilité à la sécheresse.
- de l'adhésion récente de la Politique scientifique fédérale belge au projet CIRCLE - «Coordination de la recherche sur l'impact climatique dans une Europe élargie» - qui vise à coordonner la recherche européenne sur l'évaluation de l'impact des changements climatiques et

sur les mesures d'adaptation, afin de faciliter l'élaboration de stratégies d'adaptation effectives, efficaces sur le plan économique et réalisables.

- ...

8.1.2.2 Opportunités

Nous l'avons vu, le déficit en résultats exploitables pour le district constitue un frein au développement de stratégies.

Il existe donc une véritable opportunité de développement de connaissances sur le territoire, par le soutien :

- aux programmes qui visent à désagréger les modèles généraux et donner des prévisions pour le territoire.
- à des programmes qui caractériseraient les conséquences hydrologiques pour les bassins du territoire (inondations et sécheresses).
- à des programmes qui viseraient à mieux caractériser les perturbations de la qualité de l'eau induites par le changement climatique.
- à des programmes à visée prospective, étudiant l'évolution des usages et des consommations, les réactions et les comportements dans le cadre des scénarios climatiques développés.
- à des programmes développant des méthodologies techniques intégrant l'incertitude liée au changement climatique (dimensionnement, technologies...)
- à des programmes étudiant les conséquences indirectes du changement climatique, économiques notamment.
- ...

8.1.2.3 Analyse sommaire de faisabilité

Faisabilité : Il existe de nombreuses structures de recherche pouvant développer la réflexion sur ces thématiques. Deux inconnues initiales conditionnent la faisabilité : la mise à disposition de scénarios climatiques désagrégés et fiables et l'appui par des financements suffisants.

Effets attendus : Un tel dynamisme de la recherche serait un atout pour le district et contribuerait à son rayonnement au niveau international par l'intermédiaire de cette problématique. De plus, il constituerait une assise solide pour des politiques pouvant avoir des répercussions économiques importantes. Il pourrait créer des effets de marchés mais aussi permettre des économies par rapport aux coûts futurs ce qui pour un territoire fragile comme celui du bassin peut s'avérer essentiel.

Durée de mise en place : Le lancement d'un appel à projets de recherches peut être rapide, c'est plutôt la mobilisation des fonds qui pourra prendre du temps. Le développement des programmes de recherche peut généralement être compris entre 2

et 4 ans. Les résultats ne sont donc pas mobilisables avant 5 ans dans le meilleurs des cas.

Financement : Un programme ambitieux et transfrontalier nécessiterait au moins quelques millions d'euros de financement.

Acteurs concernés : Agence de l'Eau, CIE, gouvernements nationaux et services déconcentrés, Région des Flandres, universités (Louvain, Anvers, Bruxelles, Lille...), CNRS, INRA...

8.2 Opportunités liés aux inondations

8.2.1 Modèles d'inspiration

La Belgique est membre du projet Espace (European Spatial Planning: Adapting to Climate Events), financé par l'Union européenne (initiative Interreg) et par le gouvernement du Royaume-Uni. Ce projet vise à recommander des stratégies d'adaptation au changement climatique dans le cadre de mécanismes d'aménagement du territoire aux niveaux local, national et européen (par exemple concernant la gestion des ressources en eau).

Les projets menés dans le cadre de son programme ont massivement été axés sur la problématique d'inondations et de son potentiel renforcement par le changement climatique.

Dans ce cadre le district pourrait bénéficier des retours d'expérience :

- Des études du LfU de Bavière (Landesamt für Umwelt ou Autorité compétente pour l'environnement) sur l'intégration du changement climatique dans les politiques de management de la ressource en eau et des inondations,
- De l'outil développé par le LfU de Bavière visant à modéliser les impacts du changement climatique et leur conséquence sur l'économie (à travers les inondations),
- Des études de normes et des modèles de calculs pour augmenter les capacités de stockage de l'eau d'un territoire, par anticipation sur le changement climatique,
- Des résultats du projet Espace II qui porte essentiellement sur des outils pour permettre la mise en place des stratégies d'adaptation et l'abolition des freins usuels à ce type de politique.

La thématique d'adaptation aux inondations est aussi étudiée dans le cadre du programme Floodsite. Réunissant **des équipes à travers l'Europe** et regroupant des programmes portant : sur la **connaissance et la compréhension des inondations** (et notamment de la vulnérabilité), sur **la gestion et l'atténuation des phénomènes**, sur

l'intégration technologique et sur des sites pilotes d'application, ce projet peut se révéler être une source de connaissances et de réflexion très riches pour le district.

Les travaux du Royaume-Uni constituent des références en la matière, particulièrement avec les projets : « Thames Estuary 2100 » (TE2100), FD2020 « Regionalised Impacts of Climate Change on flood flows in Britain » et « Foresight project on future flood risk ». Ces trois projets à eux seuls regroupent l'ensemble des actions à mettre en œuvre : la recherche appliquée aux inondations sur des territoires locaux, la définition de plans d'aménagements et d'adaptations et l'analyse économique des mesures au regard du changement climatique dans l'optique d'un appui à la décision.

8.2.2 Opportunités

Dans le cadre du changement climatique et de ses impacts sur le régime des inondations, le district pourrait bénéficier :

- de la refonte locale de politiques d'aménagements du territoire pour réduire l'ampleur des inondations en repensant l'attribution des zones locales d'inondations et des zones de protection,
- d'une grande réflexion sur les politiques d'aménagement du territoire et la redéfinition, dans un programme transfrontalier de zones spéciales dévolues à la gestion des fortes inondations et valorisées en conséquences,
- de politiques de réduction de la vulnérabilité des habitations et des activités économiques, suivant, soit une politique de grands travaux (aménagements lourds intégrant l'incertitude climatique), soit le développement d'évaluations individuelles des vulnérabilités (des habitations et des activités économiques) et la définition de solutions propres à chaque cas (thématique en plein essor sur de nombreux bassins hydrographiques en France).
- de la réflexion sur les modes de gestion optimum des aménagements actuels,
- de l'amélioration des systèmes d'alerte et de gestion des crises par des scénarios prospectifs intégrant les effets du changement climatique,
- de la création d'outils d'aide à la décision pour les élus et les gestionnaires pour maximiser les bénéfices entre coûts de l'adaptation et coûts supplémentaires futurs,
- ...

8.2.3 Analyse sommaire de faisabilité

Faisabilité : Les politiques de gestion des inondations sont déjà bien développées sur les différents secteurs du territoire ; elles constituent donc une base solide pour

développer de nouveaux projets. Toutefois, la reprise des politiques de lutte ou d'adaptation aux inondations pour y intégrer la dimension du changement climatique demandera la mobilisation de moyens financiers supplémentaires importants. Des stratégies portant sur l'aménagement du territoire, elles, seront confrontées à une barrière essentiellement politique. Elles demanderont l'engagement ferme des élus et une continuité dépassant largement les durées des mandatures.

Effets attendus : ces opportunités devraient conduire à une protection des populations pour des épisodes accrus. A terme, les populations seraient protégées pour des épisodes de périodes de retour identiques à celles d'aujourd'hui, à la différence que ces épisodes seraient plus violents qu'auparavant.

Durée de mise en place : de telles politiques s'élaborent sur des pas de temps long et doivent être réévaluées en continu. La ré-adaptation des politiques de gestion pourrait prendre du temps (dizaine d'années afin d'intégrer les résultats de la recherche notamment) et s'étaler sur plusieurs décennies pour leur mise en place (études et réalisation des actions : travaux, ré-aménagements...).

Financement : de telles opportunités nécessiteraient des apports financiers au moins équivalents aux budgets actuels pour la prise en compte des inondations (voir un surcoût pour des aménagements plus importants).

Acteurs concernés : Financeurs, DIREN/DRIRE, collectivités, communes, populations et activités économiques...

8.3 La problématique de la gestion de la ressource en eau

8.3.1 Problématique de la raréfaction de la ressource en eau

8.3.1.1 Modèles d'inspiration

Dans le cadre de la gestion de l'eau, plusieurs enseignements peuvent être tirés de projets et de réflexions menées à l'étranger (essentiellement en termes de méthodologie) :

- Le Canada fait état de plusieurs études sur : la réaction des gestionnaires et leurs attentes, la définition des impacts et des vulnérabilités, la définition d'option d'adaptation (adaptation des infrastructures, régularisation des cours d'eau...), les facteurs d'appui à l'adaptation et au développement de politiques et les facteurs d'acceptation parmi les populations. Par exemple, dans le bassin de la rivière Grand, dans le sud-ouest de l'Ontario, les gestionnaires de l'eau ont commencé à établir des plans d'intervention d'urgence en prévision des épisodes de sécheresse et ont tenu une série d'ateliers afin d'évaluer

les méthodes d'analyse et de prise de décisions pour composer avec l'abaissement des niveaux d'eau du lac Érié sous l'effet du changement climatique.

- Des études menées sur la ville de Hamilton en Nouvelle-Zélande déterminent les besoins et les insuffisances des structures de fourniture d'eau suivant des scénarios de changement climatique et de progression de la population.
- Des études menées en Autriche, notamment dans la région de Styria, étudient le territoire depuis son climat et ses changements probables jusqu'aux mesures d'adaptation suivant les deux axes de la fourniture et de la demande en eau.
- Des réflexions en Californie portent sur les besoins d'innovations technologiques et de nouvelles approches dans les systèmes d'alimentation en eau et de traitement.
- Des villes comme Los Angeles, New York ou Vancouver ont investis dans des opérations de maîtrise des ressources en eau et de distribution avec un objectif d'adaptation aux futures conditions climatiques.
- Les travaux de la DEFRA constituent encore une fois une référence, mais de plus les engagements pris par des grandes villes comme Londres peuvent constituer des exemples très intéressants pour les collectivités du territoire particulièrement pour la fourniture en eau.
- ...

Il semble aussi intéressant de faire part de cette remarque mis en évidence dans la réflexion globale du Canada sur ses politiques d'adaptation et qui semble tout aussi vraie pour les pays européens.

« Les chercheurs soulignent que l'incertitude scientifique qui entoure le changement climatique n'est pas très différente des autres sources d'incertitude dont les gestionnaires de l'eau ont appris à tenir compte, comme la croissance de la population et l'activité économique. Aussi l'incertitude ne devrait-elle pas les empêcher d'intégrer le facteur du changement climatique dans leur stratégie de gestion des risques. »

8.3.1.2 Opportunités

Dans le cadre de la raréfaction de la ressource en eau, le bassin pourrait développer de nombreuses actions notamment :

- La poursuite de la modification des comportements vis-à-vis des usages de l'eau (opportunité sociale impliquant un fort dynamisme sur des politiques d'éducation et de sensibilisation),
- La progression des technologies permettant des économies d'eau (réduction drastiques des consommations mais aussi des pertes d'eau au cours des processus ou de l'acheminement),

- La progression des technologies de récupération des eaux et de leur réutilisation,
- Le développement de nouveaux modes d'approvisionnements et de solidarité (interconnexion complète des réseaux et transferts possibles entre les secteurs excédentaires et les secteurs déficitaires),
- La réflexion sur les opportunités de dépollution plus forte ou d'approvisionnement en eau potable par de nouveaux moyens (eau de mer par exemple), celles-ci présentant notamment de fortes interrogations éthiques (généraliser la dépollution revient à un accord tacite sur la possibilité de polluer) et des interrogations financières.

8.3.1.3 Analyse sommaire de faisabilité

Faisabilité : la majorité de ces opportunités se basent sur des processus en développement actuellement. Il existe donc un socle initial solide, tout le défi est de faire en sorte que celles-ci puissent se développer et s'ancrer durablement dans les politiques liées à l'eau. La réflexion sur des possibles « banques de l'eau potable » et une interconnexion complète des réseaux pour la mise en place de systèmes de solidarité peut se heurter à de forts obstacles tant techniques que politiques.

Effets attendus : si les programmes de réduction des consommations d'eau sont déjà existants et ont donné de très bons résultats, il semble encore possible de diminuer dans les secteurs résidentiels et industriels les prélèvements et les pertes.

Durée de mise en place : la mise en place peut s'étaler sur plusieurs années, la diffusion des changements de comportements restant un processus lent.

Financement : dans de nombreux cas, l'adoption de bonnes pratiques ne nécessite pas d'investissements particuliers, la modification en revanche de processus impliquant l'intégration de nouvelles technologies peut s'avérer coûteux.

Acteurs concernés : Collectivités, Etats, Particuliers, Entreprises (dont fournisseurs d'eau potable)...

8.3.2 Problématique des vagues de chaleur et de la sécheresse

8.3.2.1 Modèles d'inspiration

La problématique des vagues de chaleur et surtout de la sécheresse inquiète fortement la plupart des régions d'Europe. Si le sud de l'Union Européenne est mis au devant de la scène, il ne faut pas sous-estimer les changements potentiels pour un district comme celui de l'Escaut, peu habitué à faire face à cette situation et exerçant dès aujourd'hui l'une des plus fortes pressions sur la ressource en eau.

Le district pourrait bénéficier des travaux suivants :

- le plan de gestion de la rareté de l'eau, développée en 2005, définissant un ensemble de mesures (législatives, réglementaires et incitatives) suivant les différents secteurs de consommation, et appliqué sur une dizaine de bassins versants pilotes en France, dont les retours d'expériences peuvent orienter les réflexions pour le district,
- les études de l'Institut National de la Recherche Agronomique sur les sécheresses et les adaptations possibles des systèmes agricoles comme
 - La stratégie génétique (choix de cultures à décalage ou raccourcissement du cycle de développement à la période de pluie la plus propice, à meilleure efficacité dans l'utilisation de l'eau, à plus forte résistance au stress hydrique...)
 - La stratégie de modification de la production
 - La stratégie d'irrigation en cherchant à limiter au maximum les pertes et les consommations.
 - ...
- le travail financé par le programme GICC sur « l'Adaptation des systèmes européens de production agricole au changement climatique » (premiers essais d'évaluation),
- l'étude réalisée par Iglesias et al. pour l'Agence Européenne de l'Environnement sur l'Adaptation dans le secteur agricole au changement climatique,
- les projets de recherche qui seront développés suites au récent Appel à Projets de l'Agence Nationale de la Recherche sur « l'adaptation de l'agriculture au changement climatique » (rendu des propositions pour fin septembre 2008),
- les retours d'expériences sur les techniques et les innovations (liées tant au fonction de tamponnage des vagues de chaleur dans les bâtiments qu'aux systèmes de récupération des eaux de pluie) d'acteurs majeurs de la construction comme le CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) ,
- les études du Canada (Prairie Farm Rehabilitation Administration) sur les sécheresses dans un contexte de changement climatique et sur les adaptations possibles pour les besoins : transfert et connexions des réseaux, découverte de nouvelles sources souterraines, drainages, stockage...
- les simulations faites par des municipalités comme Vancouver à l'aide de modèles hydrauliques (MOUSE ici) testant des scénarios de changement climatique pour leur future gestion, ou de villes comme Québec qui teste les besoins en eau et les secteurs vulnérables dans un contexte de changement climatique,
- ...

8.3.2.2 Opportunités

Il existe pour le bassin de fortes opportunités :

- Dans le domaine de l'agriculture, par l'adaptation des pratiques et des cultures dans un souci d'économie d'eau (ce qui toucherait par la même occasion à des opportunités en terme de compétitivité).
- Pour la réalisation d'importants travaux de limitation des effets de la sécheresse et des vagues de chaleur comme la réhabilitation des cours d'eau pour un ombrage limitant l'évaporation, le développement de zones tampons, l'amélioration dans les constructions afin de limiter les déperditions d'eau et les besoins en raison de la chaleur excessive.
- Par la réalisation de travaux visant à stocker un excédant d'eau pendant les périodes d'excédants et le restituer en cas de sécheresse.
- Par le développement intensif de système de recyclage-réutilisation de l'eau.
- ...

8.3.2.3 Analyse sommaire de faisabilité

Faisabilité : les nombreuses réflexions menées sur les systèmes de culture et sur leur dépendance à l'eau, ainsi que sur les moyens de la réduire créent un cadre technique favorable pour réfléchir aux opportunités évoquées. Le plus grand frein reste l'acceptation du changement et la progression des bonnes pratiques dans le quotidien. Les solutions techniques existent aussi pour les projets de réserves ou de réutilisation de l'eau. Deux facteurs peuvent entraver leurs développements : des coûts de mise en place excessifs et la création d'impacts secondaires négatifs trop importants (comme la surconsommation d'énergie ou une contribution à la pollution).

Effets attendus : la mise en place de ces solutions peut aboutir à une réduction significative de la vulnérabilité en période de sécheresse (par la réduction de des besoins en eau en période de stress hydrique). Elle pourrait aussi aboutir à des plans de secours adaptés sur des périodes restreintes pour maintenir un niveau d'activité indispensable.

Durée de mise en place : les nouvelles pratiques sont longues à mettre en place dans le domaine de l'agriculture. Elles dépendent aussi pour beaucoup des contraintes imposées par le marché et par la législation. Leur mise en place pourrait se faire progressivement, en continu, avec les modifications du climat. Les politiques de travaux pour la limitation des pertes en cas de fortes chaleurs, la constitution de réservoirs et de systèmes de récupération-réutilisation peuvent s'étaler pendant plusieurs années.

Financement : le recours à des aides européennes est très probable. Les coûts s'élèvent probablement à plusieurs dizaines de millions d'euros répartis sur plusieurs années.

Acteurs concernés : INRA, DDAF, Chambres d'Agricultures, collectivités, monde agricole, particuliers, entreprises...

8.4 Opportunités liées au niveau de la mer

8.4.1 Modèles d'inspiration et d'échanges

Nous l'avons vu la thématique de la remontée du niveau de la mer est désormais bien engagée sur le district. Dans ce contexte, les travaux et réflexions pourront toujours bénéficier d'échanges soutenus avec :

- la stratégie côtière anglaise, stratégie dite de « Making Space for Water » (ou de rendu de territoires à la mer), de réaligement côtier et de rechargement des plages (alimentations artificielles en sable et sédiments), dans laquelle sont intégrés des scénarios d'élévation du niveau de la mer,
- la stratégie côtière allemande, qui repose encore majoritairement sur des aménagements lourds (rehaussement et créations d'ouvrages) intégrant les effets du changement climatique, mais essaye peu à peu d'adopter des méthodes plus douces,
- la stratégie côtière danoise qui a elle aussi longtemps reposé sur de grands travaux de protection (brises lames, digues...), développe aujourd'hui des réflexions sur le contrôle stricte de l'aménagement du territoire (gestion intégrée des zones côtières et zones de contrôle de l'urbanisation),
- les travaux menés sur d'autres littoraux français comme le projet DISCOBOLE, mené depuis 2004 par EDF, le CETMEF, l'Université de Brest et le Laboratoire de Géographie Physique (CNRS), qui devrait permettre de simuler des conditions climatiques à l'horizon 2100 pour déterminer des impacts possibles et un dimensionnement en conséquence d'ouvrages de protection.
- ...

8.4.2 Opportunités

Il existe pour le bassin de fortes opportunités :

- pour la mise en place de grands travaux et de programmes ambitieux d'aménagements incorporant de nouvelles techniques de protection,

- de développement de nouvelles stratégies comme le rendu de certaines zones à la mer dans une optique de protection, de limitation des coûts et de valorisation environnementale,
- le développement de l'aquaculture est parfois avancé mais cette donnée reste encore très incertaine,
- d'une très forte politique de préservation du littoral et de maîtrise du développement sur les côtes,
- ...

8.4.3 Analyse sommaire de faisabilité

Faisabilité : les solutions techniques dans le cas de travaux de protection ou d'invasion contrôlée par la mer existent ou sont en cours de développement. La mise en place des stratégies évoquées dépend donc essentiellement des financements (coûts très importants des ouvrages de protections, en investissement et en entretiens) accordés, mais aussi de l'acceptation par la population de l'une ou l'autre des solutions.

Effets attendus : les protections peuvent être développées pour prendre en charge une élévation précise du niveau de la mer et une période de retour des événements extrêmes. Elles peuvent toujours être dépassées dans le cadre d'un scénario d'évolution plus dramatique ou dans le cadre d'un événement extrême jusque là méconnu. L'abandon de terrain à la progression de la mer permet un rééquilibre de la zone littoral et le retour à la situation actuelle, quelques kilomètres en arrière.

Durée de mise en place : la mise en place de grands programmes de protection ou de restitution de terrains à la mer s'envisage sur plusieurs décennies (de la mobilisation des fonds à la réalisation des opérations en passant par la communication auprès des populations concernées).

Financement : Les programmes peuvent être chiffrés sur plusieurs centaines de millions d'euros.

Acteurs concernés : Europe, Etats et collectivités territoriales, Institutions...

8.5 Opportunités économiques ?

8.5.1 Modèles d'inspiration et d'échanges

Le changement climatique s'opérant sur plusieurs décennies et les variations restant progressives, il n'est pas aisé de trouver des modèles d'adaptation de secteurs économiques à un phénomène qui de plus n'a été que confirmé récemment. Les actions dont il peut être fait part sont des réflexions sur les différents liens entre

changement climatique et activités économiques : évolutions possibles, mesures envisageables, détermination d'opportunités...

Ainsi le territoire pourra s'inspirer de travaux existants pour compléter sa connaissance, prévoir un certain nombre d'actions lui permettant de mieux caractériser le phénomène et ses conséquences et de développer des réflexions sur les adaptations possibles.

Nous avons vu par exemple que le territoire ne possède pas encore d'évaluation des coûts pouvant être engendrés par le changement climatique. Il n'est pas encore possible d'inclure dans l'élaboration des stratégies des surcoûts générés par le phénomène. Or de tels prises en compte peuvent avoir un effet de levier sur l'acceptation du changement.

Dans cet objectif les études menées :

- aux Etats-Unis, présentant les futurs coûts induits par les impacts sur la ressource en eau, le développement de phénomènes extrêmes comme les ouragans, l'élévation du niveau de la mer,
- en Australie, s'axant sur les conséquences financières de sécheresses accrues et de besoins supplémentaires en apports d'eau,
- au Royaume Uni, développant des scénarios socio-économiques et estimant le coût de l'adaptation vis à vis des inondations et des risques côtiers,
- au Canada, déterminant les chiffres de l'adaptation dans le cadre de l'alimentation en eau potable, de la défense aux inondations et aux submersions côtières,

... pourront constituer des références en terme de méthodologies et de prise en compte du changement climatique pour l'appui à la décision et au développement de stratégies d'adaptation.

La future étude menée en France pour le compte du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire sur les modalités d'évaluations économiques des coûts du changement climatique et la définition d'un outil d'aide à la décision (Appel d'offre se terminant le 15 octobre) apportera aussi des éléments de réponses et probablement un moyen d'appuyer le lancement de politiques d'adaptation.

Par ailleurs, dans le cadre du développement d'une politique énergétique forte et du plan climat de la région Nord Pas De Calais, des études ont été menées pour déterminer les effets sur l'emploi de la région. De telles études prospectives liées au changement climatique et aux politiques développées pour y répondre ont le mérite de montrer ce qui pourrait être aussi fait dans le cadre des politiques d'adaptation dans le secteur général de l'eau.

De même, des études prospectives générales sur le changement climatique et ses incidences sur le tourisme (menées au niveau national), donnent des grandes

orientations mais surtout des exemples de travaux qui pourraient être menés à des échelles plus locales. Elles permettraient d'envisager les possibilités pour le district et définir des programmes de dynamisation et création d'emplois.

Par ailleurs, des projets de recherche comme celui de l'Université de Sussex et de Southampton : le projet ADAPT (Tyndall Center for Climate Change Research), pourront fournir beaucoup de renseignements sur les pratiques, stratégies et technologies pour l'adaptation des entreprises, ainsi que sur les opportunités qui s'offrent à elles. Ce projet axé sur les entreprises du secteur de l'eau et de la construction a permis de fournir des méthodologies de réflexion et des outils d'amélioration de la capacité d'adaptation.

8.5.2 Opportunités

Potentiellement le bassin pourrait saisir les opportunités économiques suivantes :

- dynamisation du secteur touristique suite à un climat plus propice (à la fois sur la frange littoral et dans l'intérieur des terres pour le tourisme « nature ») entraînant un développement de nouvelles prestations et d'activités connexes,
- dynamisation du secteur agricole dans le cadre d'une hausse modérée des températures (restant toutefois dépendante des évolutions des marchés et de la concurrence mondiale),
- dynamisation de secteurs de prestations liés à l'eau (conseils en économie d'eau, systèmes de récupération et ré-utilisation, développement de technologies plus performantes),
- dynamisation de secteurs de la construction dans le cadre de grands programmes d'aménagements pour l'adaptation,
- modification de l'attractivité du territoire menant à des investissements et des installations (recherche d'un confort de vie par rapport aux zones plus au sud, d'un attrait touristique et environnemental).

9

Conclusion

Cette étude constitue, pour l'Agence de l'Eau Artois-Picardie, une première approche de la thématique du changement climatique et de ses impacts sur les ressources en eau. Elle a permis de faire le point sur les principales manifestations du phénomène sur le bassin Artois-Picardie et plus largement sur le District Hydrographique International de l'Escaut : de la variation des paramètres climatiques aux conséquences majeures pour les populations du territoire.

Les scénarios d'évolution du bassin font ressortir des enjeux profonds concernant : l'alimentation en eau potable (menacée par une raréfaction, une dégradation de la qualité et des besoins plus intenses) et le risque inondation qu'il soit dans l'intérieur des terres ou sur la côte (par la remontée du niveau de la mer). Ces enjeux se traduisent dans les scénarios par des problématiques importantes pour les sociétés et des risques de mutations profondes du territoire : compétition des secteurs usagers de l'eau (et accroissement des tensions, voire des conflits autour de la ressource), remise en cause de l'aménagement du territoire et de la pérennité de certaines zones urbaines, accentuation de la vulnérabilité de secteurs économiques, dégradation renforcée de milieux naturels... et parfois opportunités pour certains secteurs économiques (du moins dans un premiers temps).

L'étude met en évidence clairement le manque d'intégration, dans les politiques, du changement climatique et des adaptations nécessaires qu'il implique. Les incertitudes scientifiques, la relative jeunesse de la connaissance et des stratégies d'adaptation aux niveaux nationaux, le manque de visibilité sur des pas de temps de 100 ans tempèrent cette constatation et expliquent en partie le retard.

Face à cette situation, le territoire présente de fortes opportunités de développement, de programmes de recherche et d'actions, à condition de disposer d'une volonté politique forte et de moyens financiers suffisants. L'étude a montré que de nombreux appuis extérieurs peuvent être trouvés et que de nombreux modèles d'inspiration peuvent apporter des idées pour l'élaboration de stratégies pertinentes.

ANNEXE 1

**BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE POUR
L'ETUDE**

Données générales sur le district***Documents***

Agence de l'Eau Artois-Picardie, 2006. 9ème programme d'interventions (2007-2012) de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie.

Agence de l'Eau Artois-Picardie, Atlas du bassin Artois-Picardie.

Agence de l'Eau Artois-Picardie & Ecodecision-Conseil en Environnement, 2006. Evaluation économique des dommages liés aux inondations. Rapport Final. 80 p.

Commission Internationale de L'Escaut, 2005. Etat des lieux du District International de l'Escaut – Rapport Faïtier. 41p.

Commission Internationale de L'Escaut, Presentation CIE – EuroRIOB Namur – 29 septembre 2005. Coordination internationale de la directive cadre sur l'eau du district hydrographique international de l'Escaut.

PRoToS & “Vlaams Partnerschap Water voor ontwikkeling” (Partenariat flamand Eau et Développement), 2006. L'approvisionnement en eau potable en Flandre de 1800 à nos jours - *La Flandre, source d'inspiration pour l'organisation de l'approvisionnement en eau potable dans le sud ?* Brochure à l'occasion de la journée mondiale de l'eau 2006.

Remarque : de nombreux autres documents ont contribué à l'apport de données générales sur le bassin. Ils ont été toutefois intégrés dans les parties suivantes de la bibliographie.

Sites Internet consultés

www.insee.fr/

www.eau-artois-picardie.fr/

www.nord-pas-de-calais.ecologie.gouv.fr/

www.picardie.ecologie.gouv.fr/

www.cg59.fr/

www.cg62.fr

Scénarios climatiques et impacts du changement climatique

Documents

Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 p.

Beersma J.J, 2004. Klimaatprojecties voor de Benelux. STUDIEDAG De Schelde in 2050. 10 p.

Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC (ISBN 978 0521 88009-1 Hardback; 978 0521 70596-7 Paperback)

Co-ordinator: Dr Jens Hesselbjerg Christensen, 2005. PRUDENCE : Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects. Final Report. 269 p.

David Salas y Méliá, Météo-France / CNRM-GAME, 2006. Les scénarios climatiques pour le 21ème siècle à l'échelle planétaire. Présentation. <url> : personnel.supaero.fr/bonnet-allan/SUPAERO_Salas.ppt

E. d'Ieteren, dr. W. Hecq, ir. dr. R. De Sutter & ir. D. Leroy, 2003. Les effets du changement climatique en Belgique : Impacts potentiels sur les bassins hydrographiques et la côte maritime. Phase 1 : Etat de la question. Projet IRGT / KINT. 128 p.

Estelle Beausir, 2007. Synthèse bibliographique s'inscrivant dans le projet de caractérisation des aléas naturels côtiers en intégrant les conséquences du changement climatique. DIREN Nord Pas de Calais. 161 p.

G. Lenderink, A. van Ulden, B. van den Hurk and F. Keller, 2006. A study on combining global and regional climate model results for generating climate scenarios of temperature and precipitation for the Netherlands.

<URL> : <http://www.springerlink.com/content/855u166g5v952844/fulltext.html>

Gestion et Impacts du Changement Climatique (GICC) APR 2002. Contrat CV 03000003. IMFREX. Impact des changements anthropiques sur la fréquence des phénomènes extrêmes de vent de température et de précipitations. Rapport Final. 44 p.

Institut royal pour la Gestion durable des Ressources naturelles et la Promotion des Technologies propres, ASBL, sous la présidence de S.A.R. le Prince Laurent de Belgique, 2004. Effets du Effets du changement climatique changement climatique en en Belgique : Impacts potentiels sur les bassins hydrographiques et la côte maritime. Notice scientifique n° 1. 32 p.

Institut royal pour la Gestion durable des Ressources naturelles et la Promotion des Technologies propres, ASBL, sous la présidence de S.A.R. le Prince Laurent de Belgique, 2006. Changement climatique en Belgique : Quelles conséquences pour les bassins, la côte, l'eau de consommation et le patrimoine culturel ? Impact et recommandations dans le cadre d'une politique de Développement durable. Cahier n° 12. 57 p.

Inter-Agency Committee on Marine Science and Technology, UK Marine Waters 2004 - Marine Processes & Climate. Sea Temperature : Summary of changes and trends.

http://www.oceannet.org/medag/reports/IACMST_reports/MCP_report/ch_temp/MCPreport_temp.htm

KNMI (Royal Netherlands Meteorological Institute), 2006. Climate in the 21st century "four scenarios for the Netherlands". 18 p.

Laurent Terray (CERFACS) et Pascale Braconnot (IPSL/LSCE) avec le soutien de l'INSU, de l'ONERC et de l'IDDRI, 2007. LIVRE BLANC ESCRIME. Étude des Scénarios Climatiques réalisés par l'IPSL & Météo-France. 70 p.

Lefébure Arnould, 2007. Les variations climatiques, sources de nouveaux conflits dans le district de district de l' Escaut ? Présentation EURORIOB – 9/11/2007.

M. J. M. de Wit & B. van den Hurk & P. M. M. Warmerdam & P. J. J. F. Torfs & E. Roulin & W. P. A. van Deursen, 2007. Impact of climate change on low-flows in the river Meuse. 22 p.

Norant C., 2007. Variabilité climatique passée, changement climatique futur : que peut-on réellement observer ? Air Pur N° 72. 8 p.

ONERC, 2005. Impacts du changement climatique sur le patrimoine du Conservatoire du Littoral : Scénarios d'érosion et de submersion à l'horizon 2100. Note technique n° 2, Conservatoire du Littoral.

Philippe Marbaix et Jean-Pascal van Ypersele (sous la direction de), 2004. Impacts des changements climatiques en Belgique, Greenpeace, Bruxelles, 44p.

Politique Scientifique Fédérale de Belgique, 2008. Changements climatiques : Santé, énergie, forêts, mer, agriculture, espace, ... Edition Spéciale. Science Connection 56 p.

Projet CCI-HYDR

Omar el Farouk Boukhris, Pierre Baguis, Patrick Willems, Emmanuel Roulin, Ntegeka Victor, Gaston Demarée 2008. Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems in Belgium. I. Literatur Review. Final Report. 64 p.

Victor Ntegeka, Pierre Baguis, Omar Boukhris, Emmanuel Roulin, Patrick Willems, 2008. Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems in Belgium. II. Study of rainfall and Eto climate change scenarios. Final Report. 108 p.

Victor Ntegeka, Pierre Baguis, Emmanuel Roulin, Patrick Willems, 2008. Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems in Belgium. III. Statistical analysis of historical rainfall, ETo and river flow series trends and cycles. Final Report. 40 p.

Projet ENSEMBLES

Hewitt, C.D., 2005: The ENSEMBLES Project: Providing ensemble-based predictions of climate changes and their impacts. Published article appears in the EGGS newsletter, 13, 22-25. <URL> <http://www.the-eggs.org/?issueSel=24>

F. Niehörster, I. Fast, H. Huebener, U. Cubasch, 2008. The stream one ENSEMBLES projections of future climate change. ENSEMBLES Technical Report No. 3. 30 p.

Daniela Jacob, Ole Bøssing Christensen, Francisco J. Doblas-Reyes, Clare Goodess, Albert Klein Tank, Philip Lorenz, Erich Roeckner, 2008. Information on observations, global and regional modelling data availability and statistical downscaling. ENSEMBLES Technical Report No. 4. 10 p.

Thierry D., 2008. Influence du Changement Climatique sur les ressources en eaux du bassin de la Somme. Premiers résultats. Présentation 26 juin 2008, réunion du projet RexHySS.

<url> :

http://www.sisyph.upmc.fr/~agnes/rexhyss/DOCS/Prem_RexHySS_Result_BV_Somme_BRGM.pdf

Sites Internet consultés

<http://www.eur-oceans.info/EN/home/index.php>

<http://www.rivacom.fr/index.php?page=event&event=eurocean&article=1630>

<http://www.ifm-geomar.de/index.php?id=1073&L=1>

<http://imfrefx.mediasfrance.org/web/>

<http://medias.obs-mip.fr/gicc/>

<http://prudence.dmi.dk/>

<http://www.climatechange.be/>

<http://climat.science-et-vie.com/carte/carte.php>

www.meteofrance.com/

www.knmi.nl/climatescenarios

<http://www.sisyphes.upmc.fr/~agnes/rexhyss/index.php>

Politiques Publiques

Documents

Agence de l'Eau Artois-Picardie, 2006. 9ème programme d'interventions (2007-2012) de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie.

Agence de l'Eau Artois-Picardie, Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Artois-Picardie.

Commission des Communautés Européennes, 2007. Livre vert présenté par la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social Européen et au Comité des Régions. Adaptation au changement climatique en Europe: les possibilités d'action de l'Union Européenne. 32 p.

Conseil des Communes et Régions d'Europe, 2007. Livre vert Adaptation au changement climatique en Europe – les possibilités d'action de l'Union européenne. Réponse du CCRE. 13 p.

Commission Nationale Climat, 2006. Quatrième Communication Nationale de la Belgique à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. 136 p.

E. GIRON, D. SACRE and W. HECQ, I. CONINX and K. BACHUS, B. DEWALS*, S. DETREMBLEUR and M. PIROTON, M. EL KAHLOUN and P. MEIRE, L. DE SMET and R. DE SUTTER, 2008. ADAPT - Towards an integrated decision tool for adaptation measures - Case study : floods. Final Report Phase 1. 130 p.

European Environment Agency, 2007. Climate change and water adaptation issues. Technical Report. 114 p.

François Bertrand & Corine Larrue, 2008. Gestion territoriale du changement climatique. Une analyse à partir des politiques régionales. Colloque de restitution du programme GICC – APR 2003. Paris, MEEDAT, 27 mai 2008.

Hans Balffoort, 2007. Adaptation to climate change in the Netherlands. Présentation Florida, 10 December 2007.

Iglesias A, K. Avis, M. Benzie, P. Fisher, M. Harley, N. Hodgson, L. Horrocks, M. Moneo, and J. Webb (2007). Adaptation to Climate Change in the Agricultural Sector. Report to European Commission Directorate - General for Agriculture and Rural Development

Jean-Luc REDAUD, Joël NOILHAN, Marc GILLET, Mireille HUC & Gérard BEGNI, 2002. Changement climatique et impact sur le régime des eaux en France. Document réalisé pour le compte de l'UICN a la demande de la MIES. 41 p.

ONERC, 2007. Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique. 97 p.

ONERC, 2005. Rapport de l'ONERC au Premier ministre et au Parlement. Un climat à la dérive : comment s'adapter ? 107 p.

Parent Philippe. La gestion des écoulements dans les Wateringues du Nord - Pas de Calais : Incidence prévisible des changements climatiques. Présentation.

PASCAL Michel, 2007. La lutte contre les submersions marines : une priorité pour la région. Air Pur N° 72. 3 p.

ROUSSEL I., 2007. Les collectivités locales et le changement climatique. Air Pur N° 72. 10 p.

Région Nord Pas de Calais, 2006. Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire. 121 p.

Séminaire sur la prévention des risques naturels majeurs, 2007. Changement climatique et prévention du risque sur le littoral. <url> : http://www.littoral.ifen.fr/uploads/media/risques_littoral.pdf

SCARWELL H-J., 2007. Déconstruire les logiques de gestion du risque d'inondation. De la résistance à la résilience : quelle adaptation de la prévention des risques naturels au réchauffement climatique ? Air Pur N° 72. 8 p.

Silvia Medri, Sergio Castellari, Martin König, 2006. CIRCLE CA, Climate Impact Research Coordination for a Larger Europe. Deliverable I.a.1, Report on the current state of National Research Programmes on Climate Change Impacts and Adaptation in Europe. Extended Country Report. 260 p.

Xavier PIN, François NAU, Jean-Loup GARCIN, 2007. Mise hors d'eau du polder des wateringues dans le Nord et le Pas-de-Calais. 67 p.

Sites Internet consultés

<http://perso.orange.fr/institutionwateringuesnpc/index.htm>

<http://www.sigmaplan.be/>

http://www.nord-pas-de-calais.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/1_Presentation_programme_de_travail_MP.pdf

<http://www.ulb.ac.be/ceese//ADAPT/Home.html>

<http://www.agenda21france.org/> (et consultations des liens vers les documents pour l'ensemble des Agenda 21 situés sur le bassin Artois-Picardie).

http://www.picardie.pref.gouv.fr/Rubrique.2002-12-20.0147/view_Rubrique (CPER)

www.gesteau.eaufrance.fr (consultation de l'ensemble des documents des 14 SAGE du bassin Artois-Picardie)

http://www.time.com/time/specials/2007/environment/article/0,28804,1602354_1596572_1604879,00.html

http://www.nusap.net/downloads/reports/ucca_scoping_study.pdf

<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500102003.pdf>

Modèles d'inspiration (Politiques et recherches hors du territoire)

Documents

Climate Change 2007 - Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC (978 0521 88010-7 Hardback; 978 0521 70597-4 Paperback)

Climate Change, The UK Programme 2006. Presented to Parliament by the Secretary of State for the Environment, Food and Rural Affairs by Command of Her Majesty. Presented to the Scottish Parliament by the Scottish Ministers, Presented to the Northern Ireland Assembly, Placed with the Welsh Assembly library. Climate. 202p.

Frans Berkhout, Julia Hertin and Nigel Arnell, 2004. Business and Climate Change: Measuring and Enhancing Adaptive Capacity - The ADAPT project. Technical Report 11. Tyndall Centre for Climate Change Research.

George Somers, Martine M. Savard, 2008. Economic Implications Of Increasing Nitrate In Groundwater Due To Climate Change, Prince Edward Island, Canada.

Ghislain Dubois et Jean Paul Ceron, 2006. Adaptation au changement climatique et développement durable du tourisme. Etude exploratoire en vue d'un programme de recherche. Rapport final. TEC. 131 p.

Greater London Authority, 2008. The London Climate Change Adaptation Strategy. Summary draft report. 36 p.

I. Oberauner, F. Prettenhaler, A. Dalla-Via, A. Gobiet, R. Kurzmann, M. Steiner, H. Truhetz, N. Vetter, G. Zakarias, 2006. Adaptation in the Water Supply Sector of

Eastern Styria (Austria). Workshop on "Adaptation to the Impacts of Climatic Change in the Alps".

INRA, Expertise scientifique collective, 2006. Sécheresse et agriculture : Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. 76 p.

Matthias Ruth, Clark Bernier, Nigel Jollands & Nancy Golubiewski, 2006. Adaptation of urban water supply infrastructure to impacts from climate and socioeconomic changes: The case of Hamilton, New Zealand.

Michael Hanemann, Larry Dale, Sebastian Vicuna, Damian Bickett, Caitlin Dyckman. The economic cost of climate change impact on California water: a scenario analysis. 20 p.

Syndex, Changement climatique et emploi : La région Nord-Pas-de-Calais, un cas riche d'enseignement sur les enjeux économiques et sociaux de la dimension régionale de la lutte contre le changement climatique. 68 p.

W Neil Adger, Nick Brooks, Graham Bentham, Maureen Agnew and Siri Eriksen. New indicators of vulnerability and adaptive capacity. Technical Report 7. Tyndall Centre for Climate Change Research. 128 p.

Sites Internet consultés

<http://www.defra.gov.uk/>

<http://www.safecoast.org/>

<http://www.sussex.ac.uk/BAR/>

http://adaptation.rncan.gc.ca/perspective/water_5_f.php.

<http://www.treehugger.com/files/2008/07/climate-change-state-costs.php>

<http://www.sciencedaily.com/releases/2008/07/080723134445.htm>

<http://www.nrdc.org/globalwarming/cost/cost.pdf>

<http://cier.umd.edu/documents/US%20Economic%20Impacts%20of%20Climate%20Change%20and%20the%20Costs%20of%20Inaction.pdf>

http://www.ecy.wa.gov/climatechange/economic_impacts.htm

<http://www.climatechange.gov.au/impacts/publications/pubs/fs-act.pdf>

<http://www.climatechange.gov.au/impacts/publications/pubs/fs-national.pdf>

http://www.environment-agency.gov.uk/commondata/acrobat/icf2007_cc_report_1920959.pdf

http://www.ec.gc.ca/climate/overview_science-e.html

<http://www.kairoscanada.org/e/ecology/water/canadaWater.asp#5>

http://adaptation.nrcan.gc.ca/projdb/pdf/79b_e.pdf

www.floodsite.net

<http://www.espace-project.org/>

Etats-Unis :

<http://www.pewclimate.org/docUploads/Adaptation.pdf>

http://www.ccap.org/docs/resources/427/Climate_Change_Impacts_and_Adaptation_in_California.pdf

<http://www.gtp89.dial.pipex.com/14.pdf>

<http://www.cses.washington.edu/db/pdf/snoveretalgb574.pdf>

Canada :

http://www.c-ciarn.ca/pdf/paper_wrr_mehdi.pdf

<http://manitobawildlands.org/pdfs/WaterResourcesJuly02.pdf>

<http://www.pollutionprobe.org/Reports/adaptation.pdf>

http://www.conferenzacambiamenticlimatici2007.it/site/_Files/documentazione/CanadaFrameAdapt.pdf

Australie :

<http://www.climatechange.gov.au/impacts/publications/pubs/nccap.pdf>

<http://yourdevelopment.org/factsheet/view/id/62>

Allemagne :

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3500.pdf>

<http://www.safecoast.nl/editor/databank/File/DHV%20QS%20Climate%20Adaptation.pdf>

Royaume Uni :

<http://www.london.gov.uk/mayor/publications/2008/docs/climate-change-adapt-strat.pdf>

http://www.time.com/time/specials/2007/article/0,28804,1602354_1596572_1604879-2,00.html

http://www.tcpa.org.uk/downloads/20070523_CCA_lowres.pdf

<http://www.defra.gov.uk/enviro/fcd/research/RandDProgCon/SPD%20science%20into%20policy.pdf>

<http://www.defra.gov.uk/enviro/fcd/policy/strategy/update2.pdf>

<http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/uk/ukccp/pdf/ukccp06-pt5.pdf>

http://www.defra.gov.uk/science/Project_Data/DocumentLibrary/GA01073/GA01073_4084_ABS.pdf

<http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/153119.pdf>

<http://www.communities.gov.uk/publications/planningandbuilding/pps25floodrisk>

http://www.planningni.gov.uk/AreaPlans_Policy/PPS/pps15/publication_pps15.htm

<http://www.environment-agency.gov.uk/te2100/>

<http://sciencesearch.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=FJPPProjectView&Location=None&ProjectID=13958&FromSearch=Y&FieldOfStudy=12&SearchText=climate%20change%20&ShowDocuments=1&SortString=ProjectCode&SortOrder=Asc&Paging=10&FJP=1>

http://www.foresight.gov.uk/OurWork/CompletedProjects/Flood/Project%20Background/project_proposal.asp

ANNEXE 2

LISTE DES PERSONNES RENCONTREES

Dix consultations ont été réalisées lors de cette étude. La liste par ordre alphabétique des organismes rencontrés figure ci-dessous.

- **DIREN Nord Pas De Calais**, Service « hydrologie, prévisions des crues et risques naturels », François Clerc, chargé de mission.
- **BRGM – équipe projet RExHySS**, Dominique Thiéry, chef de projet de recherche.
- **Conseil Régional Nord Pas De Calais**, Direction de l'environnement, Jean Michel Fouquet, chargé de mission.
- **Commission Internationale de l'Escaut**, Arnould Lefébure, Secrétaire Général.
- **CD2E**, Tristan Debuigne, chargé de mission.
- **Conseil général du Nord**, Jean Schepman, Vice président.
- **Agence de l'Eau Artois-Picardie**, Direction, Martial Grandmougin, Directeur Général Adjoint.
- **Agence de l'Eau Artois Picardie**, Direction planification et évaluation environnementale, Delphine Martin, Directrice.