

Schéma Régional Climat Air Energie du Nord-Pas-de-Calais

Atelier « Adaptation au changement
climatique »

**Document préparatoire de l'atelier n°2
du 31/03/2011**

NB. Cette fiche est un document de travail et un support d'animation qui vise à être enrichi lors de la réunion de l'atelier.



Les objectifs et le déroulé de la seconde réunion de l'atelier « Adaptation au changement climatique » du SRCAE Nord-Pas-de-Calais

Préalable :

Les territoires de PCT/PCET, dans le cadre de leur élaboration, doivent également réaliser un exercice d'examen de vulnérabilité de leur territoire et pouvoir dégager les pistes d'actions visant à s'adapter et à réduire leur vulnérabilité aux effets du changement climatique. Le SRCAE, dans son rôle de cadre stratégique vise donc principalement à porter à connaissance de ces territoires :

- les principales hypothèses climatiques
- les vulnérabilités incontournables à étudier
- les grandes orientations et recommandations à décliner selon les typologies de territoire rencontrées dans la région.

Déroulement de l'atelier n°2 :

La seconde réunion de l'atelier « Adaptation au changement climatique » du SRCAE Nord-Pas-de-Calais a pour but de :

- **revenir sur les hypothèses climatiques** présentées lors du premier atelier, qui ont été enrichies entre temps grâce à la contribution de Météo-France. En atelier, il s'agira de partager les premières hypothèses réunies et de définir de façon collective les aléas sur lesquels il est nécessaire d'approfondir les recherches.
- **examiner les vulnérabilités les plus importantes en région**, afin de partager et de compléter les éléments de connaissance d'ores et déjà réunies à leur propos et d'identifier les données à réunir pour approfondir leur description
- **définir les orientations à suivre pour favoriser l'adaptation du territoire à leurs impacts**, notamment les orientations ayant vocation à être déclinées dans le cadre des PCET
- **vérifier qu'aucune vulnérabilité clé n'a été mise de côté**, et le cas échéant, d'organiser les modalités de leur examen approfondi
- **hiérarchiser les vulnérabilités** en fonction des risques économiques, humains et écologiques associés

Pour atteindre ces objectifs, l'atelier se déroulera de la façon suivante:

1. Présentation et débat sur les hypothèses climatiques spécifiques au Nord-Pas-de-Calais
2. Présentation de la liste des vulnérabilités identifiées à ce stade comme les plus importantes du territoire régional, et débat sur les éventuelles autres vulnérabilités clés
3. Présentation des éléments de connaissance réunis sur chaque vulnérabilité clé et travail collectif de complément et de définition des orientations à

Les effets du changement climatique en Nord-Pas-de-Calais : l'évolution prévisible des aléas

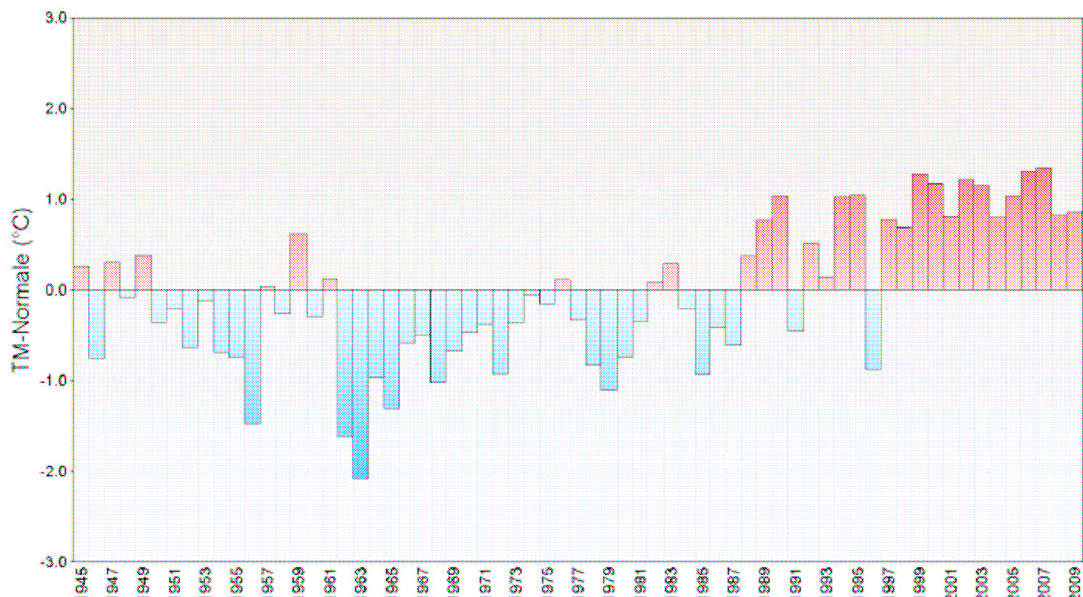
Météo France, acteur incontournable du suivi climatique en France, a procédé à des projections d'évolution du climat futur de la région suivant différents scénarii d'émissions mondiales de gaz à effet de serre (A2 et B1). Ces paramètres ont été extraits du modèle climatique de Météo-France, Arpège-Climat, aux échéances 2050 et 2080, pour les scénarios B1 et A2.

L'étude sera complétée et prendra également en compte l'échéance 2030 et le scénario intermédiaire A1B d'ici la fin de l'élaboration du SRCAE.

Augmentation des températures

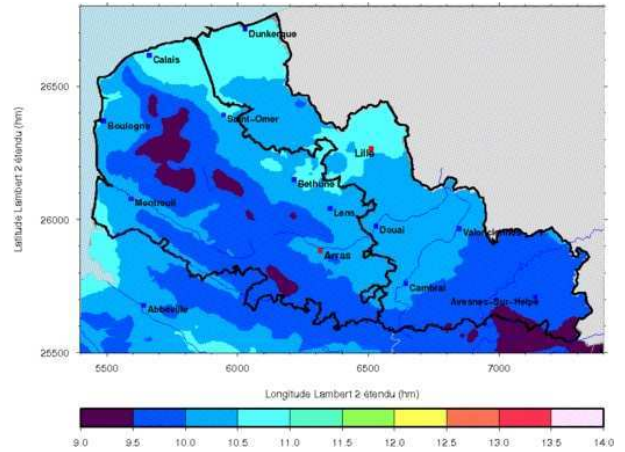
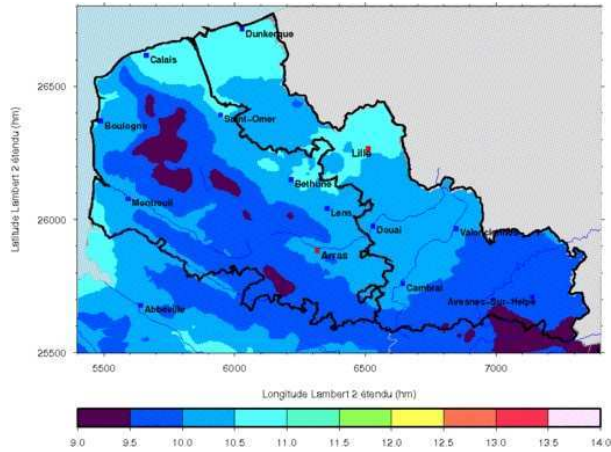
L'observation de l'historique des températures annuelles à Lille permet d'observer une nette augmentation durant les vingt dernières années. Il s'agit d'années en moyenne plus « chaudes » que la température moyenne de référence des années 1970-2000.

Ecart à la moyenne annuelle de référence 1971-2000 de la température moyenne

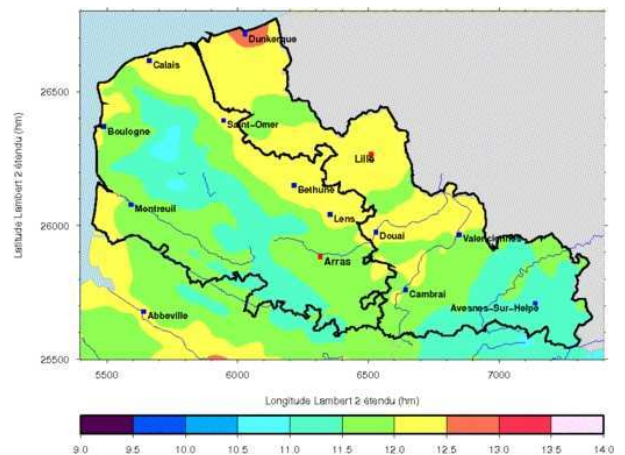
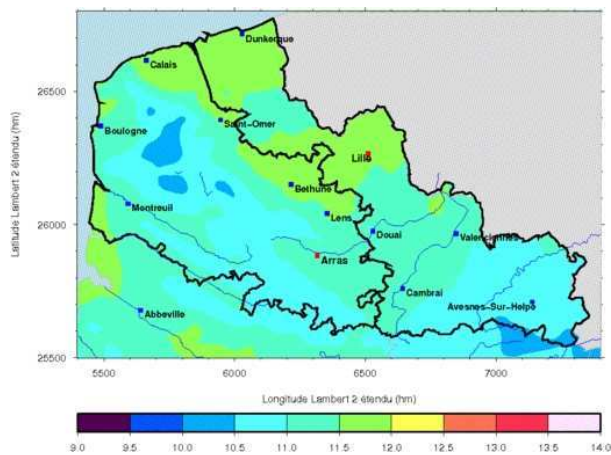


Historique des écarts à la moyenne annuelle à Lille (Météo-France)

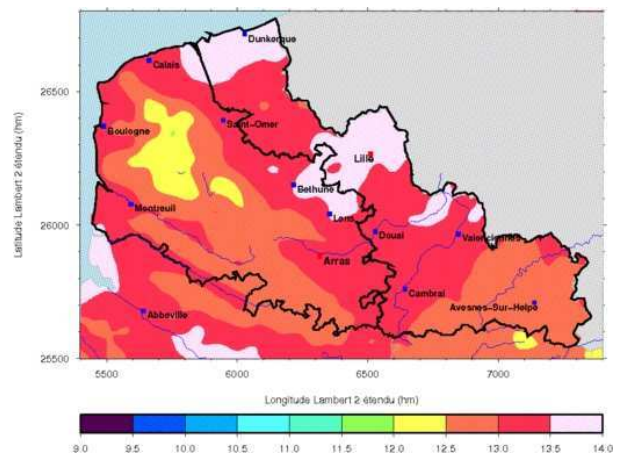
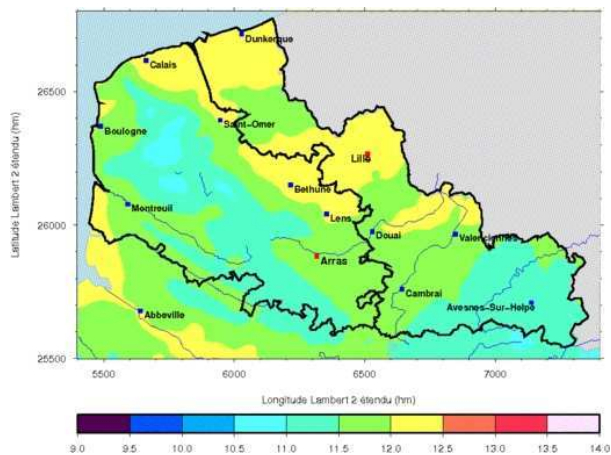
Climat actuel



Climat 2050



Climat 2080



Moyenne annuelle des températures en région Nord-Pas-de-Calais aujourd'hui, en 2020 et en 2050 selon les scénarios optimiste B1 (à gauche) et pessimiste A2 (à droite)

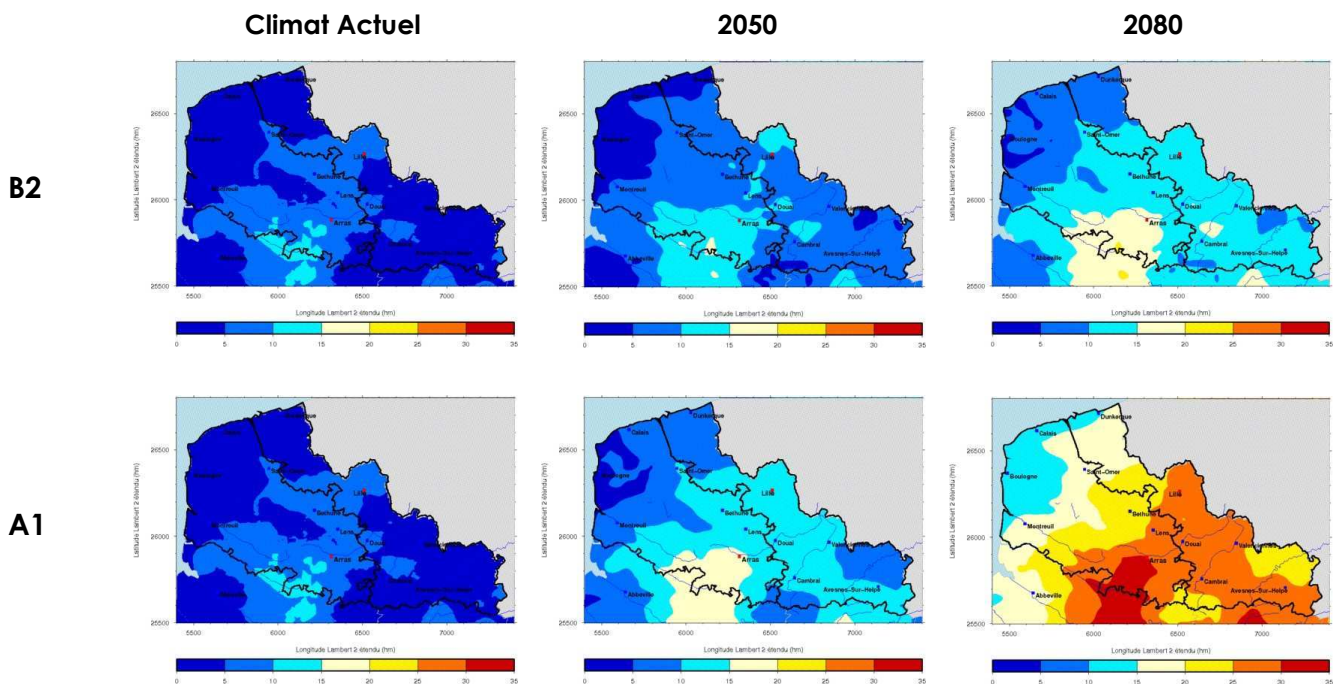
Analyse de Météo-France :

On observe une augmentation de la **température moyenne** annuelle en 2050 par rapport à la climatologie 1971/2000. L'anomalie s'élève entre +1°C (B1) et +2°C (A2).

A noter que les zones les plus chaudes se trouvent des frontières de la Belgique au nord de l'Artois et dans le nord des Flandres. Ces ordres de grandeurs sont légèrement supérieurs au réchauffement observé sur le XXe siècle dans le nord de la France, +0,8°C environ (+0,6°C en moyenne dans le monde, d'après le GIEC). Le phénomène se poursuit, voire s'accroît au cours du XXIe siècle, et d'une manière légèrement plus marquée à l'intérieur des terres.

Les cartes du climat en 2080 confirment l'accélération du réchauffement. L'anomalie par rapport à la climatologie 1971/2000 va de +1,5°C (B1) à +3°C (A2). On remarque aussi que la dispersion entre les scénarios augmente. On peut citer les raisons suivantes : les taux d'émission de GES pris en compte dans les modèles se distinguent de plus en plus nettement au cours du siècle et l'importante inertie du système climatique.

Il faut également garder à l'esprit que l'incertitude augmente avec l'échéance. D'après le rapport Jouzel, la longueur de l'intervalle d'incertitude à 95% de la température moyenne annuelle va de 0,5 à 1°C. La température moyenne reste un paramètre robuste avec une tendance nette.



Evaluation du nombre de jours chauds (>30°C) en 2050 et 2090 en région Nord-Pas-de-Calais selon les différents scénarios climatiques (Météo-France)

Analyse de Météo-France :

Le nombre de jours augmente légèrement à l'horizon 2050, entre +0 et +10 jours selon les scénarios. L'anomalie explose à la fin du siècle, entre +5 et +20 jours, dans une région où la moyenne 1971/2000 est proche de 5 jours par an. Cette brusque accélération de la tendance est liée à un effet de seuil. Par ailleurs l'anomalie est plus marquée à l'intérieur des terres. Le gradient mer/terre a en effet tendance à s'accroître avec le changement climatique.

La tendance est robuste, quels que soient les modèles et les scénarios.

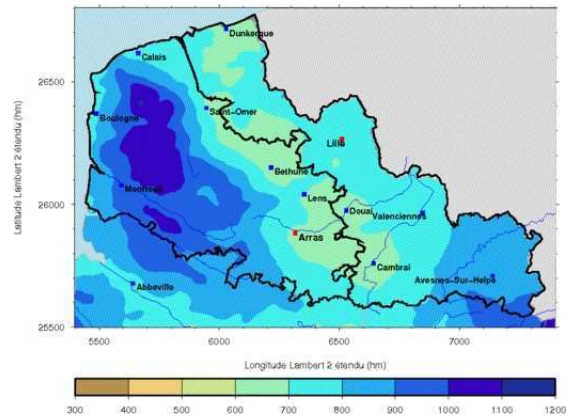
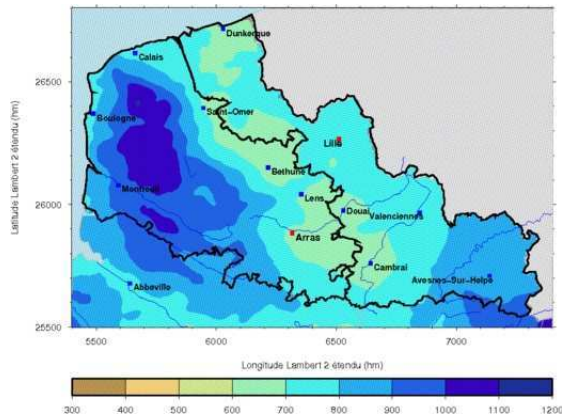
Evolution du régime des précipitations

Evolution des moyennes

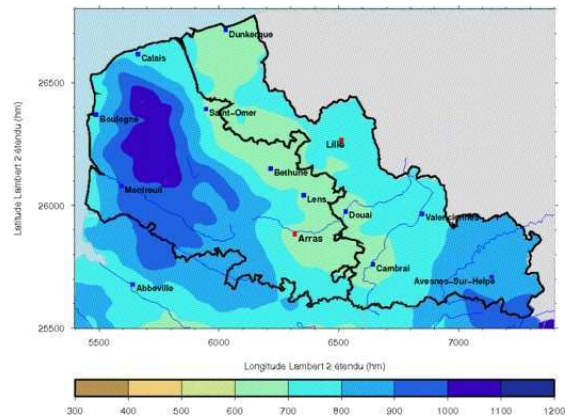
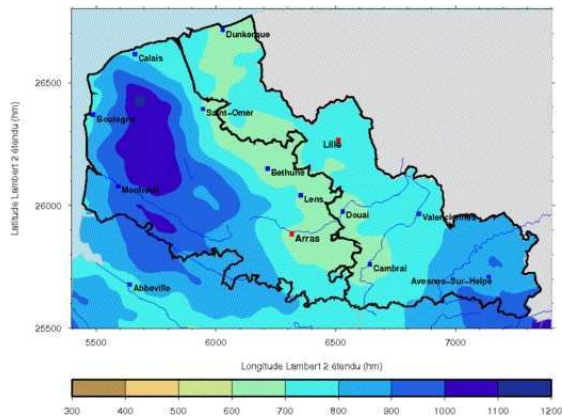
Scénario B1

Scénario A2

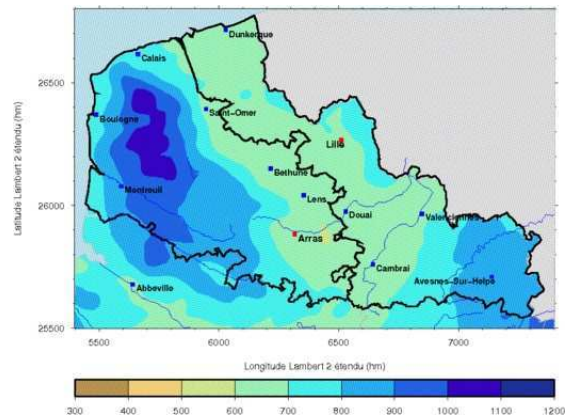
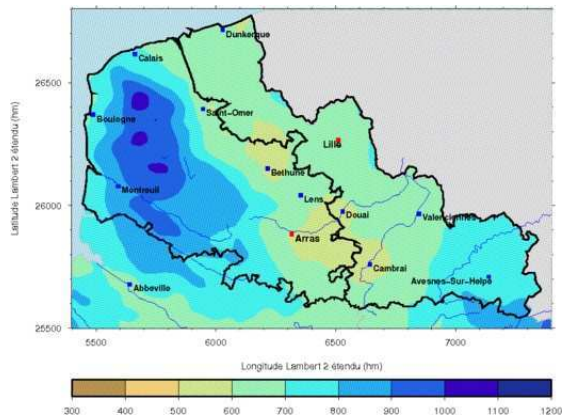
**Climat
actuel**



**Climat
2050**



**Climat
2080**



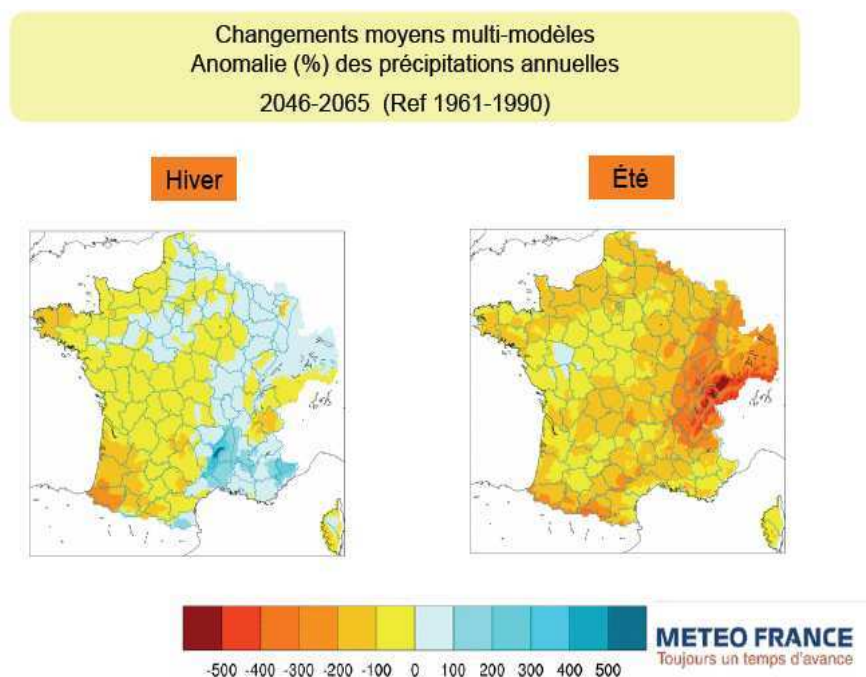
Evaluation du cumul annuel moyen de précipitations en 2050 et 2090 en région Nord-Pas-de-Calais selon les différents scénarios climatiques (Météo-France)

Analyse de Météo-France :

On observe les précipitations les plus importantes sur l'ouest du Pas-de-Calais, en termes de cumul annuel moyen et de nombre de jours pour lesquels les précipitations sont supérieures à 10 mm. Les précipitations sont globalement un paramètre climatique moins robuste que la température, car la dépendance avec les émissions de GES n'est pas directe.

Le **cumul annuel moyen de précipitations** varie peu entre la climatologie 1971/2000 et les projections des scénarios à l'horizon 2050. Attention, ce constat masque les disparités saisonnières, qui peuvent être significatives. La figure ci-dessous issue d'une approche multi-modèle illustre la tendance saisonnière à 2050 (+/- augmentation légère des précipitations hivernales et augmentation de 100 à 200 mm en été).

A l'horizon 2080, les deux scénarios s'accordent sur une baisse du cumul annuel, de 50 à 100 mm par an en moyenne (pour un cumul moyen total, très variable spatialement, de l'ordre de 800 mm). La projection saisonnière sera fournie prochainement par MétéoFrance.



Evolution des évènements « extrêmes » (analyse Météo-France)

Analyse de MétéoFrance :

Le nombre de jours pour lesquels le cumul de précipitations est supérieur à 10 mm paraît moins robuste que les paramètres précédents, car il porte sur un extrême des données de précipitations. Par ailleurs la tendance n'est pas linéaire dans le temps, ni homogène spatialement d'après les cartes issues de la DATAR. On retiendra que les projections s'éloignent relativement peu de la climatologie 1971/2000.

Donc on ne s'attend pas à une baisse significative de la fréquence des « fortes » pluies, ni à une hausse. Attention cependant aux variations saisonnières qui sont peut-être disparates.

Ce paramètre peut être comparé avec celui du rapport Jouzel « nombre de jours de précipitations intenses (> 20 mm) ». Cet événement est plus rare, autour d'une demi-douzaine d'occurrences, contre une vingtaine pour le paramètre jours de précipitations > 10 mm. D'après le rapport Jouzel, il n'y a pas d'évolutions

significatives jusqu'en 2050 inclus. A l'horizon 2090, par contre, on observe une très légère augmentation (1 occurrence supplémentaire en moyenne) quels que soient les modèles et les scénarios.

En conclusion, la fréquence annuelle de fortes pluies ne diminuerait pas significativement au cours du siècle à venir. L'incertitude sur le paramètre ne permet pas de se prononcer davantage.

Evolution des vents et épisodes violents

Concernant les vents et les épisodes violents (tempête, précipitations exceptionnelles), aucune donnée scientifique n'est pour le moment disponible.

Evolution du niveau de la mer

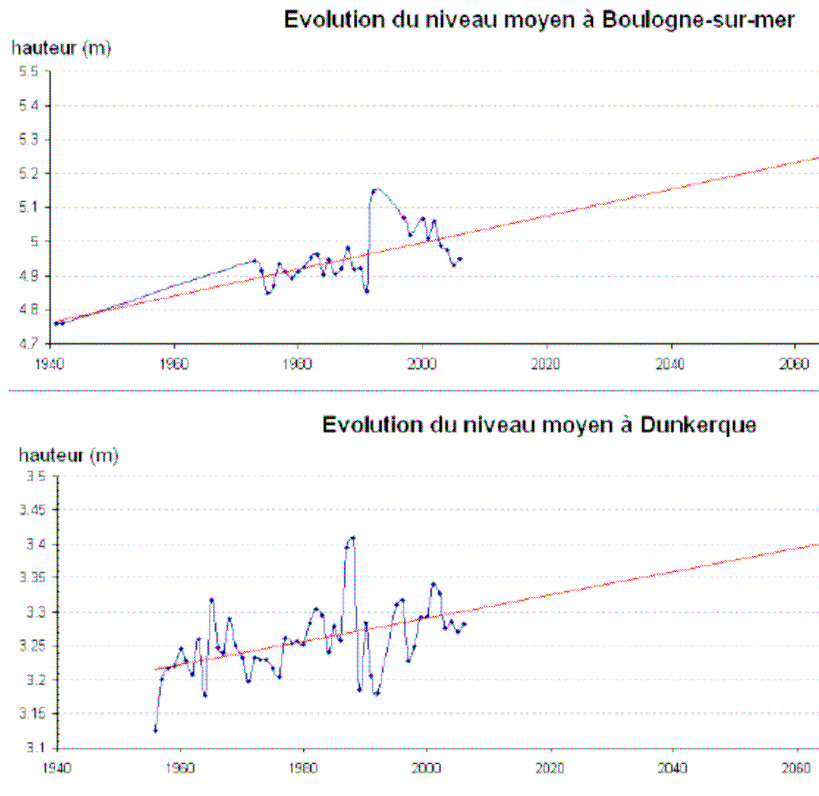
La région étant dotée d'une part importante de littoral, des études ont aussi été menées sur l'impact du changement climatique sur le risque de submersion du littoral (DREAL Nord-Pas-de-Calais). Ce risque est caractérisé par deux types d'évènements : l'augmentation du niveau moyen de la mer et l'augmentation des surcotes¹. A ce jour la modélisation des phénomènes est en cours de finalisation.

Une étude sur l'élévation du niveau moyen de la mer a néanmoins déjà été effectuée. Cette dernière montre une élévation de l'ordre de :

A Dunkerque = + 1,7mm/an

A Boulogne = + 3,9mm/an

¹ Surcote : dépassement du niveau de la marée théorique par action de la pression et du vent en interaction avec la côte.



Historique de l'élévation du niveau de la mer

Proposition d'estimation pour les échéances intermédiaires (source DGEC du MEEDTL)

Pour les échéances intermédiaires, entre 1870 et 2100, on utilisera une fonction d'interpolation parabolique, valant 0 m en 1870, 0,18 m en 2000 et l'une des trois valeurs ci-dessus (respectivement 58 cm, 78 cm et 118 cm par rapport au niveau de 1870) en 2100 selon que l'hypothèse retenue est optimiste, pessimiste ou extrême.

En suivant un tel ajustement, on arrive pour les projections d'élévation du niveau de la mer par rapport aux valeurs de la fin du XX^{ème} siècle, exprimées en cm en fonction de l'année, au tableau suivant :

Hypothèse	2030	2050	2100
Optimiste	10	17	40
Pessimiste	14	25	60
Extrême	22	41	100

Cette recommandation, fondée sur l'état de la connaissance actuelle, pourra être revue en fonction des résultats futurs de la recherche sur le climat.

En ce qui concerne l'aléa submersions marines en Nord-Pas-de-Calais, des travaux et réflexion partenariales Etat-collectivités sont déjà à l'œuvre en région Nord-Pas-de-Calais comprenant :

- une caractérisation de l'aléa de submersions marines en lien avec le changement climatique en Nord-Pas-de-Calais (DREAL)
- un diagnostic des ouvrages de protection à la mer
- le projet d'aménagement durable des wateringues

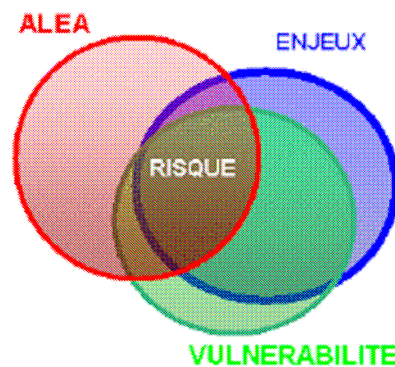
Ces travaux vont connaître une résonnance et des compléments à travers la mise en œuvre du « plan national de prévention des submersions marines et des crues rapides » à paraître en 2011.

Par ailleurs, l'érosion côtière, aléa existant qui pourrait être accentué par l'augmentation du niveau de la mer, devra également être approfondie par les territoires littoraux. Une qualification de cet aléa est en cours au niveau régional (DREAL).

De la description de l'évolution des aléas à l'analyse des vulnérabilités : quelques éléments de méthode

L'analyse de l'adaptation au changement climatique introduit une série de concepts qu'il est important de bien distinguer. On dissociera ainsi les concepts d'aléa, d'enjeu, de vulnérabilité et de risque.

- Le changement climatique est susceptible de provoquer des aléas, c'est-à-dire des événements pouvant affecter négativement l'environnement. Ces aléas ont une certaine probabilité de se produire.
- L'enjeu (ou l'exposition) comprend l'ensemble de la population ou le patrimoine pouvant être affecté par l'aléa.
- Confronté à chacun de ces aléas, un espace ou une population donnée peut être plus ou moins affecté négativement, suivant ses caractéristiques particulières. La vulnérabilité exprime le degré par lequel un espace ou une population peut être affecté négativement. Cette vulnérabilité dépend ainsi de l'existence ou non de système de protection, etc.
 - ⇒ **Mener une stratégie d'adaptation, c'est diminuer la vulnérabilité d'un espace ou d'une population.**
- Le risque enfin, est la résultante de ces trois composantes².



² Pour plus de précisions sur les définitions, voir également Füssel H.M. : « *Vulnerability : A generally applicable conceptual framework for climate research* », Global Environmental Change 17, n°2, Mai 2007.

Les vulnérabilités du territoire

Vulnérabilités au changement climatique : cadre d'analyse

L'identification des vulnérabilités du territoire peut s'appuyer sur un premier cadrage national, principalement inspiré par le *Plan National d'Adaptation au Changement Climatique* ainsi que par le rapport interministériel « Impacts du changement climatique, adaptation et coûts en France » coordonné par l'ONERC.

Ces éléments permettent de mettre en avant un certain nombre de vulnérabilités, transversales et sectorielles.

Des vulnérabilités transversales

- **Biodiversité**, et en particulier dans les milieux humides
 - Aggravation des étiages estivaux créant des discontinuités écologiques
 - Dégradation de la biodiversité liée à l'augmentation de la concentration de polluants dans les sédiments et à la réduction des concentrations en oxygène
 - Transformations liées à des stratégies d'atténuation, en particulier sur les secteurs agricoles et sylvicoles

- **Ressource en eau**
 - Des vulnérabilités liées à la baisse des écoulements de surfaces et pouvant générer des difficultés multiples :
 - pour l'alimentation en eau potable
 - pour l'irrigation des cultures
 - pour la production industrielle et énergétique (refroidissements)
 - pour la qualité de l'eau
 - Des problèmes d'assainissement des eaux pluviales et des eaux usées générés par l'augmentation de la fréquence d'événements pluvieux extrêmes

- **Santé**, sur laquelle les effets du changement climatiques peuvent surpasser tous les autres, suivant plusieurs experts, en raison de :
 - l'impact sanitaire de l'augmentation des épisodes caniculaires
 - l'émergence ou réémergence de maladies infectieuses
 - le développement plus important des phytoplanctons et des cyanobactéries dans les eaux de baignades
 - la dégradation de la quantité et de la qualité de l'eau distribuée

- **Risques naturels**, accentués par le changement climatique :

- Le risque d'inondations, lié à une intensité ou l'augmentation du débit de pluviométrie
- Le risque de submersion marine
- Le risque d'érosion
- Les mouvements de terrains liés au retrait gonflement des argiles

Des vulnérabilités sectorielles

- **Agriculture.** Pour cette activité, les modifications liées aux changements climatiques peuvent être autant positives que négatives.
 - Augmentation des rendements annuels, notamment pour les cultures d'hiver, grâce à des évolutions climatiques graduelles
 - Augmentation de la durée des végétations des prairies
 - Baisse des rendements due à une augmentation du stress hydrique
 Les effets sur l'agriculture sont assez inégaux entre les systèmes agricoles, et la régionalisation des enjeux est indispensable sur ce secteur.
- **Industrie et production énergétique.** Bien qu'ils soient d'habitude analysés plutôt au regard des enjeux de l'atténuation, ces secteurs seront impactés par le changement climatique :
 - Evolution de la demande en chauffage et en climatisation liée à une évolution des températures
 - Impact d'évènements extrêmes sur les réseaux
 - Les principaux impacts viendront de l'évolution de la ressource en eau, compte tenu de son importance dans le mix énergétique national ; mais surtout de son importance dans l'ensemble des procédés de production et pour le refroidissement.
- **Urbanisme et cadre bâti**
 - Hausse de température et vague de chaleur
 - Risque de submersion dans les zones où l'urbanisation littorale est importante
 - Endommagement des bâtiments via les effets de retraits/gonflement des argiles
- **Infrastructure de transport.** Les évènements extrêmes liés au changement climatique entraînent un risque de rupture d'ouvrages pouvant conduire à l'indisponibilité, définitive ou temporaire, d'une partie du réseau de transport.
- **Tourisme**
 - Submersion des petites îles et les régions côtières
 - Détérioration des eaux de baignades

- **Forêt**
 - Changement de productivité, lié au changement de teneur en gaz carbonique de l'atmosphère et à l'augmentation des températures
 - Modifications de la distribution spatiale des essences
 - Augmentation des risques naturels (incendies, ...)

Une priorisation au regard des spécificités régionales

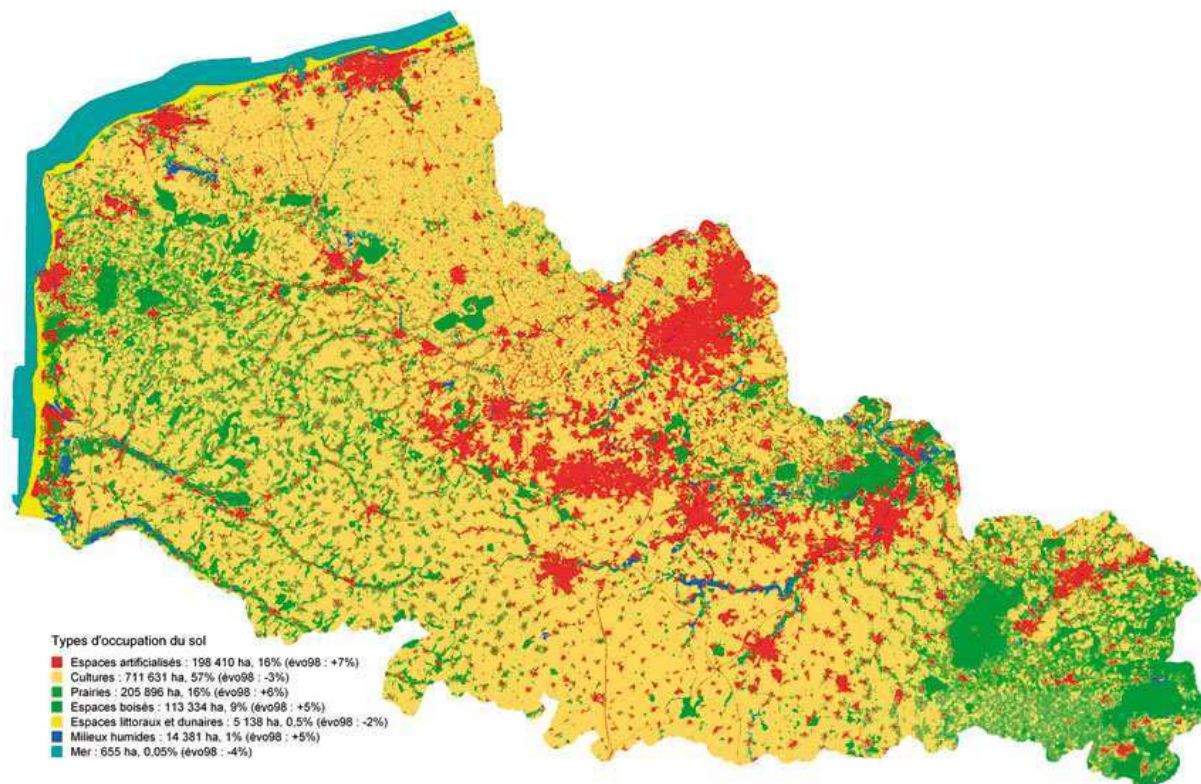
Ce cadre général d'analyse des vulnérabilités doit être lu au regard des spécificités du territoire régional.

Un territoire littoral très vulnérable à la montée du niveau de la mer

L'ensemble du littoral de la région est particulièrement soumis au phénomène de surcote et au risque de submersion marine.

Un territoire très urbanisé

La région Nord-Pas-de-Calais est un territoire très urbanisé. La population est majoritairement regroupée dans quelques grands pôles urbains dont une partie significative sur le littoral.



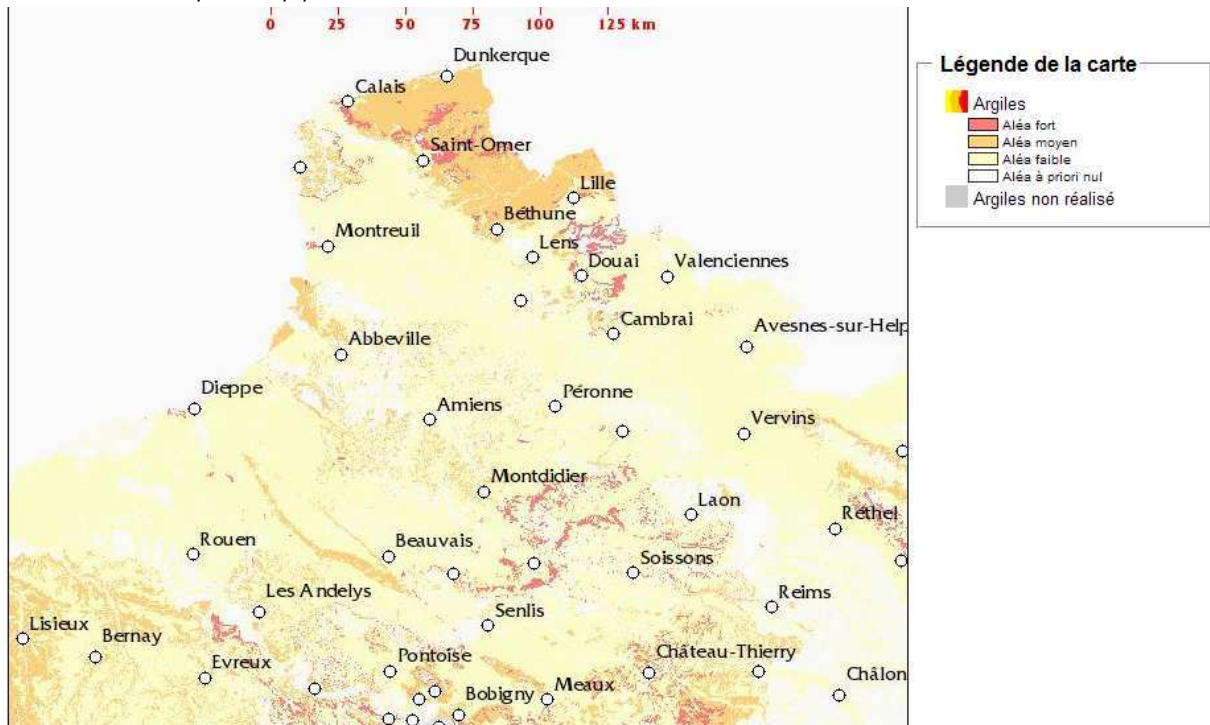
Type d'occupation du sol en Nord-Pas-de-Calais

Les vulnérabilités spécifiques aux territoires urbains seront donc des chantiers majeurs et prioritaires pour la région. La connaissance plus fine des enjeux liés aux territoires urbains est à affiner, mais il semble dès à présent indispensable de considérer :

- ⇒ **L'augmentation des épisodes de chaleur extrême et des pics de pollutions associés.** Les deux phénomènes sont liés et méritent d'être traités comme une unique vulnérabilité. Les épisodes de chaleur extrême génèrent une surmortalité chez les personnes fragiles, par effet direct (hyperthermie, déshydratation, ...) ou indirect sur des personnes touchés par certaines pathologies (maladies respiratoires, maladies infectieuses, ...). L'épisode caniculaire de 2003 a montré l'importance de ce risque qui devrait croître d'une part par l'augmentation de l'aléa de chaleur extrême, mais également du fait du vieillissement de la population dans les années à venir.

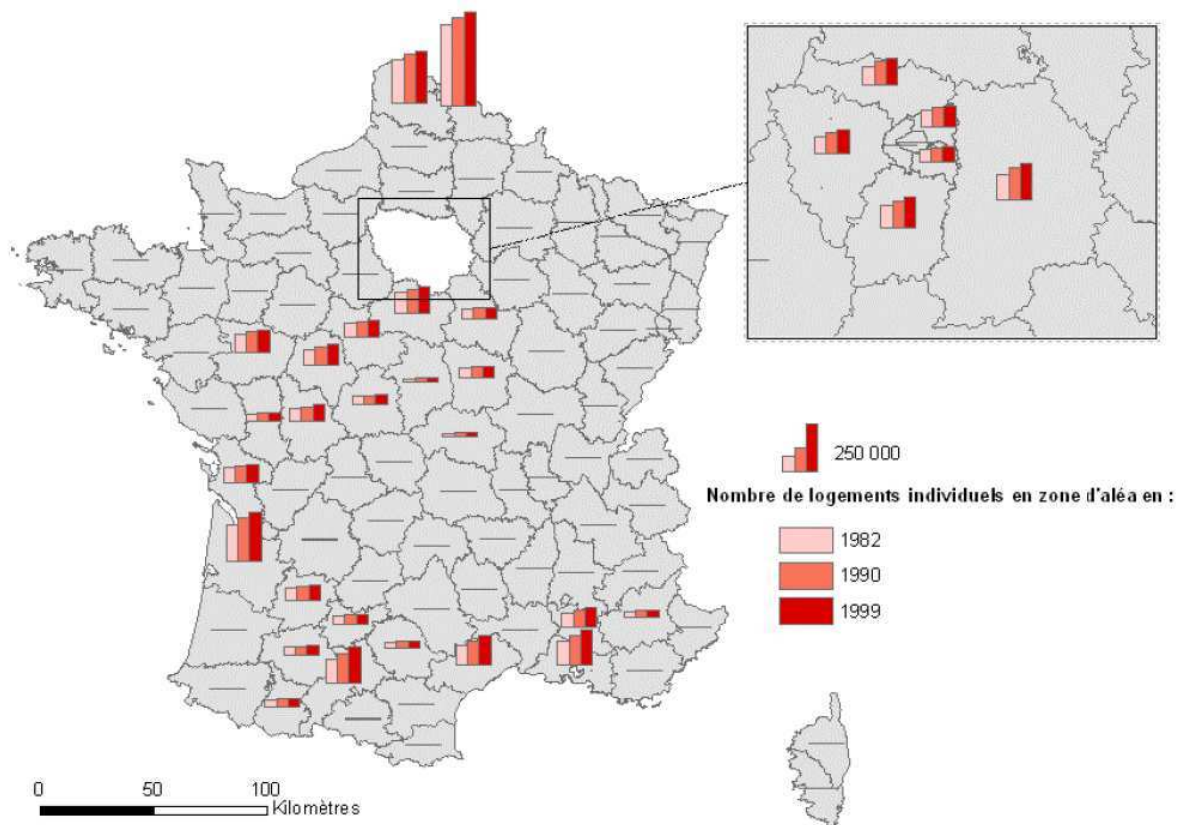
- ⇒ **Le phénomène de retrait/gonflement des argiles accentué par le changement climatique.** Ce phénomène correspond à un risque lié aux changements d'humidité des sols à dominance argileuse. Ces argiles jouent un rôle d'éponge et se gonflent lors de la période pluvieuse et ils se rétractent lors de la période de sécheresse. L'apparition de tassements différentiels peut occasionner des dégâts parfois importants aux constructions et en particulier celles dont les fondations sont superficielles. Le changement climatique pourrait avoir comme conséquence, à travers l'augmentation des périodes

de sécheresse, de favoriser la rétractation des argiles et l'ouverture de fissures. Cette vulnérabilité est particulièrement importante en région Nord-Pas-de-Calais par rapport au reste de la France.



Importance de l'aléa « retrait-gonflement des argiles »

Source : BRGM, www.argiles.fr



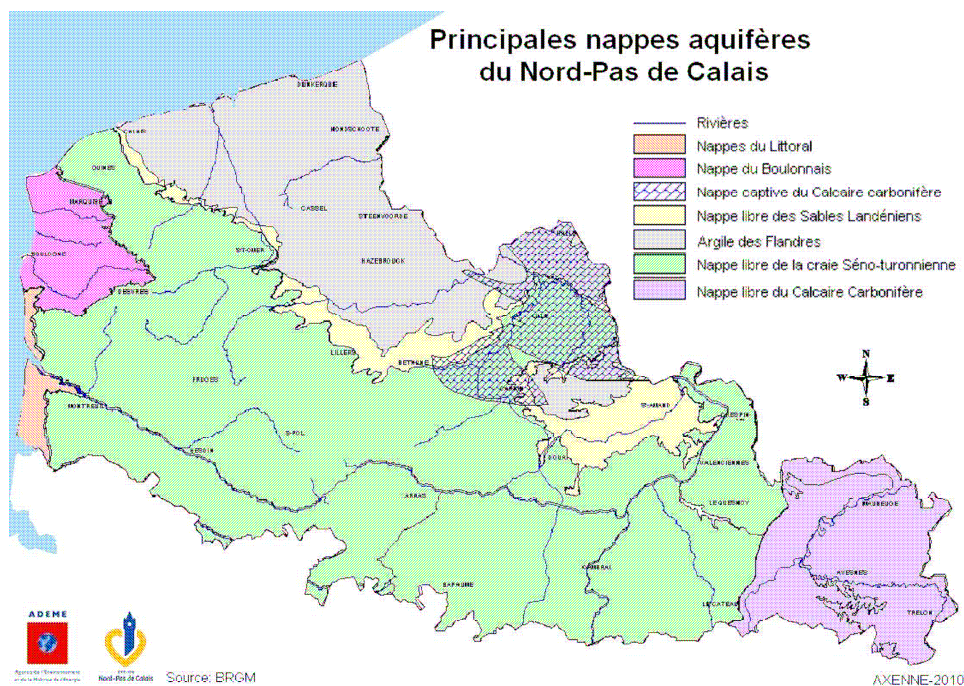
Recensement des aléas retrait-gonflement des argiles en 1982-1990-1999

Source : MRN (2007)

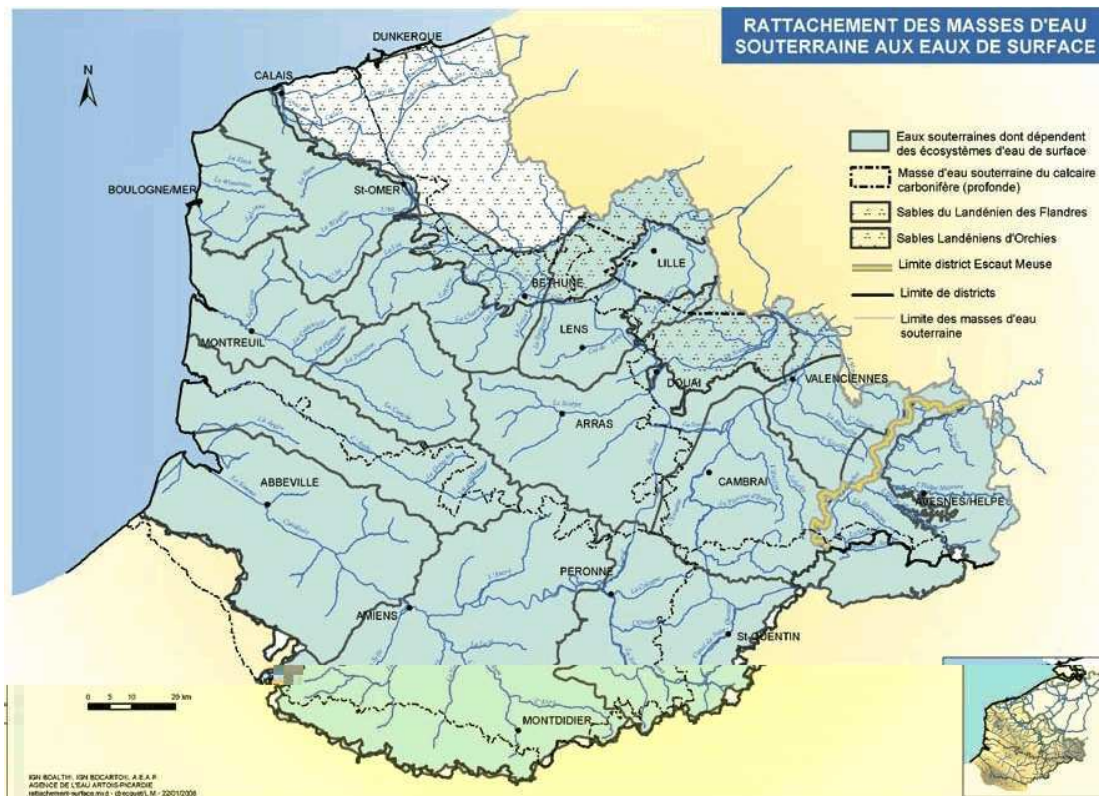
Un système hydraulique sous tension

La ressource en eau

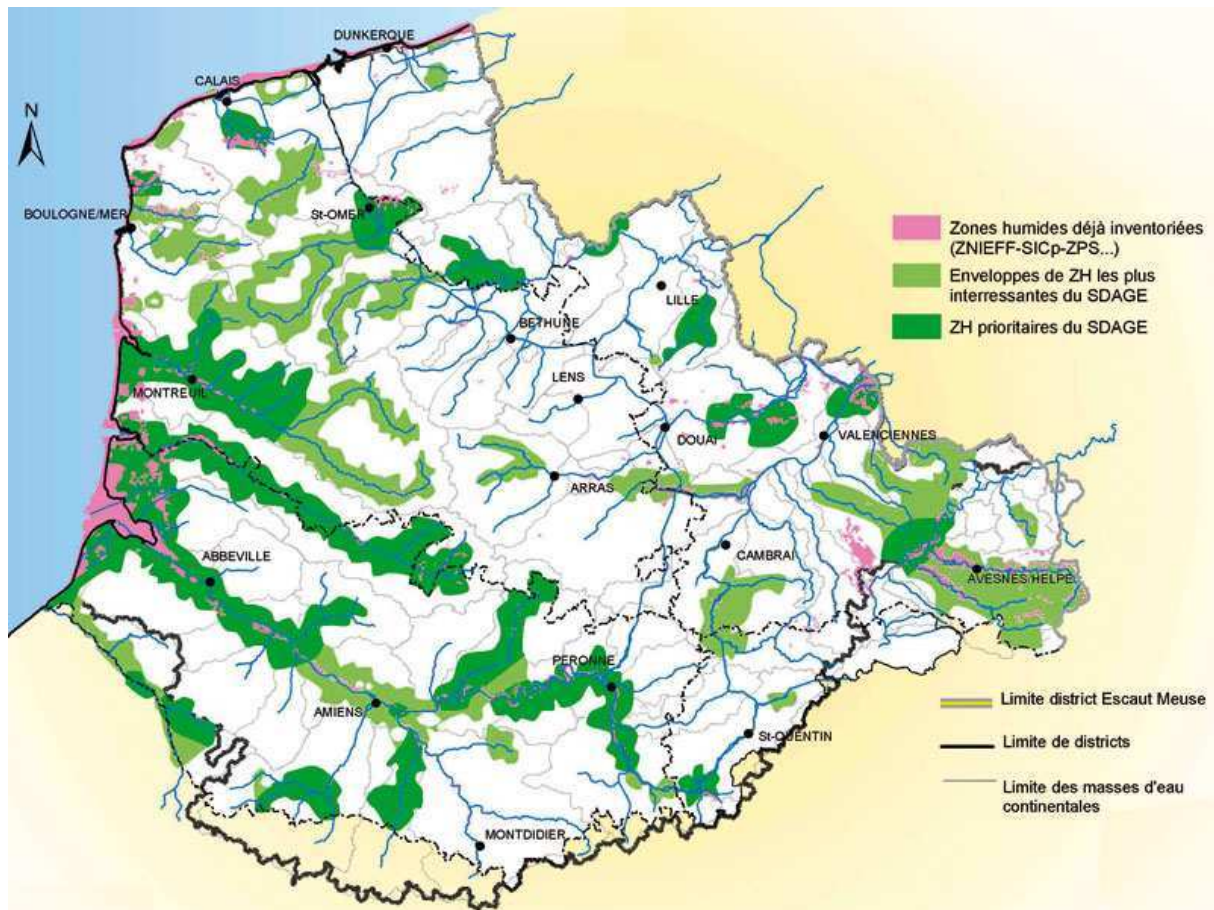
La ressource en eau souterraine, notamment la nappe de la craie, est importante en Nord-Pas-de-Calais. Les tensions sur la ressource peuvent être considérées comme relativement faibles au niveau régional même si certains déséquilibres locaux existent qui peuvent avoir des conséquences importantes sur les milieux naturels et les usages de l'eau associés. Une vigilance sur l'usage équilibrée de la ressource est de mise et se traduit par un suivi régulier et une prévention des épisodes de sécheresses (prévus dans le SDAGE).



Les relations entre nappes souterraines et cours d'eau superficiels sont également importantes étant donné le réseau dense de cours d'eau et canaux. Les eaux superficielles alimentent les recharges des nappes en hiver alors que celles-ci soutiennent l'étiage des cours d'eau l'été. Tout déficit dans l'un des deux compartiments peut potentiellement engendrer des problèmes sur l'autre la saison suivante.



Les zones humides de la région, même si cela doit être relativisé, sont très souvent associées aux nappes alluviales accompagnant les cours d'eau. Les déficits de recharge des nappes peuvent potentiellement engendrer des problèmes de soutien d'été et d'alimentation de ces zones.



Les sols argileux de certains territoires du Nord-Pas-de-Calais sont également importants pour certaines zones humides du fait que la couche argileuse est imperméable et garde les eaux d'infiltration au niveau de la nappe superficielle. Dans ce cas de figure, ces zones humides étant alimentées uniquement par les eaux météoriques, les épisodes de sécheresse auront d'autant plus d'impacts sur ces systèmes.

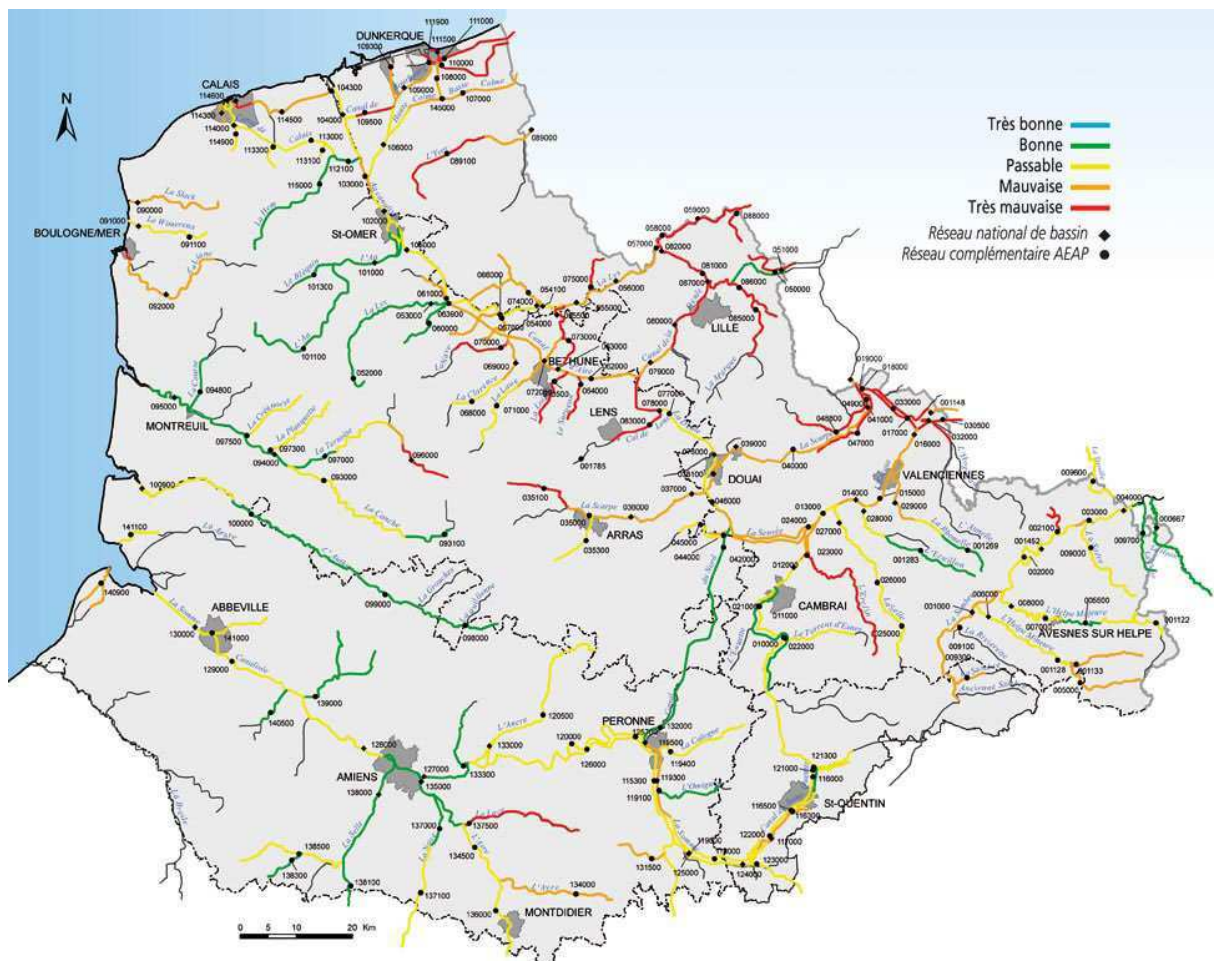
La qualité de l'eau

Les cours d'eau du Nord-Pas-de-Calais sont des réserves d'eau qui sont utilisées pour satisfaire les besoins des collectivités, des industries mais aussi, sur certains bassins versants, de l'agriculture irriguée. Des mesures sont actuellement prévues pour surveiller les niveaux des cours d'eau en cas de période sèches. Elles devront être adaptées s'ils s'avèrent que ces périodes deviennent plus fréquentes et plus longues.

En effet, le cours d'eau, outre les prélèvements qu'il subit, reçoit également les rejets des activités humaines (érosion des terres agricoles, effluents des collectivités et industriels...) qui sont plus ou moins dilués selon l'importance du débit du cours d'eau, entraînant une qualité de l'eau plus ou moins dégradée. Un cours d'eau en étiage présente donc une capacité de dilution plus limitée. Plus les prélèvements

sont importants, plus la capacité de dilution baisse. Un équilibre est donc à trouver entre débit et rejets reçus.

A l'heure actuelle, le SDAGE Nord-Pas-de-Calais prévoit une stratégie de planification pour la reconquête de la qualité de l'eau (atteinte du bon état écologique des eaux) dans le cadre de la directive cadre européenne sur l'eau. L'atteinte des objectifs ambitieux de cette directive est d'ores et déjà très complexe dans le Nord-Pas-de-Calais. C'est pourquoi une attention particulière doit être portée à l'évolution des débits moyens et des débits d'étiage des cours d'eau en lien avec le changement climatique.



Carte de l'état des eaux en Nord-Pas-de-Calais (source Agence de l'eau, SDAGE Artois Picardie)

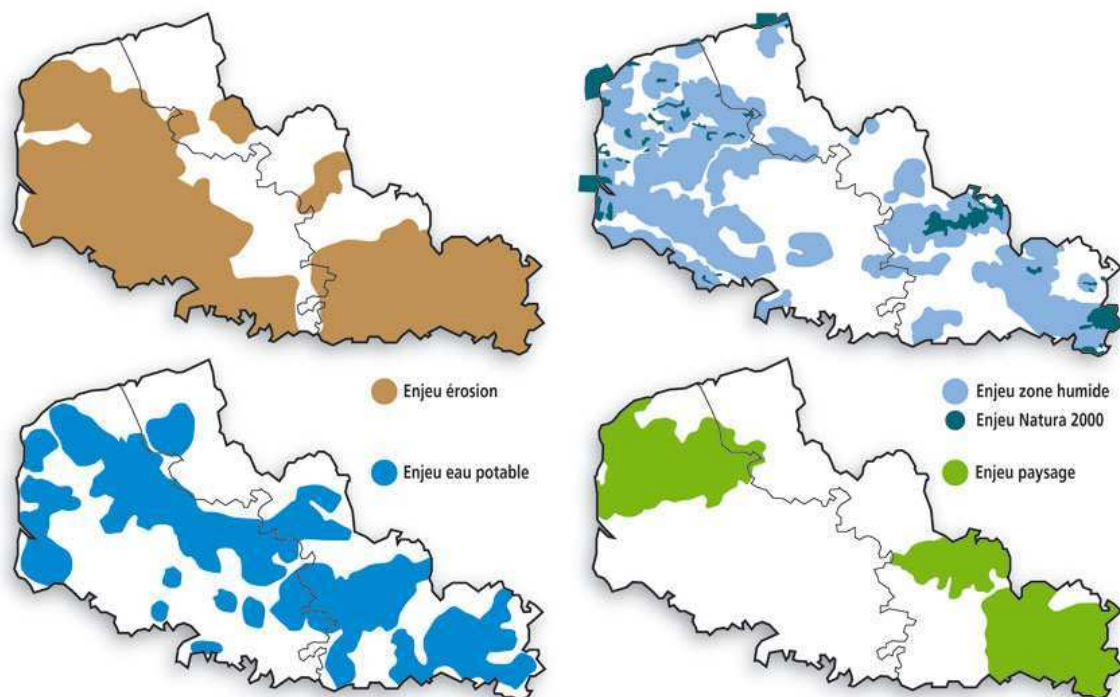
Vulnérabilité aux inondations continentales par débordement de cours d'eau

La région Nord-Pas-de-Calais présente une vulnérabilité importante aux inondations par débordement de cours d'eau et aux coulées de boues sous l'effet de plusieurs phénomènes :

- l'imperméabilisation importante qui engendre une vitesse de concentration des eaux plus importante vers les cours d'eau lors des épisodes de crues hivernales
- des terres agricoles nues en hiver qui génèrent un ruissellement chargé de matières en suspension arrachées au bassin versant
- un endiguement et une occupation du sol qui ont progressivement coupé les cours d'eau de leurs zones d'expansion naturelle
- des phénomènes de précipitations intenses en été depuis une dizaine d'années qui engendrent des crues spectaculaires

Ces épisodes peuvent engendrer de nombreux dégâts aux biens et personnes ainsi qu'aux activités agricoles, premier secteur touché par les catastrophes naturelles. Les collectivités et la profession agricole, en lien avec les services de l'Etat, luttent activement contre les conséquences de ces phénomènes tant en terme de prévention que de protection.

Ces épisodes de ruissellement et d'inondations sont également très préjudiciables et traumatisant pour les milieux aquatiques, les eaux de ruissellement étant particulièrement chargé en particules et en polluants divers issus notamment des réseaux d'assainissement qui déversent leur trop plein mais aussi des terres agricoles contenant des nitrates et des produits chimiques.



Diagnostic des enjeux agro-environnementaux produit par la DRAAF NPdC

L'agriculture (Cf. carte occupation des sols) et l'industrie du Nord-Pas-de-Calais sont deux secteurs très actifs et développés. Ils représentent des enjeux économiques forts.

L'industrie est organisée en pôles d'activité (notamment dans le delta de l'Aa, l'Audomarois, l'aire métropole de Lille et le Valenciennois). Son fonctionnement et ses process la rendent potentiellement sensible aux problématiques de manque d'eau (prélèvements et rejets) et de risque d'inondation.

Par ailleurs, un certain nombre de risques technologiques sont associés à certaines exploitations industrielles. La vulnérabilité de ces sites aux inondations et aux submersions marines est donc un point de vigilance important.

Outre les risques liés à la pollution des sols et de l'air, le risque réside aussi dans l'arrêt de la production et la vulnérabilité économique associée (emplois, arrêt de production d'énergie...).

Synthèse

Au regard de ces éléments, on peut considérer que :

- ⇒ Les conséquences majeures du changement climatique sur la ressource en eau porte sur la **diminution de la ressource en eau**, la **réduction des écoulements de surfaces**, et **ses conséquences sur la pollution de l'eau**, la biodiversité et l'économie du territoire.
- ⇒ De même, si le territoire présente une sensibilité importante aux inondations continentales, l'incertitude existante sur l'augmentation des épisodes pluvieux extrêmes liée au changement climatique positionne cette vulnérabilité au 2nd ordre au regard du changement climatique.

Une biodiversité à préserver

Une biodiversité sous pression dans la région

La richesse et la diversité des paysages et des milieux sont soumis à de fortes pressions humaines. Situé à la croisée des climats océaniques et continentaux, de grandes structures géologiques et écologiques, le Nord-Pas-de-Calais abrite une diversité de paysages fortement marqués par l'action humaine et une mosaïque de milieux. Les nappes souterraines importantes et les pluies abondantes, ainsi que les sols souvent très riches sont favorables à une expression diversifiée et forte de la biodiversité : milieux littoraux, terrains calcaires du Boulonnais, prairies humides, etc.

Les milieux naturels sont cependant souvent relictuels. Le Nord-Pas-de-Calais est une des régions françaises les plus artificialisées (15 % du territoire). Urbanisation, développement de zones commerciales, d'infrastructures de transport, fréquentation touristique, de loisir, rejets industriels et domestiques, évolution des

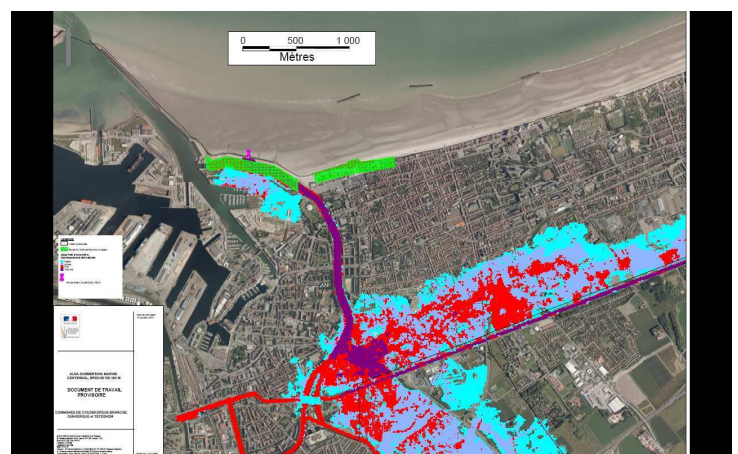
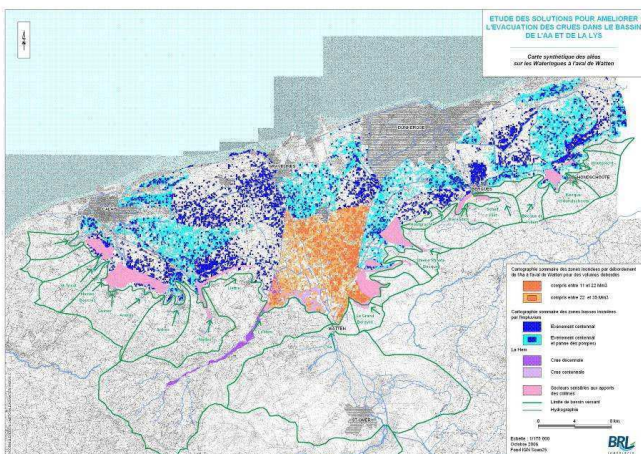
pratiques agricoles ou, très localement, déprise agricole, etc. : des pressions fortes s'exercent sur les milieux.

Elles conduisent à une fragmentation et une banalisation des milieux (une simulation régionale a estimé que la région était découpée en plus de quatre millions de fragments), voire à leur suppression. L'évolution des habitats s'accompagne d'une érosion de la biodiversité.

Les impacts du changement climatique attendus sur la biodiversité restent aujourd'hui complexes à appréhender et méritent des investigations plus détaillées. Les écosystèmes forestiers pourraient être parmi les milieux les plus exposés au changement climatique du fait de longues périodes de production : 50 à 150 ans. Les choix d'aujourd'hui nécessitent plus que dans d'autres domaines une attention particulière.

⇒ Au regard des tensions exercées sur la biodiversité en région, il est proposé de considérer cette vulnérabilité comme une vulnérabilité de premier ordre.

Un exemple de territoire cumulant les vulnérabilités : les waterings



Simulation de pannes des pompes d'évacuation de l'eau (BRL)

Simulation de rupture de digue du à un évènement extrême (étude DREAL non finalisée)

ACTIVITES	Agriculture : Agriculture-pêche
	Captage, distribution d'eau : Captage, traitement et distribution d'eau
	Energie : Production et distribution d'électricité, de gaz et de chaleur
	Autres industries : Autre industries (industries agro-alimentaires, industries de bien de consommation, industrie automobile, biens d'équipement, biens intermédiaires)
	Transport
MILIEUX	Tourisme : Tourisme et loisir
	Littoral plaine
ZONES SENSIBLES	Littoral Urbain
	Polder agricole

Le territoire des waterings, historiquement zone de marais, est un territoire très aménagée et modeler par l'homme depuis un millénaire, cumule les vulnérabilités :

- population importante,
- activités industrielles importantes, notamment pour la production d'énergie
- activité agricole intensive
- milieux naturels sensibles
- territoire poldérisé très bas en altitude entraînant des difficultés chroniques à évacuer les eaux de ruissellement et présentant aujourd'hui un risque potentiellement important de submersion marine (en cours de détermination).

Ce territoire a servi de test à la méthodologie nationale d'évaluation de la vulnérabilité territoriale. Il est bien sûr Le territoire ou l'action collective pour diminuer la vulnérabilité est requise. Cette action est déjà bien enclenchée puisque le Préfet de Région et les collectivités ont mise en place de nombreuses études visant à mieux connaître les aléas et les vulnérabilités.

Les vulnérabilités régionales

Au regard des éléments globaux et locaux exposés, et suite aux premières séquences de travail, deux types de vulnérabilités ont ainsi été identifiées pour la région Nord-Pas-de-Calais :

- ⇒ des **vulnérabilités principales**, du fait de l'importance des impacts du changement climatique pouvant être attendus en raison des particularismes régionaux. Ces vulnérabilités et les risques associés méritent une attention de 1^{er} ordre dans le cadre de ce schéma, avec la mise en œuvre de stratégies adaptatives sur le court-terme.
- ⇒ des **vulnérabilités secondaires**, pour lesquelles :
 - soit le « delta » lié au changement climatique reste marginal, même si le risque est important à ce jour en région
 - soit les impacts sont aujourd'hui mal connus, et méritent d'enclencher une amélioration de l'évaluation de ces vulnérabilités.

Cinq vulnérabilités principales sont retenues :

- La vulnérabilité des côtes à l'aléa de **submersion marine**
- La vulnérabilité des populations en milieu urbains aux aléas de **chaleur extrême**
- La vulnérabilité du cadre bâti aux phénomènes de **retrait-gonflement des argiles**

- La vulnérabilité économique et sanitaire à la **diminution et la dégradation de la ressource en eau**
- La vulnérabilité des **écosystèmes** aux changements climatiques

D'autres vulnérabilités ont été identifiées mais apparaissent comme secondaires, au regard des critères évoqués précédemment :

- **Accentuation des inondations continentales.** L'augmentation de la fréquence de l'aléa n'étant pas avéré, on peut difficilement parler ici d'une vulnérabilité au changement climatique.
- **Vulnérabilité du secteur agricole aux changements de températures.** En comparaison d'autres régions métropolitaines, les impacts du changement climatique sur le secteur agricole dans la région restent marginaux. Les impacts sont indirects, à travers la raréfaction de la ressource en eau.
- **Accentuation des effets sanitaires du changement climatique**, notamment par l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes :
 - o Apparition et diffusion accrue de maladies émergentes (menaces de maladies infectieuses et parasitaires). Le Nord-Pas-de-Calais sera moins touché que d'autres régions.
 - o Accroissement des phénomènes liés aux liens entre pollinisation, températures accrues et allergènes, en raison de l'évolution des cycles de pollinisation :
 - la date de démarrage de la pollinisation est plus précoce, la durée et l'intensité de la pollinisation sont plus importantes, ce qui entraîne un nombre de jours à risque d'exposition aux pollens d'herbes et arbres allergisants plus élevé. Cela constitue une réelle préoccupation de santé publique.
 - Influence de l'îlot de chaleur urbain sur l'avancement phénologique des pollens, avec des conséquences pour la santé en termes de pollens issus de plantes ou arbres allergisants
 - o Migration à terme de certaines espèces végétales allergisantes
- **Impact sur les écosystèmes marins**
 - o Multiplication des méduses : impact sur la pisciculture et la mytiliculture
 - o Acidification des eaux du fait de la teneur en CO₂ de l'air et de la hausse des températures et modification des équilibres chimiques des milieux aquatiques (lacs, mer), avec des conséquences en termes de remontée des animaux marins

Deux opportunités, qualifiées de secondaires, et liées à l'évolution des aléas climatiques ont également été identifiées :

- **Développement du tourisme**, le Nord-Pas-de-Calais devenant une zone plus fraîche qu'ailleurs en France
- **Potentiels de croissance plus rapide dans les domaines de la pisciculture et de la mytiliculture**

⇒ **Y a-t-il d'autres vulnérabilités / opportunités qui caractérisent le Nord-Pas-de-Calais ?**

La méthode d'analyse

Un tableau a été constitué pour décrire et analyser chacune des vulnérabilités identifiées comme principales en amont de l'atelier.

Les sources utilisées pour pré-compléter chacun de ces tableaux sont les suivantes :

- le compte-rendu des échanges réalisés suite à la première réunion de l'atelier « Adaptation au changement climatique » du SRCAE
- les contributions adressées par les participants suite à la réunion
- des études citées directement dans les tableaux concernés

Chaque tableau comporte les rubriques suivantes :

- **Nom** : Désignation de la vulnérabilité
- **Définition** : Définition claire de la vulnérabilité (en lien avec l'aléa climatique)
- **Aléa** : Aléa climatique à l'origine de la vulnérabilité
- **Éléments de diagnostic** : Ensemble d'éléments de diagnostic permettant de justifier l'importance de la vulnérabilité en région Nord-Pas-de-Calais, mettant en avant les spécificités de la région, les exemples d'observations de signes précurseurs à la vulnérabilité, voire les actions déjà menées
- **Sources** : les études et personnes ressources en mesure de compléter la connaissance du sujet
- **Indicateurs** : Indicateurs et/ou méthodes permettant de suivre l'évolution de la vulnérabilité considérée
- **Orientations à retenir** : Suggestions d'orientations à inscrire dans le SRCAE pour favoriser l'adaptation du territoire régional à cette vulnérabilité (Etudes, prescriptions, actions à mener, etc.)
- **Documents de planification** : Documents de planification régional ou territorial pouvant intégrer la prise en compte de cette vulnérabilité et ainsi mettre en œuvre les orientations retenues

Pour chaque vulnérabilité, il s'agit de répondre aux questions suivantes :

- ⇒ **Les informations collectées vous semblent-elles pertinentes ?**
- ⇒ **Certaines données sont-elles à ajouter ? Comment y avoir accès ?**

La vulnérabilité des côtes à l'aléa de submersion marine

Définition	<p>Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière. Elles font généralement suite à la concomitance de plusieurs phénomènes météo-marins défavorables, la pleine-mer et des conditions météorologiques sévères engendrant surcotes, houles...</p> <p>L'augmentation du risque est lié principalement à l'élévation du niveau moyen de la mer (18 à 59 cm en 2100 suivant les scénarios du GIEC) ce qui engendrera une submersion définitive des zones basses. Les modifications de régimes de dépression pourront également modifier les régimes de houles et de surcotes ce qui augmentera la fréquence/intensité des submersions temporaires.</p>
Aléa	<p>Augmentation du niveau moyen de la mer</p> <p>Augmentation de la fréquence et de l'importance des évènements extrêmes</p>
Éléments de diagnostic	<p>Situation de consommation foncière exacerbée, conflits d'usages des sols et urbanisation rendent difficile la tâche de prise en compte de l'aléa.</p> <p>Présence des waterings, qui rendent d'ores et déjà nécessaire une gestion de l'évacuation des eaux dans le polder</p>

Sources	Atlas des risques inondations déjà réalisés Plan national « submersions marines »
Orientations à retenir	Elaborer une carte régionale d'aléa des submersions marines et mettre à disposition l'information Mettre en œuvre la directive « inondations » Prendre en compte les évolutions liées au changement climatique sur l'aléa submersion marine dans les Plans de Prévention des Risques Naturel (PPRN)
Documents de planification	Plan de Prévention des Risques (PPRN) SCOT
Indicateur de suivi	Nombre de PPRN de communes littorales intégrant l'impact du changement climatique sur l'aléa « submersions marines »

Hierarchisation

Risque Economique <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	3	Risque Humain <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	2	Risque Ecologique <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	1
---	----------	---	----------	---	----------

Vulnérabilité des populations en milieux urbains aux aléas de chaleur extrême

Définition	<p>Stress thermique : croissance de la charge de morbidité et de la surmortalité lors des épisodes de forte chaleur, impactant essentiellement les maladies respiratoires et cardiovasculaires et les maladies mentales</p> <p>Les surmortalités sont alors liées tout autant aux effets directs de la chaleur qu'aux effets liés à la pollution atmosphérique (pollution à l'ozone).</p>
Aléa	<p>Augmentation des épisodes de T° extrêmes (fréquence et intensité)</p> <p>Prise en compte des T° nocturnes</p>
Éléments de diagnostic	<p>D'ores et déjà, en Nord-Pas-de-Calais, lors des épisodes de canicule, le temps d'acclimatation est insuffisant et la chaleur agit comme un stress thermique mettant à mal les mécanismes thermorégulateurs de l'organisme. Ainsi, la mortalité culmine le lendemain ou le surlendemain du jour le plus chaud d'une vague de chaleur.</p> <p>Les personnes les plus touchées par ces épisodes de canicule : personnes âgées, vivant seules, malades ou grabataires, à faible niveau socio-économique, à consommation excessive de médicaments, habitant des logements mal ventilés ou non climatisés.</p> <p>Or :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caractère très jeune des habitants. « Papy-boom » à venir lorsque les températures seront élevées ? - Phénomène de retour des personnes âgées dans la région - Spécificités de l'urbanisme de la région Nord-Pas-de-Calais : les maisons sont mal isolées, la qualité du bâti n'est pas bonne (car il s'agit souvent de constructions post seconde guerre mondiale). A Lille notamment, le sol et les terrasses sont noirs, et le tissu urbain est très imperméabilisé. <p>L'épisode caniculaire de 2003 a mis en évidence les caractéristiques principales liées aux décès notamment le degré d'autonomie, les antécédents médicaux, les caractéristiques liées à l'habitat et les comportements d'adaptation à</p>

	<p>la vague de chaleur.</p> <p>⇒ Chez les personnes résidant à domicile, les principaux facteurs étaient la catégorie socioprofessionnelles (ouvriers), l'existence de pathologies (maladies neurologiques, cardiovasculaires, psychiatriques), tandis que les comportements d'adaptation à la canicule étaient des facteurs protecteurs. Les personnes résidant sous les toits ou dans les immeubles anciens sans travaux d'isolation avaient également plus de risque de décéder que les autres. Des observations satellites ont montré ainsi que chaque degré supplémentaire correspondait à un risque presque doublé de décéder.</p> <p>⇒ En institution, les facteurs de risque sont la nature des pathologies, la prise de certains médicaments, tandis que les contacts sociaux étaient des facteurs protecteurs. Le fait d'avoir une chambre sous les toits, une fenêtre orientée vers l'est ou plus d'une ouverture sur la chambre étaient des facteurs de risques, tandis que les comportements adaptatifs étaient protecteurs (accès à la climatisation, douches, sorties de l'établissement, ...)</p> <p><u>Territoires les plus sensibles en termes d'impact sanitaire</u> : les grandes agglomérations, avec des températures sensiblement plus élevées que dans les périphéries (phénomène d'îlot de chaleur urbain) conjuguées avec une qualité de l'air plus dégradée par la pollution atmosphérique</p>
Sources	Plan National Canicule
Orientations à retenir	<p><u>Orientations nationales</u> :</p> <p>Renforcer les systèmes existants de surveillance en visant leur pérennisation.</p> <p>Etudier le comportement en habitat individuel ou collectif et sur les lieux de travail de différents types de population, dont les populations vulnérables, en situation d'évènements extrêmes.</p> <p>Analyser et adapter les bâtiments accueillants des malades, des personnes handicapées et des personnes âgées pour pallier les conséquences d'évènements extrêmes plus fréquents et plus intenses.</p> <p>Réintroduire l'eau et la végétation en ville dans les espaces urbains afin de limiter l'effet d'îlot de chaleur en cas de</p>

	<p>canicule</p> <p><u>Autres réflexions :</u></p> <p>Solution technique dans la conception des bâtiments, non générateur de GES ?</p> <p>Utilisation des PAC réversibles ?</p>				
Documents de planification					
Indicateur de suivi	Végétalisation des espaces urbains ?				
Hiérarchisation					
Risque Economique <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	2	Risque Humain <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	3	Risque Ecologique <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	1

Vulnérabilité des infrastructures urbaines à l'aléa de retrait-gonflement des argiles

Définition	Certains sols argileux peuvent gonfler et se tasser du fait des variations de teneur en eau. L'apparition de tassements différentiels peut occasionner des dégâts parfois importants aux constructions et en particulier celles dont les fondations sont superficielles.
Aléa	Augmentation des durées de sécheresse Augmentation des précipitations intenses
Éléments de diagnostic	Vulnérabilité particulière de la région Nord-Pas-de-Calais à cet aléa
Sources	www.argiles.fr MRN

Orientations à retenir	<p>Cartographie des zones fragiles</p> <p>Bonnes applications des règles de construction existantes ?</p> <p>Développement expérimentale d'outils permettant d'évaluer la vulnérabilité des bâtiments existants ?</p> <p>Réflexion avec les assureurs ?</p>				
Documents de planification	<p>PLU</p> <p>Plan de Prévention des Risques Naturels</p> <p>SCOT</p>				
Indicateurs	<p>Nombre d'aléas « retrait-gonflement des argiles » recensés</p>				
Hierarchisation					
Risque Economique <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	2	Risque Humain <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	1	Risque Ecologique <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	1

La vulnérabilité économique et sanitaire à la diminution et la dégradation de la ressource en eau

Définition	<p>L'augmentation des périodes de sécheresse peut avoir un impact direct sur les débits de circulation d'eau et indirectement sur la qualité de l'eau :</p> <p>Impact sur le débit des cours d'eau</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Manque d'eau pour réaliser l'irrigation lié à un assèchement de la ressource ⇒ Problème d'alimentation des canaux et impacts sur la navigation ⇒ Problème pour les procédés industriels, le refroidissement des systèmes énergétique et le secteur agricole <p>Les problèmes d'insuffisance de la ressource en eau pourraient être aggravés par la hausse des consommations d'eau qui accompagne la hausse des températures.</p> <p>Impact sur la qualité de l'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Augmentation des cyanobactéries liée à l'augmentation des températures et dégradation de la qualité de l'eau si les débits d'étiage sont plus faibles car les cours d'eau ont une capacité de dilution des polluants qui dépend de leur débits. Les rejets des STEP et des industriels en période d'étiage sévère peuvent avoir des impacts importants sur la faune et la flore. ⇒ Cette évolution de la qualité de l'eau aura pour conséquence des risques sanitaires accrus sur les eaux de baignade, la pisciculture et la conchyliculture.
Aléa	<p>Pluviométrie moyenne</p> <p>Augmentation de la température moyenne, et impact sur les étiages estivaux</p>
Éléments de diagnostic	<p>L'essentiel des ressources régionales en eau est issu des nappes : le territoire est moins vulnérable aux assècs de cours d'eau que dans d'autres régions. En revanche, la qualité de l'eau est déjà vulnérable dans la région.</p>

	<p>Dans les waterings, les étiages peuvent déjà ponctuellement poser problème. Dans des conditions dégradées, ces phénomènes seront accentués, d'autant plus que l'écluse des Fontinettes soutient l'étiage des waterings pour le moment (via des fuites) en transférant une partie du débit du bassin à celui de la Lys qui s'écoule vers la Belgique. Il faudra donc être attentif à cette situation.</p> <p><u>Certains territoires sont particulièrement sensibles</u> : ceux qui n'ont pas de ressource en eau souterraine (ex : Boulonnais)</p>
Sources	<p>Diagnostics du SDAGE et des SAGE</p> <p>Agence de l'eau Artois Picardie</p>
Indicateurs	<p>Ampleur des étiages estivaux</p>
Orientations à retenir	<p>Souhaiter que les SDAGE et les SAGE établissent, lors de leur révision, un diagnostic des effets probables du changement climatique sur la gestion de l'eau et des milieux aquatiques sur leur périmètre respectif en région Nord-Pas-de-Calais</p> <p>Apprendre ou réapprendre à mieux « stocker l'eau » pluviale et de ruissellement, dès le haut des bassins versant, via des réseaux de fossés en eau, mares, zones humides, des retenues derrière de petits barrages existants qui ne soient pas des obstacles à la circulation de la faune, pour soutenir les étiages.</p>
Documents de planification	<p>SDAGE</p> <p>SAGE</p>
Hierarchisation	

<p>Risque Economique</p> <p><i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i></p>	<p>2</p>	<p>Risque Humain</p> <p><i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i></p>	<p>1</p>	<p>Risque Ecologique</p> <p><i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i></p>	<p>2</p>
--	----------	--	----------	--	----------

Vulnérabilité de la biodiversité des forêts et des milieux humides

Définition	<p>Arrivée de nouvelles espèces venues du Sud</p> <p>Eutrophisation accrue et perte de biodiversité des zones humides</p> <p>Influence sur les peuplements forestiers régionaux (croissance, impact des attaques sanitaires), notamment sur certaines essences utilisées en sylviculture</p>
Aléa	<p>Rapidité des changements climatiques</p> <p>Hausse des températures</p> <p>Canicules</p>
Éléments de diagnostic	<p>Région où la diversité génétique a déjà beaucoup baissé ces dernières années.</p> <p>Région très fragmentée où il est très difficile de mettre en place des corridors écologiques climatiques.</p> <p>Forte vulnérabilité de la forêt à l'évolution des températures moyennes et vulnérabilité des forêts drainées aux canicules en été</p> <p>Forte vulnérabilité des zones humides à la hausse des températures. Il s'agit pourtant d'un des milieux les plus riches en matière de biodiversité</p>
Sources	<p>Observatoire du changement climatique en milieu forestier piloté par le CRPF</p>

Indicateurs	Indicateur de l'observatoire du CRPF ?				
Orientations à retenir	<p>Choix des essences et de la diversité génétique. Sur le secteur forestier, les choix se font maintenant pour les 50 à 90 prochaines années. Une tendance est de planter des arbres dont on pense qu'ils supporteront mieux la chaleur, mais Météo France, et plus récemment la NASA, nous alertent sur le fait que, s'il fera partout probablement plus chaud en été, en Europe de l'Ouest il fera aussi peut-être plus froid en hiver.</p> <p>Gérer la forêt en y conservant mieux – dès le haut des bassins versant, tant que possible – l'eau hivernale pour diminuer les effets des sécheresses estivales semble une précaution utile.</p> <p>Permettre la remontée vers le Nord de certaines espèces grâce à des corridors biologiques pouvant permettre aux espèces de plus facilement se déplacer et survivre aux changements de conditions de vie</p>				
Documents de planification	SRCE				
Hierarchisation					
Risque Economique <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	1	Risque Humain <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	1	Risque Ecologique <i>(échelle 1 à 3. Plus le score est grand, plus le risque est élevé)</i>	3

Vers une vision d'ensemble : hiérarchisation des vulnérabilités

	Risque Economique	Risque Humain	Risque Ecologique	Total
	<i>Echelle 1 à 3 : plus le score est grand, plus le risque est élevé</i>			
La vulnérabilité des côtes à l'aléa de submersion marine	3	2	1	6
La vulnérabilité des populations en milieu urbains aux aléas de chaleur extrême	2	3	1	6
La vulnérabilité économique et sanitaire à la diminution et la dégradation de la ressource en eau	2	1	2	5
La vulnérabilité des écosystèmes aux changements climatiques	1	1	3	5
La vulnérabilité du cadre bâti aux phénomènes de retrait-gonflement des argiles	2	1	1	4

⇒ Cette hiérarchisation est-elle cohérente ?

Vers une vision d'ensemble : les orientations transversales à retenir

Peut-on formuler des prescriptions générales sur l'adaptation en région :

- ⇒ Développement d'une « culture risque » intégrant le changement climatique ?**
- ⇒ Intégration dans les politiques sectorielles des principes de l'adaptation ?**
- ⇒ Rôle central de certains documents d'urbanisme dans la prise en compte des vulnérabilités ?**
- ⇒ Nécessité d'une meilleure connaissance et observation de la vulnérabilité régionale ?**
- ⇒ Faut-il évaluer le coût d'une « non-adaptation » ?**