

# PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL



## Diagnostics territoriaux



Rapport final

Dossier 18040004 03/08/2022	 auddicé environnement	 CITEPA	 Cohérence ENERGIES	 votre parten'air Atmo HAUTS-DE-FRANCE
réalisé par	Auddicé Environnement ZAC du Chevalement 5 rue des Molettes 59286 Roost-Warendin <b>03 27 97 36 39</b>	42 rue de Paradis 75010 Paris 01 44 83 68 83	1 rue du Nord 59840 Pérenchies 03 20 00 38 72	Volet Qualité de l'air Atmo Hauts-de-France Bâtiment Douai 199 rue Colbert 59800 Lille 03 59 08 37 30

# Plan Climat Air Energie Territorial

## Diagnostics territoriaux



Rapport final

Grand Calais Terres et Mers

Version	Date	Description
Rapport final	03/08/2022	Diagnosics territoriaux

	Nom - Fonction
Rédaction	Charlotte CHATTON – Ingénieur d'études - AUDDICE
Rédaction	David RODRIGUEZ – Ingénieur d'études - CITEPA
Validation	Laetitia NICCO – Chef d'Unité - CITEPA
Rédaction	Damien DELACROIX – Ingénieur d'études – Cohérence énergies
Validation	Charlotte CHATTON – chef de projet

## TABLE DES MATIERES

<b>CHAPITRE 1. CONTEXTE.....</b>	<b>10</b>
1.1 Contexte national et réglementaire .....	11
1.2 Grand Calais Terres et Mers .....	12
1.2.1 Périmètre d'études .....	12
1.2.2 Compétences de Grand Calais Terres et Mers .....	12
<b>CHAPITRE 2. DIAGNOSTIC ENERGETIQUE DU TERRITOIRE .....</b>	<b>15</b>
2.1 Eléments de cadrage .....	16
2.2 Sources des données .....	17
<b>2.3 Consommation énergétique du territoire.....</b>	<b>20</b>
2.3.1 Les consommations du territoire.....	20
2.3.2 Répartition par secteur d'activité .....	22
<b>2.4 Production d'énergie du territoire et situation des réseaux.....</b>	<b>26</b>
2.4.1 Production d'énergie renouvelable .....	26
<b>2.4.2 Situation des réseaux.....</b>	<b>27</b>
2.5 Gisements d'énergies renouvelables et de récupération .....	32
2.5.1 Photovoltaïque .....	32
2.5.2 Solaire thermodynamique .....	35
2.5.3 Eolien .....	36
2.5.4 Hydroélectricité .....	46
2.5.5 Méthanisation.....	49
2.5.6 Géothermie.....	53
<b>2.5.7 Solaire thermique.....</b>	<b>59</b>
<b>2.5.8 Bois-énergie.....</b>	<b>61</b>
<b>2.5.9 Agrocarburant .....</b>	<b>64</b>
2.5.10 Energie de récupération .....	66
<b>2.5.11 Réseaux de chaleur .....</b>	<b>67</b>
<b>2.5.12 Synthèse .....</b>	<b>70</b>
<b>CHAPITRE 3. DIAGNOSTIC DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE ET DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES.....</b>	<b>71</b>
3.1 Enjeux des différentes problématiques .....	72
3.1.1 GES : la problématique du changement climatique .....	72
3.1.2 Sol : la prise en compte de la séquestration carbone par les sols.....	73
<b>3.2 Eléments contextuels.....</b>	<b>75</b>
3.2.1 Année.....	75
3.2.2 Sources d'émissions considérées (approche réglementaire) .....	75
<b>3.3 Différents scopes et approches .....</b>	<b>77</b>
3.3.1 Emissions directes.....	77
3.3.2 Emissions indirectes.....	78
3.3.3 Approche réglementaire.....	78
<b>3.4 OUTIL ESPASS .....</b>	<b>79</b>
3.4.1 Objectifs de l'outil ESPASS .....	79
3.4.2 Méthode .....	79
3.4.3 Données utilisées et sources .....	80
<b>3.5 Diagnostic réglementaire .....</b>	<b>80</b>
3.5.1 Périmètre .....	80
3.5.3 Diagnostic réglementaire GES .....	81

3.5.4	Diagnostic GES - Approche inventariste : Comparaison des émissions de GES avec la région Hauts-de-France et la France.....	82
3.5.5	Diagnostic séquestration carbone .....	84
<b>3.6</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>85</b>
<b>CHAPITRE 4.</b>	<b>DIAGNOSTIC DE LA QUALITE DE L'AIR .....</b>	<b>87</b>
4.1	Éléments de langage.....	89
4.1.1	La qualité de l'air, un enjeu environnemental grandissant .....	89
4.1.2	Qualité de l'air et climat : entre différences et similitudes .....	90
4.1.3	De la source de pollution à l'air respiré par la population .....	91
4.2	Quelles sont les sources de polluants sur mon territoire ?.....	92
4.2.1	Les oxydes d'azote (NOx).....	92
4.2.2	Les particules (PM10 et PM2.5).....	96
4.2.3	Les particules PM10.....	96
4.2.4	Les particules fines PM2.5 .....	99
4.2.5	Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ).....	102
4.2.6	L'ammoniac (NH <sub>3</sub> ).....	105
4.2.7	Les composés organiques volatils (COVnM).....	108
4.3	La qualité de l'air respirée sur mon territoire .....	111
4.3.1	Evolution des concentrations observées en stations .....	111
4.3.2	Les valeurs réglementaires .....	117
4.3.3	Les épisodes de pollution (2011/2017) .....	119
4.3.4	Zoom sur les épisodes de pollution de l'année 2017 .....	121
4.3.5	Modélisation .....	122
4.4	Quels sont les secteurs à enjeux pour mon territoire de la CA du Grand Calais Terres et Mers ? .....	126
4.4.1	Autres Transports .....	127
4.4.2	Industrie .....	127
4.4.3	Transports Routiers .....	128
4.4.4	Résidentiel .....	128
4.4.5	Agriculture .....	129
<b>CHAPITRE 5.</b>	<b>DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE DU TERRITOIRE .....</b>	<b>130</b>
5.1	Contexte climatique .....	131
5.1.1	Pourquoi réaliser une étude de la vulnérabilité du territoire aux changements climatiques .....	131
5.1.2	Un climat qui continue de changer en France.....	133
5.1.3	Au niveau local.....	134
5.1.4	Méthodologie .....	135
5.2	Climat passé, présent et futur du territoire .....	139
5.2.1	Climat passé et présent .....	139
5.2.2	Tendances du climat dans les décennies à venir.....	144
5.2.3	Climat futur – les scénarios d'évolution climatique sur le territoire.....	146
5.2.4	Synthèse du changement climatique sur le territoire .....	162
5.3	Sensibilités actuelles et futures du territoire .....	163
5.3.1	Des risques naturels déjà présents.....	163
5.3.2	Impacts sur la santé .....	187
5.3.3	Impact sur l'économie du territoire.....	192
5.3.4	Impacts sur les écosystèmes.....	199
5.3.5	Impact sur la production et le transport d'énergie .....	202
5.3.6	Synthèse des sensibilités du territoire.....	203
5.3.7	Exposition des populations aux risques climatiques .....	204
5.4	Vulnérabilité .....	205

5.5	Conclusion .....	209
	Glossaire .....	211
<b>CHAPITRE 6.</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>215</b>
6.1	Annexe 1 – Composition des secteurs d’activités .....	216
6.2	Annexe 2 -Valeurs réglementaires des polluants.....	219

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Synthèse des consommations et dépenses « énergétiques » sur le territoire.....	21
Tableau 2. Résultat du potentiel photovoltaïque par typologie .....	34
Tableau 3. Objectif et puissance éolien actuellement installé en région.....	37
Tableau 4. Synthèses des seuils règlementaires applicables à l'éolien en France .....	39
Tableau 5. Potentiel de production de biogaz par communes.....	52
Tableau 6. Surface de boisement en fonction du type.....	63
Tableau 7. Synthèse de la production et du potentiel du territoire en EnR (en GWh), et comparaison avec les objectifs régionaux .....	70
Tableau 8. Valeurs des PRG par GES pris en compte dans ce rapport .....	73
Tableau 9. Sources prises en compte par secteur d'activité réglementaire .....	76
Tableau 10. Diagnostic des émissions de GES sur le territoire de la CAGC – approche réglementaire scope 1 et 2 – année 2015 .....	81
Tableau 11. Résultats des émissions directes de GES sur le territoire de la CAGC, la région Hauts-de-France et la France métropolitaine - année 2015 .....	82
Tableau 12. Bilan de CO <sub>2</sub> de la séquestration carbone sur le territoire de la CAGC .....	84
Tableau 13. Mise en perspective avec le bilan de la France.....	85
Tableau 14. Synthèse des différences entre les deux scénarios – sources : GIEC et APCC.....	132
Tableau 15. Prospectives de température moyenne annuelle .....	147
Tableau 16. Prospectives de nombre de journées d'été .....	149
Tableau 17. Prospectives de nombre de jours de vague de chaleur .....	150
Tableau 18. Prospectives de nombre de jours de gel.....	152
Tableau 19. Prospectives de nombre de jours anormalement froids .....	153
Tableau 20. Synthèse des évolutions des 5 indicateurs .....	155
Tableau 21. Prospectives du cumul de précipitations (mm) .....	157
Tableau 22. Prospectives du nombre de jours de pluie .....	157
Tableau 23. Prospectives du nombre de jours de fortes précipitations.....	159
Tableau 24. Prospectives du nombre maximum de jours secs consécutifs .....	160
Tableau 25. Synthèse des évolutions des 4 indicateurs .....	161
Tableau 26. Synthèse du changement climatique sur le territoire .....	162
Tableau 27. Recensement des évènements ayant fait l'objet de catastrophe naturelle.....	163
Tableau 28. Arrêtés de catastrophe naturelle par commune .....	164
Tableau 29. Communes concernées par un PPR .....	166
Tableau 30. Communes concernées par un PAPI.....	166
Tableau 31. Communes concernées par un PPRL .....	172
Tableau 32. Communes du PPR Littoraux liés à l'évolution des falaises entre Equihen-Plage et Sangatte.	183
Tableau 33. Effets du réchauffement climatique sur les risques naturels .....	186

Tableau 34. Effets du réchauffement climatique pour la santé de la population du territoire .....	191
Tableau 35. Effectifs des établissements par grands secteurs économiques au 31 décembre 2015 .....	192
Tableau 36. Effets du réchauffement climatique sur le secteur économique .....	198
Tableau 37. Effets du changement climatique sur les écosystèmes .....	201
Tableau 38. Effets du changement climatique sur la production d'énergie .....	202
Tableau 39. Sensibilités présente et future du territoire .....	203
Tableau 40. Vulnérabilités du territoire .....	208

## LISTE DES CARTES

Localisation du territoire .....	13
Carte 1. Cartographie du réseau de transport et postes sources .....	27
Carte 2. Cartographie du réseau d'électricité (HTA) et potentiel de puissance injectable par branche .	28
Carte 3. Cartographie du réseau de transport de gaz .....	29
Carte 4. Cartographie du réseau de gaz et estimation du potentiel d'injection de biogaz.....	30
Carte 5. Cartographie simplifiée du réseau de chaleur de Calais.....	31
Carte 6. Zones d'exclusions liées aux habitations .....	41
Carte 7. Belvédère du Cap blanc-Nez et zone défavorable à l'éolien dans le cadre du Schéma Régional Eolien du Nord-Pas-de-Calais .....	42
Carte 8. Zones d'exclusion liées aux servitudes aéronautiques .....	43
Carte 9. Cartographie des zones de développement possible de l'éolien .....	44
Carte 10. Cartographie des zones de développement possible de l'éolien en tenant compte du belvédère du Cap Blanc-Nez .....	45
Carte 11. Zonage règlementaire dans le cas d'une installation géothermique avec échangeur fermé ....	56
Carte 12. Zonage règlementaire dans le cas d'une installation géothermique avec échangeur ouvert à 50, 100 ou 200 mètres de profondeur.....	57
Carte 15. Hydrographie .....	167
Carte 16. Zones inondables .....	168
Carte 17. Remontées de nappes .....	170
Carte 18. Retrait-gonflement des argiles .....	175
Carte 19. Cavités souterraines.....	177
Carte 20. Exposition des populations aux risques climatiques .....	204

## PREAMBULE

---

La CA Grand Calais Terres et Mer s'est engagée dans l'élaboration d'un Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET). Cette action montre la volonté d'engagement dans une démarche vertueuse de développement durable et de lutte contre les changements climatiques.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) du 17 août 2015 consacre son titre 8 à « La transition énergétique dans les territoires ». Le lieu de l'action est le territoire où sont réunis tous les acteurs, élus, citoyens, entreprises, associations... Autant de forces vives qui ont entre leurs mains « les cartes » pour limiter, à moins de 2°C, le réchauffement maximal de notre planète, fixé lors de la COP21.

Ce travail permet également la mise en place d'une réflexion globale sur le fonctionnement des collectivités, aussi bien sur la gestion de leur patrimoine que sur les modalités de prises de décisions, autour d'un processus de management carbone. En effet, les collectivités territoriales contribuent de **façon directe à 12 %** des émissions nationales de GES<sup>1</sup>. Elles **agissent de façon indirecte sur plus de 50 %** de ces émissions par leurs compétences directes (bâtiments, équipements publics, politique des déchets, transports collectifs, distribution d'eau et d'énergie, ...) et par leur responsabilité légale d'organisation et de planification (SCoT, PDU, PLU, ...).

En tant que premier niveau de l'autorité publique, elles sont les mieux placées pour mobiliser les acteurs de la vie locale et favoriser les nécessaires évolutions de comportements des citoyens : la sphère privée représente en effet 50 % des émissions de GES.

**C'est dans ce contexte que la Communauté d'Agglomération Grand Calais Terres et Mers s'est engagée dans l'élaboration de son PCAET.**

Le décret n°2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial prévoit en son article 1er la réalisation d'un diagnostic sur les émissions territoriales de GES et de polluants atmosphériques ainsi qu'une estimation de la séquestration nette de CO<sub>2</sub>, identifiant au moins les sols agricoles et les forêts, en tenant compte des changements d'affectation des terres.

Il prévoit également un volet Energie contenant les éléments suivants : une analyse de la consommation énergétique finale du territoire, la présentation des réseaux de distribution et de transport d'électricité, de gaz et de chaleur, et un état de la production des énergies renouvelables sur le territoire. Enfin, une analyse de la vulnérabilité du territoire au changement climatique doit également être réalisée.

Ce rapport présente ainsi les résultats du diagnostic des émissions territoriales de GES selon plusieurs approches et le diagnostic des émissions de polluants atmosphériques selon l'approche réglementaire, et une estimation de la séquestration nette de CO<sub>2</sub>. Une synthèse des Etudes de Planification Energétique est également présente, pour le volet Energie du PCAET. Enfin, ce rapport présente l'analyse de la vulnérabilité du territoire.

---

<sup>1</sup> Source : <https://www.territoires-climat.ademe.fr/ressource/520-162>

# CHAPITRE 1. CONTEXTE

## 1.1 Contexte national et réglementaire

La réalisation du Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) intervient dans un cadre réglementaire, il repose sur :

- Le respect de l'engagement de la France vis-à-vis du Protocole de Kyoto, ainsi que des directives européennes, notamment l'objectif du « 3 fois 20 » à l'horizon 2020 (par rapport aux émissions de 1990) adopté en 2008 :
  - Réduire de 20% les émissions de gaz à effet de serre (GES) ;
  - Améliorer de 20% l'efficacité énergétique ;
  - Porter à 20% la part des énergies renouvelables dans la consommation finale de l'énergie (23% pour la France) ;
- L'Accord de Paris (COP21) dont l'objectif premier est de contenir le réchauffement climatique à 2°C à l'horizon 2100. Il est entré en vigueur le 4 novembre 2016 ;
- La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (TECV) de 2015 fixe de nouveaux objectifs à l'horizon 2030 et 2050 dont :
  - Réduction de 40% des émissions de gaz à effet de serre (GES) en 2030 par rapport à 1990 et division par 4 en 2050 ;
  - Réduction de 50% de la consommation énergétique finale en 2050 par rapport à 2012 avec un objectif intermédiaire de -20% en 2030 ;
  - Réduction de 30% de la consommation de combustible fossile à l'horizon 2030 ;
  - Part des énergies renouvelables à 32% de la consommation finale d'énergie en 2030 (23 % en 2020) et à 40% de la production d'électricité ;
  - Diversification du mix électrique avec réduction de la part du nucléaire à 50% à l'horizon 2050 au profit des énergies renouvelables ;
  - Adoption d'un PCAET pour les collectivités de plus de 50 000 habitants avant le 31 décembre 2016 et pour les collectivités de plus de 20 000 habitants avant fin 2018.
- Le décret n°2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial (contenu et modalités de réalisation) ;
- Le plan national d'adaptation au changement climatique ;
- Le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) du Nord-Pas-de-Calais a été approuvé le 20 novembre 2012.
- Le PPA Nord-Pas-de-Calais a été approuvé le 27 mars 2014.

## 1.2 Grand Calais Terres et Mers

### 1.2.1 Périmètre d'études

Le périmètre géographique du bilan de GES couvre l'ensemble des communes de la Communauté d'Agglomération Grand Calais Terres et Mers.

Le territoire a historiquement connu un développement d'activités liées au port (1<sup>er</sup> port de passagers français), ainsi qu'un développement urbain et industriel lié à l'activité dentellière au 19<sup>e</sup> siècle.

La Communauté d'Agglomération Grand Calais Terres et Mers regroupe dix communes et 105 000 habitants :

- Calais
- Coquelles
- Coulogne
- Escalles
- Fréthun
- Hames-Boucres
- Les Attaques
- Marck
- Nielles-lès-Calais
- Sangatte

### 1.2.2 Compétences de Grand Calais Terres et Mers

Les compétences de la CA Grand Calais Terres et Mers sont :

- Développement économique
- Aménagement de l'espace
- Équilibre social de l'habitat
- Politique de la ville
- Aire d'accueil des gens du voyage
- Collecte et traitement des déchets
- Voiries et stationnements d'intérêt communautaire
- Protection et mise en valeur de l'environnement et du cadre de vie, lutte contre la pollution de l'air, lutte contre les nuisances sonores, soutien aux actions de maîtrise de la demande d'énergie.
- Construction, aménagement, entretien, gestion d'équipements culturels et sportifs d'intérêt communautaire
- Assainissement
- Gestion du refuge fourrière animalier intercommunal
- Mise en valeur des espaces naturels
- Enfance et jeunesse en milieu rural.
- Promotion du sport de haut niveau
- Sensibilisation des publics scolaires à la pratique artistique notamment au travers d'un contrat local d'éducation artistique
- Gestion des données numériques et alphanumériques du cadastre
- Aménagement, entretien et gestion de l'aéroport de Calais-Marck.
- Valorisation environnementale et touristique des berges et canaux
- Participation à un média local de communication audiovisuel ou télévisuel
- Archéologie Préventive
- Coopération décentralisée
- Aménagement numérique du territoire et la mise en œuvre d'infrastructures de communications électroniques
- Réalisation et gestion d'un équipement touristique
- Création et gestion d'un crématorium intercommunal.
- Gestion des milieux aquatiques et préventions des inondations (GEMAPI)



## Délimitation de la zone d'étude



-  Grand Calais Terres & Mers
-  Limite départementale
-  Limite communale



**1:80 000**  
(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE - 2018  
Source de fond de carte : IGN Scan 100<sup>®</sup> et Scan 1000<sup>®</sup>  
Sources de données : Dreal Hauts de France<sup>®</sup>, GCTM, AUDDICE, 2018







## 2.1 Eléments de cadrage

---

L'établissement d'un diagnostic énergétique est une étape clé dans la compréhension des enjeux spécifiques au territoire. Cet état des lieux permettra par la suite d'orienter les plans d'actions définis lors des ateliers de concertation. Il peut se définir comme un document support à la prise de décision, et ne doit en aucun cas remplacer la phase de concertation.

Le diagnostic comprend trois phases :

- Etat des lieux des consommations énergétiques,
- Production d'énergies renouvelables et situation des réseaux,
- Potentiel de production énergétique du territoire.

L'analyse de la consommation énergétique du territoire concerne l'ensemble des consommations, des pertes de distributions et des consommations du secteur énergétique. Il est à noter que leurs utilisations en tant que matières premières (pétrochimie et sidérurgie par exemple) ne sont pas prises en compte dans le diagnostic.

La deuxième phase s'attache à décrire la production énergétique actuelle du territoire selon l'ensemble des secteurs renouvelables : éolien, solaire photovoltaïque, solaire thermique, géothermie, méthanisation... L'adéquation entre cette production et les consommations permettra d'établir l'indépendance énergétique du territoire.

Enfin, il s'agit de déterminer une estimation du potentiel de production d'énergie renouvelable du territoire. Ce potentiel est déterminé selon plusieurs méthodes : base de données de l'Observatoire Climat, analyses cartographiques, ratios sectoriels issus de publications spécialisées (récupération de chaleur) et entretiens avec des acteurs du secteur.

**Les consommations, sauf mention préalable, sont exclusivement indiquées en « énergie finale ».**

L'énergie finale ou disponible est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer...). L'énergie primaire est l'ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés. Ce sont principalement le pétrole brut, les schistes bitumineux, le gaz naturel, les combustibles minéraux solides, la biomasse, le rayonnement solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie du vent, la géothermie et l'énergie tirée de la fission de l'uranium.

**NOTE 1 :** Pour une meilleure analyse, le gaz, l'électricité et le fioul ne sont pas compris dans le terme « combustibles fossiles ». Cette appellation comprend uniquement la houille, le lignite, le coke de houille, le coke de pétrole, le butane, le propane, les autres produits pétroliers et combustibles non renouvelables.

**NOTE 2 :** Suivant les sources et les historiques de données disponibles, les périmètres de comparaison seront les Hauts-de-France ou l'ancienne région Nord-Pas-de-Calais.

**NOTE 3 :** Cette analyse amène un regard sur les consommations et le potentiel de production d'énergie renouvelable. Dans certains cas et par manque de données, des ratios et simplifications ont été utilisés. L'analyse ne peut en aucun cas être exhaustive et prendre en considérations l'ensemble des paramètres et contraintes du territoire.

## 2.2 Sources des données

Les données de l'état des lieux proviennent de sources multiples et agrégées ici. Si certaines de ces données sont libres (en Open Data sur les sites spécifiques ou sur simple demande), certaines ont été l'objet de conventions spécifiques avec différents partenaires (FDE 62, GRDF, Enedis).

Sauf mention contraire, l'année de référence est 2012.

SECTEUR	METHODOLOGIE	SOURCES DES DONNEES
<b>INDUSTRIE</b>	Prise en compte de l'enquête EACEI de 2012. Cette base de données fournit la consommation régionale de l'industrie par type de combustible. Les données sont ensuite désagrégées à la maille communale par le biais de l'effectif salarié par filière et par commune (avec prise en compte de la base de données RTE)	Enquête sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI) Base RTE INSEE : effectif salarié
<b>AGRICULTURE</b>	Données des gestionnaires de réseaux et ratios nationaux pour le calcul des produits pétrolier	Observatoire Régional HDF
<b>RESIDENTIEL</b>	La détermination des consommations du secteur résidentiel est effectuée grâce aux données de l'Observatoire Climat	Observatoire Régional HDF
<b>TERTIAIRE</b>	Données des gestionnaires de réseaux et ratios régionaux pour le calcul des autres combustibles	Observatoire Régional HDF
<b>TRANSPORT &amp; AUTRES TRANSPORTS</b>	Données de l'Observatoire Régional, couplé à des ratios régionaux.	Observatoire Régional HDF SDES, enquête annuelle sur les ventes de produits pétroliers 2015
<b>TOUT ENR</b>	Reprise des éléments disponibles sur la plateforme Open Data Réseaux Energie et enquête Via-Seva	opendata.reseaux-energies.fr Enquête sur les réseaux de chaleur et de froid, Via-Seva, 2017

SECTEUR	METHODOLOGIE	SOURCES DES DONNEES
<b>Photovoltaïque</b>	Utilisation de ratio de puissance photovoltaïque par typologie de toiture.	BD Topo couche Bâtiment Base BASOL et BASIAS
<b>Eolien</b>	Analyse cartographique et environnementale.	BD Topo couche Bâtiments et Infrastructures Servitude aéronautique par la DDTM Pas-de-Calais Enjeux environnementaux par la DREAL Hauts-de-France
<b>Géothermie</b>	Ratio de pénétration et remplacement de technologies de chauffage et ECS.	Géothermie-perspective SRCAE Nord-Pas-de-Calais
<b>Solaire thermique</b>	Ratio de pénétration et remplacement de technologies de chauffage et ECS.	INSEE SRCAE Nord-Pas-de-Calais
<b>Hydraulique</b>	Un traitement cartographique a été conduit afin de déterminer les équipements installés sur cours d'eau et leurs caractéristiques.	Base de données des Obstacles à l'Écoulement Schéma régional de cohérence écologique
<b>Méthanisation</b>	Les bases de données AGRESTE et RPG permettent de caractériser le tissu agricole du territoire : nombre d'exploitations agricoles, taille et type de cheptel, récolte annuelle par produits, ... Les publications de l'ADEME permettent de déterminer les gisements pour les déchets verts, les biodéchets et les CIVES. Des ratios ont ensuite été utilisés afin de quantifier le gisement mobilisable, puis la production théorique de biogaz.	Base de données AGRESTE Base de données des ilots cultureux du Registre Parcellaire Graphique (RPG) ADEME, 2009, « Méthanisation agricole et utilisation de cultures énergétiques en codigestion », ADEME, Avril 2013, « Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation »
<b>Bois-énergie</b>	Une analyse cartographique a été conduite afin d'identifier le gisement potentiel en termes de surface. Des ratios issus des publications ont ensuite été utilisés afin de quantifier la ressource disponible.	BD TOPO, couche végétation Cemagref, IFN, DGFAR, Novembre 2009, « Évaluation des volumes de bois mobilisables à partir des données de l'IFN "nouvelle méthode" - Actualisation 2009 de l'étude "biomasse disponible" de 2007 » ADEME, Novembre 2009, « Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020 »
<b>Energie de récupération</b>	Par le biais des consommations de l'industrie déterminé dans l'état des lieux, des ratios de récupérations de chaleur par secteur ont été appliqués. Les données sont ensuite désagrégées à la maille communale par le biais de l'effectif salarié par filière et par commune (avec prise en compte de la base de données RTE).	EACEI 2012 Base CLAP (INSEE) ADEME, mars 2015, « La chaleur fatale industrielle »

SECTEUR	METHODOLOGIE	SOURCES DES DONNEES
Réseau de chaleur	Une analyse du besoin de chaleur à la maille communale a été conduite en reprenant les données de consommation d'énergies du résidentiel et du tertiaire par commune. Des ratios ont ensuite été appliqués afin de définir la part de chaleur mutualisable en fonction de la densité de population.	Densité de population (INSEE) DUPONT, Maxime, et Eugenio SAPORA. 2009. « <i>The heat recovery potential in the French industry: which opportunities for heat pump systems?</i> » ECEEE. N. PARDO, K. VATOPOULOS, A. KROOK-RIEKKOLA, J.A. MOYA, et A. PEREZ. 2012. « <i>Heat and cooling demand and market perspective</i> ». EUR 25381 EN. JRC SCIENTIFIC AND POLICY REPORTS. European Commission. ADEME, « <i>Chiffres clés du bâtiment Energie – Environnement</i> », Edition 2012

Sources de données

## 2.3 Consommation énergétique du territoire

### 2.3.1 Les consommations du territoire

#### 2.3.1.1 Bilan des consommations

Les consommations énergétiques du territoire en 2012, s'élèvent à 3,7 TWh/an pour une dépense globale d'environ 283 millions d'euros annuellement.

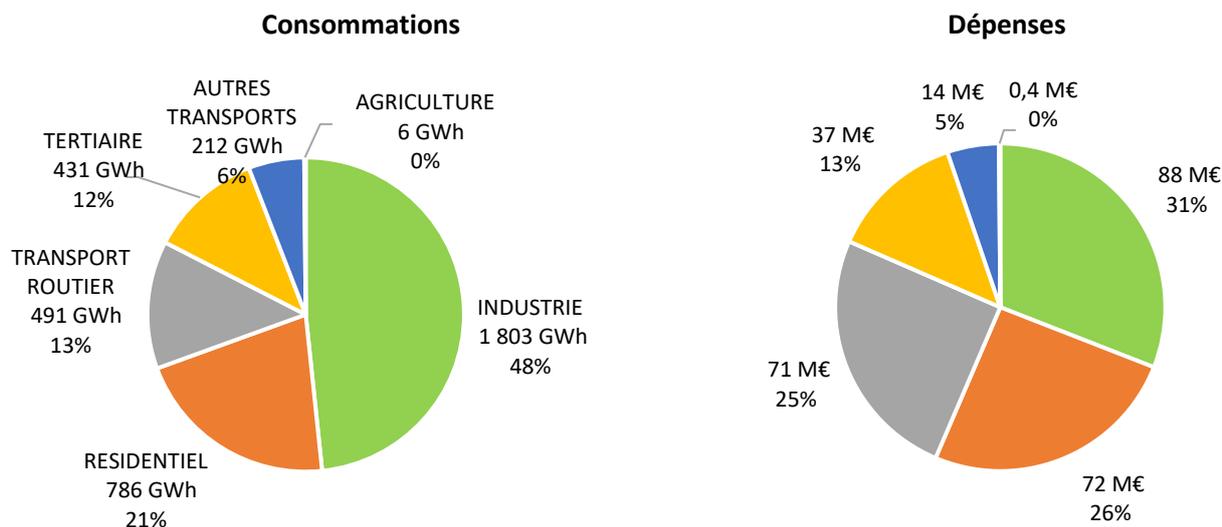


Figure 1. Répartition de la consommation par secteur d'activités

L'industrie est le secteur le plus consommateur d'énergie, de par la présence de grosses industries sur le territoire. Cette situation est assez similaire avec le bilan régional. Le secteur résidentiel et le transport (routier + autres) arrivent juste d'arrière, avec 20 % des consommations d'énergie chacun. Leur impact est néanmoins beaucoup plus important en termes de factures énergétiques.

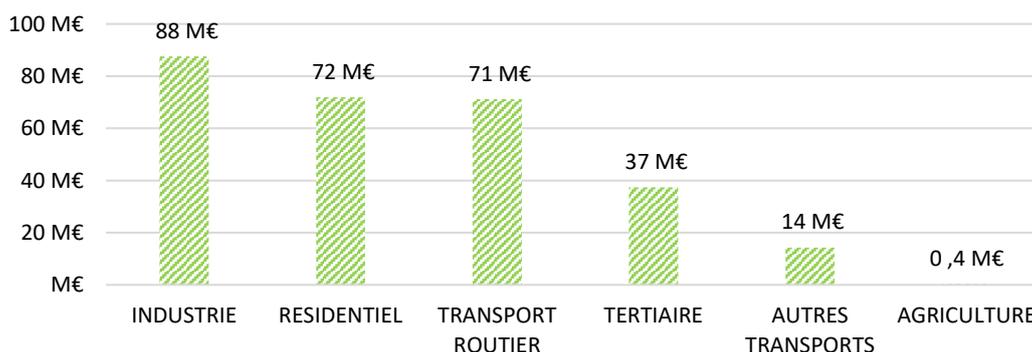


Figure 2. Répartition de la dépense énergétique par secteur

**La principale source d'énergie consommée sur le territoire est le gaz (industrie principalement), représentant plus de la moitié des consommations.** Le carburant et l'électricité représentent chacun environ 20 % de la consommation. Le gaz naturel domine la facture énergétique avec 49 % des consommations (majorité des produits pétroliers).

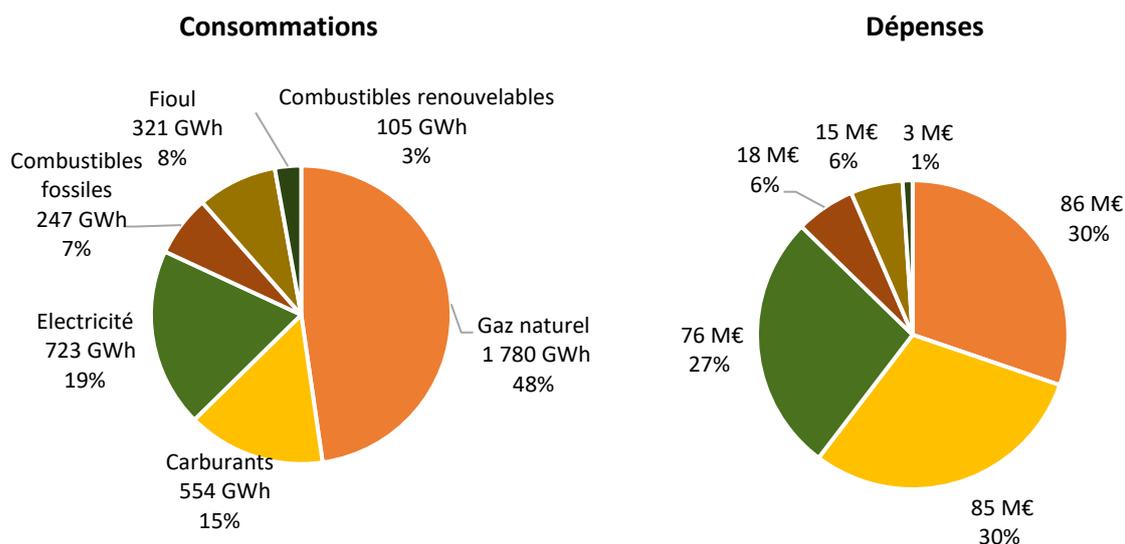


Figure 3. Répartition de la consommation par type d'énergies

La consommation d'énergie du territoire représente une dépense de 283 M€, soit 36 MWh/hab./an ou 2 730 €/hab./an.

SECTEURS	COMBUSTIBLES						TOTAL Consommation	TOTAL Dépenses
	Gaz	Electricité	Fioul	Combustibles renouvelables	Produits pétroliers et charbon	Carburants		
Industrie hors branche énergie	1 227 GWh	347 GWh	15 GWh	1 GWh	213 GWh	-	1 803 GWh	88 M€
Résidentiel	445 GWh	188 GWh	63 GWh	62 GWh	29 GWh	-	786 GWh	72 M€
Transport Routier	-	-	-	32 GWh	-	459 GWh	491 GWh	71 M€
Tertiaire	108 GWh	180 GWh	132 GWh	11 GWh	-	-	431 GWh	37 M€
Autres Transports	-	8 GWh	110 GWh	0,2 GWh	-	95 GWh	212 GWh	14 M€
Agriculture	0,3 GWh	0,7 GWh	-	-	5 GWh	-	6 GWh	0,4 M€
Déchets	-	-	-	-	-	-	GWh	M€
Industrie branche énergie	-	-	-	-	-	-	GWh	M€
<b>TOTAL</b>	<b>1 780 GWh</b>	<b>723 GWh</b>	<b>321 GWh</b>	<b>105 GWh</b>	<b>247 GWh</b>	<b>554 GWh</b>	<b>3 730 GWh</b>	
<b>DEPENSE</b>	<b>86 M€</b>	<b>76 M€</b>	<b>15 M€</b>	<b>3 M€</b>	<b>18 M€</b>	<b>85 M€</b>		<b>283 M€</b>

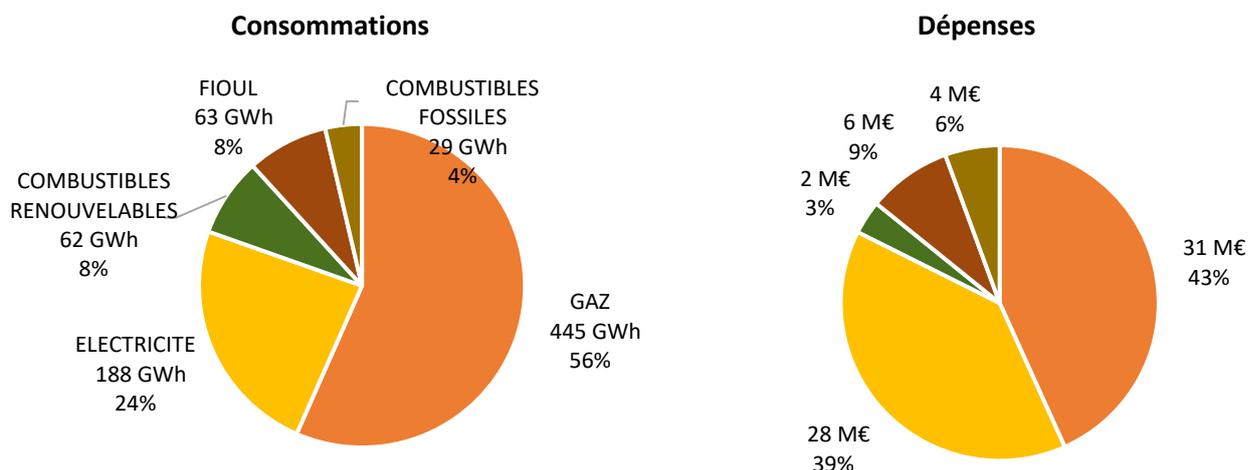
Tableau 1. Synthèse des consommations et dépenses « énergétiques » sur le territoire

(TTC pour le résidentiel, HT pour le reste)

## 2.3.2 Répartition par secteur d'activité

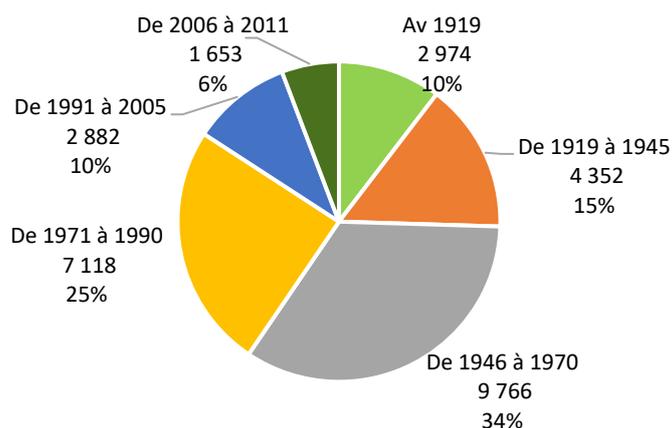
### 2.3.2.1 Habitat

Selon l'INSEE, le territoire compte 47 453 logements en 2014, dont 90 % de maisons. Le gaz représente le combustible le plus utilisé, notamment pour le chauffage et la cuisson. L'électricité représente 24 % des consommations mais 39 % de la facture des ménages. Il est intéressant de noter que le fioul représente autant que les combustibles renouvelables (bois notamment).



**Figure 4.** Répartition des consommations par combustible (à gauche) et budget correspondant (à droite)

Les deux tiers des résidences principales (66 %) ont été construites avant la première réglementation thermique (1974). Ces logements sont anciens, avec une faible performance énergétique (sans prise en compte des efforts de rénovation réalisés depuis la construction des logements). La période de construction majeure est entre 1946 et 1970 avec près de 390 logements construit par an.



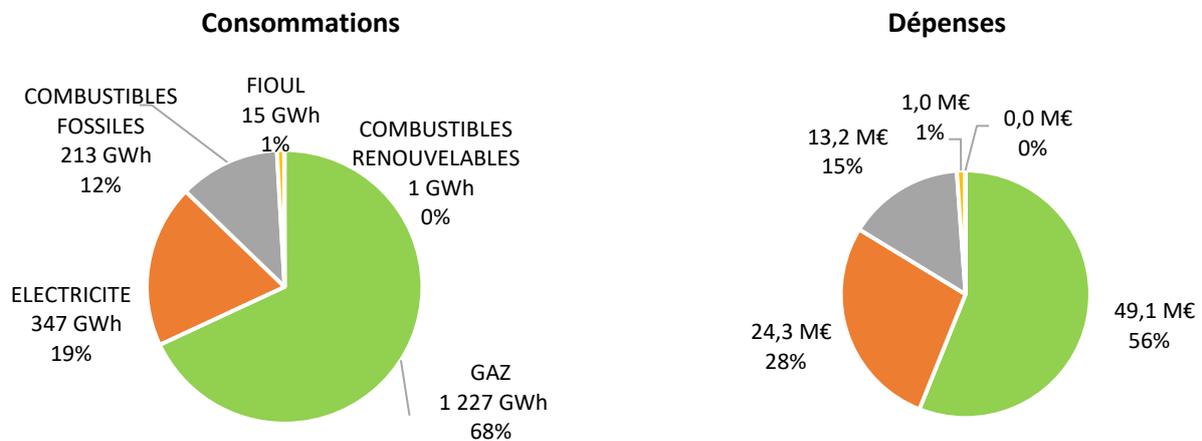
**Figure 5.** Année de construction des résidences principales

(Source : INSEE Recensement de la population)

**L'habitat est majoritairement ancien : plus des deux-tiers des bâtiments ont été construits avant 1975 (correspondant à l'établissement de la première réglementation thermique). Le budget en énergie s'élève à 1 516 €/logement/an (hors transport), représenté par le cout de l'électricité et du gaz.**

### 2.3.2.2 Industrie

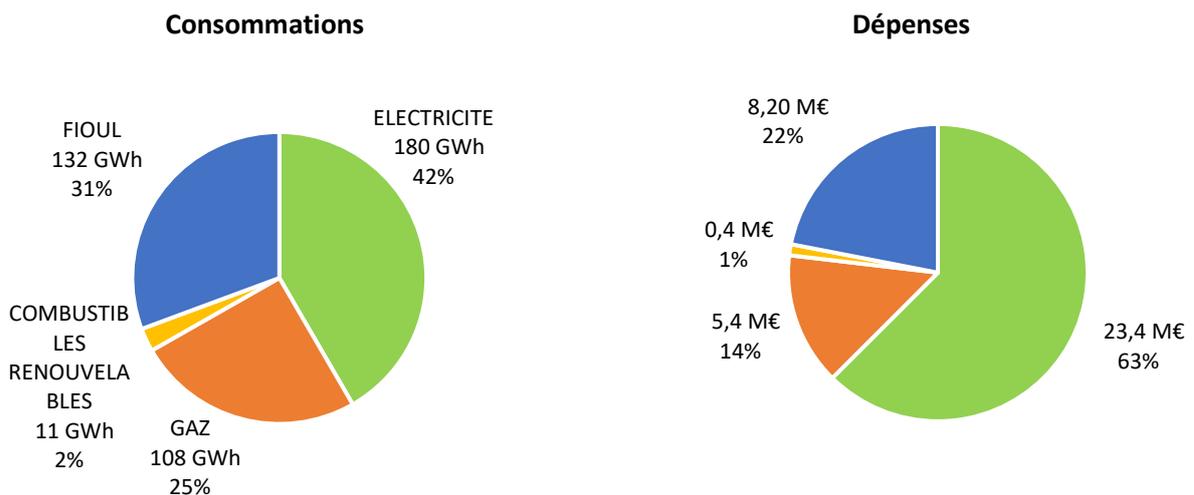
97 % des consommations du secteur industriel ont lieu sur la commune de Calais, avec 4 entreprises connectées au réseau de transport d'électricité et de gaz. Ces 4 entreprises représentent 90 % des consommations de gaz et 65 % des consommations d'électricité du territoire. A ce titre, les consommations de l'industrie proviennent majoritairement du gaz, suivi de l'électricité.



**Figure 6.** Répartition de la consommation par type d'énergie Consommation du secteur industrie selon le type d'énergie

### 2.3.2.3 Tertiaire

Le secteur tertiaire est le deuxième secteur le moins consommateur d'énergie du territoire (après l'agriculture). L'électricité est l'énergie la plus utilisée, suivie par le fioul et le gaz. L'électricité est cependant responsable de 60 % de la facture du secteur tertiaire.

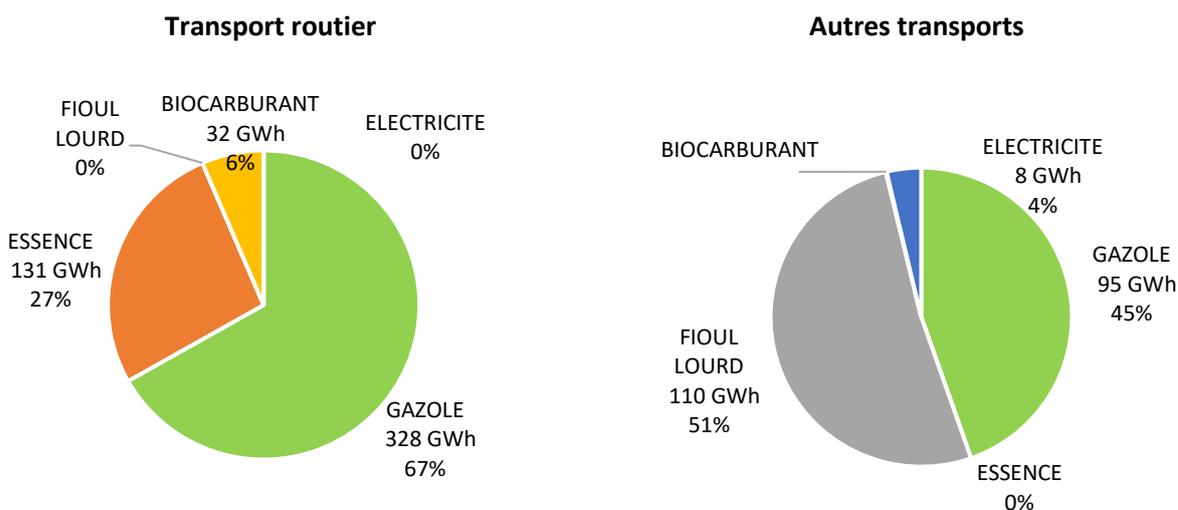


**Figure 7.** Consommation du secteur tertiaire par énergie (à droite) et dépense en millions d'euros (à gauche)

### 2.3.2.4 Transports routiers et autres transports

Le transport routier est marqué par la prépondérance du gazole, issue en partie des consommations de voitures particulières. Le biocarburant représente 6 % des consommations du secteur du transport routier. Ce secteur représente une facture énergétique de 71 M€.

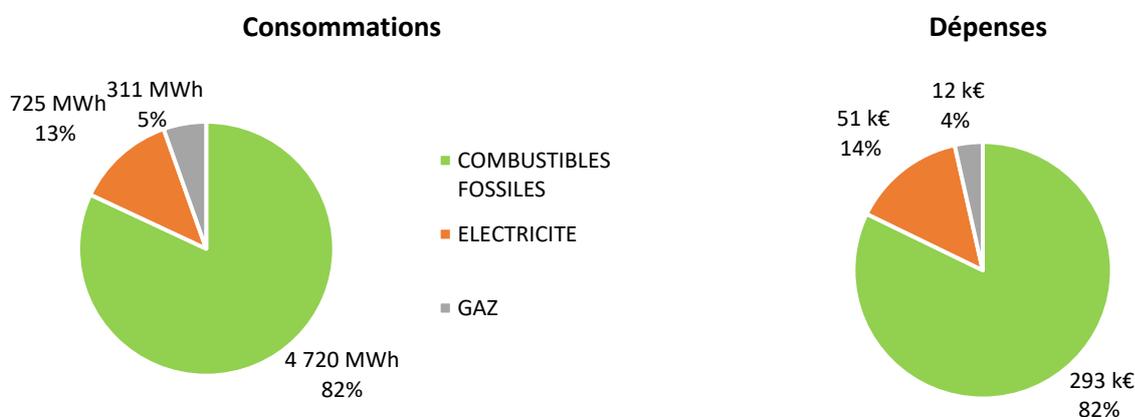
Le secteur des « autres transports » désigne les consommations des transports non routiers, soit l'avion, le bateau (fluvial et maritime) et le train. Ce secteur comprend tant la mobilité exceptionnelle des habitants, que le fret (par bateaux notamment). Il s'agit ici d'une approche « responsabilité », où les consommations dépendent également des choix de consommations des habitants (prise en compte du fret en dehors du territoire).



**Figure 8.** Consommation du secteur du transport routier et des autres transports

### 2.3.2.5 Agriculture

L'agriculture a une consommation négligeable comparée aux autres secteurs (0,1% des consommations et 0,1% de la facture). Celles-ci sont centrées sur les produits pétroliers notamment (GNR ou autres) et l'électricité.



**Figure 9.** Consommation du secteur agricole par énergie (à gauche) et dépense en millions d'euros (à droite)

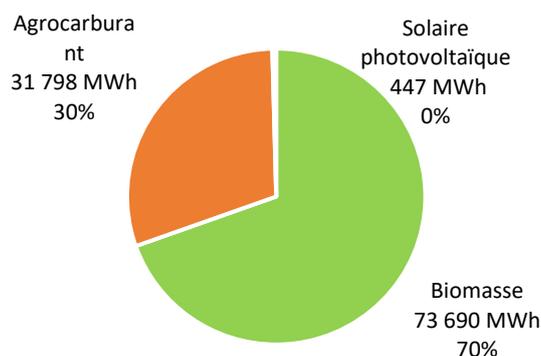
## Synthèse

- **Un territoire qui consomme principalement du gaz (37%) et de l'électricité**
- **Un secteur majoritaire (l'industrie), puis 2 secteurs équilibrés (résidentiel et transport)**
- **Un habitat ancien, où les deux-tiers des logements ont été construits avant la première réglementation thermique**

## 2.4 Production d'énergie du territoire et situation des réseaux

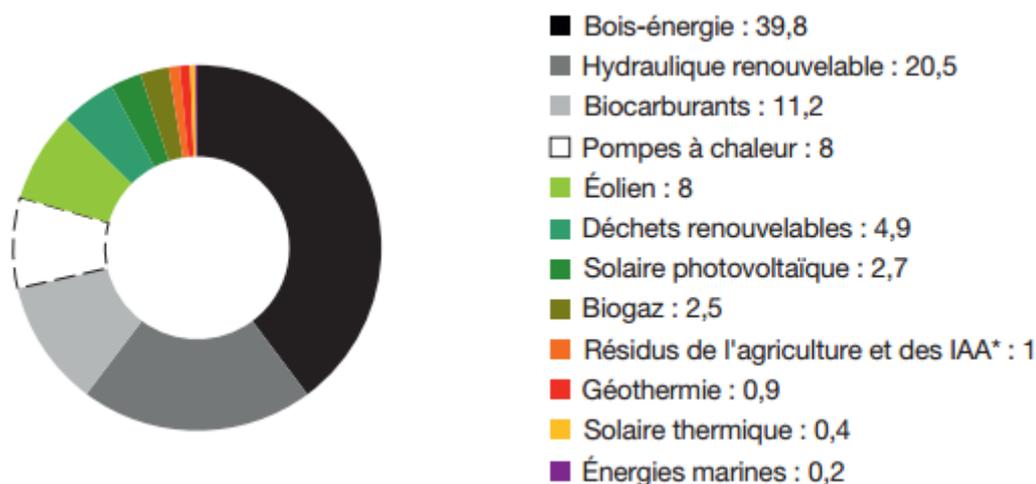
### 2.4.1 Production d'énergie renouvelable

La production d'énergie renouvelable en 2016 s'élève à 106 GWh, soit 2,8 % de la consommation finale du territoire. Cette production est principalement centrée sur la biomasse (consommation du secteur résidentiel et réseau de chaleur) et l'agrocarburant. Il est intéressant de noter qu'aucune information n'est disponible quant à la provenance de ces combustibles.



**Figure 10.** Répartition de la production d'énergie du territoire

A titre de comparaison, celle-ci s'élève à 14,9 % en 2015 sur le plan national. En France, la croissance importante des énergies renouvelables depuis 2005 (+ 48 %) est principalement due à l'essor des biocarburants, des pompes à chaleur et de la filière éolienne. Dans la LTECV, la France s'est fixée comme objectif de porter la part des énergies renouvelables dans sa consommation brute à 32 % en 2030.



**Figure 11.** Production primaire d'énergies renouvelables (en %) par filière en 2015 en France,

Total : 23,0 Mtep (sources : SOeS, Chiffres Clés des énergies renouvelables – Edition 2016)

## 2.4.2 Situation des réseaux

### 2.4.2.1 Electricité

#### ■ Le réseau de transport RTE

Le réseau de transport est composé de lignes hautes tensions (supérieur à 63 kV) et de postes sources (permettant le passage à un niveau de tension inférieur et faisant le lien avec les réseaux de distribution). L'évolution du réseau est régie par le S3RenR. Les Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables (S3RenR) sont des documents produits par RTE dans le cadre de la loi « Grenelle II » permettant d'anticiper et d'organiser au mieux le développement des EnR sur le réseau. Il s'agit, pour RTE, d'anticiper le développement des énergies renouvelables (EnR) sur le territoire, en renforçant si besoin le réseau ou créant les ouvrages nécessaires.

Ces travaux sont en partie supportés par les développeurs de projets d'énergies renouvelables par le biais d'une quote-part (fonction de la puissance installée), fixé actuellement à 9,17 k€/MW. A noter toutefois que la révision en cours (prévision pour 2018) du S3REnR Hauts-de-France devrait conduire à une hausse significative de la quote-part (82 k€/MW).

Cependant au titre de cette révision, le territoire est considéré sans enjeu du point de vue du réseau car aucun projet identifié de grande puissance (éolien, centrale photovoltaïque au sol...) n'a conduit à positionner des besoins de capacités à dédier sur le territoire au sein du S3RenR. Ainsi, il n'est pas prévu de création ou de renforcement des lignes électriques et/ou postes sources actuels sur le territoire.

Or, les capacités réservées au titre du S3REnR sur les postes sources sont faibles au regard des enjeux de la transition énergétique. Dans le cas de développement de centrales de grandes puissances, une révision de ces enjeux devra être envisagée, en accordance avec les gestionnaires de réseaux.

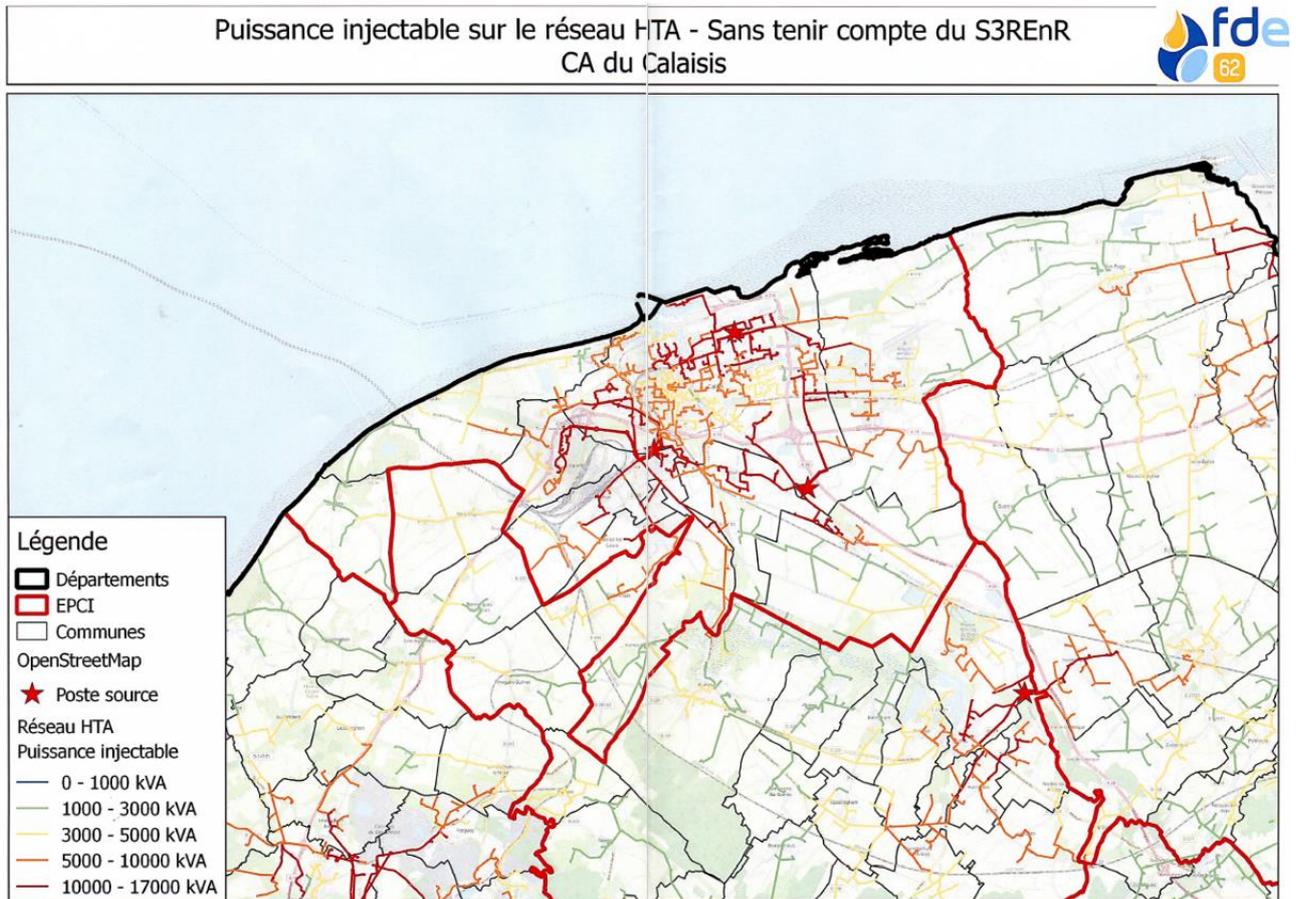


Carte 1. Cartographie du réseau de transport et postes sources

Source : RTE

## ■ Le réseau de distribution : ENEDIS

Le réseau de distribution est bien déployé sur le territoire. D'un point de vue technique, le réseau semble pouvoir accepter un potentiel fort de production d'énergie renouvelable (cf cartes transmises par la FDE62), que ce soit sur le réseau HTA ou le réseau BT.



Carte 2. Cartographie du réseau d'électricité (HTA) et potentiel de puissance injectable par branche

Source : FDE62

### 2.4.2.3 Gaz

#### ■ Le réseau de transport

Le réseau de transport est bien présent dans le territoire, avec 4 industries connectées à celui-ci. La capacité de transport des canalisations est supérieure à 1 000 Nm<sup>3</sup>/h sur le territoire.



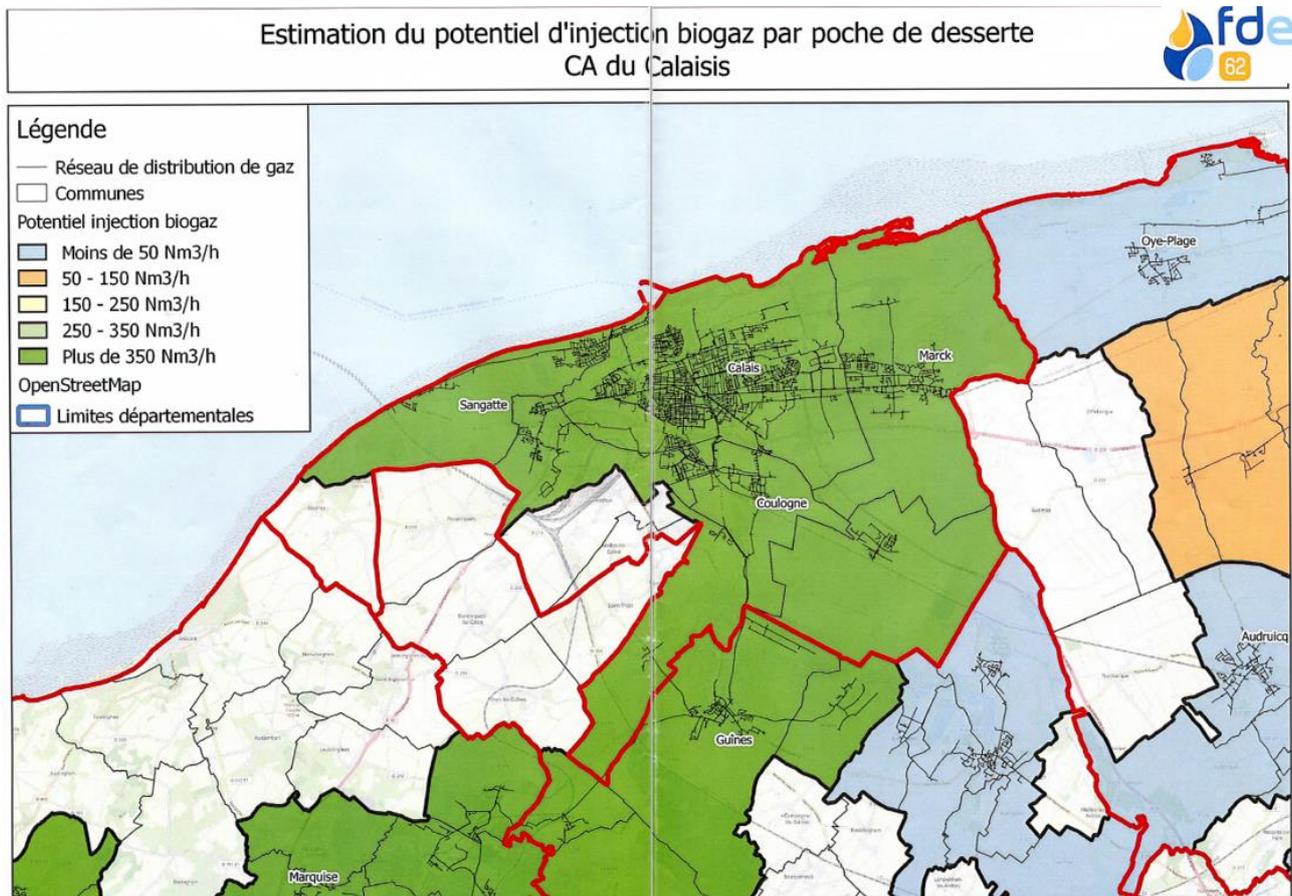
Carte 3. Cartographie du réseau de transport de gaz

Source : GRTgaz<sup>2</sup>

<sup>2</sup> <http://www.grtgaz.com/fr/acces-direct/clients/producteur/raccordement.html>

## ■ Le réseau de distribution

Le réseau de gaz est bien déployé en centre-ville (notamment sur Calais et Marck), mais celui-ci ne semble pas présent sur certaines communes.



Carte 4. Cartographie du réseau de gaz et estimation du potentiel d'injection de biogaz

Source : FDE62

### 2.4.2.4 Autres réseaux

Le territoire ne possède pas de réseaux d'hydrogène connu. Cependant, un réseau de chaleur est présent à Calais, géré par Calais Energie.

Le réseau s'étend sur 13,7 km, pour une desserte de 57 GWh/an, soit 5 435 équivalent logements desservis. La production est composée à 37 % de gaz et 63 % de biomasse. Le contenu carbone du réseau est de 0,100 kg/kWh.

Par ailleurs une extension est en cours de déploiement en 2019, pour alimenter pour près de 9 GWh par an dont 65% de biomasse, la zone Nord vers l'université et la salle calypso.



Carte 5. Cartographie simplifiée du réseau de chaleur de Calais

Source : Grand Calais Terres et Mers

## 2.5 Gisements d'énergies renouvelables et de récupération

L'évaluation ci-après des potentiels sur les énergies renouvelables est indicative et ne tient pas compte à la fois des évolutions technologiques (amélioration des rendements, sauf dans le cas de l'agrocultures) ni de l'exhaustivité des spécificités inhérentes à chaque filière (insertion sociale et environnementale, modèle économique, compatibilité avec la réglementation et l'urbanisme...). Les contraintes actuelles peuvent être considérées comme des freins à lever d'ici 2050.

### 2.5.1 Photovoltaïque

#### 2.5.1.1 Contexte

Depuis plusieurs années, le modèle porte sur la vente totale de l'électricité par l'intermédiaire d'un tarif d'achat. Ce tarif est segmenté en fonction de la puissance de l'installation et du type (centrale au sol, en ombrière de parking, sur bâtiment). Depuis 2012, ce tarif baisse régulièrement. Parallèlement, le coût de la production a fortement baissé notamment en raison de la forte baisse du prix des modules photovoltaïques qui compose une partie de l'investissement : division par un facteur 5 sur la période 2009-2017.

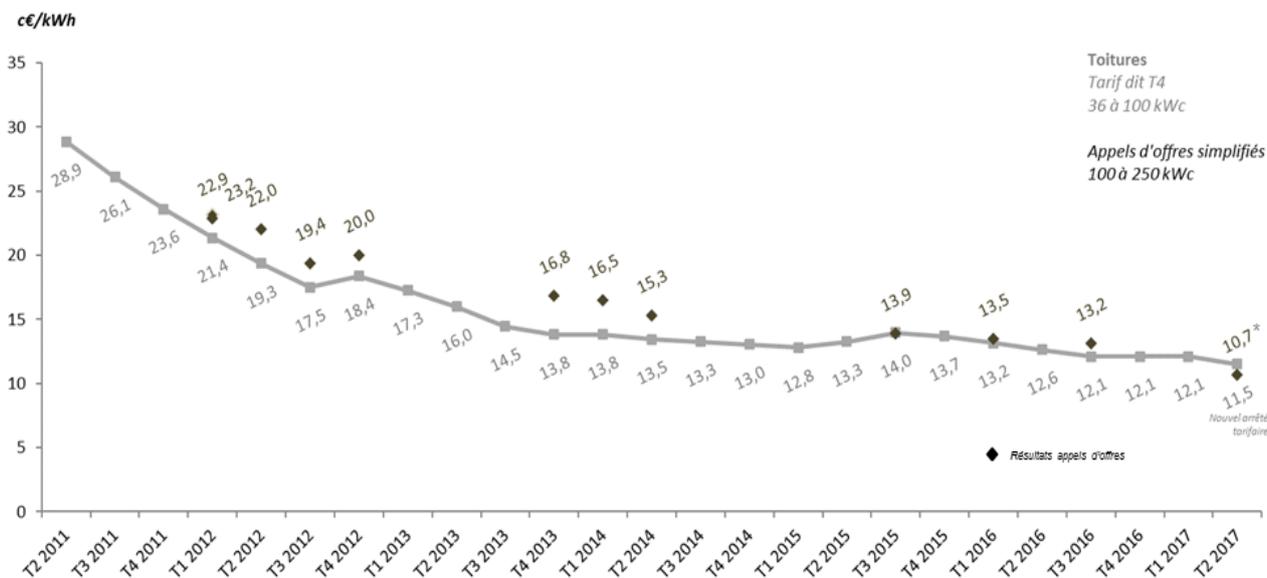
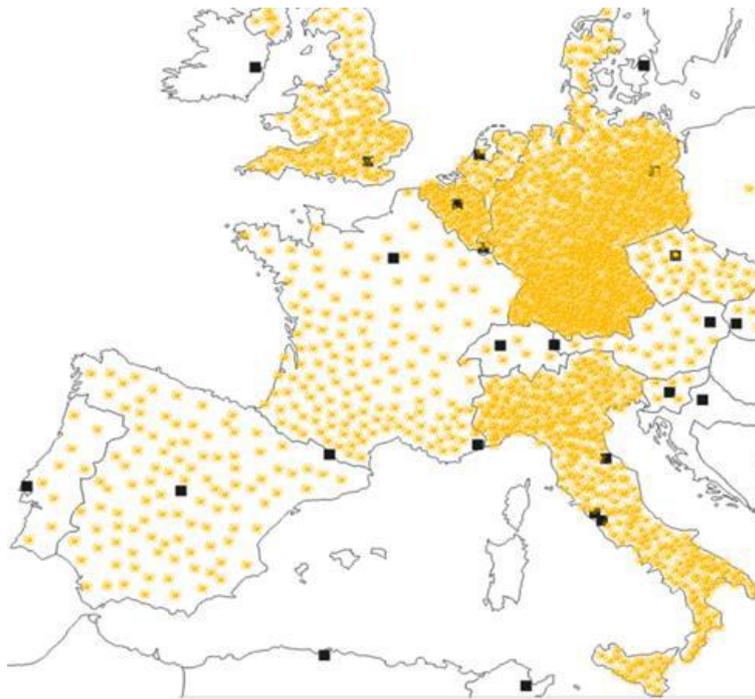


Figure 12. Evolution trimestrielle des tarifs d'achats

Source : Observatoire de l'énergie solaire

Cependant, l'intérêt premier consistant à consommer sa propre production refait surface. L'ordonnance n°2016-1019 du 27 juillet 2016 précise les conditions encadrant la pratique de l'autoconsommation d'électricité, ouvrant largement le champ des possibilités. Sous certaines conditions, l'autoconsommation collective est ainsi possible.

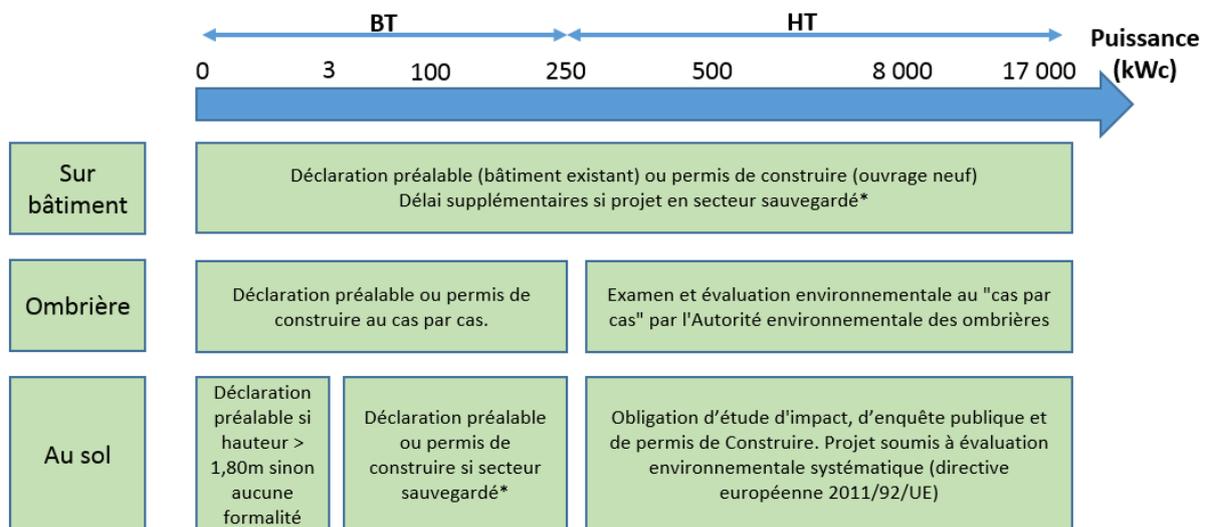


**Figure 13.** Représentation schématique des densités d'installation photovoltaïque en Europe

Source : CD2E

### 2.5.1.2 Cadre réglementaire

Le cadre réglementaire français s'appuie sur des seuils de puissances de centrales et des typologies.



**Figure 14.** Cadre réglementaire français

Source : Cohérence Energie

\* ou site classé, ou étant en périmètre de protection de monument historique (zone ABF))

Plusieurs dispositions générales peuvent être également ajoutées :

- Pour bénéficier du tarif d'achat, l'installateur doit prouver la détention de l'une des qualifications suivantes (cf. arrêté tarifaire du 9 mai 2017) :
  - o La qualification 5911 délivrée par Qualibat,
  - o Les qualifications SP1 et SP2 délivrées par Qualifelec,
  - o La qualification QualiPV délivrée par Qualit'EnR.
- L'installation doit être validée par le consul (avant raccordement au réseau public de distribution).
- Le décret n°2014-928 du 19 août 2014 relatif aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) et aux équipements électriques et électroniques usagés stipule l'obligation de collecter de manière séparée et traiter les panneaux photovoltaïques usagés.
- L'article 86 de la loi biodiversité du 8 août 2016 indique que toute création de surfaces commerciales de plus de 1 000 m<sup>2</sup> (ou projets référencés par l'article L 752-1 du Code du Commerce) n'est autorisée qu'à la condition qu'ils intègrent "sur tout ou partie de leurs toitures (...) soit des procédés de production d'énergies renouvelables, soit un système de végétalisation (...) soit d'autres dispositifs aboutissant au même résultat". Et ce pour tous les permis de construire déposés depuis le 1er mars 2017.

### 2.5.1.3 Le potentiel

Il peut être distingué plusieurs typologies et configurations ainsi que modalités de portage (particulier, agriculture, collectivités, production d'énergie...) qui conduisent à une diversité dans le potentiel de développement :

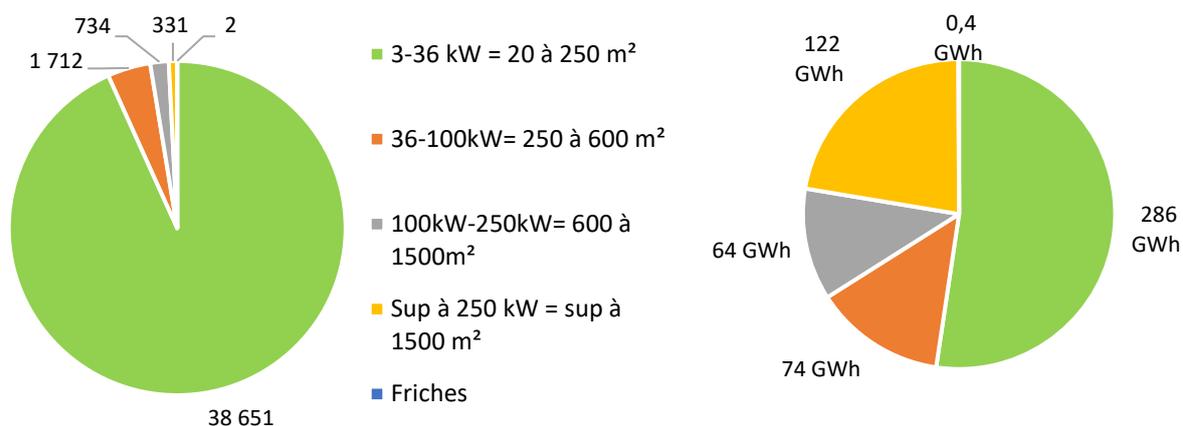
- Installation sur bâti (toiture, brise soleil, en façade, intégration au bâti ou surimposition...)
- Ombrière de parking
- Installation au sol (friches industrielles, sites pollués...)

Le potentiel de développement photovoltaïque a été calculé par le biais d'un traitement cartographique. En effet, par le biais de la base de données topographique (BD Topo), les surfaces de toitures ont été déterminées. Un ratio d'installation de modules photovoltaïques par typologies a enfin été appliqué.

	Nombre	Surface	Energie brute (MWh)	
			MIN	MAX
9-36 kW = 40 à 250 m <sup>2</sup>	38 651	3 136	143 GWh	286 GWh
36-100kW= 250 à 600 m <sup>2</sup>	1 712	653	37 GWh	74 GWh
100kW-250kW= 600 à 1500m <sup>2</sup>	734	671	32 GWh	64 GWh
Sup à 250 kW = sup à 1500 m <sup>2</sup>	331	1 281	61 GWh	122 GWh
Friches ou sites pollués	2	20	1 GWh	1 GWh
<b>TOTAL</b>	<b>41 430</b>	<b>5 760</b>	<b>273 GWh</b>	<b>546 GWh</b>

Tableau 2. Résultat du potentiel photovoltaïque par typologie

Le potentiel de production correspond à 76 % de la consommation en électricité du territoire, ou 15 % de la consommation totale d'énergie.



**Figure 15.** Répartition de la surface disponible et du potentiel PV en fonction de la typologie (hypothèse haute)

## 2.5.2 Solaire thermodynamique

Au sujet du solaire thermodynamique, le potentiel est quasiment nul. En effet, le solaire thermodynamique est principalement destiné aux pays à fort ensoleillement.<sup>3</sup> Il désigne l'ensemble des techniques visant à transformer l'énergie du rayonnement solaire en chaleur pour la convertir en énergie électrique. En France, hormis dans quelques zones très restreintes, l'ensoleillement direct n'est pas suffisant pour envisager, sur le territoire national, des projets économiquement viables à ce jour. Dans les Hauts-de France le potentiel est quasiment nul.

<sup>3</sup> <https://expertises.ademe.fr/energies/energies-renouvelables-enr-production-reseaux-stockage/passer-a-laction/produire-lelectricite/solaire-thermodynamique>

## 2.5.3 Eolien

### 2.5.3.1 Contexte

Depuis 2014, les fabricants orientent leur gamme d'éoliennes vers l'exploitation de gisements plus faibles en Europe et surtout l'augmentation de la puissance unitaire (notion d'éolienne dite « multi mégawat »). La puissance d'une éolienne a été multipliée par 10 entre 1997 et 2007. Dans les années 1980, une éolienne permettait d'alimenter environ 10 personnes en électricité. Aujourd'hui, une seule éolienne de 2 MW fournit de l'électricité pour 2 000 personnes, chauffage compris. La puissance moyenne d'une éolienne était de 0,5 MW en 2000, de 1,7 MW en 2007, pour atteindre 2,2 MW en 2012<sup>4</sup>.

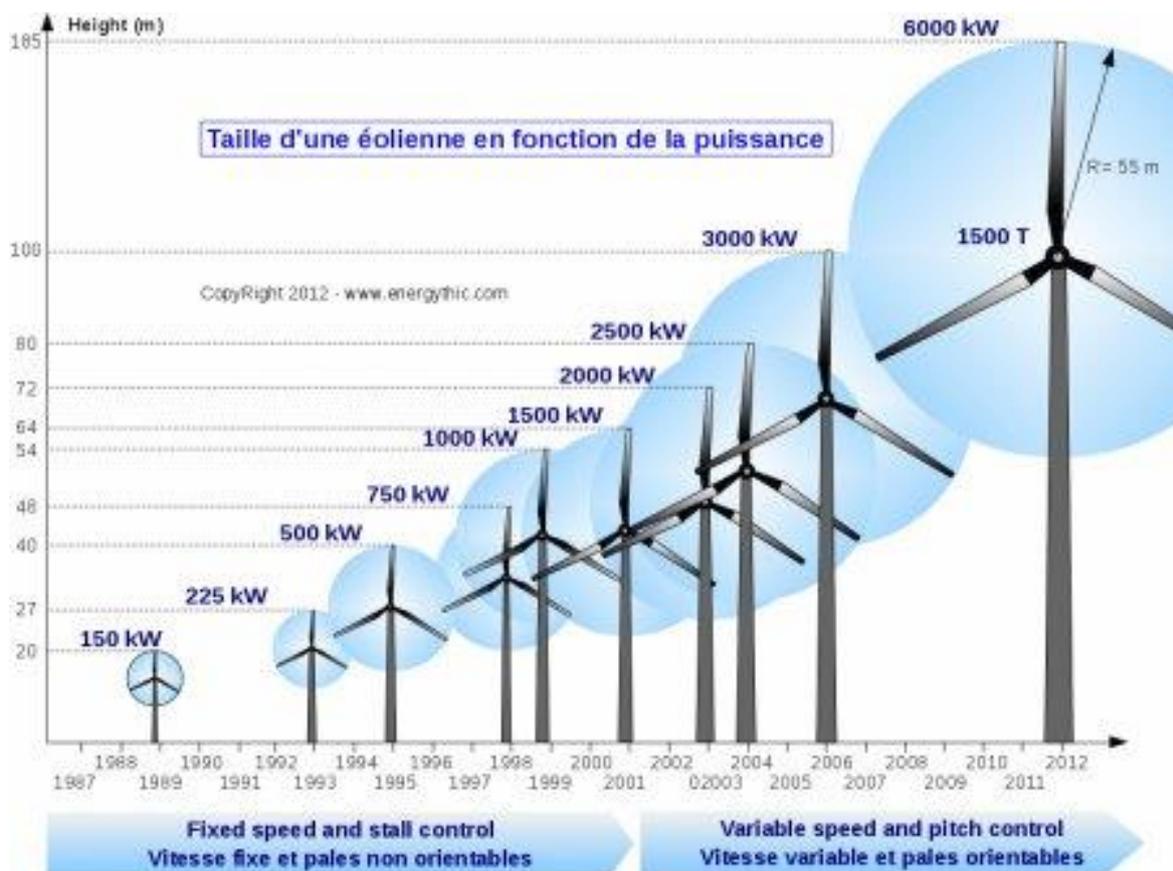


Figure 16. Evolution de la taille des éoliennes et de la puissance

Source : energythic.com

Assurément, un effet d'échelle existe sur certains postes budgétaires : génie civil, maintenance... qui conduisent à privilégier les plus grandes puissances.

Néanmoins, si certains contextes ne permettent pas aisément d'envisager des éoliennes de grandes dimensions (paysage, servitudes, accessibilité, capacité de levage, proximité de zones habitées...), des éoliennes < 1 MW demeurent pertinentes. La particularité observée avec des éoliennes < 1 MW est

<sup>4</sup> France Énergie Éolienne (FEE) <http://fee.asso.fr/>

généralement de pouvoir adapter les modalités de maintenance avec le fabricant et d'internaliser plus aisément certaines opérations et interventions de maintenance.

En outre, il est important de rappeler l'importance pour certaines configurations des charges et coûts appliqués, de manière forfaitaire, en fonction de la puissance : fiscalité éolienne (IFER), quote-part S3EnR, loyer pour la maîtrise foncière. De par la logique de marché, une certaine tendance consiste à implanter des éoliennes, dans des conditions de vent modérées à faibles, de forte puissance.

La loi sur la transition énergétique pour la croissance verte instaure un objectif de 26 000 MW à installer d'ici 2023. Début 2018, environ 13 000 MW était en service, cela implique qu'il reste encore un long chemin pour atteindre les objectifs nationaux.

A l'échelle régionale, il est défini en continuité de l'objectif national, des objectifs régionaux. Ces objectifs sont exprimés dans les Schémas Régionaux Eoliens (SRE), eux-mêmes repris dans les Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE). Le tableau ci-dessous synthétise les objectifs de puissances de la région des Hauts-de-France qui sont comparés avec les puissances d'ores-et-déjà installées :

	Puissance Installée en MW (2017)	Objectif en MW 2020
Hauts-de-France	3 262	5 000 (seuil haut)

Tableau 3. Objectif et puissance éolien actuellement installé en région

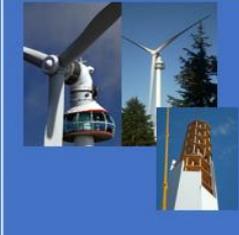
Source : RTE

Au niveau local, chaque Schéma Régional Éolien se décline avec une sectorisation réalisée en fonction des enjeux du territoire et des espaces disponibles. Cela prend en compte l'ensemble des contraintes de protection naturelles et paysagères, les servitudes aéronautiques et radar, et l'ensemble des contraintes réglementaires applicables à l'éolien notamment la distance aux habitations. En cumulant l'ensemble de ces critères on obtient des zonages qui définissent une liste de communes dont tout ou partie du territoire est favorable au développement de projets éoliens.

Les enjeux liés au développement éolien sont multiples :

- Ancrage d'une filière avec renforcement de la création d'emplois,
- Environnementaux (biodiversité...),
- Acceptabilité locale et appropriation (concertation et co-construction des projets, investissement et financement participatif),
- Retombées locales accrues pour les collectivités (règles de redistribution, participation des collectivités dans les sociétés autorisées par la loi TEPCV).

Les typologies les plus fréquemment rencontrées sur le moyen et grand éolien sont les suivantes regroupées sous forme de tableau :

				
<b>Contexte d'implantation</b>	Foncier agricole ou vaste zone d'activité	Foncier agricole ou proximité infrastructure (zone d'activité, axes routiers...)	Zone d'activité / site industriel	Zone d'activité / site industriel
<b>Valorisation énergie</b>	Vente totale	Vente totale	Autoproduction / autoconsommation (individuelle ou collective)	Vente totale ou autoproduction
<b>Nbre d'éolienne</b>	Centrale éolienne / parc éolien (> 2 éolienne)	Eolienne « unitaire » voire 2-3 éoliennes si moyen éolien	Eolienne « unitaire » voire 2-3 éoliennes si moyen éolien	Eolienne « unitaire »
<b>Catégorie de puissance totale</b>	Puissance totale comprise entre 2 et 50 MW	Puissance totale comprise entre 100 kW et 4 MW	Puissance totale comprise entre 100 kW et 4 MW	Puissance totale comprise entre 2 et 4 MW
<b>Catégorie « réglementaire »</b>	Grand ou moyen éolien	Grand ou moyen éolien	Grand ou moyen éolien	Grand éolien
<b>Modalités de raccordement</b>	Raccordement sur réseau public (ligne HTA ou poste source ou création de poste HTB)	Raccordement sur réseau public (ligne HTA ou poste HTA/BT)	Raccordement sur réseau privé (usine...) ou poste HTA/BT avec boucle autoconsommation collective	Raccordement sur réseau public (ligne HTA ou poste HTA/BT)

**Figure 17.** Panorama des typologies

Source : Cohérence Energies

### 2.5.3.2 Cadre réglementaire

Le cadre réglementaire évolue régulièrement. En 2018, celui-ci se réfère à plusieurs réglementations en particulier au titre de code de l'énergie, du code de l'urbanisme et du code de l'environnement.

Le tableau ci-après rend compte des effets de seuils suivant le régime réglementaire, les modalités de raccordement ou encore l'application d'une fiscalité :

SEUIL DE HAUTEUR DE MAT (MAT + NACELLE)	SEUIL DE PUISSANCE	URBANISME / AUTORISATION	REGIME ICPE	OBLIGATION D'ACHAT	RACCORDEMENT	FISCALITE
< 12m		Respect des règles de l'urbanisme	NON	Aucune spécificité	Basse tension Pas de quote part S3RenR	Pas d'IFER
12 < H < 30m	P < 100kW	AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE	<b>Déclaration</b> D = 40m (si H < 20m) D = 5 x H (si 20 < H < 30m)		Basse tension	
30 < H < 50m	100 < P < 250kW	= Permis de construire + possible Etude d'impact suivant procédure « cas par cas »	D = 6 x H (si 30 < H < 45m) D = 10 x H (si H > 45m)	Aucune spécificité	Quote part S3RenR	Charge fiscale forfaitaire (IFER) annuelle de 7 €/kW
30 < H < 50m	P > 250kW				Moyenne tension (20kV) Quote part S3RenR	
H > 50m	250 < P < 450kW	AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE	<b>Autorisation</b>	Aucune spécificité	Quote part S3RenR	
	P > 450kW	= Permis de construire + Etude d'impact + Enquête Publique	Distance habitations = 500m			

Tableau 4. Synthèses des seuils réglementaires applicables à l'éolien en France

Source : Cohérence Energies

## ■ Environnement (ICPE) et urbanisme

Les centrales éoliennes d'une puissance totale installée supérieure à 20 MW ou de plus de 50 m de hauteur sont soumises au régime de l'autorisation des ICPE<sup>5</sup>. Une étude d'impact est donc nécessaire pour toute installation de ce type d'éolienne, et il faut compter entre 4 et 7 ans après dépôt de dossier pour entamer l'installation. Elles doivent en outre respecter une distance minimum d'éloignement vis à vis des habitations de 500m.

Les centrales éoliennes dont la puissance totale installée est inférieure à 20 MW et la taille inférieure à 50m (mais supérieure à 12m) (= « moyen éolien ») sont quant à elles soumises au simple régime de déclaration des ICPE, elles nécessitent donc un simple permis de construire et il faut compter entre 1,5 et 2 ans après dépôt de dossier pour entamer l'installation. L'éloignement vis à vis des habitations de ce type d'éolienne se situe entre 40 et 490m, avec des possibilités d'implantation bien plus importantes. Les éoliennes d'une taille inférieure à 12m ne sont pas, quant à elles, soumises au régime de déclaration ou d'autorisation des ICPE.

En revanche, pour tous les types d'éoliennes, un PLUi, PLUc, PLUh<sup>6</sup> ou tout autre document d'urbanisme peut contenir des éléments en limitant l'implantation. Les éoliennes sont généralement assimilées à des équipements d'intérêt collectif dans les documents d'urbanisme.

## ■ Autorisation environnementale unique

Depuis le 1<sup>er</sup> mars 2017, l'ensemble des autorisations administratives a été regroupé dans un dossier unique : l'autorisation environnementale unique. Instruit par la DREAL, ce dossier regroupe l'ensemble des prescriptions applicables par les différents codes : environnement (ICPE), forestier (autorisation de défrichement), énergie (production d'électricité), urbanisme, défense (radar, militaire), transports... L'instruction de ce dossier est normalement de 9 mois, en dehors des demandes de compléments d'informations, ou des phases de recours.

## ■ Aviation et radars

L'arrêté du 26 aout 2011 stipule que « les aérogénérateurs sont implantés dans le respect des distances minimales d'éloignement [...] sauf si l'exploitant dispose de l'accord écrit du ministère en charge de l'aviation civile, de l'établissement public chargé des missions de l'Etat en matière de sécurité météorologique des personnes et des biens ou de l'autorité portuaire en charge de l'exploitation du radar ».

La circulaire du 12 janvier 2012 relative à l'instruction des projets éoliens par les services de l'aviation civile précise les conditions de protections et de coordination dans le cas des aérodromes, des hélistations et des VOR.

Ainsi, les distances peuvent être synthétisées ainsi :

- Radar militaire et météo
  - Distance inférieure à 20km = exclusion
  - Distance entre 20 et 30 km = coordination (c'est à dire implantation limitée en respectant des règles d'implantation spécifiques)

---

5 Arrêté du 6 novembre 2014 relatif aux installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent au sein d'une installation soumise à autorisation au titre de la rubrique 2980 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement

6 PLUi : Plan Local d'Urbanisme Intercommunal | PLUc : Plan Local d'Urbanisme Communautaire | PLUh : Plan Local d'Urbanisme et de l'Habitat

- Radar de l'aviation civile
  - Radar primaire - Distance inférieure à 30 km = exclusion
  - VOR : distance inférieure à 10 km = exclusion
  - VOR : distance inférieure entre 10 et 15 km = coordination (limite des implantations)

### ■ Espaces naturels

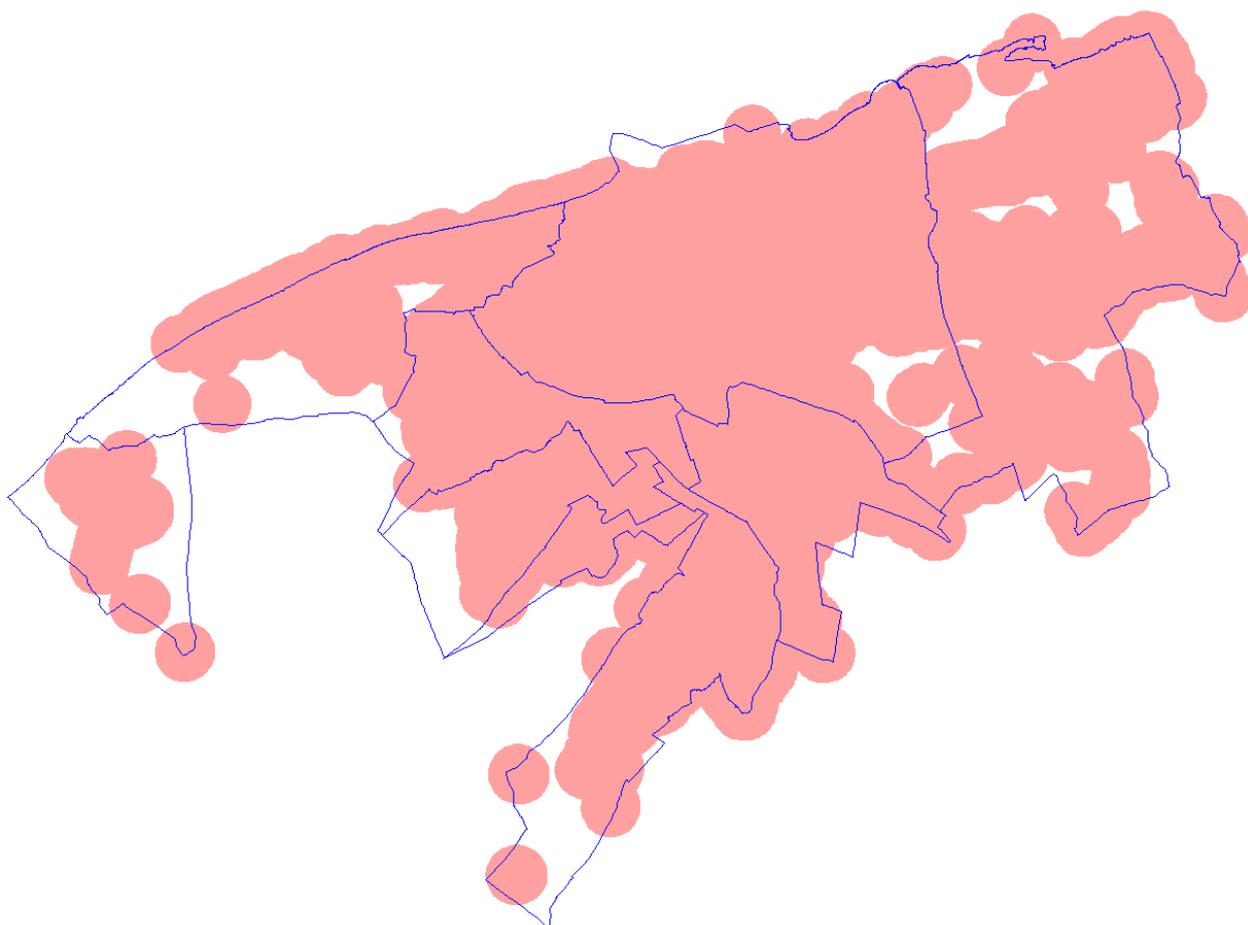
L'installation d'une éolienne ou d'un parc éolien dans un tel espace présentera nécessairement des contraintes supplémentaires, et elle pourra même être totalement proscrite dans certaines zones, tel que Natura 2000.

### 2.5.3.3 Potentiel

Le potentiel déterminé ici ne concerne que le grand éolien. Le potentiel en petit et moyen éolien n'est pas pris en compte. De même, l'éolien offshore profond n'est pas considéré. Cette typologie n'est en effet pas du ressort de la collectivité.

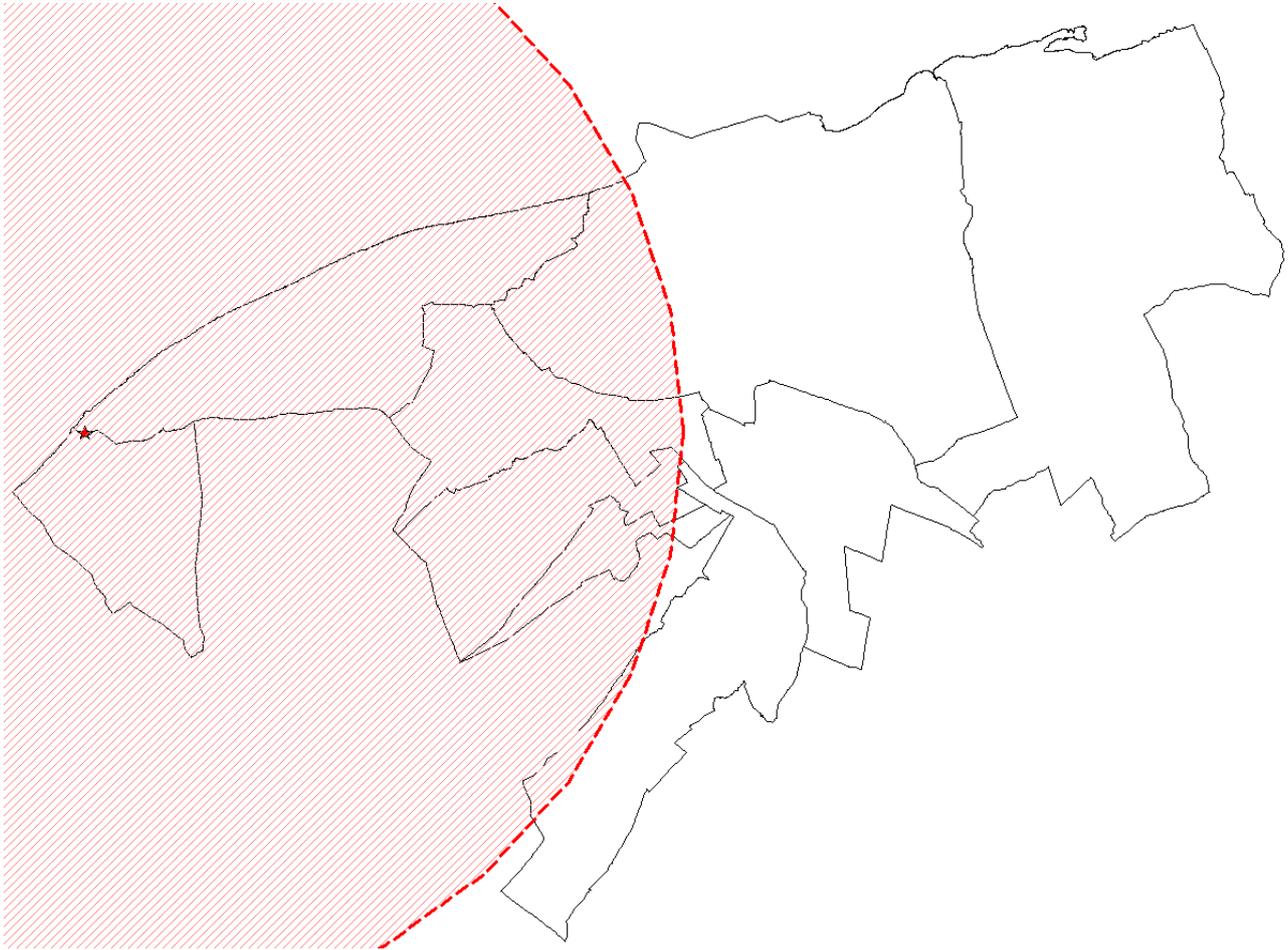
### ■ Environnement (ICPE) et urbanisme

Le tissu urbain est particulièrement dense sur le territoire. Cela a notamment pour conséquence une forte limitation des espaces potentiellement disponibles pour la mise en place d'éoliennes de grandes envergures.



Carte 6. Zones d'exclusions liées aux habitations

Dans le cadre du Schéma Régional Eolien mis en place par l'ex-Région Nord-Pas-de-Calais, des périmètres de protection autour des patrimoines à protéger ont été considérés. Le territoire est concerné par une telle mesure avec le belvédère du Cap Blanc Nez. Une zone défavorable pour l'éolien de 10 km de rayon a ainsi été tracée autour du belvédère. Il est à préciser que ces zones n'ont aucune valeur réglementaire et ne sont pas considérées dans le calcul du potentiel.

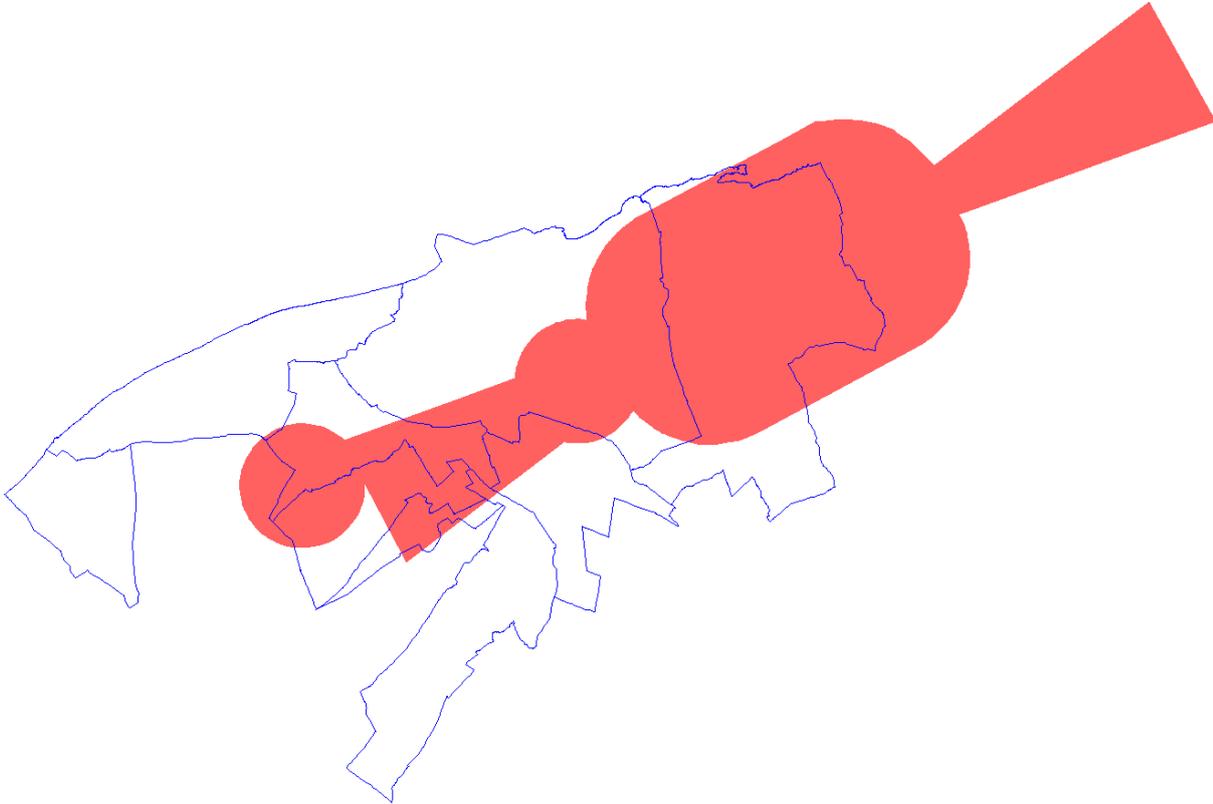


Carte 7. Belvédère du Cap blanc-Nez et zone défavorable à l'éolien dans le cadre du Schéma Régional Eolien du Nord-Pas-de-Calais

Source : DREAL

## ■ Aviation et radars

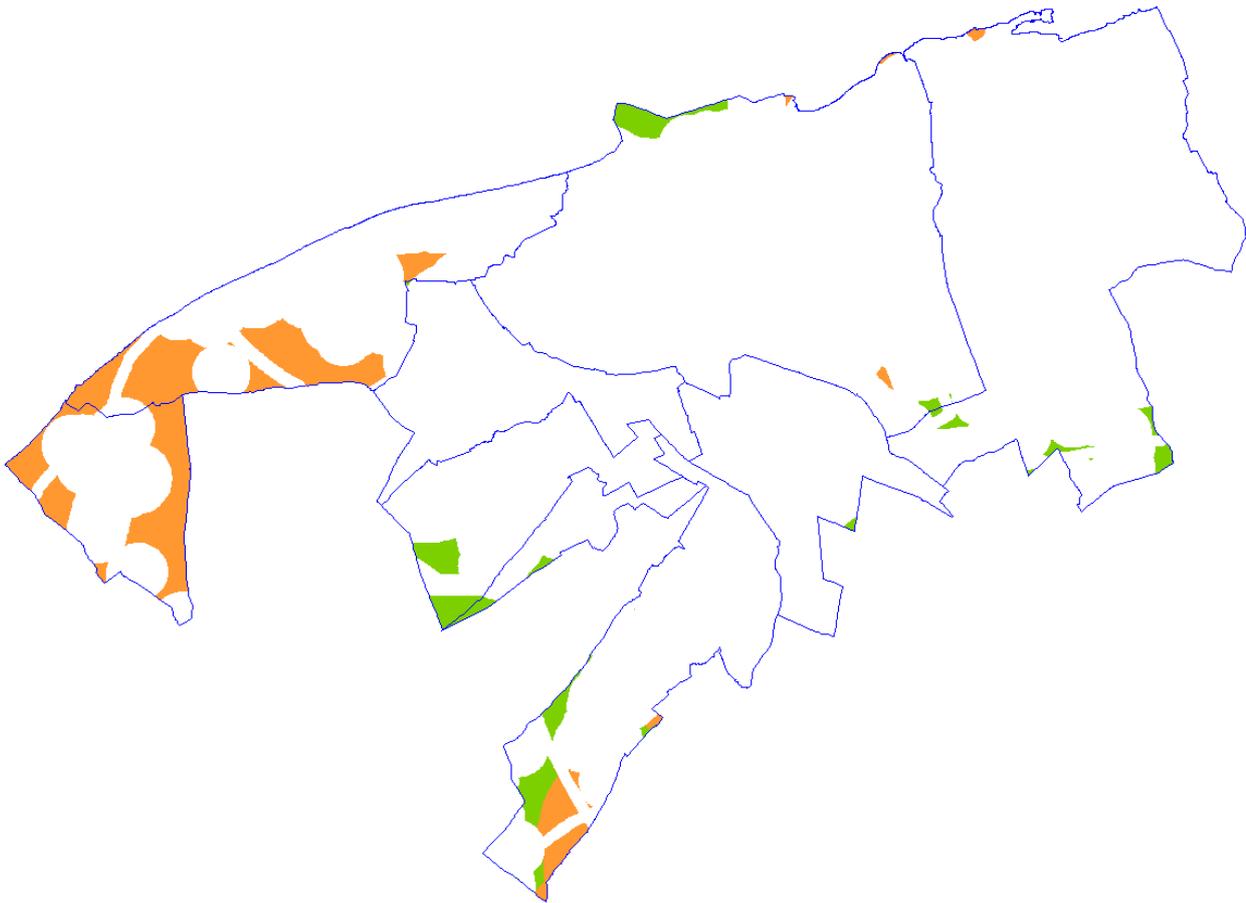
Le territoire est impacté par l'aéroport de Calais-Dunkerque et deux hélistations (Calais et Coquelles). A court termes, une problématique liée à un radar militaire à proximité du territoire est à prendre en compte. En effet, l'ensemble du territoire serait dans la zone de protection vis-à-vis de ce radar. Si cette problématique actuelle impacte fortement le territoire, celle-ci devrait se résoudre à moyen terme.



Carte 8. Zones d'exclusion liées aux servitudes aéronautiques

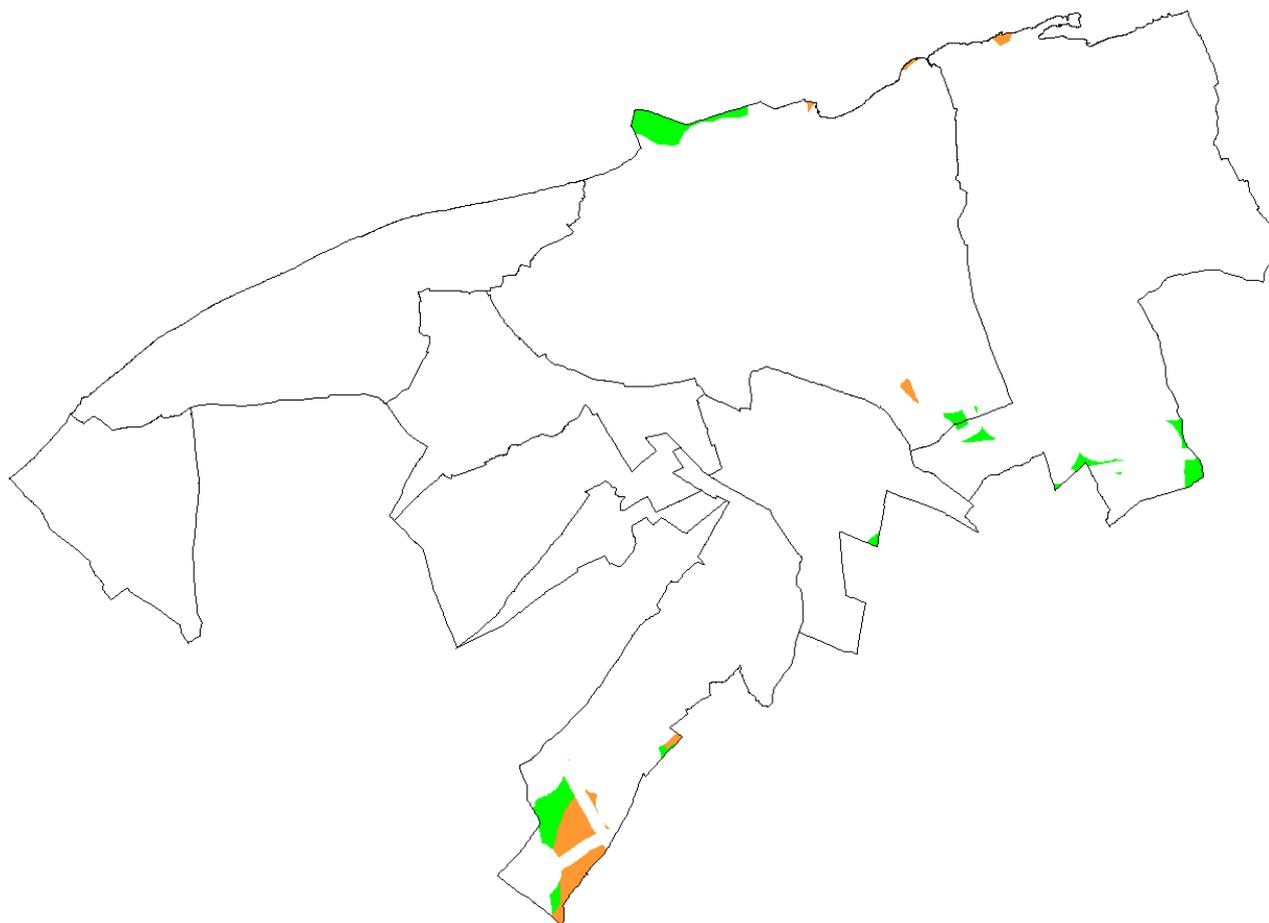
## ■ Potentiel

Hors contraintes et sensibilités très locales, entre 12 et 40 éoliennes peuvent être installées soit 250 GWh/an de production. Ceci représente 6,7 % de la consommation actuelle d'énergie du territoire.



Carte 9. Cartographie des zones de développement possible de l'éolien

(En vert, les zones sans enjeux environnementaux ni contraintes exclusives. En orange, zones présentant des enjeux environnementaux non exclusifs, tels que SNIIEFF I et II, sites inscrits, ZICO, PNR...)



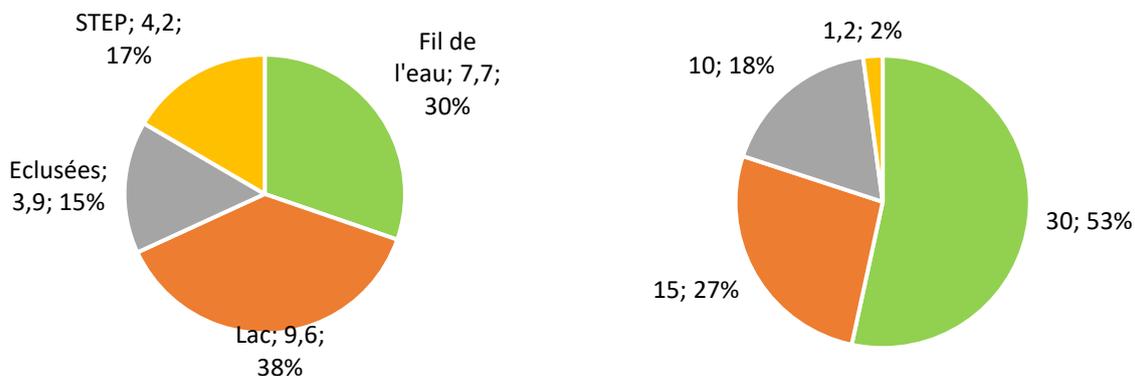
Carte 10. Cartographie des zones de développement possible de l'éolien en tenant compte du belvédère du Cap Blanc-Nez

(En vert, les zones sans enjeux environnementaux ni contraintes exclusives. En orange, zones présentant des enjeux environnementaux non exclusifs, tels que SNIIEFF I et II, sites inscrits, ZICO, PNR...)

## 2.5.4 Hydroélectricité

### 2.5.4.1 Contexte

La filière hydraulique est la deuxième source de production d'électricité en France, avec environ 25 GW d'installé. Celle-ci représente 20 % de la puissance électrique installée sur le parc Français et sa production s'élève à 12 % de l'électricité produite. Cependant, cette génération est fortement dépendante des conditions hydrologiques du territoire, et peut donc varier au fil des années.



**Figure 18.** Répartition du parc (à gauche) et de la production moyenne (à droite) en fonction des types d'installations

Source : ecologie-solidaire.gouv

Les systèmes au fil de l'eau sont les systèmes les plus utilisés en France et représentent plus de la moitié de la production. Ce segment comprend notamment la petite hydroélectricité.

- Environ 2 000 petites centrales sur 250 000 km de rivières.
- Production annuelle hydroélectrique de 7 TWh.
- Environ 10 % de la production hydraulique en France (67 TWh).
- Environ 1,5 % du total de l'énergie électrique nationale.
- 2 000 MW de puissance installée
- 4 000 heures de fonctionnement annuel à pleine puissance.

L'enjeu actuel pour l'État est d'assurer la modernisation et la compatibilité du parc aux exigences accrues de sécurité et d'environnement d'une part, et de permettre l'exploitation du gisement résiduel d'autre part. Selon les objectifs fixés par la programmation pluriannuelle de l'énergie, la capacité de production hydroélectrique doit augmenter de 500 à 750 MW d'ici 2023. De même, la PPE prévoit la mise en place d'appels d'offres régulières afin de relancer la filière.

## 2.5.4.2 Cadre réglementaire

Les ouvrages hydrauliques sont très encadrés par la loi. L'une des premières réglementations stipule que « nul ne peut disposer de l'énergie des marées, lacs et cours d'eau quel que soit leur classement sans concession ou une autorisation de l'état ». Ainsi, les ouvrages supérieurs à 500 kW sont soumis au régime des concessions, tandis que pour les puissances inférieures, le régime applicable est celui de l'autorisation.

### ■ Droit d'eau

Pour pouvoir produire de l'hydroélectricité, il est nécessaire de posséder une autorisation administrative régulière : cette dernière requiert le montage d'un dossier lourd et coûteux. Être titulaire d'un droit d'eau fondé en titre permet d'éviter le montage d'un tel dossier.

### ■ Débit réservé

Le débit réservé est le débit minimal (à minima 1/10<sup>e</sup> du débit moyen du cours d'eau) pour garantir en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces du lit naturel de la rivière situé entre la prise d'eau et la restitution des eaux en aval de la centrale. Ce débit est défini dans le cadre de l'étude d'impact environnemental.

### ■ Autorisation de défrichement

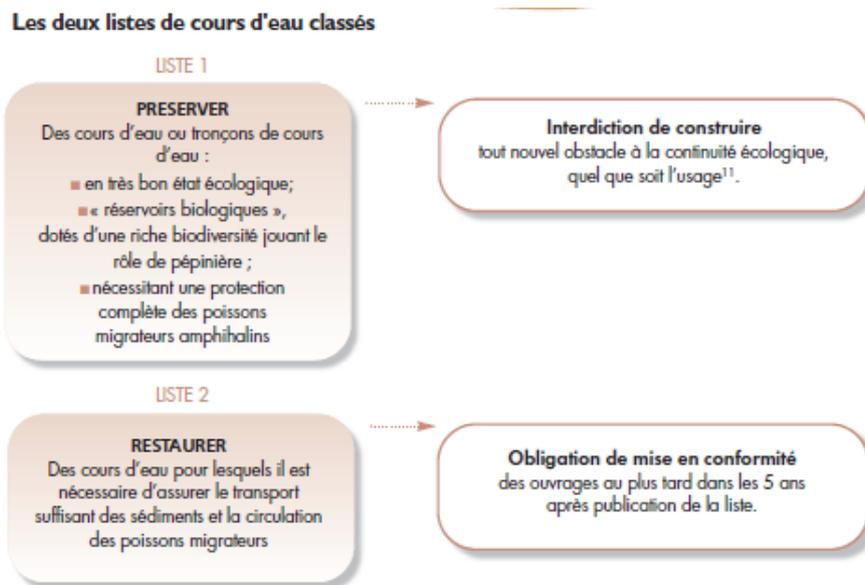
Toute destruction d'espace boisé à une fin d'implantation de petite centrale hydroélectrique, d'une conduite forcée ou d'un chemin d'accès est soumise à autorisation administrative s'il y a perte de la vocation forestière du sol : par contre, on peut s'affranchir de l'autorisation de défrichement si on reboise sur la conduite et si l'espace boisé appartient à une forêt domaniale de l'Etat.

### ■ Classement des cours d'eau

L'article L214-17 du code de l'environnement, introduit par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de décembre 2006, réforme les classements des cours d'eau en les adossant aux objectifs de la directive cadre sur l'eau déclinés dans les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE).

Liste 1 : aucune autorisation ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique (cf. art. R214-109 du code de l'environnement).

Liste 2 : Tout ouvrage faisant obstacle à la continuité écologique (transport de sédiments et circulation des poissons) doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.



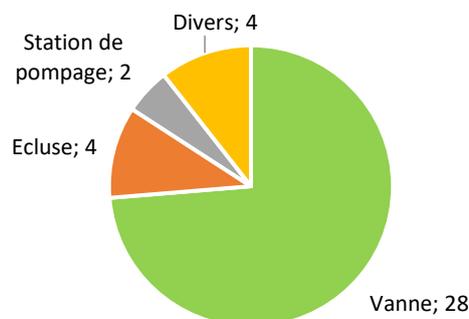
**Figure 19.** Schématisation du classement des cours d'eau (source : Agence de l'eau)

### ■ Vente de l'électricité produite

Les recettes annuelles sont fonction du tarif de vente de l'électricité produite. L'arrêté du 13 décembre 2016<sup>7</sup> fixe les nouveaux tarifs applicables pour l'hydroélectricité. Dans le cas des basses chutes (inférieur à 30 m), le tarif est de 132 €/MWh pour une durée de 120 000 heures, et 40€/MWh au-delà. Le contrat de vente de l'électricité est conclu pour une durée de 20 ans.

#### 2.5.4.3 Potentiel

Le territoire compte 38 obstacles à l'écoulement, incluant des écluses, stations de pompages et vannages.



**Figure 20.** Caractéristiques des obstacles à l'écoulement récentes

Source : Base obstacle à l'écoulement

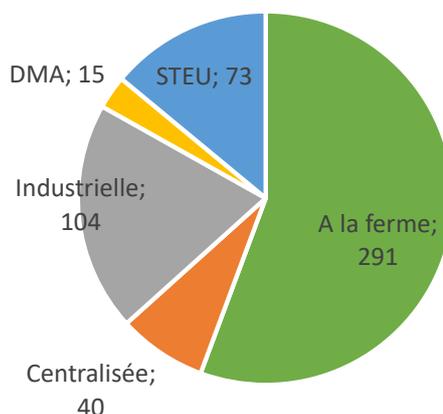
Néanmoins, peu de données sont disponibles sur les caractéristiques des ouvrages. Il semblerait toutefois que le potentiel de production soit négligeable de par la faible hauteur des ouvrages (inférieur à 1,5 mètre).

<sup>7</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000033585076&dateTexte=&categorieLien=id>

## 2.5.5 Méthanisation

### 2.5.5.1 Contexte

Il existe en France plus de 500 méthaniseurs, avec une majorité de méthaniseurs à la ferme (291). L'industrie et les STEU<sup>8</sup> sont également bien représentées avec respectivement 104 et 73 installations (données avril 2017).



**Figure 21.** Nombre de méthaniseurs en France par typologie de projet

Sources : Observatoire du biogaz, Club Biogaz, 2017

La cogénération représente aujourd'hui la principale voie de valorisation du parc installé avec 310 unités. La valorisation sous forme de chaleur arrive en deuxième position, avec 190 unités (essentiellement les STEU). L'injection est encore minoritaire avec 25 installations (5%) en avril 2017. Cependant, son apparition dans la réglementation, et le paysage français, est récente (2011). Ainsi, en 2017, sur environ 80 nouvelles unités de méthanisation mise en service, 20 étaient en injection soit une part de marché de l'ordre de 25%.

Enfin, les méthaniseurs ne sont pas les seules installations produisant du biogaz, les ISDND<sup>9</sup> en produisent également, on en recense actuellement environ 144 qui le valorisent en cogénération et 1 en injection.

Il est à noter que le SEVADEC qui est le syndicat de traitement des déchets dispose d'une usine de biométhanisation, c'est un lieu de traitement et de valorisation des déchets verts, des fermentescibles, des huiles et des graisses alimentaires. La capacité maximale est de 28 000 tonnes dont 27 000 tonnes de biodéchets et 1000 tonnes de graisses et huiles alimentaires.

En 2017, 23 808 tonnes de biodéchets ont été introduits et 2 625 450 Nm<sup>3</sup> de biogaz produits et autoconsommés sur place, diminuant ainsi la consommation finale de la plateforme et sa facture énergétique.

De plus, en 2017, la CA Grand Calais Terres et Mers a produit 9 272 tonnes dont 8120 tonnes de déchets fermentescibles et 1 152.8 tonnes de déchets verts.

<sup>8</sup> Station de Traitement des Eaux Usées

<sup>9</sup> Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux : SINOE (<http://www.sinoe.org/>) en recense 239 en France.

## 2.5.5.2 Cadre réglementaire

### ■ Code de l'environnement

Les méthaniseurs sont soumis à la réglementation pour les installations classées (ICPE). Ainsi, le Décret n° 2010-875 du 26 juillet 2010 détaille la procédure applicable en fonction de la typologie de l'installation. De même, plusieurs arrêtés peuvent être notés :

- Arrêté du 10 novembre 2009 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de méthanisation soumises à déclaration sous la rubrique n° 2781-1.
- Arrêté du 12 août 2010 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées de méthanisation relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n° 2781-1 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.
- Arrêté du 10 novembre 2009 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de méthanisation soumises à autorisation en application du titre 1er du livre V du code de l'environnement.

### ■ Code de l'urbanisme

En fonction de sa surface, une installation biogaz peut être soumise à une déclaration préalable ou un permis de construire. A noter que l'implantation d'un tel dispositif se doit d'être compatible avec les règlements d'urbanisme en vigueur (Plan d'occupation des sols, plan local d'urbanisme ou règlement national d'urbanisme).

### ■ Code de l'énergie

Les installations biogaz de puissance supérieure à 50 MW sont soumises à autorisation d'exploiter (démarche auprès de la DGEC).

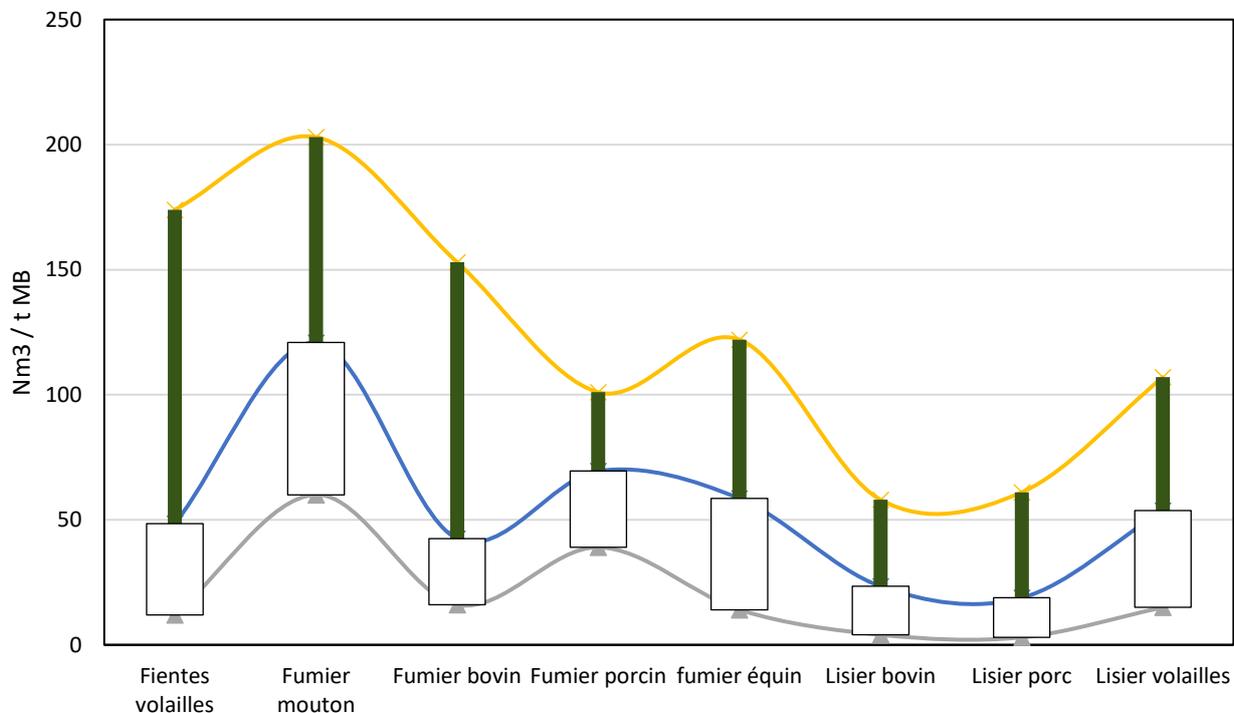
## 2.5.5.3 Potentiel

La méthanisation est une filière à fort enjeu territorial : elle est simultanément une filière de production d'énergie renouvelable et une filière alternative de traitement de déchets. Sa mise en œuvre implique l'établissement d'une dynamique territoriale permettant d'associer l'ensemble des acteurs de la filière. Les potentiels fournisseurs de la filière peuvent ainsi être identifiés comme suit :

- Industrie agro-alimentaire (coproduit et déchets)
- Agriculture (effluent d'élevage, résidus de cultures et cultures spécifiques)
- Collectivité (déchet vert et assainissement)

Afin de quantifier la ressource, une évaluation des quantités mobilisables de substrat a été conduite. Celle-ci s'appuie sur des données structurelles pour l'agriculture (nombre d'exploitations, cheptel...) en appliquant un ratio de production brut et un taux de réduction. De même, un ratio de déchets vert de 55 kg/hab./an et de déchets ménagers méthanisables de 84 kg/hab./an est appliqué. En l'absence de données spécifiques pour les industries et les stations d'épurations, celles-ci ne seront pas intégrées.

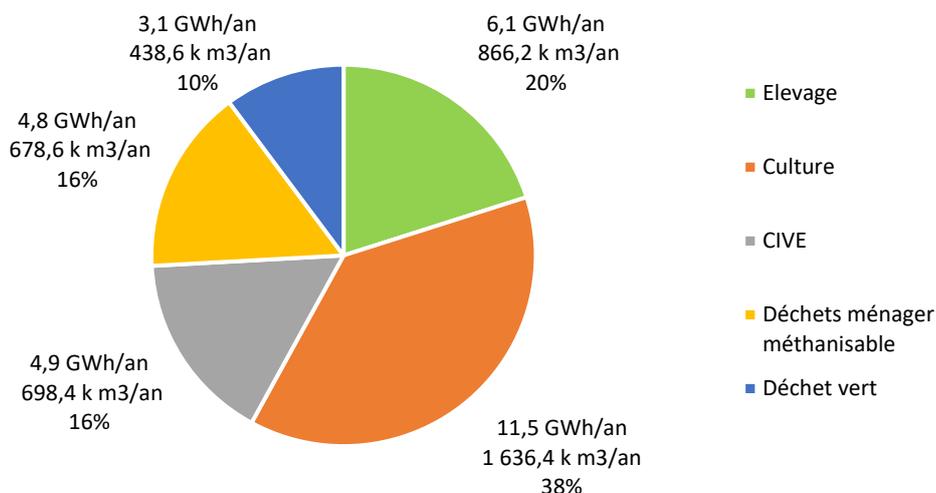
Il convient cependant de bien comprendre la limite d'une telle quantification. En effet, suivant les caractéristiques très locales des substrats, et les mélanges opérés au sein des méthaniseurs, le potentiel méthanogène peut varier très fortement entre les installations et tout au long de l'année. Les données utilisées ici sont donc des moyennes nationales permettant d'appréhender l'ordre de grandeur du potentiel du territoire.



**Figure 22.** Variabilité du potentiel méthanogène de différents substrats – moyenne en rouge

Source : ADEME

Le premier potentiel identifié est les déchets de culture, représentant près de 40 % de ce potentiel. Les déchets ménagers méthanisables, les CIVE et les déchets d'élevages représentent près de 20 % chacun.



**Figure 23.** Répartition des sources méthanisables en fonction du potentiel

Communes	Potentiel m3 biogaz / an	Potentiel MWh / an
62307 - Escalles	148 053	1 036
62360 - Fréthun	13 894	97
62244 - Coulogne	304 530	2 132
62239 - Coquelles	27 000	189
62193 - Calais	1 009 798	7 069
62548 - Marck	741 549	5 190
62774 - Sangatte	376 592	2 636
62043 - Les Attaques	840 537	5 884
62615 - Nielles-lès-Calais	108 806	762
62408 - Hames-Boucres	747 526	5 233

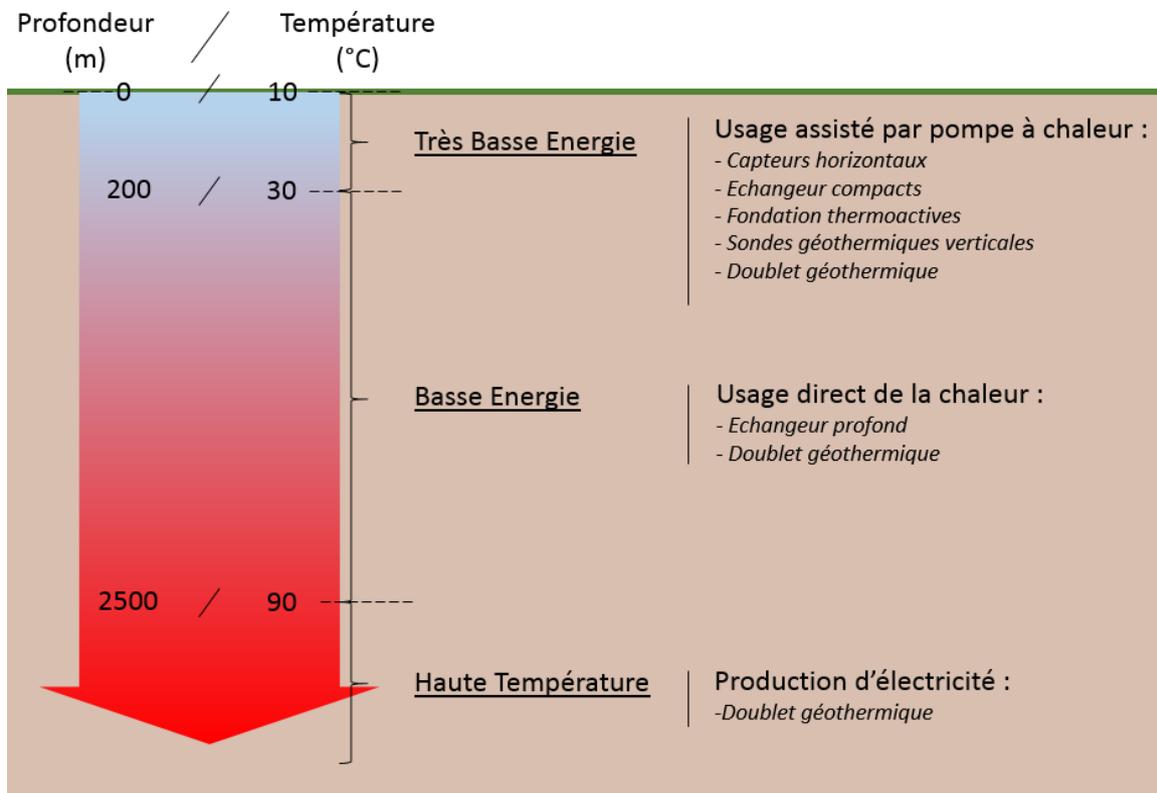
Tableau 5. Potentiel de production de biogaz par communes

**Le potentiel quantifiable est de 30 GWh/an, soit 1,6 % de la consommation de gaz du territoire. Ce potentiel est cependant sous-estimé par la non prise en compte de plusieurs sources de substrat (IAA, STEP).**

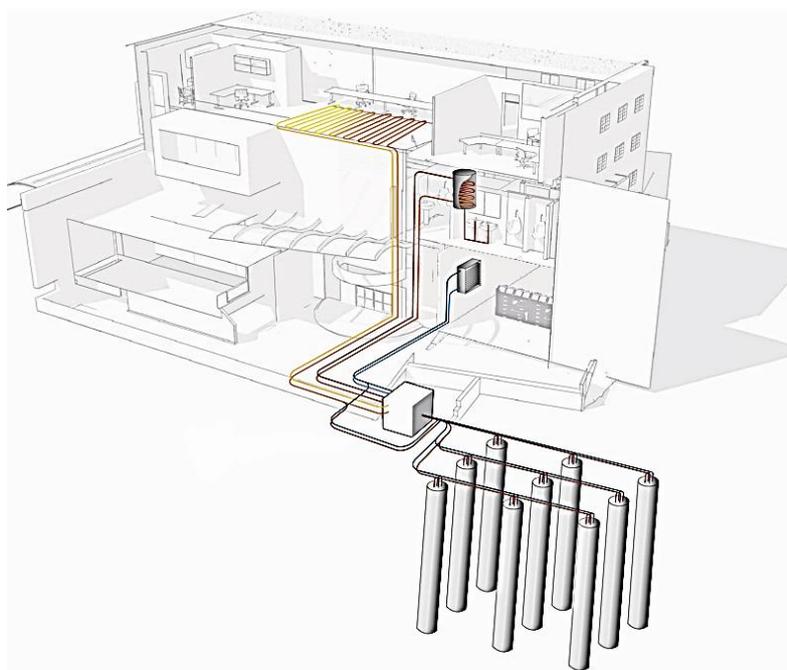
## 2.5.6 Géothermie

### 2.5.6.1 Contexte

La géothermie est l'exploitation de la chaleur stockée dans le sous-sol. Suivant les profondeurs et les températures en jeu, il existe plusieurs types de géothermie.



**Figure 24.** Les différents types de géothermies avec les systèmes correspondants



**Figure 25.** Schéma d'une installation de géothermie (source : AFGP)

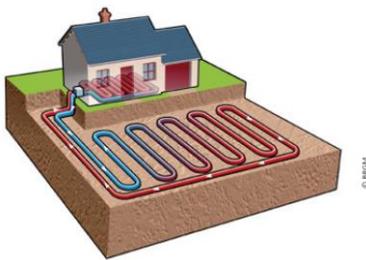
## ■ La géothermie très basse énergie

Celle-ci désigne l'exploitation du sol à une profondeur inférieure à 200 mètres. Ce type de géothermie peut être implanté sur plus de 85% du territoire français et est considéré comme le « noyau dur » de la géothermie française (AFPG 2014). La géothermie de minime importance (GMI), une sous-catégorie issue du code minier, permet une simplification des procédures administratives sous certaines conditions (<25°C et <200 m et <500kW).

L'exploitation de ce gisement nécessite l'utilisation d'une pompe-à-chaleur (PAC) afin d'adapter les besoins avec la ressource. En effet, l'eau issue du sous-sol (ou transitant) ne dépasse pas 30 °C. Or, le chauffage des bâtiments nécessite une température à minima de 45 °C.

Plusieurs systèmes :

- Capteurs horizontaux et échangeurs compacts :



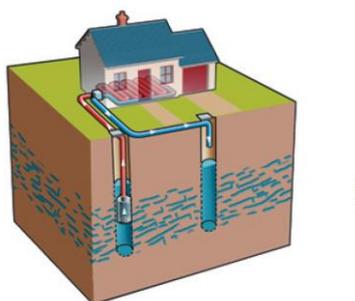
**Figure 26.** Capteurs horizontaux (BRGM) et échangeurs compacts (AFPG)

Ces deux systèmes ont la particularité d'être des capteurs géothermiques de surface.

Les capteurs horizontaux sont enterrés entre 0,8 et 1,5 m de profondeur (1,2m en moyenne en Nord-Pas-de-Calais). La surface occupée par les capteurs représente 1,5 fois la surface chauffée (avec une diminution permanente de ce rapport du fait de l'augmentation de l'efficacité des systèmes). Un fluide caloporteur circule dans les tubes, puis alimente une PAC connectée au système de chauffage et ECS. Cette technologie admet un coût d'installation très faible, mais demande une surface disponible importante (aucun arbre ne peut être planté sur la surface prise par les capteurs afin d'éviter un risque d'endommagement du système).

Les échangeurs compacts (ou corbeilles) sont des tubes enroulés en spirale de diamètre variant entre 0,3 et 1,5 m, et pouvant aller jusqu'à 10 mètres de profondeur. En moyenne, chaque corbeille délivre 1 kW. Cette technologie remplace les capteurs horizontaux lorsque l'espace disponible n'est pas suffisant pour la première technique.

- Doublets géothermiques :



**Figure 27.** Schéma d'un doublet géothermique (BRGM)

Ce système permet d'exploiter une nappe aquifère, via le transport de cette ressource en surface. Un doublet géothermique consiste en la création de deux puits géothermiques : un servant à l'absorption de la ressource, l'autre au rejet. L'eau est ainsi remontée en surface, puis refroidie (dans un échangeur ou une PAC) avant d'être réinjectée plus loin dans la nappe. Dans le cas de la géothermie TBE, la différence de température entre l'eau prélevée et rejetée est de 5°C en moyenne, pour 20 °C pour la basse énergie.

### ■ La géothermie basse énergie

Cette géothermie est principalement utilisée pour le chauffage des bâtiments tertiaires et dans le cas de réseaux de chaleur. La détermination du potentiel est complexe et nécessite le forage d'un puits de test afin de confirmer la ressource.

### ■ La géothermie très haute énergie

Ce type de géothermie, très rare en France métropolitaine, est notamment utilisé pour générer de l'électricité et se situe à des profondeurs très importantes (> 2000 mètres). L'eau issue du gisement est à une température supérieure à 100 °C.

## 2.5.6.2 Règlements

Du point de vue réglementaire, la géothermie relève du Code Minier. D'après l'article L112-2 de ce Code, les gîtes géothermiques sont classés selon le régime de température.

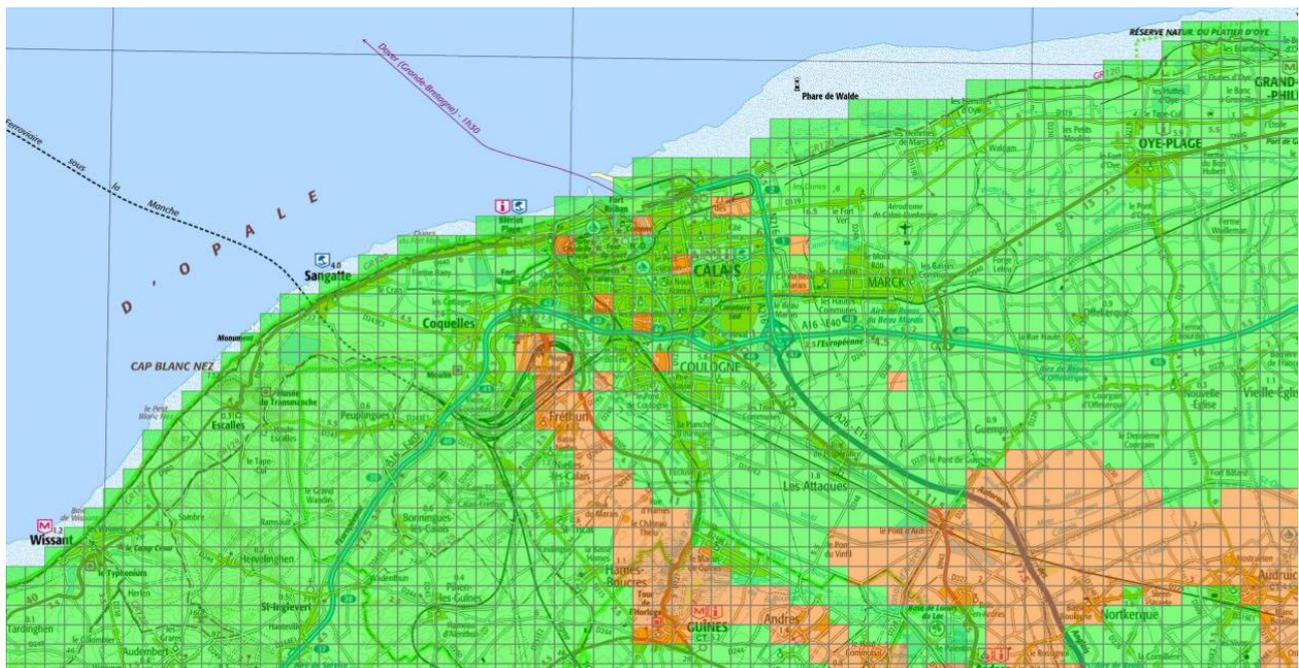


**Figure 28.** La géothermie Haute température, la géothermie basse température et la géothermie de minime importance

Par ailleurs, la géothermie basse température renferme un « sous ensemble » appelé géothermie de minime importance (GMI). Le décret n°2015-15 du 8 janvier 2015 définit les conditions générales d'application de ce « sous ensemble ». Il est à noter l'arrêté relatif à la cartographie des zones réglementaires. Il s'agit d'une carte concernant les échangeurs géothermiques fermés (comme les sondes géothermiques ou les fondations

thermoactives) et d'une carte concernant les échangeurs géothermiques ouverts (comme les doublets de forages sur nappe). Ces cartes nationales traitent une unique tranche de 10 à 200 m de profondeur ; à l'échelle régionale, ces cartes peuvent être déclinées.

- *Zone verte* : le régime déclaratif s'applique
- *Zone orange* : le régime déclaratif s'applique mais avec l'obligation pour le déclarant de fournir une attestation de compatibilité d'un expert pour la réalisation du projet
- *Zone rouge* : les risques géologiques signalés par la cartographie des zones réglementaires excluent le bénéfice du régime administratif simplifié de la minime importance.



- Non éligible à la GMI
- Éligible à la GMI avec avis d'expert
- Éligible à la GMI

Carte 11. Zonage réglementaire dans le cas d'une installation géothermique avec échangeur fermé

Source : Géothermie-perspective



- Non éligible à la GMI
- Éligible à la GMI avec avis d'expert
- Éligible à la GMI

Carte 12. Zonage règlementaire dans le cas d'une installation géothermique avec échangeur ouvert à 50, 100 ou 200 mètres de profondeur

Source : Géothermie-perspective

Les installations de géothermie basse température ne répondant pas aux critères de la géothermie de minime importance doivent faire l'objet d'une demande d'autorisation de travaux et d'exploitation qui sera instruite par les services de l'État (DREAL) au titre du Code Minier.

Le tableau ci-après récapitule les différents régimes administratifs s'appliquant en fonction du type de géothermie et des critères de seuil (profondeur, puissance extraite du sous-sol, réinjection, zone réglementaire, ...).

TYPE DE GÉOTHERMIE	CONDITIONS GÉNÉRALES	RÉGIME ADMINISTRATIF
Géothermie avec puits canadiens ou géostructures thermiques	Aucune	Code minier non applicable (*)
Géothermie avec des échangeurs thermiques fermés horizontaux ou hybrides (corbeilles)	Profondeur < à 10m	Code minier non applicable (*)
Echangeurs géothermiques ouverts	Profondeur < à 10m et Puissance < 500kW et Débit < 80m³/h et Réinjection dans la même nappe	Code minier non applicable (*)
	Profondeur de 10m à 200m et Puissance < 500kW et Débit < 80m³/h et Réinjection dans la même nappe et Zone verte ou orange	Déclaration simplifiée
	Profondeur > 200m ou Puissance > 500kW ou Débit > 80m³/h ou Pas de réinjection dans la même nappe ou Zone rouge	Autorisation instruite par les services de l'Etat
Echangeurs géothermiques fermés	Profondeur de 10m à 200m et Puissance < 500 kW et Zone verte ou orange	Déclaration simplifiée
	Profondeur > 200m ou Puissance > 500 kW ou Zone rouge	Autorisation instruite par les services de l'Etat

Code minier non applicable (\*)
  Déclaration simplifiée
  Autorisation instruite par les services de l'Etat

**Figure 29.** Régime administratif applicable en fonction du type de géothermie

Source : EGGE Développement

### 2.5.6.3 Gisements

Le domaine d'application de la géothermie est large et varié : du refroidissement à la production d'électricité en passant par le chauffage. Le choix du type de géothermie dépend du gisement et des besoins. Il existe un type de géothermie et une technologie associée pour quasiment tous les types de sous-sols et de projets. Cette étude se concentrera que sur le potentiel très basse énergie et basse énergie. La potentielle très haute énergie ne sera pas abordée (gisement non connu ou nul sur la Région).

Ainsi, le potentiel de la géothermie dépend plus du besoin de surface (consommation d'eau chaude sanitaire et de chauffage) que du potentiel du sous-sol (suffisant voir excédentaire). Celui-ci est déterminé en fonction

du besoin de chaleur basse température du résidentiel et du tertiaire. Un ratio de pénétration de la géothermie dans le bâtiment est déterminé selon les hypothèses techniques du S3REnR du Nord-Pas-de-Calais.

Il est de plus considéré ici la baisse des besoins de chauffage. En effet, l'évolution des réglementations thermiques tant vers des bâtiments de plus en plus performants d'un point de vue thermique (tant par rénovation que construction). Ainsi, le potentiel de production de chaleur décroît logiquement avec la baisse de la demande. Les données utilisées ici pour modéliser cette évolution à 2050 sont celles du scénario Négawatt.

**Le potentiel maximal géothermique est de 41 GWh, soit 2 400 équivalent logements, ou 1 % de la consommation totale.**

## 2.5.7 Solaire thermique

### 2.5.7.1 Contexte

L'énergie solaire thermique permet la génération d'eau chaude par le biais de modules solaires (voire de préchauffage d'air pour certains usages). Les technologies diffèrent selon les applications et les niveaux de températures attendues. Ainsi, certains systèmes seront plutôt pertinents pour une génération d'eau chaude collective ou avec un réseau de chaleur, tandis que d'autres sont adaptés au chauffage des piscines de particuliers.

Plusieurs systèmes se distinguent :

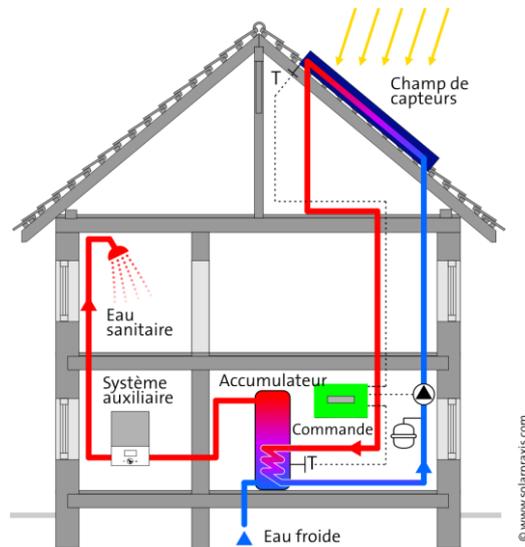
- Chauffe-Eau Solaire Individuel (CESI),
- Système Solaire Combiné (SSC),
- Autres : piscines, froid solaire, ...

Un fluide caloporteur, enfermé dans des tubes, absorbe la chaleur du rayonnement solaire et la redistribue au réseau d'eau de chauffage, par le biais d'un échangeur thermique.

Différents types de capteurs solaires existent :

- Les capteurs plans : ils peuvent atteindre des températures de chauffe de 50 à 80 °C lorsque les déperditions thermiques sont limitées en face avant du capteur par une protection (vitre, plexiglas, polycarbonate, etc.) ;
- Les capteurs à tubes sous vide : le vide assure une isolation limitant les déperditions de chaleur par rayonnement et convection. Ce type de capteur est plus spécifiquement adapté aux applications nécessitant de hautes températures, en particulier dans les procédés industriels. Leur température de chauffe dépasse les 100-120 °C. Cependant, il existe des capteurs à tubes sous vide particulièrement adaptés à la production d'ECS (eau chaude sanitaire) avec des températures de chauffe de l'ordre de 60-85 °C ;

- Les capteurs à concentration : ces capteurs sont plutôt utilisés dans le contexte d'applications industrielles, pour l'obtention de températures supérieures à 120 °C, ou pour la production d'électricité.



**Figure 30.** Schéma d'une installation solaire

Les capteurs plans et capteurs à tubes sous vide sont les mieux adaptés aux applications de chauffage et de production d'ECS. La surface totale nécessaire de capteurs est variable selon la surface des locaux à chauffer, les besoins (chauffage et/ou d'ECS) à satisfaire (nombre d'occupants) et la qualité de l'isolation existante.

### 2.5.7.2 Cadre réglementaire

Outre la réglementation thermique, il n'existe pas de réglementation spécifique pour le solaire thermique. Il convient cependant de faire une déclaration de travaux en Mairie.

### 2.5.7.3 Potentiel

Le potentiel en matière de solaire thermique a été calculé en utilisant les objectifs 2030 et 2050 du SRADDT et du SRCAE de la même façon que pour la géothermie

- **Le potentiel maximal de production d'énergie est de 14 GWh, soit 1 200 équivalent logements, ou 0,3 % de la consommation totale.**

## 2.5.8 Bois-énergie

### 2.5.8.1 Contexte

La disponibilité de la ressource en bois énergie est fortement liée à la ressource forestière, mais aussi au développement des autres débouchés du bois : bois construction et bois d'industrie notamment. Le bois d'énergie ne représente qu'une partie de l'utilisation actuelle du bois (21 % en 2016), en progression constante depuis 1975.

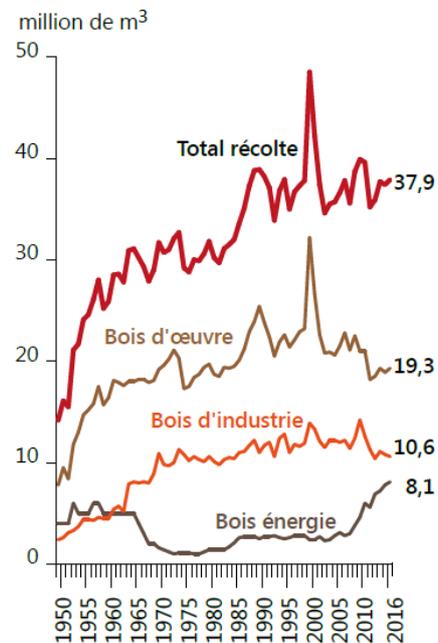


Figure 31. Récolte de bois commercialisé de 1950 à 2016

Source : Agreste – Enquête annuelle de branche exploitation forestière

L'enjeu de la filière est notamment de structurer la gestion des forêts privées de façon respectueuse des enjeux économiques, sociaux et environnementaux.

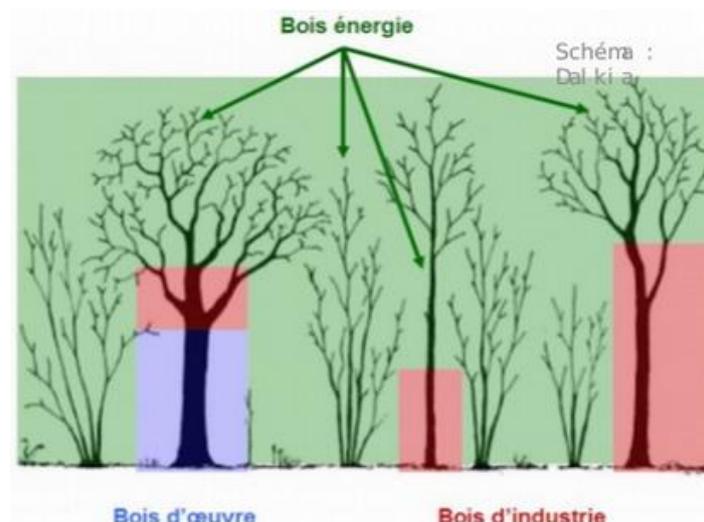
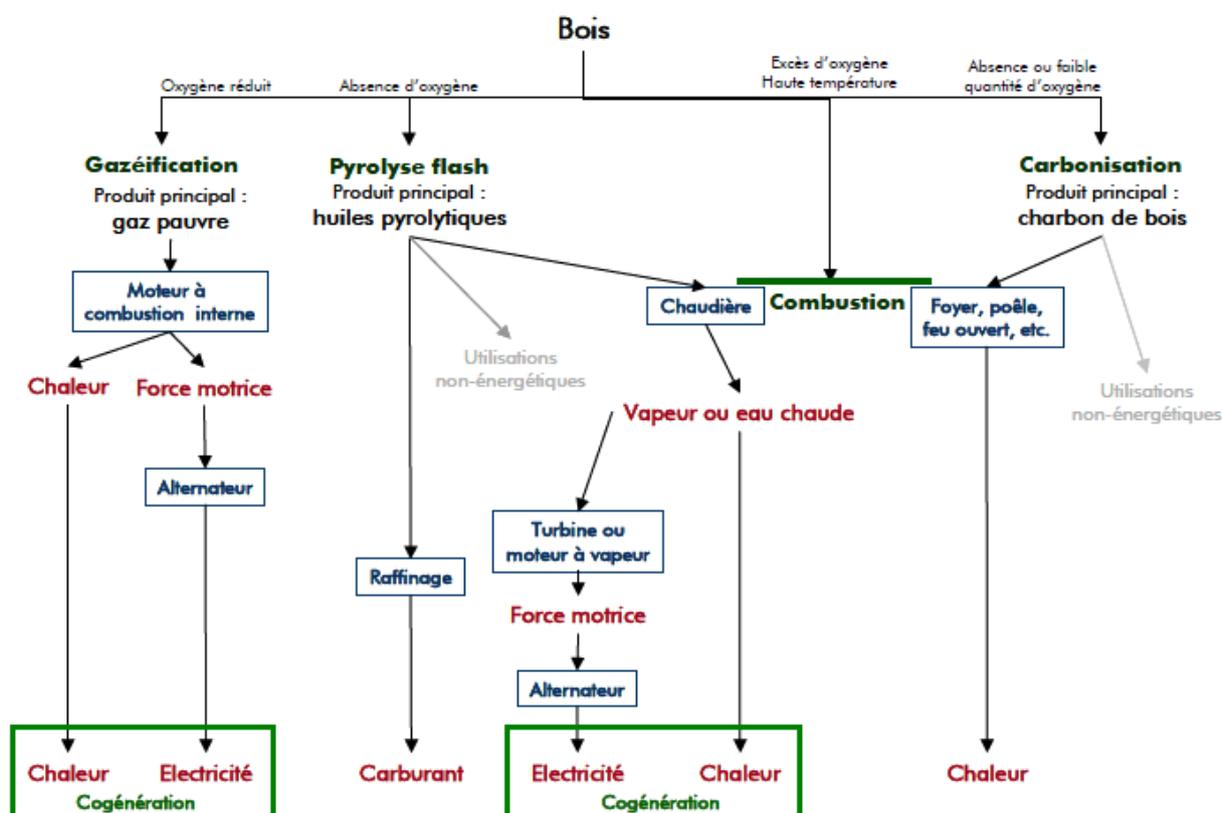


Figure 32. Schéma d'usage du bois en fonction de la typologie de la ressource (source : Dalkia)

Dans le même temps, il paraît primordial de lier la production à la consommation. En effet, la filière bois s'adapte au projet et à la demande. Sa structuration se fait par l'aval : il est nécessaire de développer des projets pour que les acteurs se mettent en place localement. Les voies de valorisation du bois sont multiples en fonction de l'usage.

Dans le cas classique, le besoin est sous forme de chaleur basse température (< 100 °C) par le biais de chaufferies (combustion et production d'eau chaude). Pour les particuliers (chauffage des logements), la puissance des systèmes peut aller jusqu'à 25 kW. Pour les besoins plus importants, les puissances peuvent s'élever à plusieurs dizaines de mégawatts (réseaux de chaleur, grands tertiaires, ...). Celles-ci ouvrent alors la voie à la cogénération.

Dans le cas d'un besoin de chaleur haute température (pour le process en industrie, > 100 °C), plusieurs voies sont possibles : gazéification, Pyrolyse flash ou combustion avec cogénération (valorisation des fumées). A noter que les deux premières filières ne sont pas encore assez matures pour une massification.



**Figure 33.** Voies actuelles de valorisation énergétique du bois (source : Valbiom)

Actuellement, la filière est structurée en fonction de la puissance des chaufferies (production de chaleur) :

- Chaufferie collective < 100 kW : l'approvisionnement est généralement local, dans un rayon de 30 à 50 km.
- Chaufferie collective > 100 kW : le secteur est dirigé par des acteurs globaux. L'approvisionnement est ainsi régional.

Cependant, la quantification du potentiel de biomasse de la commune permet de placer une limite à la consommation de bois énergies, afin que cette ressource reste « locale ».

### 2.5.8.2 Cadre réglementaire

Du côté de la ressource, les propriétaires privés ont l'obligation d'établir un Plan Simple de Gestion si leur propriété a une surface supérieure à 25 ha. Du côté de la production, les installations de combustions sont soumises à la réglementation concernant les installations classées. Entre 2 et 20 MW, les installations sont soumises à déclaration. Au-dessus de ce seuil, celles-ci sont soumises à autorisation.

Enfin, la vente de chaleur n'est pas contrainte par la réglementation. Cependant, dans le cas d'une production d'électricité, celle-ci est soumise à un régime similaire aux autres énergies renouvelables. Des appels d'offres par le biais de la Commission de Régulation de l'Énergie régulent la vente. Une autorisation d'exploiter est cependant nécessaire dans le cas d'une puissance supérieure à 50 MW.

### 2.5.8.3 Potentiel

La biomasse solide est utilisée principalement pour les chaudières, les cheminées ou le bois-matériaux et n'est donc pas consommée pour produire de l'électricité.

La détermination du potentiel de production de bois-énergie est basée sur l'analyse des surfaces de boisement du territoire. Cette analyse recoupe les résultats de l'étude Cemagref/IFN/DGFAR de 2009 avec les caractéristiques du territoire.

Type	Surface (ha)
Bois	124 ha
Forêt fermée de conifères	1 ha
Forêt fermée de feuillus	381 ha
Forêt fermée mixte	1 ha
Forêt ouverte	52 ha
Haie	274 ha
Lande ligneuse	454 ha
<b>Total</b>	<b>1288 ha</b>

Tableau 6. Surface de boisement en fonction du type

Pour l'étude, 1288 hectares de boisements seront considérés, soit 8,6 % de la surface du territoire (moyenne nationale : 29,7 %). Les peupleraies sont exclues du potentiel par leurs usages exclusifs en industrie, de même que les vergers et les forêts ouvertes. Pour l'hypothèse basse, seuls les sites ayant une surface boisée supérieure à 4 hectares sont retenus (soit 606 ha).

**Ainsi, le potentiel de production d'énergie issue du bois est estimé à 20 GWh/an, soit 27 % de la consommation actuelle de bois dans l'habitat sur le territoire, et 0,5 % de la consommation énergétique totale.**

## 2.5.9 Agrocarburant

### 2.5.9.1 Contexte

Les agrocarburants sont produits actuellement à partir de biomasse, en utilisant les parties comestibles des plantes cultivées (graines ou racines). Il existe deux filières : l'éthanol, utilisé en mélange avec l'essence, produit à partir de céréales ou de betteraves, et le biodiesel, utilisé en mélange avec le gazole, produit à partir de plantes oléagineuses, principalement colza, mais également tournesol.

Les filières dites « classiques » correspondent aux biocarburants de première génération, comprenant principalement la filière huile et la filière alcool qui seront prises en compte ici et quelques filières moins développées. La première génération de biocarburants est issue de produits alimentaires (blé, maïs, betteraves, colza) via des processus techniques simples. La filière huile provient des plantes oléifères, comme le tournesol ou le colza. La filière alcool provient des plantes dites « à sucre », car leur composition est riche en sucre, comme la canne à sucre, la betterave sucrière ; le maïs et le blé sont utilisés pour être transformés en alcool via un processus de fermentation des sucres. Ces filières présentent l'avantage, à l'inverse de la combustion des énergies fossiles, que le carbone émis lors de la combustion de biocarburants, a préalablement été fixé par les plantes lors de photosynthèse. Mais cette production a aussi des inconvénients : augmentation de la pollution des eaux, dégradation des sols, déforestation et par voie de conséquence la réduction de la biodiversité. Il faut également faire attention à ce que les productions agricoles à vocation alimentaire et énergétique n'entrent pas en concurrence, alors même que la population mondiale augmente et que les besoins alimentaires de la planète vont donc croissant. Les filières dites « du futur » correspondent aux agrocarburants de deuxième génération, elles sont encore au stade de la recherche et n'utiliseront pas de denrées alimentaires pour leur fabrication. Ces biocarburants seront fabriqués à partir de végétaux et de leurs résidus, afin de fournir une solution plus écologique, plus équitable et plus durable. Les recherches exploitent différentes perspectives :

- Obtenir du biogazole de synthèse à partir d'huiles végétales ou de graisses animales ;
- Obtenir du biogazole à partir de la partie ligneuse de la biomasse (des tiges et des troncs) par un procédé appelé BTL (Biomasse To Liquid : Production de biocarburants de synthèse issu de la biomasse). La gazéification de cette biomasse transforme les résidus en gaz de synthèse, qui est ensuite transformé en hydrocarbure ;
- La voie biochimique, qui valorise la biomasse ligneuse par la transformation en sucre dont la fermentation produit du bioéthanol ;
- La pyrolyse de lignocellulose, qui produirait un biopétrole.

### 2.5.9.2 Règlementation

Différentes réglementations encadrent la production de biocarburant, tel que la directive européenne 2003/30/CE (sur la « qualité des carburants ») ou la directive 2015/1513 (sur le changement d'affectation des sols indirects). Il est intéressant de noter que les biocarburants ne doivent pas être produits à partir de terres riches en biodiversité et de terres présentant un important stock de carbone ou de tourbières.

### 2.5.9.3 Gisement

Sur le territoire, la production d'agrocarburant est de 32 GWh/an. Les évolutions de la production peuvent passer par deux voies : l'augmentation des surfaces de production et l'amélioration des technologies de raffinage permettant de mieux valoriser les quantités de matières premières productibles sur les surfaces disponibles.

A moyen terme, à l'horizon 2020, on considère que ces technologies auront atteint un stade de maturité et de développement suffisant pour envisager une augmentation de 50% de la production d'agrocarburants, soit 48 GWh/an, sans extension des surfaces aujourd'hui utilisées à cette fin. Des cultures dédiées, telles que les taillis à courte ou très courte rotation (miscanthus, switchgrass...) pourraient être mises en œuvre.

A plus long terme, à l'horizon 2050, un doublement de la production actuelle est considéré sans extension des surfaces dédiées, ce qui revient à un objectif de 96 GWh/an (soit 2,5 % de la consommation totale). Il est bien sûr possible à cet horizon de considérer qu'une partie du gisement identifié précédemment pour la biomasse (bois et déchets) représente une « réserve » de matière première pouvant être utilisée pour la production de biocarburants, liquides ou gazeux. La production de biocarburants de « troisième génération », à partir de micro-algues en particulier, n'est pas prise en compte ici.

## 2.5.10 Energie de récupération

### 2.5.10.1 Contexte

L'énergie de récupération est une manière de valoriser une énergie perdue à la fin d'un process industriel (dit aussi « chaleur fatale »). Les sources de chaleur fatale sont très diversifiées. Il peut s'agir de chaleur contenue dans les fumées de fours, de chaleur émanant de matériels fabriqués et en cours de refroidissement... Sont donc concernés :

- Les sites de production industrielle,
- Les datacenters,
- Les unités de valorisation énergétique des déchets (sous l'angle de leur partie non renouvelable),
- Les unités d'incinération des déchets autres que ménagers.

L'enjeu est donc de valoriser cette ressource, soit en interne au sein de l'entreprise concernée, soit en externe via l'utilisation d'un réseau de chaleur. En France, il est estimé que cette ressource est équivalente à 17 % de la consommation énergétique.

### 2.5.10.2 Règlementation

Au niveau de la réglementation, la directive européenne 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique favorise la valorisation de la chaleur fatale. Dans le cas de présence d'un réseau de chaleur, l'industriel concerné doit réaliser une analyse coûts-avantages afin d'étudier les possibilités de valoriser cette ressource. De même, tout projet de réseau de chaleur doit également évaluer les différents potentiels de récupération de chaleur fatale avant de dimensionner une éventuelle installation de production d'énergie.

Ces dispositions ont été traduites dans le droit français par le décret n°2014-1363 du 14 novembre 2014 et l'arrêté du 9 décembre 2014. Cet arrêté précise les catégories d'installations visées ainsi que le contenu de l'analyse coûts-avantages permettant d'évaluer l'intérêt de valoriser la chaleur fatale à travers un réseau.

### 2.5.10.3 Gisement

Du fait de la grande diversité des industries du territoire, et afin de mettre en avant les zones industrielles potentielles, une approche macro sera utilisée ici. Celle-ci consiste à analyser le tissu industriel de la zone, pour en déduire un potentiel au moyen de ratio (part de chaleur fatale ramenée à la consommation énergétique par secteur industriel). Cette analyse se base notamment sur la répartition des postes salariés par tranche d'activité et par commune (base INSEE).

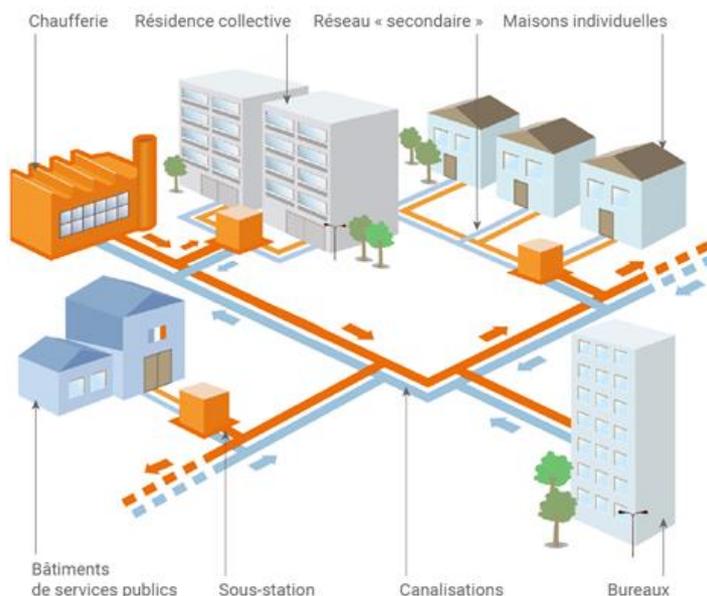
Le potentiel de récupération de chaleur est estimé à 215 GWh/an. La commune de Calais se distingue en représentant la quasi-totalité du potentiel (211 GWh). Deux autres communes admettent un potentiel entre 1 et 2 GWh : Coquelles et Marck. Néanmoins, il est important de noter que le potentiel de la commune de Calais provient d'un nombre limité d'entreprises. Le chiffre proposé provient de ratio, et ne peut donc être tenu comme exact au vu du faible nombre d'entreprises concernées. Ainsi, il est recommandé de prendre contact avec ces entreprises afin de travailler, de manière commune, le potentiel lié à la récupération d'énergie.

- **Le potentiel est estimé à 215 GWh, soit 5,7 % de la consommation du territoire, et 12 % de la consommation industrielle.**

## 2.5.11 Réseaux de chaleur

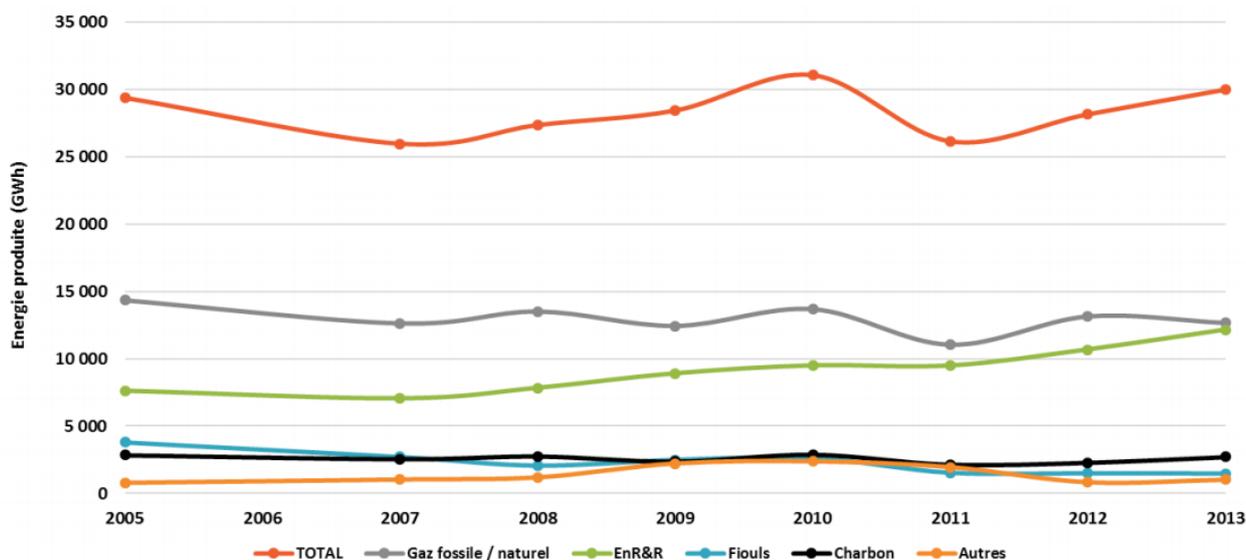
### 2.5.11.1 Contexte

Un réseau de chaleur est un système de distribution de chaleur à un ensemble d'usagers. La chaleur est produite dans des unités de production centralisées, injectée dans le réseau primaire, puis transmise aux usagers par les sous-stations d'échanges. Les usagers desservis peuvent aussi bien concerner des entreprises, que les secteurs de l'habitat ou du tertiaire.



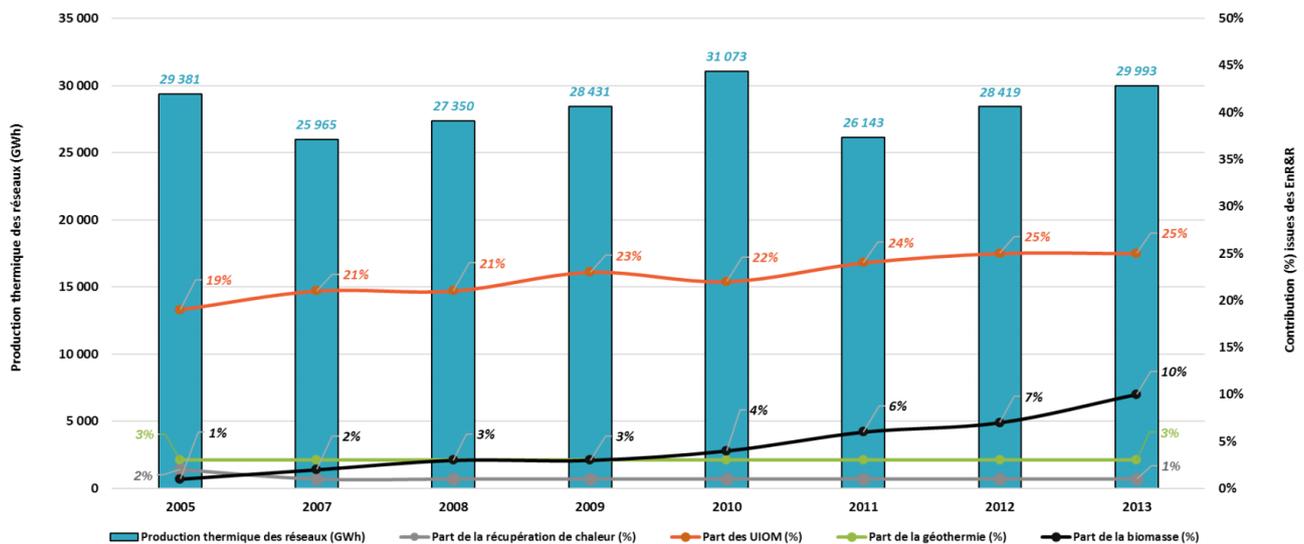
**Figure 34.** Schéma de principe d'un réseau de chaleur (CEREMA)

En France, 536 réseaux de chaleurs et 20 réseaux de froids sont recensés, soit une couverture des besoins de 2,13 millions d'équivalents logements. Les énergies renouvelables représentent 37,8 % de la chaleur délivrée en 2013 avec 58 % des réseaux utilisant de la biomasse.



**Figure 35.** Evolution du bouquet énergétique global des réseaux de chaleur

Source : CEREMA, 2016



**Figure 36.** Détail du bouquet énergétique renouvelable des réseaux de chaleur (source : CEREMA, 2016)

Les énergies renouvelables et la récupération de chaleur représentent 34 % des sources de chaleurs utilisées en Hauts-de-France (VIA SEVA, Annuaire des réseaux de chaleur et de froid, Edition 2016/2017). La biomasse occupe une place majoritaire, suivie par les Unités de Valorisation énergétique, la récupération de chaleur et la géothermie. Les sources de production de chaleur peuvent être nombreuses et complémentaires :

- Bois,
- Solaire thermique,
- Géothermie,
- Récupération de chaleur,
- Gaz.

### 2.5.11.2 Cadre réglementaire

Il n'y a pas de réglementation dédiée particulièrement aux réseaux de chaleur. Cependant, quelques points peuvent être soulignés :

- Possibilité de rendre obligatoire le raccordement au réseau (sous certaines conditions),
- Dans le cas où l'approvisionnement en énergie est majoritairement par le biais de sources renouvelables ou de récupération (>50%), la TVA applicable à la vente de chaleur est de 5,5%,
- Prise en compte du réseau de chaleur dans la RT2012.

### 2.5.11.3 Gisement

De manière simplifiée, la rentabilité d'un réseau de chaleur peut être déterminée par un calcul de densité énergétique de la commune. La valeur seuil est de 1,5 MWh/ml/an pour considérer un réseau de chaleur comme réalisable, soit > 320 habitants/4ha.

Cependant, d'autres paramètres sont à étudier pour conclure sur le potentiel de développement du réseau sur le territoire :

- Proximité de gros producteurs de chaleur fatale (industrie et UIOM principalement) avec de gros consommateurs (piscines, serres...) permettant le développement de micro-réseau,
- Proximité d'infrastructures publiques (hôpitaux, piscine, gymnase...),
- Programme immobilier en perspective et notamment bailleurs sociaux identifiés, permettant de favoriser la rentabilité d'un réseau grâce aux logements collectifs,
- Volonté politique locale liée à des projets d'investissements (écoquartier, bâtiment public...).

Une partie de ces critères a été prise en compte dans la cartographie sur le besoin de chaleur du territoire. Celle-ci fait le bilan des consommations de chaleur de l'habitat et du tertiaire pouvant être potentiellement couvert par un réseau de chaleur. Un coefficient de densité de population (via l'INSEE) est appliqué afin de ne considérer que les zones denses. De la même manière que pour la géothermie et le solaire thermique, le besoin de chaleur est amené à diminuer selon l'évolution de la demande de chaleur.

INSEE	COMMUNES	Potentiel en 2012	Potentiel en 2050
62193	Calais	202 940 MWh	68 684 MWh
62239	Coquelles	22 066 MWh	6 830 MWh
62548	Marck	10 892 MWh	3 196 MWh
62244	Coulogne	7 583 MWh	1 966 MWh
62774	Sangatte	5 827 MWh	1 735 MWh
62043	Les Attaques	2 783 MWh	749 MWh
62360	Fréthun	1 260 MWh	446 MWh
62408	Hames-Boucres	1 206 MWh	405 MWh
62307	Escalles	412 MWh	151 MWh
62615	Nielles-lès-Calais	156 MWh	63 MWh
<b>TOTAL</b>		<b>255 124 MWh</b>	<b>84 225 MWh</b>

Sur le territoire, le potentiel de génération de chaleur par le biais d'un réseau dédié est de 255 GWh/an, soit 11 300 équivalent logements. A l'horizon 2050, le potentiel est de 84 GWh/an. Ce potentiel prend en compte le réseau de chaleur déjà en place à Calais.

## 2.5.12 Synthèse

### Synthèse

La consommation énergétique du territoire s'élève à 283 millions d'euro. L'autosuffisance actuelle du territoire est de 2,8 % (en comptant la consommation de bois et d'agro-carburant). Les filières ont été listées ci-dessous selon le modèle défini dans l'article R229-51 du code de l'environnement. Afin de représenter clairement le chemin restant à parcourir, le potentiel a été mis en rapport avec la production actuelle. Au total, l'autonomie énergétique du territoire peut s'élever à 65 % en 2050, mettant en avant le besoin de coopération entre territoire afin de tendre vers l'autosuffisance énergétique. La priorité sera de développer les potentiels de production d'ENR et dans un deuxième temps le stockage énergétique.

		Etat de la production en 2015	Potentiel sur le PPCM - 2050	Part de la consommation 2050
Electricité (en MWh)	Eolien terrestre	-	250	13 %
	Solaire photovoltaïque	0,4	546	29 %
	Solaire thermodynamique	-	-	-
	Hydraulique	-	-	-
	Biomasse solide	-	-	-
	Biogaz	-	-	-
	Géothermie	-	-	-
Chaleur (en MWh)	Biomasse solide	74	20	1,1 %
	Pompes à chaleur	-	-	-
	Géothermie	-	41	2,1 %
	Solaire thermique	-	14	0,7 %
	Biogaz	-	-	-
Biométhane (en MWh)		-	30	1,6 %
Biocarburants (en MWh)		32	96	5 %
Valorisation du potentiel d'énergie de récupération (en MWh)		-	215	12 %
Valorisation du potentiel de stockage énergétique (en MWh)		-	-	-
Réseaux de chaleur		55	84	-
<b>TOTAL</b>		<b>106 GWh</b>	<b>1 212 GWh</b>	<b>65 %</b>

- EnR en adéquation avec le territoire
- EnR ayant des contraintes particulières
- EnR non pertinente ou avec un développement limité

Tableau 7. Synthèse de la production et du potentiel du territoire en EnR (en GWh), et comparaison avec les objectifs régionaux

En considérant les engagements nationaux, la France a pour ambition de réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence de 2012. De même, la part des énergies renouvelables doit être portée à 32 % de la consommation d'ici 2030.

## **CHAPITRE 3.    DIAGNOSTIC DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE ET DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES**

## 3.1 Enjeux des différentes problématiques

### 3.1.1 GES : la problématique du changement climatique

#### ■ Effet de serre

Le changement climatique est l'un des problèmes économique, social et environnemental majeur auquel nous serons confrontés au cours du XXI<sup>ème</sup> siècle. En effet, toute activité humaine (déplacements, utilisation d'énergies fossiles dans les bâtiments, agriculture...) engendre un effet de serre additionnel qui amplifie l'effet de serre naturel.

Cependant, depuis environ un siècle et demi, la concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère ne cesse d'augmenter au point que les scientifiques prévoient des hausses de température sans précédent qui pourraient avoir des conséquences dramatiques sur nos sociétés. C'est pourquoi mettre en place les incitations, les institutions, les technologies et les méthodes nécessaires à l'émergence de politiques de réduction des émissions de GES est devenu une priorité.

#### ■ GES pris en compte

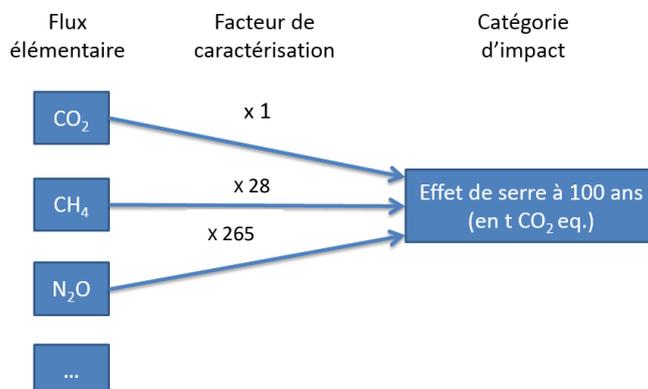
La liste des GES à prendre en compte dans le cadre du diagnostic GES est celle présentée dans l'arrêté du 25 janvier 2016. Elle est identique à celle retenue dans le cadre du Protocole de Kyoto.

- Le gaz carbonique : **CO<sub>2</sub>**
- Le méthane : **CH<sub>4</sub>**
- Le protoxyde d'azote : **N<sub>2</sub>O**
- Les hydrofluorocarbones : **HFC**
- Les hydrocarbures perfluorés : **PFC**
- L'hexafluorure de soufre : **SF<sub>6</sub>**
- Le trifluorure d'azote : **NF<sub>3</sub>**.

Pour quantifier l'impact sur l'effet de serre, il est nécessaire de ramener l'ensemble de ces émissions en tonnes CO<sub>2</sub> équivalent (t CO<sub>2</sub>e). Ainsi, chaque flux élémentaire (la quantité d'émission pour chaque GES) est multiplié par un facteur de caractérisation (le Pouvoir de Réchauffement Global à 100 ans du gaz étudié : PRG<sub>100</sub>).

Les valeurs des PRG par gaz sont régulièrement mises à jour par le GIEC. La dernière version disponible est celle du rapport dit « AR5 » datant de 2013.

$$Emission \text{ en } tCO_2e = \sum_{gaz} [Emissions_{gaz} \times PRG_{gaz}]$$



**Figure 37.** Facteurs de caractérisation pour quantifier les émissions de GES (PRG du GIEC 2013)

Dans le cadre de ce rapport, des simplifications ont été réalisées sur les gaz fluorés car le détail par gaz fluoré n'est pas forcément connu. En effet, les données de PRG proviennent du 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC (2013 – AR5) sauf pour les HFC et les PFC pour lesquels le PRG moyen du rapport national des émissions de GES du CITEPA (2015) est utilisé (calcul basé sur les PRG 2007 (4<sup>ème</sup> rapport du GIEC)). Ainsi, les valeurs des PRG prises en compte dans les calculs de ce projet sont les suivantes<sup>10</sup> :

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	PFC - 14	SF <sub>6</sub>	NF <sub>3</sub>	C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	HFC
PRG - GIEC 2007 AR4	1	25	298	7390	22800	17200	10300	variable
PRG - GIEC 2013 AR5	1	28	265	6630	23500	16100	9540	variable
Différence (%)		11%	12%	11%	3%	7%	8%	

Tableau 8. Valeurs des PRG par GES pris en compte dans ce rapport

### 3.1.2 Sol : la prise en compte de la séquestration carbone par les sols

#### ■ Contexte

Les connaissances sur les mécanismes naturels de stockage du carbone sont encore insuffisantes. Cependant, les estimations faites par l'INRA<sup>11</sup> nous indiquent qu'elles ne sont pas négligeables : des pratiques favorables contribueraient à limiter de 1 à 2 % les émissions de GES.

En dehors des milieux marins, les milieux agricoles et forestiers sont les principaux secteurs pouvant stocker naturellement du carbone, dans les végétaux et dans les sols. La matière organique du sol est un compartiment essentiel, mais c'est une forme très instable en perpétuelle évolution. Examiner les facteurs d'instabilité conduit à détecter des pistes d'actions pour réduire les émissions ou les pertes de GES.

Dans le cadre du PCAET, il est demandé de compléter le bilan des émissions de GES avec une estimation de stock et des flux de carbone, afin de progressivement intégrer le sol dans les politiques climatiques.

<sup>10</sup> Source : version de l'outil ESPASS « ESPASS\_V4\_2018-07-23\_vMacrov17.xlsm »

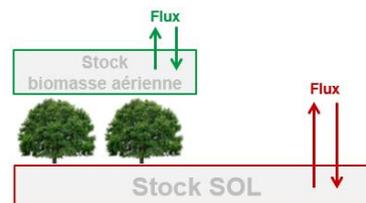
<sup>11</sup> « Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? » Expertise scientifique collective – rapport d'expertise réalisé par l'INRA à la demande du ministère de l'Ecologie et du Développement durable – octobre 2002

## ■ Stock et flux de carbone

### > Stock de carbone :

Le terme « **stock de carbone** » désigne la quantité totale de carbone stockée sur une parcelle de terrain à un moment donné dans un ou plusieurs des puits de carbone suivants (GIEC, 2006)<sup>12</sup> :

- La biomasse ;
- La matière organique morte (bois mort et litière) ;
- Le sol matière organique.



### > Flux de carbone :

Ces stocks sont soumis à des « **flux de carbone** ». Il s'agit de variations de teneur en carbone, principalement impactée par les facteurs d'instabilité suivants (par ordre d'importance) :

- La **variation de stock dans la biomasse** (e.g. la croissance des forêts),
- Le **changement d'affectation des sols** : il s'agit d'un changement brutal d'occupation des sols (e.g. déforestation, retournement de prairies). Le déstockage est alors plus rapide que le stockage,
- Les **pratiques agricoles** : elles peuvent contribuer à maintenir ou non une capacité de stockage :
  - Non-labour,
  - Gestion des surfaces non en production,
  - Choix des cultures,
  - Gestion des résidus de culture,
  - Gestion des apports exogènes,
  - Niveau d'intensification des cultures.
- L'évolution du climat.

**Attention : Il n'est pas pertinent de comparer les stocks de carbone aux autres émissions de GES.**

**Seuls les flux de carbone annuels peuvent être mis en regard des autres émissions annuelles.**

<sup>12</sup> (IPCC, 2006) IPCC, 2006, Guidelines for National GHG Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry, and Other Land Use

## 3.2 Eléments contextuels

### 3.2.1 Année

L'année 2015 a été retenue comme année de référence pour cette étude du fait que les dernières données disponibles relatives aux GES provenant de MyEmiss'Air HDF sont relatives à l'année 2015.

### 3.2.2 Sources d'émissions considérées (approche réglementaire)

#### ■ Approche réglementaire

L'arrêté du 4 août 2016 relatif au PCAET fixe en son article 2 les huit secteurs d'activité de référence à prendre en compte pour la déclinaison des éléments chiffrés des diagnostics : résidentiel, tertiaire, transport routier, autres transports, agriculture, déchets, industrie hors branche énergie, industrie branche énergie (*hors production d'électricité, de chaleur et de froid pour les émissions de GES, dont les émissions correspondantes sont comptabilisées au stade de la consommation donc dans le poste consommateur*).

Secteurs d'activité - réglementation	Sources prises en compte
<b>Résidentiel</b>	Combustion fixe (chauffage, eau chaude, etc.) Utilisation de peinture/solvant Combustion des engins du résidentiel (tondeuse, débroussailleuse, etc.) Brûlage des déchets verts
<b>Tertiaire</b>	Combustion fixe (chauffage, eau chaude, etc.) Utilisation de peinture/solvant Nettoyage à sec
<b>Transport routier</b>	Combustion Usure des routes, des freins, etc. Évaporation Remise en suspension des particules
<b>Autres transports</b>	Ferroviaire : combustion du diesel et usure des caténaires, des rails, etc.
<b>Agriculture</b>	Culture Élevage (fermentation entérique, déjections animales) Combustion fixe (serre, etc.) Combustion des engins agricoles et sylvicoles (tracteur, etc.) Feux ouverts de déchets agricoles Épandage des boues
<b>Déchets</b>	Décharges Station d'épuration Centre de compostage

Secteurs d'activité - réglementation	Sources prises en compte
<b>Industrie hors branche énergie</b>	Chimie Biens d'équipement et matériels de construction Industrie agro-alimentaire Métallurgie des métaux ferreux et non ferreux Minéraux non métalliques et matériaux de construction Papier/carton Autres industries Construction (BTP/chantier)
<b>Industrie branche énergie</b>	Cokefaction Activité extractive Activité distributive (station-service, distribution de gaz)

Tableau 9. Sources prises en compte par secteur d'activité réglementaire

La liste des sources prises en compte par secteur d'activité provient de celle présentée au niveau régional par ATMO Hauts-de-France dans son rapport méthodologique « Inventaire des émissions – Méthodologie 2012 – Nord-Pas-de-Calais – 2015 ». Cette liste a été mise à jour à partir des informations transmises par ATMO Hauts-de-France.

Dans le secteur des autres transports, le territoire de la CAGC permet les liaisons trans-Manche, par les ferries entre les ports de Calais et Douvres, et le tunnel sous la Manche entre Coquelles et Folkestone. La CAGC dispose également d'un aéroport. Il s'agit de l'aéroport international de Calais - Dunkerque à Marck.

Dans le secteur de l'industrie branche énergie, les installations prises en compte sont la production d'électricité, le chauffage urbain, le raffinage du pétrole, les activités extractives et les activités distributives. Au niveau de la CAGC, les activités de chauffage urbain (réseau de chaleur géré par Calais Energie) de distribution de carburant et le réseau de distribution du gaz naturel sont présentes sur le territoire.

Dans le secteur de l'industrie hors branche de l'énergie, les deux domaines les plus prédominants sont des industries de chimie inorganique et des biens d'équipements/construction.

Dans le secteur du traitement des déchets, les installations prises en compte sont les incinérateurs, les décharges, la crémation, le traitement des eaux usées et le compostage. Au niveau de la CAGC, des décharges, des installations de compostage et des stations d'épuration sont présentes sur le territoire.

Dans le secteur de l'agriculture, plusieurs sources d'émission sont prises en compte : la combustion des engins agricoles et des bâtiments associés, la culture, l'élevage et l'écobuage.

Dans le secteur tertiaire, en plus des émissions induites par la combustion des chaudières et des autres installations de combustion, l'utilisation des solvants est quantifiée.

Dans la version actuelle de l'inventaire réalisé par ATMO et qui sert de base pour cette étude, les émissions induites par les gaz fluorés (HFC, PFC, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub>) ne sont pas quantifiées. ATMO prévoit d'intégrer ces émissions dans la mise à jour de l'inventaire, en particulier les climatisations seront ajoutées.

## 3.3 Différents scopes et approches

### 3.3.1 Emissions directes<sup>13</sup>

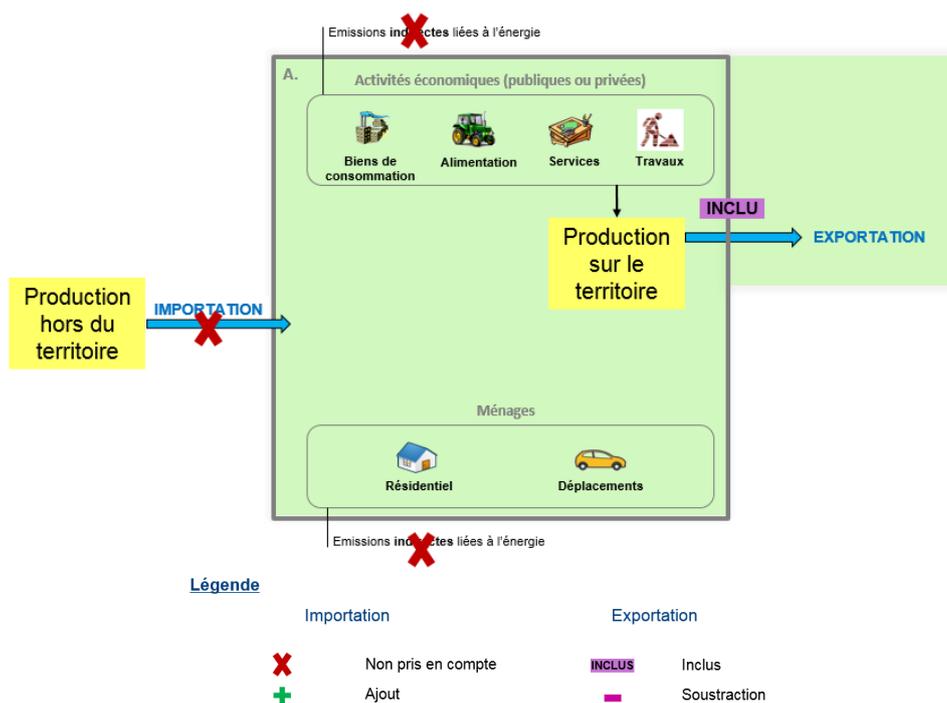
Les émissions directes sont les émissions provenant des installations fixes ou mobiles situées à l'intérieur du périmètre organisationnel, c'est-à-dire dans notre cas au sein du territoire géographique (scope 1).

Elles peuvent se subdiviser en plusieurs catégories :

- Emissions directes des sources fixes de combustion (ex : émissions du chauffage).
- Emissions directes des sources mobiles à moteur thermique (ex : émissions d'une voiture).
- Emissions directes des procédés hors énergie (ex : émissions de la décarbonatation du verre).
- Emissions fugitives (ex : fuites de fluides frigorigènes utilisés pour la climatisation).
- Emissions issues de la biomasse (sols et forêts)<sup>14</sup>.

Les émissions directes d'un territoire :

- Incluent les émissions des biens et services exportés,
- N'incluent pas les émissions des biens et services importés,
- N'incluent pas les émissions indirectes liées à l'énergie.



**Figure 38.** Représentation des émissions directes d'un territoire (en vert)

<sup>13</sup> Guide méthodologique de l'outil ESPASS « Elaboration d'une méthode de comptabilisation des émissions de GES indirectes, des polluants atmosphériques et du stockage carbone par les sols à l'échelle d'un territoire infra-régional en Hauts-de-France »

<sup>14</sup> Cette thématique est prise en compte dans la partie « séquestration carbone ».

### 3.3.2 Emissions indirectes<sup>15</sup>

Les émissions indirectes sont les émissions indirectement produites par les activités du territoire (ménages et/ou activités économiques).

Il y a deux types d'émissions indirectes :

- **Les émissions indirectes liées à l'énergie** consommée sur le territoire (par les ménages [chauffage résidentiel, déplacements] et les activités économiques) mais non produite sur le territoire :
  - Electricité / vapeur / chaleur non produite sur le territoire. Ces émissions font partie de ce qu'on appelle le scope 2, et qui doit être comptabilisé dans le cadre du rapportage réglementaire PCAET.
  - L'amont des combustibles et des énergies : extraction, raffinage, construction des centrales... Ces émissions ne font pas partie du scope 2 à rapporter dans la réglementation.
- **Les émissions indirectes liées à la consommation de biens et services importés** sur le territoire :
  - Les émissions indirectes concernent les biens et services produits hors du territoire et consommés sur le territoire.
  - Les biens et services produits hors du territoire et consommés hors du territoire par des acteurs du territoire (comme la consommation durant les vacances) sont négligeables.

		PRODUCTION	
		Sur le territoire	Hors du territoire
CONSOMMATION	Sur le territoire	DIRECTES	INDIRECTES (importation)
	Hors du territoire	DIRECTES (exportation)	Hors champs

### 3.3.3 Approche réglementaire

Pour répondre à la réglementation, le décret n°2016-849 précise l'approche à retenir. En son article 1<sup>er</sup>, il est mentionné que les émissions de GES et de polluants atmosphériques sont comptabilisées selon une méthode prenant en compte les **émissions directes** produites sur le territoire par tous les secteurs d'activité (cf. tableau 2) y compris les émissions induites par la production d'électricité, de chaleur et de froid sur le territoire *sauf pour les GES pour lesquels ces dernières sont soustraites des émissions directes et auxquelles sont ajoutées les émissions induites par la consommation d'électricité par secteur*.

Pour les GES, la restitution des émissions selon le rapportage réglementaire a été réalisée avec l'outil ESPASS car même si le réseau ATMO Hauts-de-France fournit des émissions de GES pour la CAGC, celles-ci sont, d'une part, déterminées à l'aide des PRG du GIEC 2007 et non les derniers disponibles (GIEC 2013) comme l'impose la réglementation et, d'autre part, elles sont basées selon une approche ne déduisant pas les émissions induites par la production d'électricité, de froid et de vapeur. Même si l'outil ESPASS a pour vocation de fournir les émissions selon l'approche consommation, il dispose également d'une extraction répondant à la réglementation.

<sup>15</sup> Source : Guide méthodologique de l'outil ESPASS « Elaboration d'une méthode de comptabilisation des émissions de GES indirectes, des polluants atmosphériques et du stockage carbone par les sols à l'échelle d'un territoire infra-régional en Hauts-de-France »

## 3.4 OUTIL ESPASS

### 3.4.1 Objectifs de l'outil ESPASS

En 2012, afin d'aider les territoires, l'ADEME et le Conseil régional Nord-Pas de Calais ont souhaité **mettre à disposition une méthode** pour :

- Évaluer l'ensemble des émissions territoriales, avec un zoom particulier lié à la consommation :
  - Les **émissions de GES directes et indirectes** ;
  - Les **émissions de polluants atmosphériques** (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> et COVNM) ;
  - La **séquestration de GES par les sols et la biomasse** ;
- En se basant autant que possible sur les outils et données existants en Hauts-de-France et en France.

La méthode a été élaborée de 2012 à 2015.



Depuis 2016, l'Observatoire Hauts-de-France, porté par le Pôle Climat du Centre Ressource du Développement Durable (CERDD) a été missionné pour héberger l'outil, le maintenir à jour, le faire évoluer et accompagner les territoires dans son utilisation.

En 2017, avec l'appui du Cabinet RDC Environnement, l'Observatoire s'est attaché à faire évoluer l'outil afin d'étendre son usage à l'ensemble des Hauts-de-France et d'y apporter différentes améliorations.

Afin de faire bénéficier les territoires de l'ex-Nord-Pas de Calais des premières améliorations apportées à l'outil, plusieurs versions ont été diffusées. La version utilisée dans le cadre de ce projet est la version 4 mise à disposition en avril 2018.

Ainsi notamment, outre la méthode ESPASS, qui possède son propre format de rapportage, l'outil propose désormais également une sortie « réglementaire » conforme aux exigences du diagnostic réglementaire PCAET<sup>16</sup> pour les émissions de GES, les flux de carbone dans les sols.

### 3.4.2 Méthode

La méthode de comptabilisation des émissions selon l'approche réglementaire de l'outil ESPASS est une méthode très complexe qui a été développée mais dont l'objectif est au final de fournir un outil simple d'utilisation incluant de nombreuses données déjà pré-remplies en particulier celles utilisées pour les clés de répartition.

Un guide méthodologique spécifique décrit la méthode utilisée de l'outil ESPASS : ce guide, est intitulé « Elaboration d'une méthode de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre indirectes, des polluants atmosphériques et du stockage carbone par les sols à l'échelle d'un territoire infra-régional en Hauts-de France – Rapport phase 3 – guide méthodologique et des facteurs d'émission – Avril 2018 ».

De plus, un guide d'utilisation de l'outil ESPASS est également disponible : « Outil ESPASS - Méthode de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre indirectes, des polluants atmosphériques et du stockage carbone par les sols à l'échelle d'un territoire infra-régional en Hauts-de France - Guide d'utilisation du tableur excel – Outil ESPASS V4 – juillet 2018 ».

<sup>16</sup> Textes réglementaires clés relatifs aux PCAET: Décret n°2016-849 du 28 juin 2016, arrêté du 4 août 2016

### 3.4.3 Données utilisées et sources

Les données utilisées et les références associées sont présentées dans le tableau suivant.

Type de donnée	Source utilisée
Liste des Communes Communauté d'Agglomération Grand Calais Terres et Mers,	Site internet de la CAGC: <a href="http://www.capcalais.fr/linstitution-2/les-conseillers-communautaires/">http://www.capcalais.fr/linstitution-2/les-conseillers-communautaires/</a>
Population légale en 2016 par communes entré en vigueur au 1 <sup>er</sup> janvier 2019. CAGC	Site internet INSEE <a href="https://www.insee.fr/fr/statistiques/3677781?sommaire=3677855">https://www.insee.fr/fr/statistiques/3677781?sommaire=3677855</a>
Annuaire des réseaux de chaleur et réseaux de froid à consulter en ligne par commune	Fichier .pdf Annuaire-Via-Sèva-2016-2017
Données par polluant pour le territoire de la CAGC – Année 2015 – SECTEN Niveau 2	Site internet : <a href="http://myemissair.atmo-npdc2.fr">http://myemissair.atmo-npdc2.fr</a>
Données par polluant pour- la région Haut-de-France– Année 2015 – SECTEN Niveau 2	Site internet : <a href="http://myemissair.atmo-npdc2.fr">http://myemissair.atmo-npdc2.fr</a>

## 3.5 Diagnostic réglementaire

### 3.5.1 Périmètre

Comme le stipule le décret n°2016-849 en son article 1<sup>er</sup>, le plan climat-air-énergie territorial est l'outil opérationnel de coordination de la transition énergétique sur le territoire.

Il comprend entre autres un diagnostic composé :

- D'une estimation des émissions territoriales de gaz à effet de serre (GES) et de polluants atmosphériques,
- D'une estimation de la séquestration nette de dioxyde de carbone.

Dans ce rapport, le diagnostic réglementaire de GES du territoire et la séquestration nette de dioxyde de carbone sont réalisés. La réalisation du diagnostic des émissions territoriales de polluants atmosphériques a été confiée à ATMO Hauts-de-France

### 3.5.3 Diagnostic réglementaire GES

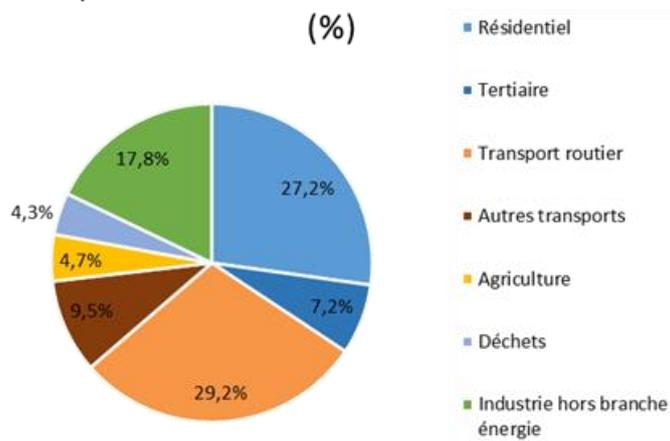
#### 3.5.3.1 Bilan réglementaire GES sur le territoire de la CAGC

Le bilan réglementaire pour l'année 2015 tel que demandé dans la réglementation française est présenté dans le tableau et le graphique suivants. Il a été réalisé à partir de l'outil ESPASS (description de l'outil en section 05).

	<i>T eq CO2</i>	<i>% TOTAL (hors branche énergie)</i>
<b>Résidentiel</b>	141 925	27,2%
<b>Tertiaire</b>	37 311	7,2%
<b>Transport routier</b>	152 508	29,2%
<b>Autres transports</b>	49 775	9,5%
<b>Agriculture</b>	24 632	4,7%
<b>Déchets</b>	22 306	4,3%
<b>Industrie hors branche énergie</b>	93 009	17,8%
<b>Industrie branche énergie</b>		
<b>TOTAL (hors branche énergie)</b>	521 466	

Tableau 10. Diagnostic des émissions de GES sur le territoire de la CAGC – approche réglementaire scope 1 et 2 – année 2015

#### Répartition des émissions de GES- CAGC (%)



**Figure 39.** Répartition des émissions de GES sur le territoire de la CAGC - approche réglementaire scope 1 et 2 - année 2015

Sur le territoire de la CAGC, trois secteurs prédominent en termes d'émissions de GES :

- Le transport routier avec 29.2 % des émissions de GES du territoire ;
- Le résidentiel (27,2%) ;
- L'industrie hors branche de l'énergie (17,8).

Les autres secteurs contribuent faiblement sur le territoire même si le secteur autres transports et le tertiaire ne sont pas négligeables.

### 3.5.4 Diagnostic GES - Approche inventariste : Comparaison des émissions de GES avec la région Hauts-de-France et la France

En termes de comparaison entre le territoire de la CAGC, les Hauts-de-France et la France, il est important de comparer des périmètres identiques. L'approche inventariste est retenue : il s'agit de disposer des émissions par secteur d'activité réglementaire en tenant compte des émissions directement produites sur le territoire, sans tenir compte des imports de l'électricité et de chaleur et/ou froid (approche émissions directes - scope 1).

Les données de la France correspondent aux données du CITEPA selon le format SECTEN, au périmètre France métropolitaine, de l'édition d'avril 2017 pour les données relatives à l'année 2015. Les calculs sont basés sur les valeurs du PRG du GIEC 2007 (obligation des Nations unies).

Les données pour la région proviennent des données ATMO Hauts-de-France pour l'année 2015 à partir de l'extraction de l'outil My'Emissair. Les calculs réalisés par ATMO sont basés sur les valeurs du PRG du GIEC 2007.

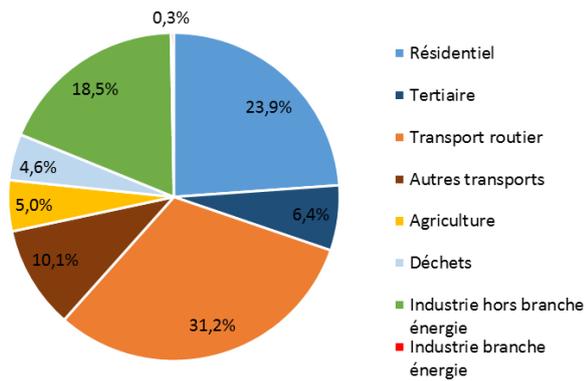
On notera donc le biais existant dans cette comparaison car les émissions pour la CAGC sont basées sur les valeurs du PRG du GIEC 2013 alors que les autres périmètres géographiques se basent sur les PRG du GIEC 2007.

Les résultats sont présentés ci-après :

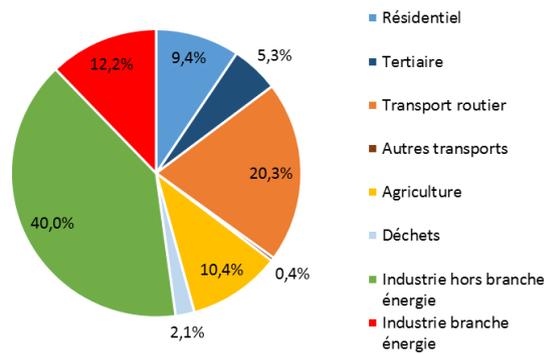
	CAGC	Hauts de France	France métropolitaine
	Approche scope 1 - Emissions GES		
	<i>kt eq CO2</i>	<i>kt eq CO2</i>	<i>kt eq CO2</i>
	<i>GIEC 2013</i>	<i>GIEC 2007</i>	<i>GIEC 2007</i>
Résidentiel	117	5 216	52 387
Tertiaire	31	2 971	33 753
Transport routier	153	11 305	126 051
Autres transports	49	219	6 144
Agriculture	25	5 770	88 626
Déchets	22	1 173	15 897
Industrie hors branche énergie	90	22 259	79 441
Industrie branche énergie	1	6 777	41 951
<b>TOTAL</b>	<b>488</b>	<b>55 689</b>	<b>444 250</b>

Tableau 11. Résultats des émissions directes de GES sur le territoire de la CAGC, la région Hauts-de-France et la France métropolitaine - année 2015

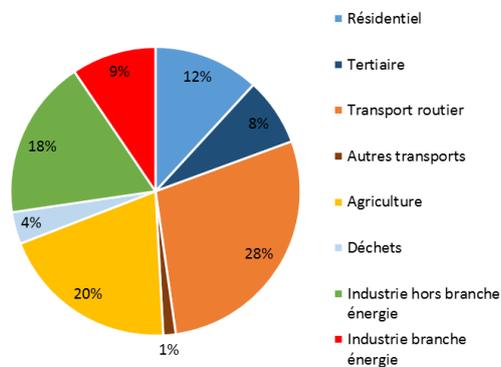
Répartition des émissions GES-CAGC (%)



Répartition des émissions GES-Hauts de France (%)



Répartition des émissions GES-France métropolitaine (%)



**Figure 40.** Répartition des émissions directes de GES sur le territoire de la CAGC, la région Hauts-de-France et la France métropolitaine - année 2015

Concernant les émissions directes, la contribution du transport routier et du résidentiel en termes d'émissions de GES est plus importante pour la CAGC par rapport à la région. En revanche, la part de l'industrie hors branche énergie est plus faible sur le territoire. Au niveau national, la contribution du transport routier de la CAGC est similaire à celle observée en France métropolitaine.

## 3.5.5 Diagnostic séquestration carbone

### 3.5.5.1 Séquestration carbone sur le territoire

Le territoire de la Communauté d'Agglomération Grand Calais Terres et Mers permet de séquestrer du carbone dans la biomasse (en forêt principalement) et dans les sols agricoles. En revanche, les changements d'affectation des terres peuvent entraîner des émissions de carbone. Le bilan de ce secteur, appelé UTCATF (utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie), entre ces séquestrations et ces émissions est calculé en estimant :

- Les stocks de carbone en place, tant pour la biomasse aérienne (forêts et haies) que pour les sols de toutes les catégories d'occupation du sol (cultures, forêts, prairies, espaces artificialisés, espaces verts, milieux humides) ;
- Les surfaces d'occupation du sol et de changements d'occupation du sol pour ces différentes catégories.

Le bilan de ces flux donne un puits net de 1,16 kt CO<sub>2</sub>/an. Le tableau ci-dessous donne la répartition des séquestrations (en négatif) et des émissions (en positif).

	Diagnostic
	Séquestration nette de dioxyde de carbone
	<i>Teq CO<sub>2</sub></i>
Forêt	-458
Terres cultivées et prairies	-4 620
Autres sols	3 918
<b>BILAN</b>	<b>-1 159</b>

Tableau 12. Bilan de CO<sub>2</sub> de la séquestration carbone sur le territoire de la CAGC

L'analyse de ces chiffres est avant tout à mettre en regard avec les fortes incertitudes qui pèsent sur les estimations des flux de carbone dans ce secteur particulier. D'une part, ces estimations soulignent l'importance de la biomasse forestière dans le puits de carbone du territoire et donc l'intérêt de conserver – voire de renforcer – ce poste. D'autre part, les émissions de ce secteur sont d'abord liées à la conversion d'espaces semi-naturels en terres agricoles et artificialisées et ensuite à la conversion de terres agricoles en terres artificialisées.

### 3.5.5.2 Comparaison avec la France

Il peut être utile de comparer les ordres de grandeur avec la situation de la France (périmètre métropole) où l'importance de la biomasse forestière permet un bilan négatif (puits de carbone) bien plus marqué que pour la Communauté d'Agglomération Grand Calais Terres et Mers. Pour les flux de carbone liés aux sols et à leurs mutations, les méthodes sont trop différentes pour que les différences d'ordre de grandeur soient pertinentes à analyser.

	CAGC	France métropolitaine
	Séquestration nette de dioxyde de carbone (2015)	
	kt eq CO <sub>2</sub>	kt eq CO <sub>2</sub>
Emissions directes hors UTCF	488	445 723
UTCF	-1	-44 831
<b>Total</b>	<b>487</b>	<b>400 892</b>

Tableau 13. Mise en perspective avec le bilan de la France

Le bilan du secteur UTCF peut être comparé à l'ensemble des émissions des autres secteurs au format inventariste (cf. tableau ci-dessus). On constate qu'il ne permet de compenser que moins de 0,3 % des émissions totales (contre 10 % pour la France métropolitaine). S'il existe un potentiel d'augmenter le puits forestier et de réduire les émissions liées aux conversions des terres, celui-ci reste faible au regard de la contribution de l'ensemble des autres secteurs.

## 3.6 Conclusion

Le diagnostic des GES met en évidence que, sur le territoire de la Communauté d'Agglomération Grand Calais Terres et Mers, trois secteurs prédominent en termes d'émissions :

- Le transport routier du fait des axes routiers importants présents sur le territoire,
- Le résidentiel,
- L'industrie hors branche de l'énergie.

Ces diagnostics permettent de disposer d'un premier état des lieux des émissions générées sur le territoire de la CAGC. A partir de ces bilans, des objectifs de réduction vont pouvoir être définis et un plan d'actions proposé sur la base des discussions des différents ateliers.



## CHAPITRE 4. DIAGNOSTIC DE LA QUALITE DE L'AIR

Il est à noter que le diagnostic sur la qualité de l'air a été réalisé par ATMO Hauts-de-France.

La **CA du Grand Calais Terres et Mers** dispose d'un PCET adopté en 2014 comprenant un volet traitant de la qualité de l'air. Engagé dans la révision de son Plan Climat en 2017, l'EPCI fait appel à l'association **Atmo Hauts-de-France**, dans le cadre du Pacte Associatif, pour réaliser le volet « **Air** » réglementaire du diagnostic du PCAET correspondant aux exigences du décret.

Fort de plus de 40 ans d'expertise en matière de qualité de l'air, Atmo Hauts-de-France accompagne ses partenaires, dès le diagnostic et jusqu'au suivi de la déclinaison du PCAET :

Le rapport de cette étude présente :

- Les **éléments de langage** à maîtriser sur les émissions de polluants et la qualité de l'air respiré.
  - Un **inventaire des émissions** de polluants réglementés par secteur d'activité pour les années 2008, 2010 et 2012.
  - L'analyse des **concentrations de polluants** en stations de mesures ainsi que par le biais de la **modélisation urbaine**.
- Carte 13.

Il est à noter que l'analyse des **potentiels de réduction** par secteur ne sera pas réalisée dans ce diagnostic de la qualité de l'air. Toutefois, Atmo présentera une analyse sectorielle des enjeux du territoire.

*A noter : Le diagnostic a été réalisé à partir des inventaires 2008, 2010 et 2012 réalisés par Atmo Hauts-de-France. En raison de la fermeture de site industriel, notamment dans le domaine de la chimie inorganique, les émissions du secteur Industriel devraient être revues à la baisse au sein de l'inventaire 2015 (en cours d'élaboration à l'écriture de ce diagnostic). Il en est de même pour les émissions liées aux Autres Transports, notamment dans le domaine maritime. En effet, en 2015 un changement de réglementation relative à la teneur en soufre des carburants a été mis en place. Cela devrait entraîner une réduction considérable des émissions de ce secteur.*

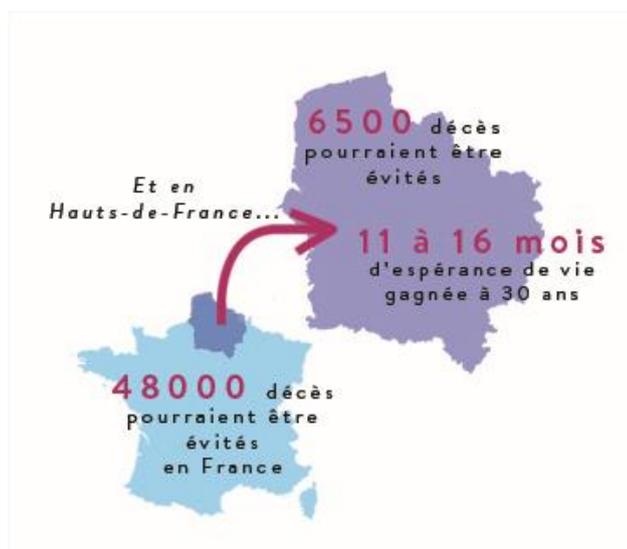
## 4.1 Éléments de langage

### 4.1.1 La qualité de l'air, un enjeu environnemental grandissant

La qualité de l'air est la première préoccupation environnementale des Français avec le changement climatique (Baromètre annuel du ministère de l'Environnement paru en février 2017). Ses conséquences en termes de santé publique en France sont importantes, comme le confirme la dernière étude publiée par Santé Publique France en juin 2016<sup>17</sup>.

Les chiffres de cette étude parlent d'eux-mêmes :

- **La pollution de l'air correspond à une perte d'espérance de vie pouvant dépasser 2 ans** dans les villes les plus exposées, plus précisément entre 11 et 16 mois dans les Hauts-de-France selon le type de commune (rurale, moyenne ou grande).
- De plus, la pollution de l'air serait responsable de **48 000 décès** chaque année, dont 6500 en Hauts-de-France (figure ci-après).



La pollution de l'air présente un impact sanitaire important puisqu'elle agit sur les systèmes respiratoires et cardiovasculaires et est à l'origine de troubles de la reproduction et du développement de l'enfant, des maladies endocriniennes et neurologiques. Une amélioration de la qualité de l'air induirait non seulement une baisse de la mortalité, mais également une hausse de la qualité de vie et de la santé.

Outre son impact sanitaire, la pollution représente également un coût économique et financier non négligeable. En 2015, la Commission d'enquête sénatoriale a publié un rapport <sup>18</sup>« Pollution de l'air : le coût de l'inaction », qui évalue à plus de 100 milliards d'euros le coût de la pollution atmosphérique (extérieure et intérieure) sur la santé, les bâtiments, les écosystèmes et l'agriculture.

<sup>17</sup> Impacts sanitaires de la pollution de l'air en France : nouvelles données et perspectives, Communiqué de presse Santé Publique France, 21 juin 2016, <http://www.santepubliquefrance.fr/Accueil-Presses/Tous-les-communiqués/Impacts-sanitaires-de-la-pollution-de-l-air-en-France-nouvelles-donnees-et-perspectives>

<sup>18</sup> Rapport n°610 (2014-2015) : Pollution de l'air : le coût de l'inaction, 8 juillet 2015, <http://www.senat.fr/rap/r14-610-1/r14-610-1.html>

## 4.1.2 Qualité de l'air et climat : entre différences et similitudes

L'air et le climat sont liés puisque ce sont tous deux des thématiques atmosphériques, et pourtant ils ont des caractéristiques bien différentes. Ils se distinguent par leurs composantes spatiale, temporelle et sanitaire.

Le changement climatique se fait au niveau planétaire et est influencé par l'effet de serre. Ce dernier est un phénomène naturel initié par des gaz présents dans l'atmosphère qui permettent de piéger une partie du rayonnement infrarouge émis par la Terre. Cet effet a une influence bénéfique qui permet d'avoir une température moyenne de 15°C à la surface du globe.

Cependant, l'activité anthropique augmente les émissions des gaz à effet de serre, provoquant sur le long terme une hausse globale de la température. Les conséquences sont multiples et ressenties sur l'ensemble de la planète (disparition d'espèces, montée des eaux, sécheresse, etc.).

La pollution est un phénomène localisé (à l'échelle d'une ville ou d'un département) avec des effets à court et moyen termes sur la santé, les ressources biologiques et les écosystèmes.

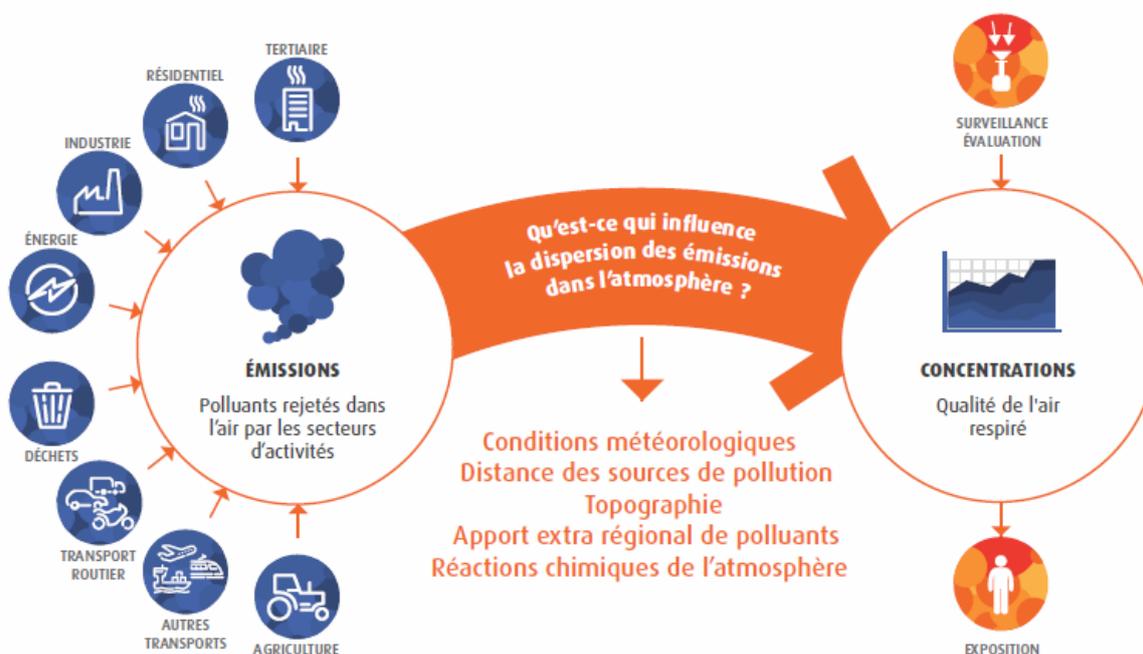
Les polluants atmosphériques peuvent être d'origine naturelle (érosion, pollens, feux de forêt, etc.) ou anthropique (liés aux transports, aux activités domestiques, agricoles ou industrielles). Ils se distinguent en deux familles, les polluants primaires et les polluants secondaires :

- Les polluants primaires sont émis dans l'air, la plupart du temps par des sources identifiées d'origine humaine sur le territoire. Il s'agit par exemple des oxydes d'azote, des oxydes de soufre, des particules ou encore des composés organiques volatils.
- Les polluants secondaires sont quant à eux issus de réactions chimiques ou photochimiques entre différents polluants primaires dans l'atmosphère. Par exemple, les oxydes d'azote et les hydrocarbures réagissent sous l'influence du rayonnement ultra-violet pour former de l'ozone.

Il est à noter que certains polluants tels que le dioxyde d'azote et les particules sont à la fois des polluants primaires et secondaires.

La qualité de l'air peut avoir un impact indirect sur l'effet de serre. Par exemple, la formation d'ozone conduit à une altération de la structure des végétaux et donc à leur capacité d'absorption du CO<sub>2</sub>, gaz en partie responsable de l'effet de serre. Les particules, en fonction de leur couleur, peuvent également accentuer ou diminuer le phénomène de réchauffement planétaire.

### 4.1.3 De la source de pollution à l'air respiré par la population



La **qualité de l'air** dépend des polluants rejetés dans l'atmosphère par différents secteurs d'activité couplée à une série de phénomènes auxquels ils vont être soumis lors de leur temps de résidence dans l'atmosphère. **Ainsi, on ne respire pas directement à la source des émissions.** L'air respiré dépend donc des concentrations de polluants qui varient en fonction des conditions météorologiques, chimiques et topographiques locales.

**Les émissions** de polluants correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère par les activités humaines ou par des sources naturelles. Elles sont exprimées en unité de masse (souvent en kilogrammes ou en tonnes) par unité de temps (généralement sur une année) ou par hectare. **L'inventaire** des émissions recense, pour une période donnée, la quantité de polluants émis dans l'atmosphère. Il intègre les polluants directement rejetés dans l'air par secteur d'activité (Résidentiel, Tertiaire, Industrie hors branche énergie, Industrie branche énergie, Transports Routiers, Autres Transports, Agriculture et Déchets) sur un périmètre défini et ce, pour tous les polluants considérés.

**Les concentrations de polluants** correspondent aux quantités de composés présents dans l'air et s'expriment en masse par mètre cube d'air. Elles caractérisent la qualité de l'air respiré. Les concentrations sont **mesurées** tout au long de l'année sur le territoire Hauts-de-France par **62 stations fixes**. Elles sont aussi estimées par le biais de **modèles à résolution spatiale plus ou moins fine**. La modélisation prend en compte les émissions de polluants, les conditions météorologiques, la topographie du territoire, les apports de polluants extrarégionaux et les réactions chimiques de l'atmosphère pour mettre en évidence les niveaux de pollution de fond et les pics de pollution sur le territoire.

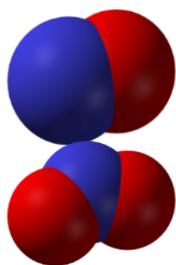
## 4.2 Quelles sont les sources de polluants sur mon territoire ?

L'inventaire des émissions du territoire de la **Communauté d'Agglomération du Grand Calais Terres et Mers** est réalisé pour les six polluants réglementés dans le cadre du PCAET. Les données sont issues des inventaires 2008-2010-2012 réalisés par Atmo Hauts-de-France.

### 4.2.1 Les oxydes d'azote (NOx)

#### 4.2.1.1 Présentation générale

Les oxydes d'azote représentent les formes oxydées de l'azote, les principaux sont le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et le monoxyde d'azote (NO).



Ils proviennent de la **combustion de sources fossiles** et des **procédés industriels** (fabrication d'engrais, traitement de surface etc.). Les principaux émetteurs sont le **transport routier et les grandes installations de combustion, ainsi que les feux de forêts, les volcans et les orages.**

Le NO<sub>2</sub> est un gaz très toxique (40 fois plus que le monoxyde de carbone et quatre fois plus que le monoxyde d'azote). Il pénètre profondément dans les poumons et irrite les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires. Les NOx participent au phénomène des pluies acides et à **l'accroissement de l'effet de serre.**

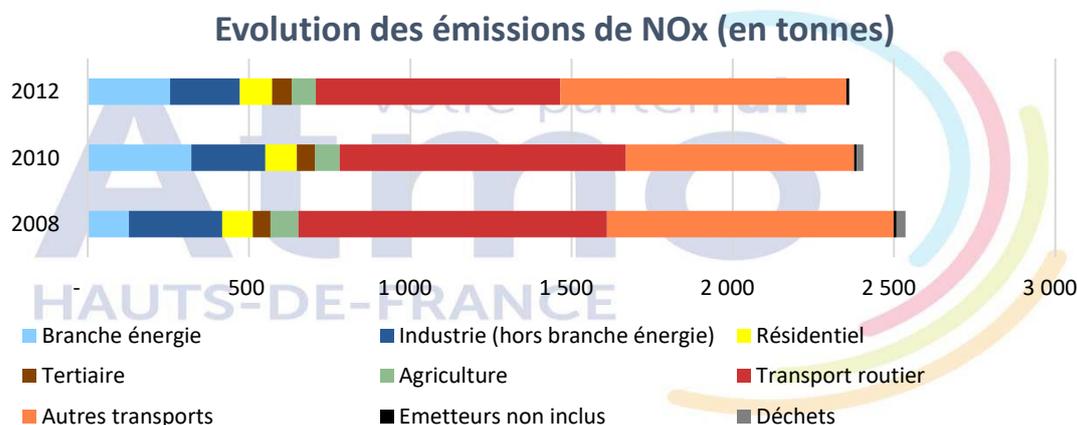
#### 4.2.1.2 Contexte de la CA du Grand Calais Terres et Mers

Sur la période 2008-2012, les émissions d'oxydes d'azote sont en **baisse de 7% soit environ 175 tonnes**. Cette diminution est engendrée par l'action conjointe des secteurs suivant :

- ✦ **Transports Routiers** via l'amélioration technologique des moteurs associée au renouvellement du parc
- ✦ **Industriel** via le changement de type de combustible utilisé, en particulier dans le domaine de l'industrie chimique inorganique (diminution du fioul lourd en faveur du gaz naturel).

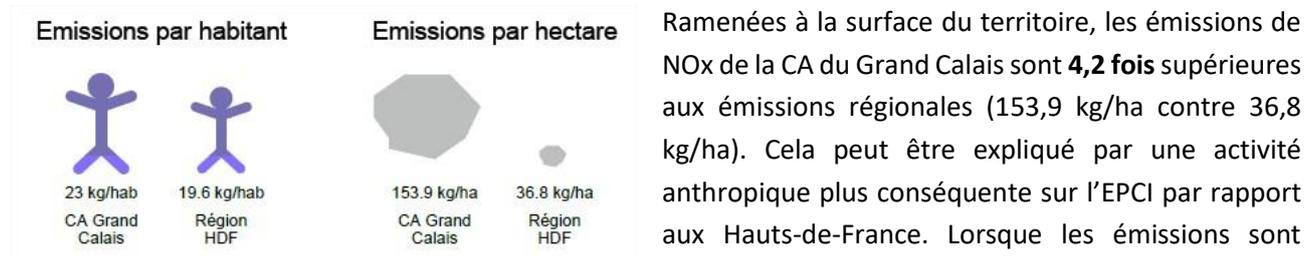
Il est à noter la hausse des émissions liées au secteur de la Branche Energie en raison d'une augmentation des consommations d'énergies dans le domaine du chauffage urbain (combustion de gaz naturel).

En **2012**, les émissions de NOx sont de **2 361 tonnes**, soit **2%** des émissions totales régionales.



**Figure 41.** Evolution des émissions de NOx (2008-2012) par secteurs d'activités

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2008\_A2010\_A2012\_M2012\_V5



Ramenées à la surface du territoire, les émissions de NOx de la CA du Grand Calais sont **4,2 fois** supérieures aux émissions régionales (153,9 kg/ha contre 36,8 kg/ha). Cela peut être expliqué par une activité anthropique plus conséquente sur l'EPCI par rapport aux Hauts-de-France. Lorsque les émissions sont ramenées au nombre d'habitants, la tendance

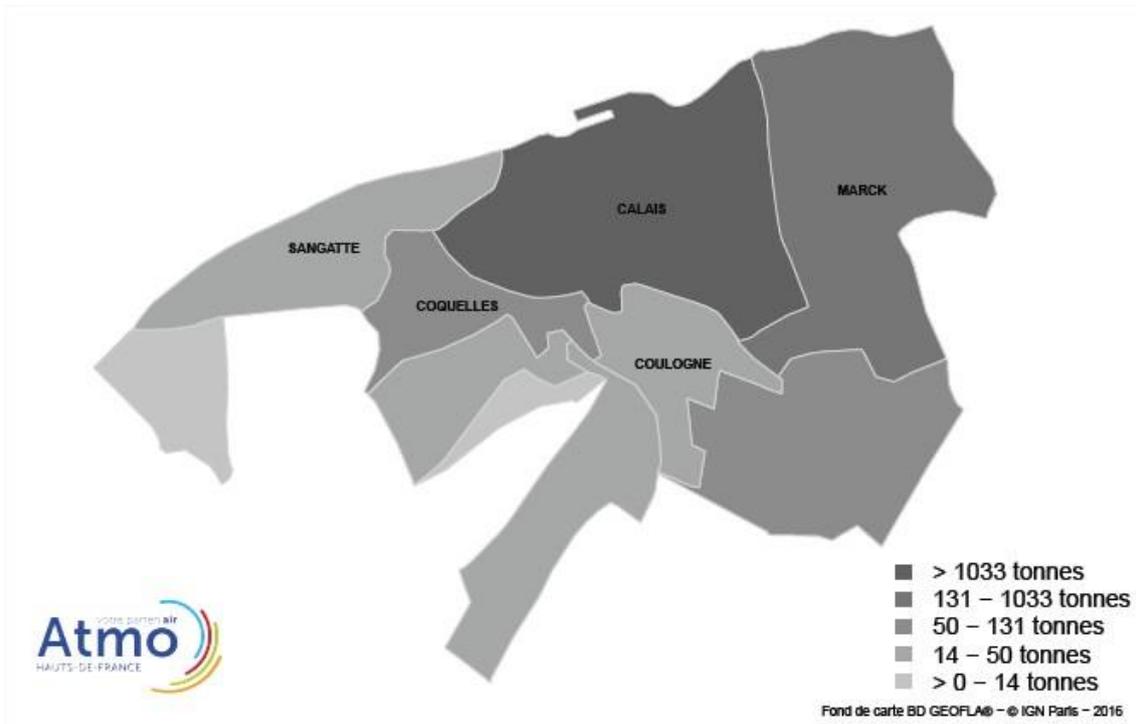
observée reste la même mais est alors moins prononcée. Cette différence est induite par les secteurs des Transports Routiers et des Autres Transports (maritime), très présents sur le territoire de la CA du Grand Calais.

#### 4.2.1.3 Répartition spatiale

La répartition spatiale des émissions de NOx sur le territoire de la CA du Grand Calais permet de mettre en relief les trois principales communes émettrices de NOx pour l'année 2012 :

- **Calais** avec 1 904 tonnes
- **Marck** avec 162 tonnes
- **Coquelles** avec 99 tonnes

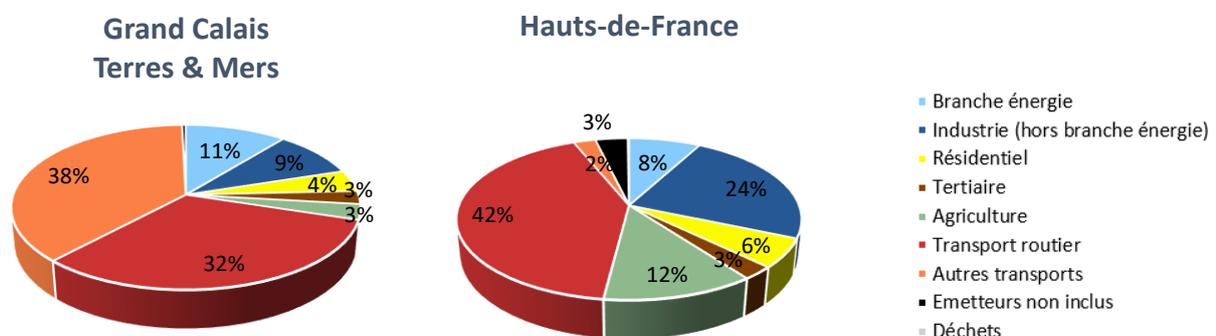
Le secteur des **Transports Routiers** est responsable de la majeure partie des émissions de NOx pour les villes de Coquelle et de Marck et d'un quart des émissions pour la ville de Calais. Les **Autres Transports** (en particulier le transport maritime) sont à l'origine de plus de la moitié des émissions de Calais. Ces trois communes sont traversées par l'autoroute A16 ainsi que les axes routiers desservant le terminal transmanche et le tunnel sous la Manche.



**Figure 42.** Figure 2: Quantité de NOx émise par la CA du Grand Calais Terres et Mers - année 2012 (en tonnes)

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

#### 4.2.1.4 Répartition sectorielle



**Figure 43.** Figure 1: Répartition sectorielle des émissions de NOx par secteur d'activité - Année 2012

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

La répartition sectorielle des émissions d'oxydes d'azote diffère grandement entre les territoires de la CA du Grand Calais et de la région. Cela s'explique par la situation géographique de la ville de Calais et de la présence d'un **port** permettant les liaisons transmanche.

Ainsi, les principaux secteurs émetteurs de NOx sont :

- **Autres Transports** : c'est le premier émetteur de NOx de la CA du Grand Calais avec une part de **38%** contre 2% en région. Cela s'explique par la forte activité maritime liée au trafic des ferries.
- **Transports Routiers** : il arrive en seconde place avec une part de **32%** pour l'EPCI contre 42% pour les Hauts-de-France où ce secteur arrive à la première place.
- **Branche énergie** : ce secteur obtient une part assez similaire entre les deux échelles spatiales (**11%** pour l'EPCI contre 8% pour la région). Cependant, la Branche énergie constitue le troisième émetteur de la CA du Grand Calais alors qu'elle arrive en quatrième position sur la région.

Il est à noter que les secteurs **Industriel** et **Agricole** sont ici bien moins représentés à l'échelle de la CA du Grand Calais qu'au niveau de la région.

### ■ **Autres Transports**<sup>19</sup>

Le **transport maritime**, en particulier de **passagers**, représente **96%** des émissions de NOx du secteur Autres Transports. D'un point de vue énergétique, la totalité des émissions sont issues de la **combustion de matières premières** comme le **fioul (98%)**.

### ■ **Transports Routiers**

La totalité des émissions de ce secteur provient de la **combustion d'énergies primaires** comme le **diesel (95%)** et l'**essence (4,8%)**. Au niveau des usages, les **poids lourds** arrivent en tête des usages les plus émetteurs avec une part de **49%**, suivis par les **véhicules personnels (34%)** et par les **utilitaires (16%)**.

### ■ **Branche énergie**

La **combustion de matières premières** représente **70%** des émissions de ce secteur. Le **gaz naturel** est la première source de combustion émettrice de NOx avec une part de **66%**.

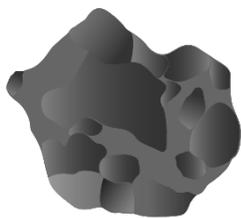
Le **chauffage urbain** est le principal domaine d'émissions du secteur Branche énergie (**99%**) via la production de **vapeur (87%)**, de **chaleur (7%)** et d'**électricité (6%)**.

---

<sup>19</sup> L'analyse plus fine des principaux secteurs émetteurs est réalisée à partir des données d'usages, d'activités et de combustibles de l'inventaire des émissions 2012 réalisé par Atmo Hauts-de-France.

## 4.2.2 Les particules (PM10 et PM2.5)

### 4.2.2.1 Présentation générale



Les particules en suspension varient en fonction de la taille, des origines, de la composition et des caractéristiques physico-chimiques. Les particules fines PM10 et PM2.5 ont un diamètre respectivement inférieur à 10 micromètres ( $\mu\text{m}$ ) et à 2,5  $\mu\text{m}$ . Elles sont d'origine naturelle ou d'origine humaine.

Les particules **PM10** proviennent essentiellement du **chauffage au bois**, de **l'agriculture**, de **l'usure des routes**, des **carrières** et **chantiers BTP**. Les **PM2.5**, quant à elles, proviennent essentiellement des **transports routiers** et du **chauffage au bois**.

Plus les particules sont fines, plus elles pénètrent profondément dans les voies respiratoires. Les PM2.5 ont ainsi un impact sanitaire plus important que les PM10. Elles peuvent irriter et altérer la fonction respiratoire. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes du fait de leur capacité à adsorber des polluants et les métaux lourds.

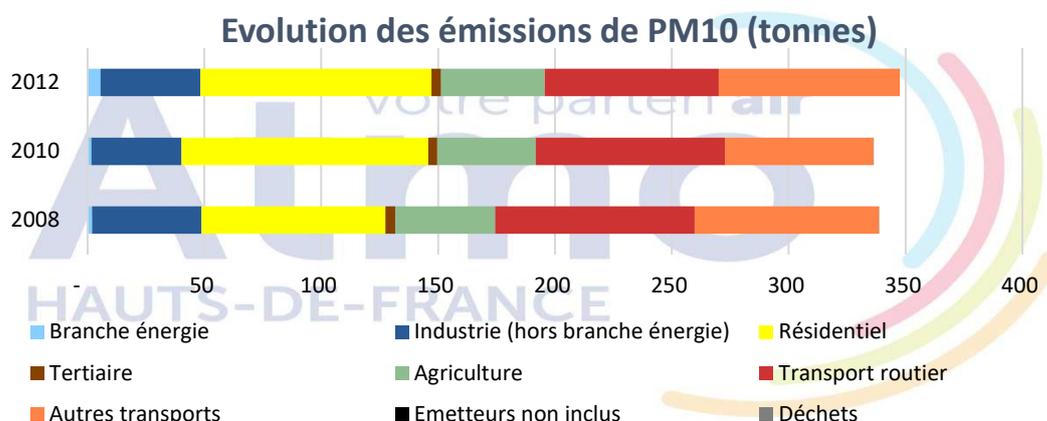
D'un point de vue environnemental, les particules sont responsables de la **salissure des bâtiments et des monuments**. De plus, elles contribueraient au **réchauffement climatique**.

## 4.2.3 Les particules PM10

### 4.2.3.1 Contexte de la CA du Grand Calais Terres et Mers

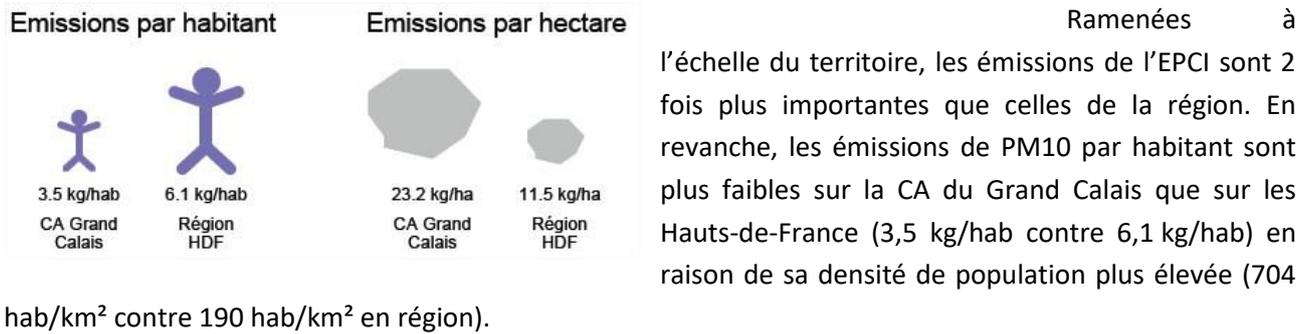
Entre 2008 et 2012, les émissions de particules PM10 **augmentent de 3%, soit d'environ 9 tonnes**. Cette hausse est essentiellement imputable au secteur **Résidentiel** qui voit ses émissions croître de **26%** sur la même période en raison d'une **augmentation des consommations d'énergies** associée à la modification du facteur d'émission relatif à la **combustion de bois de chauffage**.

En 2012, les émissions de PM10 sont de **348 tonnes**, soit **1% du total des émissions régionales**.



**Figure 44.** Evolution des émissions de PM10 (2008-2012) par secteurs d'activité

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2008\_A2010\_A2012\_M2012\_V5

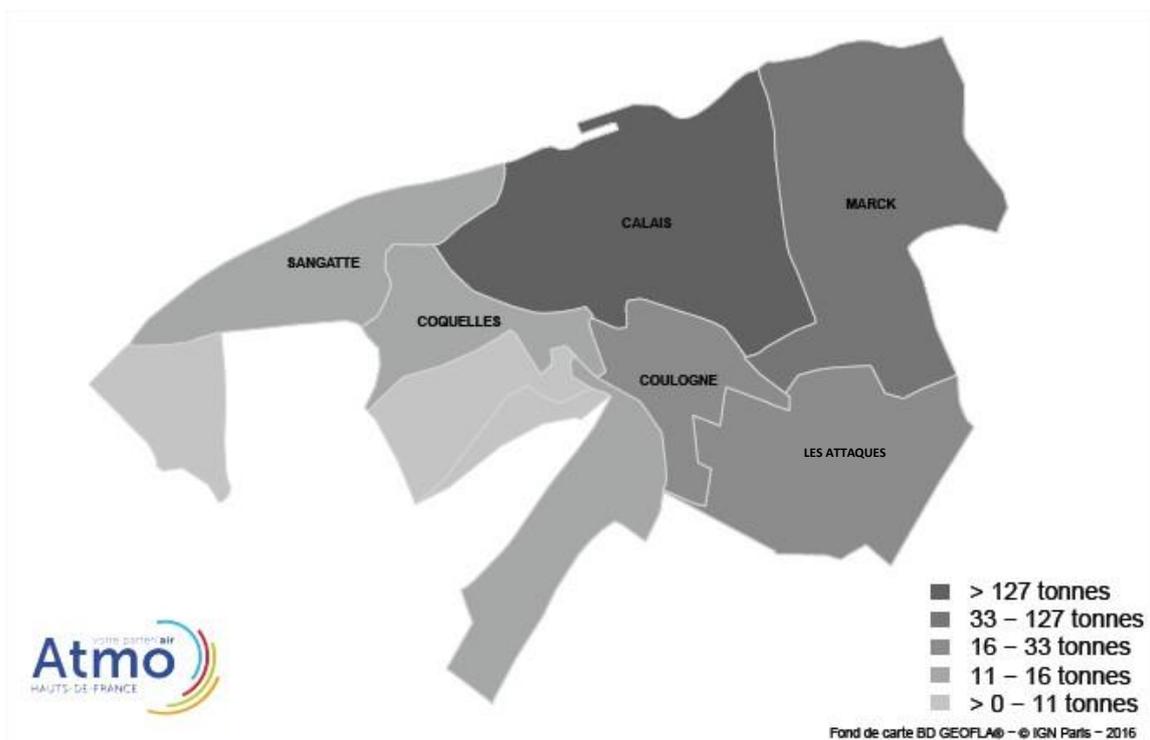


#### 4.2.3.2 Répartition spatiale

La répartition spatiale des émissions de PM10 sur le territoire de la CA du Grand Calais permet de mettre en relief les trois principales communes émettrices de particules pour l'année 2012 :

- **Calais** avec 207 tonnes
- **Marck** avec 47 tonnes
- **Les Attaques** avec 18 tonnes

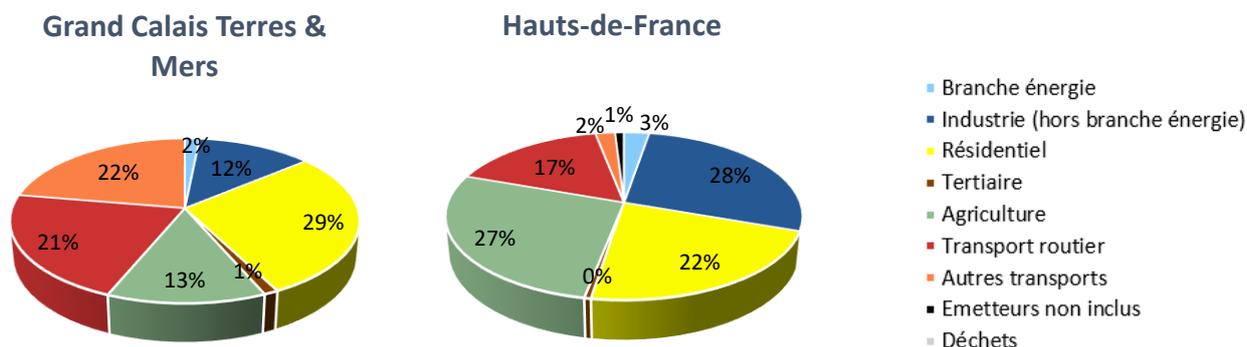
Pour la ville de Calais, les émissions de PM10 sont principalement issues de **l'activité du port**, ainsi que des secteurs **Résidentiel** et des **Transports Routiers**. Sur la commune de Marck, c'est le secteur **Résidentiel** qui domine, suivi par **l'Agriculture**. Enfin, ce dernier secteur est le principal émetteur sur la ville de Les Attaques.



**Figure 45.** Quantité de PM10 émise par la CA du Grand Calais Terres et Mers - année 2012 (en tonnes)

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

### 4.2.3.3 Répartition sectorielle



**Figure 46.** Répartition sectorielle des émissions de PM10 par secteur d'activité - Année 2012

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

La répartition sectorielle des émissions de particules PM10 diffère grandement entre les territoires de la CA du Grand Calais et de la région. Les principaux secteurs émetteurs de PM10 sont :

- **Résidentiel** : ce secteur est le premier émetteur sur l'EPCI avec une part de **29%** des émissions de PM10. Le Résidentiel arrive en seconde place au niveau régional avec une part légèrement inférieure (22%).
- **Autres Transports** : l'activité du port de Calais joue ici un rôle considérable dans la part des émissions du secteur autres transports sur la CA du Grand Calais. En effet, cette particularité territoriale met ce secteur à la seconde place des émetteurs de particules PM10 de l'EPCI (**22%**) alors qu'il obtient seulement 2% de part au niveau de la région Hauts-de-France.
- **Transports Routiers** : ils sont plus représentés sur l'EPCI qu'en région (part de **21%** contre 17% pour les Hauts-de-France) en raison de sa situation géographique, porte d'entrée du Royaume-Unis.

Il est à noter que les parts des secteurs **Industriel** et **Agricole** sur l'EPCI sont deux fois moins importantes que celles observées en région.

#### ■ Résidentiel

Le **chauffage**, en particulier l'**individuel** et le **chauffage d'appoint**, est à l'origine de **93%** des émissions de particules PM10 du secteur Résidentiel. D'un point de vue usage, les **inserts** représentent **47%** des émissions de PM10 et les **foyers ouverts** **20%**. La quasi-totalité des émissions provient de la **combustion de matières premières** (**99%**) comme le **bois de chauffage** qui engendre **90%** des émissions de PM10 alors que ce n'est que la quatrième source d'énergie consommée (8% des consommations du secteur).

#### ■ Autres Transports

Comme pour les NOx, les émissions de PM10 proviennent essentiellement du **transport maritime** (**89%** des émissions). La **combustion de matières premières** telles que le **fioul** génère **89%** des émissions de particules. L'**abrasion**, notamment des freins et des pneumatiques dans les domaines aérien et ferroviaire est, quant à elle, à l'origine du reste des émissions de ce secteur.

## ■ Transports Routiers

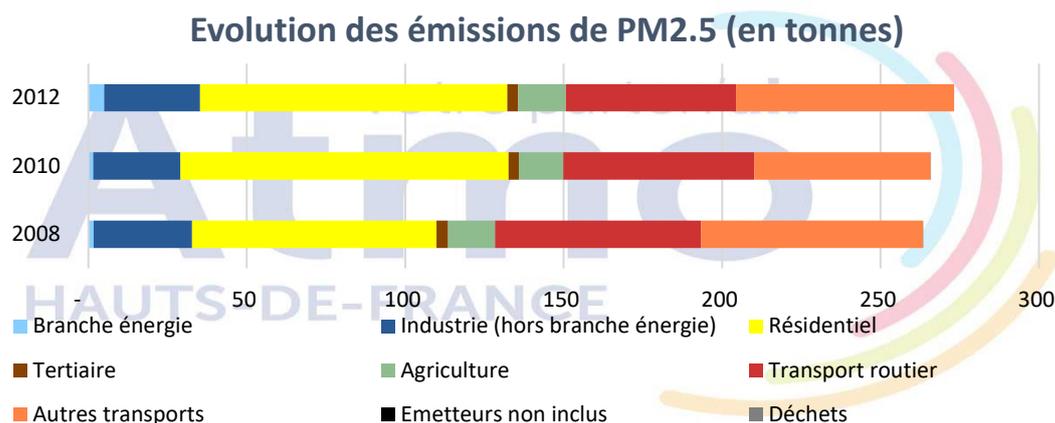
Il se distingue par trois sources majeures d'émissions de particules. La **combustion de carburant** (essentiellement du **diesel**) arrive en tête avec **38%** des émissions. Elle est suivie par la **remise en suspension** liée à l'action mécanique du vent et au passage des véhicules qui joue un rôle tout aussi important puisqu'elle atteint **37%** des émissions de PM10. Enfin, l'**abrasion** des pneumatiques, du revêtement routier et des freins constitue le reste des émissions de ce secteur (**25%**).

### 4.2.4 Les particules fines PM2.5

#### 4.2.4.1 Contexte de la CA du Grand Calais Terres et Mers

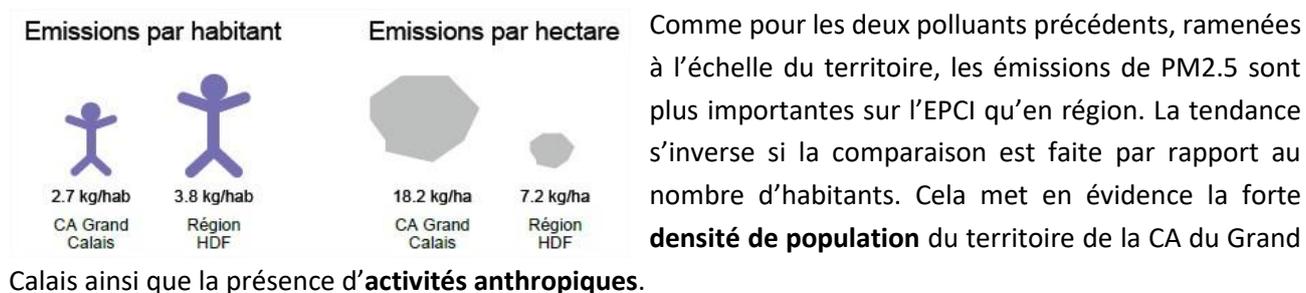
Les émissions de particules fines sont en **augmentation de 4%, soit 9,8 tonnes**, entre 2008 et 2012. Tout comme pour les particules PM10, cette croissance est engendrée en partie par le secteur **Résidentiel** qui voit ses consommations augmenter de 3% en raison d'un changement de facteur d'émission relatif à la **combustion de bois de chauffage** associé à une augmentation des consommations d'énergie.

En **2012**, les émissions de PM2.5 de la CA du Grand Calais sont de **273 tonnes, soit 1,2% des émissions totales régionales**.



**Figure 47.** Évolution des émissions de PM2.5 (2008-2012) par secteurs d'activité

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2008\_A2010\_A2012\_M2012\_V5

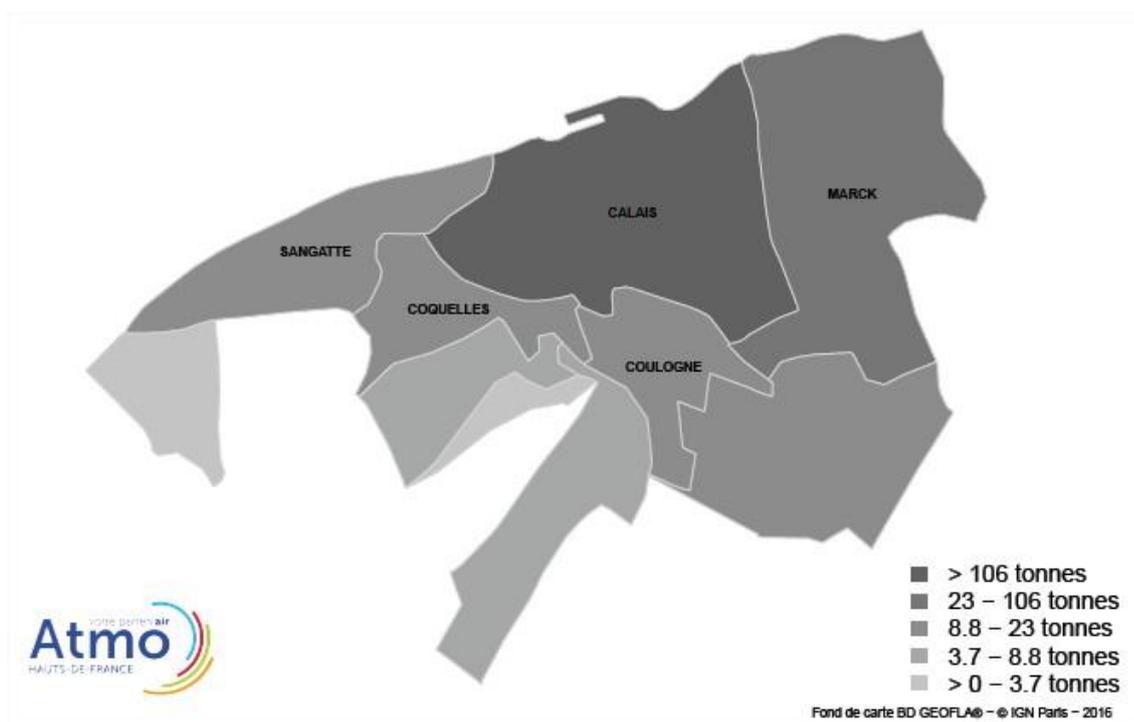


#### 4.2.4.2 Répartition spatiale

La répartition spatiale des émissions de PM2.5 sur le territoire de la CA du Grand Calais permet de mettre en relief les trois principales communes émettrices de particules fines pour l'année 2012 :

- **Calais** avec 179 tonnes
- **Marck** avec 33 tonnes
- **Coulogne** avec 13 tonnes

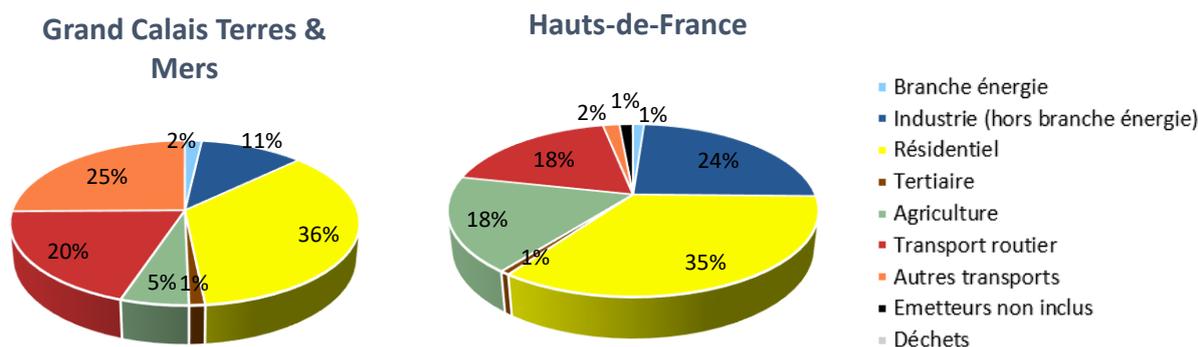
Le secteur **Résidentiel** est le principal émetteur des communes de Marck et de Coulogne. Il contribue aussi à un tiers des émissions de Calais, majoritairement issues du secteur du **transport maritime**.



**Figure 48.** Quantité de PM2.5 émise par la CA du Grand Calais Terres et Mers - année 2012 (en tonnes)

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

### 4.2.4.3 Répartition sectorielle



**Figure 49.** Figure 2: Répartition sectorielle des émissions de PM2.5 par secteur d'activité - Année 2012

Source : Inventaire\_EPCI(2017) A2012\_M2012\_V5

La répartition sectorielle des émissions de particules PM2.5 diffère entre les territoires de la CA du Grand Calais et de la région. Les principaux secteurs émetteurs de particules fines sont :

- **Résidentiel** : c'est le premier émetteur sur les deux échelles spatiales avec une part identique de **36%** des émissions de particules fines.
- **Autres Transports** : la présence du port de Calais permet à ce secteur de se placer en seconde place des émetteurs de la CA du Grand Calais avec une part de **25%**. Les autres transports sont moins représentés à l'échelle de la région puisqu'ils occupent la quatrième place et ne représentent que **2%** des émissions de particules fines.
- **Transports Routiers** : c'est le troisième secteur dans les deux cas avec des parts équivalentes dans les émissions de PM2.5 (**20%** pour l'EPCI contre **18%** pour la région).

Il est à noter la plus faible représentation des secteurs **Industriel** et **Agricole** sur la CA du Grand Calais par rapport à la région Hauts-de-France.

#### ■ Résidentiel

Tout comme pour les particules PM10, les émissions de PM2.5 sont essentiellement issues de **l'utilisation du chauffage (93%)**, en particulier d'**appoint (57%)** et **individuel (35%)**. Les **inserts** représentent **47%** des émissions, devant les **foyers ouverts (20%)** et l'utilisation de **poêles (19%)**. La **combustion de matières premières** entraîne la quasi-totalité des émissions de particules fines (**99%**). Le **bois de chauffage** est la première source de combustion responsable de ces émissions (**90%**).

#### ■ Autres Transports

Là encore, **l'activité du port** de Calais est à l'origine de **95%** des émissions de ce secteur. La **combustion** de matières premières (en particulier le **fioul – 95%**) engendre **96%** des émissions de particules fines des Autres Transports (ferroviaire, aérien, fluvial et maritime), devant **l'abrasion** (ex : freins, pneumatiques, revêtement des routes, etc.) responsable de **4%**.

## ■ Transports Routiers

Comme pour les PM10, **trois sources** sont à l'origine des émissions de particules fines. La **combustion de carburant** (en particulier du diesel) entraîne **52%** des émissions de PM2.5. Vient ensuite la **remise en suspension** des particules liée à l'action mécanique du vent et au passage des véhicules avec une part de **28%**. Enfin l'**abrasion** constitue le reste des émissions avec une part de **20%**.

Au niveau des modes de transports utilisés, les **véhicules personnels** sont les premiers émetteurs de particules fines (**43%**), suivis par les **poids-lourds (31%)** et les **véhicules utilitaires (25%)**.

## 4.2.5 Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

### 4.2.5.1 Présentation générale



Le dioxyde de soufre est un gaz incolore issu de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre (charbon, fioul, gazole).

Les **sources** principales sont les **installations de chauffage individuel et collectif** (chaufferies), les véhicules à moteur **diesel**, les **centrales thermiques**, certaines installations industrielles. Le SO<sub>2</sub> est aussi produit naturellement (éruptions volcaniques, feux de forêts).

Il irrite les muqueuses, la peau et les voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire). Il agit en synergie avec d'autres substances, notamment les particules fines. Ses effets peuvent être amplifiés par le tabagisme.

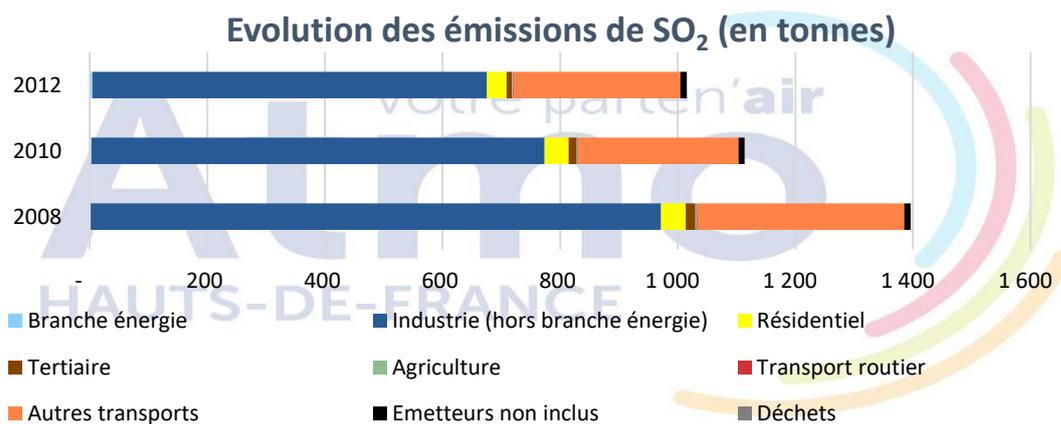
Il participe au phénomène des pluies acides perturbant, voire détruisant les écosystèmes fragiles. Il peut également acidifier les sols et les océans. Il contribue à la dégradation de la pierre et des matériaux des monuments.

### 4.2.5.2 Contexte de la CA du Grand Calais Terres et Mers

Sur la période 2008-2012, les émissions de dioxyde de soufre **diminuent de 27,2%, soit de 380 tonnes**.

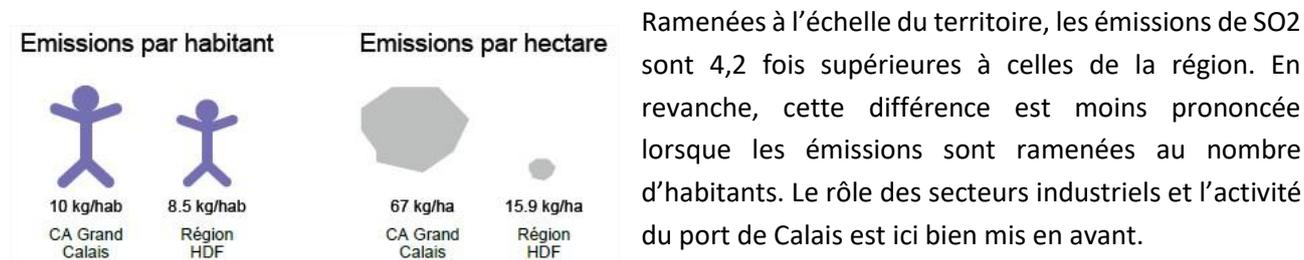
L'**Industrie** est le principal secteur responsable de cette baisse puisqu'il voit ses émissions se réduire de **31%** sur la même période. Comme vu précédemment pour le cas des oxydes d'azote, le **changement du type de combustible** dans le domaine de l'industrie chimique inorganique peut expliquer en partie cette diminution (passage du fioul au gaz naturel).

En **2012**, les émissions de SO<sub>2</sub> de la CA du Grand Calais sont de **1 015 tonnes**, soit **2% des émissions régionales**.



**Figure 50.** Evolution des émissions de SO<sub>2</sub> (2008-2012) par secteurs d'activité

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2008\_A2010\_A2012\_M2012\_V5

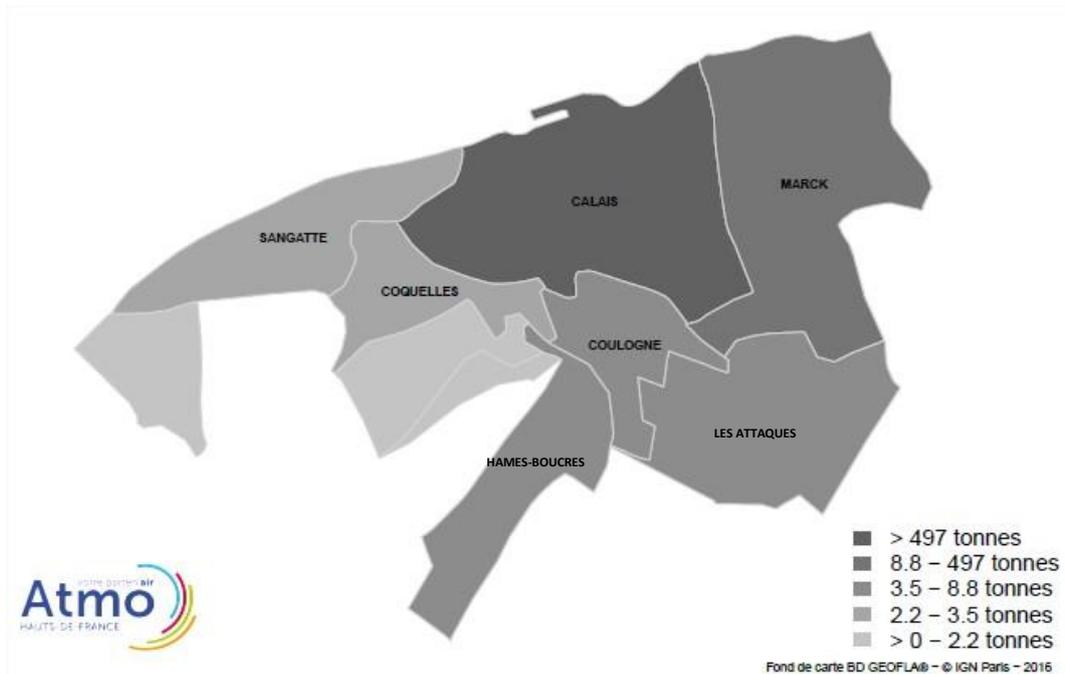


#### 4.2.5.3 Répartition spatiale

La répartition spatiale des émissions de SO<sub>2</sub> sur le territoire de la CA du Grand Calais permet de mettre en relief les trois principales communes émettrices pour l'année 2012 :

- **Calais** avec 980 tonnes
- **Marck** avec 12 tonnes
- **Hames-Boucres** avec 5 tonnes

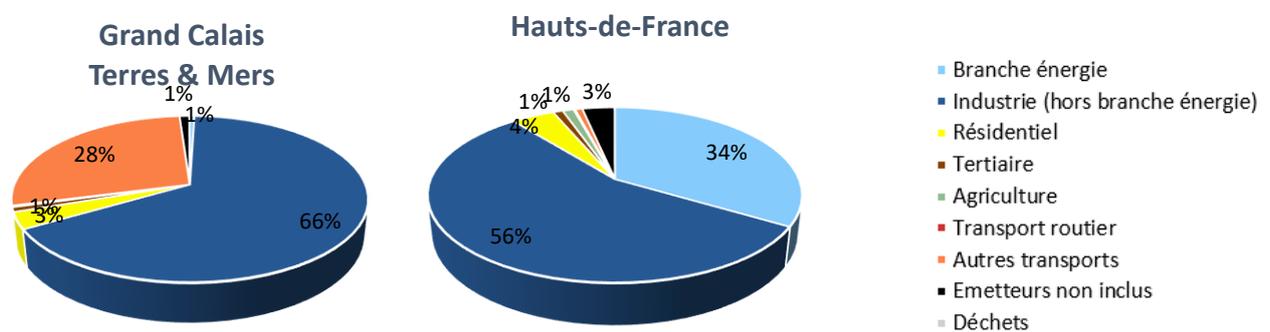
En 2012, les émissions de SO<sub>2</sub> de la ville de Calais sont majoritairement issues du secteur de l'**Industrie**. Cependant, la fermeture d'une industrie fortement émettrice de SO<sub>2</sub> ainsi que la nouvelle réglementation sur la teneur en soufre des carburants des navires devraient permettre de réduire fortement les émissions de Calais. Pour les communes de Marck et de Hames-Boucres, les émissions de SO<sub>2</sub> sont partagées entre les secteurs **Résidentiel** et des **Emetteurs non Inclus** (essentiellement le biotique, comprenant entre autres les forêts, les couvertures végétales et les sols).



**Figure 51.** Quantité de SO<sub>2</sub> émise par la CA du Grand Calais Terres et Mers - année 2012 (en tonnes)

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

#### 4.2.5.4 Répartition sectorielle



**Figure 52.** Répartition sectorielle des émissions de SO<sub>2</sub> par secteur d'activité - Année 2012

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

La répartition sectorielle des émissions de SO<sub>2</sub> diffère légèrement entre les territoires de la CA du Grand Calais et de la région. Les principaux secteurs émetteurs de dioxyde de soufre sont :

- **Industrie** : c'est le principal émetteur de dioxyde de soufre dans les deux cas avec **66%** pour l'EPCI contre 56% pour la région.
- **Autres Transports** : ils constituent la seconde source d'émission de dioxyde de soufre de la CA du Grand Calais avec une part de **28%** alors qu'ils représentent moins de 1% des émissions des Hauts-de-France.

Il est à noter la très faible part du secteur de la Branche Energie sur le territoire de l'EPCI (1%) par rapport à celui de la région (34%).

## ■ Industrie

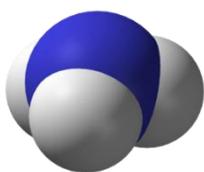
Les émissions de dioxyde de soufre sont essentiellement issues des domaines des **biens d'équipements/construction (45%)** et des procédés de **l'industrie chimique inorganique (53%)**.

## ■ Autres Transports

La **combustion de matières premières** (notamment le **fioul**) est responsable de la totalité des émissions de dioxyde de soufre de ce secteur. Le **transport maritime** constitue le principal domaine d'activité émetteur (**99,9%**) loin devant le ferroviaire, aérien et fluvial.

## 4.2.6 L'ammoniac (NH<sub>3</sub>)

### 4.2.6.1 Présentation générale



L'ammoniac est utilisé dans l'industrie notamment pour la fabrication d'engrais, d'explosifs et de polymères. L'ammoniac est **émis principalement par le secteur agricole lors de l'épandage** des lisiers provenant des élevages d'animaux.

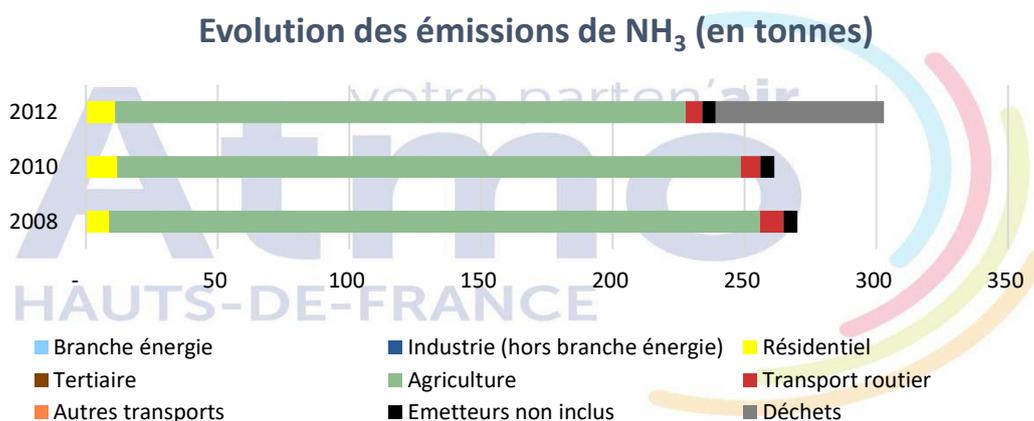
C'est un gaz incolore et odorant très irritant pour le système respiratoire, la peau et les yeux pouvant provoquer des brûlures à son contact direct.

Il est précipité au sol par les **pluies acides** contribuant à l'eutrophisation des milieux aquatiques. Il est responsable à hauteur de 25% du phénomène **d'acidification des sols**.

### 4.2.6.2 Contexte de la CA du Grand Calais Terres et Mers

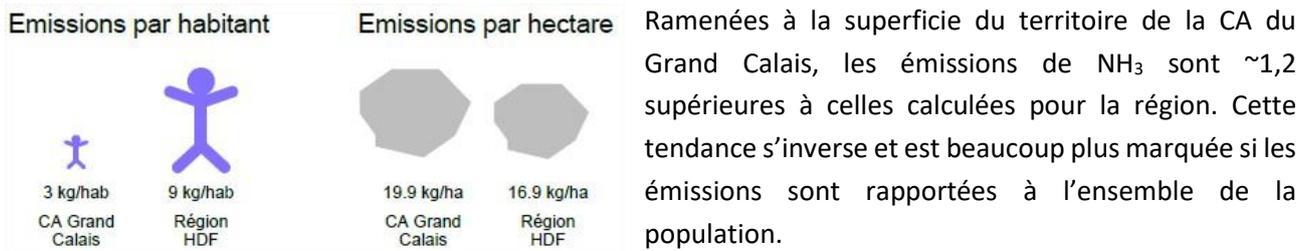
Sur la période 2008-2012, les émissions d'ammoniac sont en **augmentation de 12%, soit 33 tonnes**. Cependant, le contexte est différent entre 2008 et 2012. En effet, l'amélioration des connaissances du **secteur des déchets** a conduit l'émergence de celui dans le comptage des émissions en 2012.

En **2012**, les émissions de NH<sub>3</sub> sont de **302 tonnes**, soit **0,6% des émissions totales régionales**.



**Figure 53.** Evolution des émissions de NH<sub>3</sub> (2008-2012) par secteurs d'activité

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2008\_A2010\_A2012\_M2012\_V5

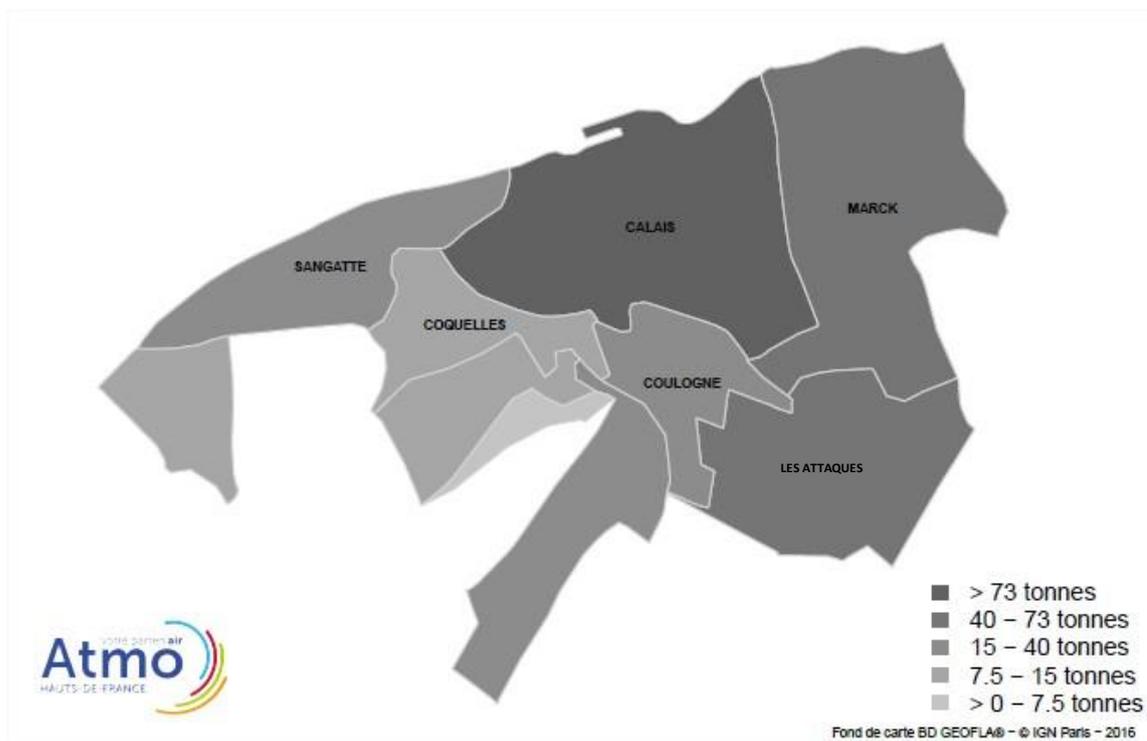


### 4.2.6.3 Répartition spatiale

La répartition spatiale des émissions de NH<sub>3</sub> sur le territoire de la CA du Grand Calais permet de mettre en relief les trois principales communes émettrices pour l'année 2012 :

- **Calais** avec 85 tonnes
- **Marck** avec 60 tonnes
- **Les Attaques** avec 44 tonnes

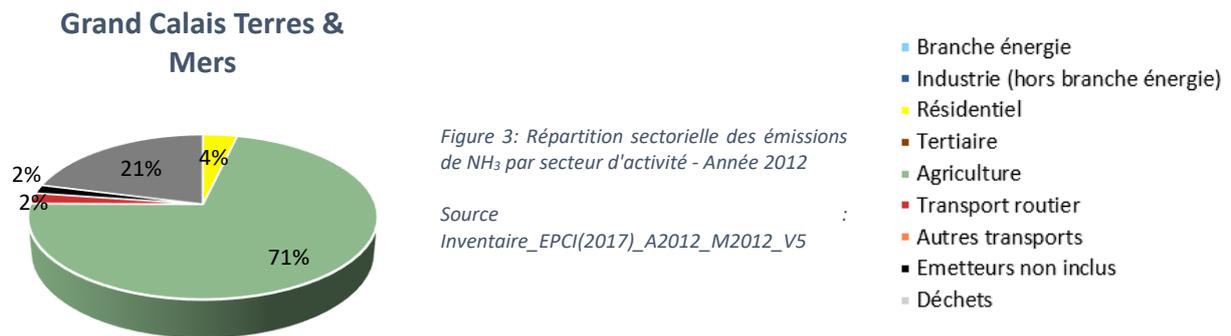
Pour la ville de Calais, c'est le secteur des **Déchets** qui est responsable de la majorité des émissions d'ammoniac. L'**Agriculture**, joue quant à elle un rôle important sur les communes de Marck et de Les Attaques.



**Figure 54.** Figure 14: Quantité de NH<sub>3</sub> émise par la CA du Grand Calais- année 2012 (en tonnes)

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

#### 4.2.6.4 Répartition sectorielle



La répartition sectorielle des émissions de NH<sub>3</sub> diffère entre les territoires de la CA du Grand Calais et de la région. Les principaux secteurs émetteurs d'ammoniac sont :

- **Agriculture** : il est à l'origine de **71%** des émissions d'ammoniac sur le territoire de la CA du Grand Calais contre 96% au niveau régional.
- **Déchets** : la présence d'une unité de traitement des déchets sur la ville de Calais vient gonfler la part du secteur des déchets (**21%**) sur le territoire de l'EPCI par rapport à la région Hauts-de-France où ce secteur est à l'origine de moins de 1% des émissions d'ammoniac.

##### ■ Agriculture

Les émissions de ce secteur sont partagées entre les **déjections animales** issues de l'élevage (**39%**) et **l'épandage d'engrais** sur les cultures (**44%**).

##### ■ Déchets

La totalité des émissions de ce secteur sont issues du traitement des déchets et plus particulièrement de la **combustion de biogaz**.

## 4.2.7 Les composés organiques volatils (COVnM)

### 4.2.7.1 Présentation générale



Ex : Molécule de benzène

Les composés organiques volatils sont composés d'au moins un atome de carbone associé à des atomes d'hydrogène auquel se rajoutent d'autres atomes (oxygène, azote, halogènes, etc.). Ils proviennent de sources biogéniques ou anthropiques (combustion, solvants, carburants, etc.) et sont présents à l'état gazeux dans l'atmosphère.

Les effets des COVnM sur la santé sont multiples et varient selon la nature du polluant. En contact direct avec la peau ou par inhalation, ils peuvent provoquer des troubles cardiaques, respiratoires (irritations), digestifs, rénaux, nerveux et dans certains cas des effets mutagènes et cancérigènes (Benzène).

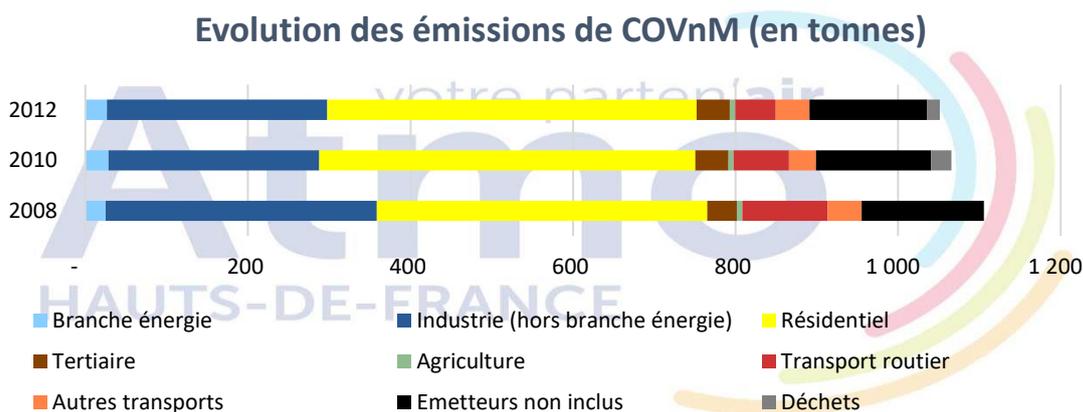
Au niveau environnemental, les COVnM participent à la **formation de l'ozone** en réagissant avec les NOx sous l'effet du rayonnement solaire. De plus, les réactions chimiques impliquant les COVnM provoquent un **effet de serre additionnel indirect**.

### 4.2.7.2 Contexte de la CA du Grand Calais Terres et Mers

Sur la période 2008-2012, les émissions de COVnM **diminuent de 5%, soit 54 tonnes**. Cette baisse est engendrée par l'action conjointe de deux secteurs :

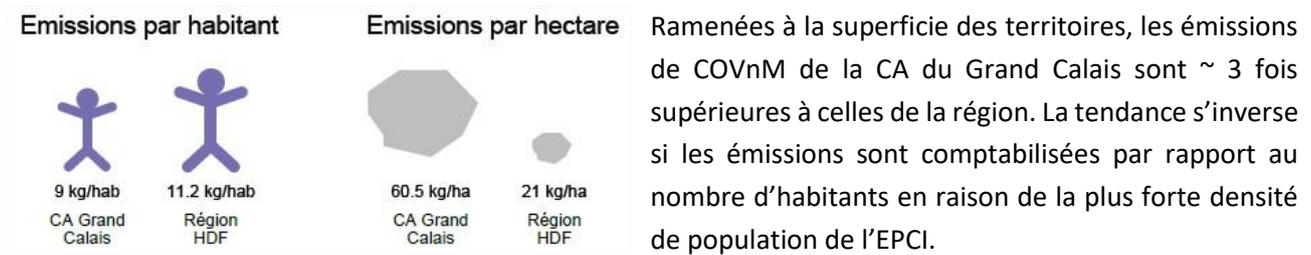
- ★ **Industriel (-19%)** via la réduction de l'utilisation de solvants (peinture) dans les bâtiments (construction) associée à la baisse d'activité de l'industrie chimique organique
- ★ **Transports Routiers (-52%)** via l'amélioration technologique des moteurs associée au renouvellement du parc automobile

En 2012, les émissions de COVnM sont de **1 051 tonnes, soit 1,4% des émissions régionales**.



**Figure 55.** Evolution des émissions de COVnM (2008-2012) par secteurs d'activité

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2008\_A2010\_A2012\_M2012\_V5

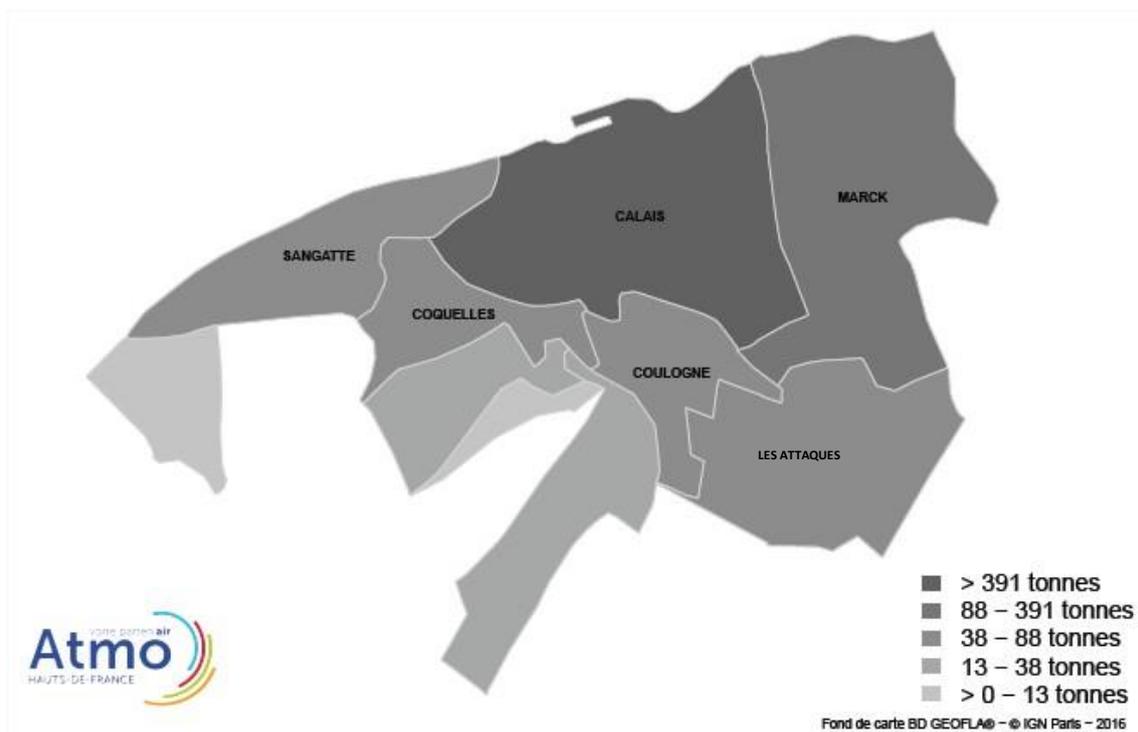


### 4.2.7.3 Répartition spatiale

La répartition spatiale des émissions de COVnM sur le territoire de la CA du Grand Calais permet de mettre en relief les trois principales communes émettrices pour l'année 2012 :

- **Calais** avec 665 tonnes
- **Marck** avec 118 tonnes
- **Coulogne** avec 58 tonnes

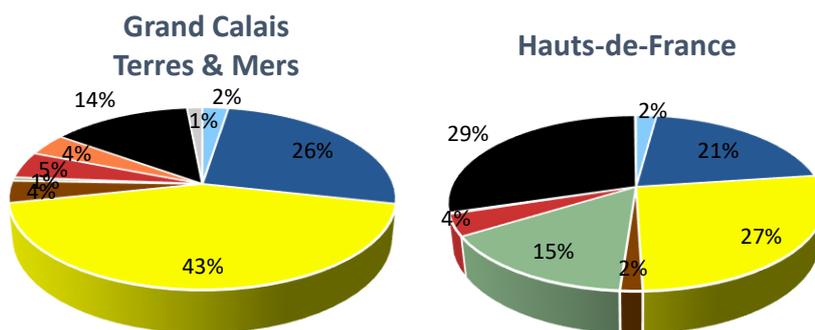
Pour ces trois villes, le secteur **Résidentiel** arrive en tête des émissions de COVnM. Néanmoins, il est à noter la part importante du secteur **Industriel** qui arrive en seconde place sur la ville de Calais.



**Figure 56.** Quantité de COVnM émise par la CA du Grand Calais Terres et Mers - année 2012 (en tonnes)

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

#### 4.2.7.4 Répartition sectorielle



**Figure 57.** Répartition sectorielle des émissions de COVnM par secteur d'activité - Année 2012

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

La répartition sectorielle des émissions de COVnM diffère entre les territoires de la CA du Grand Calais et de la région. Les principaux secteurs émetteurs de COVnM sont :

- **Résidentiel** : c'est le secteur majoritaire des émissions de COVnM sur l'EPCI avec une part de **43%**. Il arrive en seconde place au niveau régional avec un part beaucoup plus faible (27%).
- **Industrie** : c'est le second émetteur du territoire de la CA du Grand Calais (**26%**). Le secteur Industriel est représenté dans des proportions équivalentes au sein de la région.
- **Emetteurs non Inclus** : premier secteur en Hauts-de-France avec 29% des émissions de COVnM, il arrive en troisième place sur le territoire de l'EPCI avec une part de **14%**.

Carte 14.

##### ■ Résidentiel

Les émissions de COVnM du Résidentiel sont partagées entre l'**utilisation de solvants (45%)** et l'utilisation de **chauffage (45%)**. Au niveau des usages, c'est encore une fois le **chauffage individuel (17%)** et d'**appoint (28%)** - en particulier les inserts) qui engendrent la majorité des émissions de COVnM. Comme vu précédemment pour les émissions de particules, la **combustion de biomasse** est responsable de la majorité des émissions de COVnM (**43%**) liées à l'utilisation de chauffage.

##### ■ Industrie

Pour le secteur Industriel, les émissions de COVnM sont principalement issues de l'**utilisation de solvants (78%)** tels que la peinture.

##### ■ Emetteurs non Inclus

Ici, le secteur biotique et en particulier les **prairies naturelles et autres végétations** sont à l'origine de **92%** des émissions de COVnM.

## 4.3 La qualité de l'air respirée sur mon territoire

### 4.3.1 Evolution des concentrations observées en stations

Les graphiques ci-dessous sont réalisés à partir des données de concentrations annuelles **mesurées par les stations** présentes sur le territoire de la **CA du Grand Calais Terres et Mers**.

Les évolutions de concentrations sont différenciées par **typologie de surveillance** (station en milieu urbain/périurbain, station en proximité automobile ou station en proximité industrielle). Il est à noter la possible évolution du nombre de stations prises en compte dans le calcul de la moyenne en fonction du changement du parc (suppression ou ajout de station).



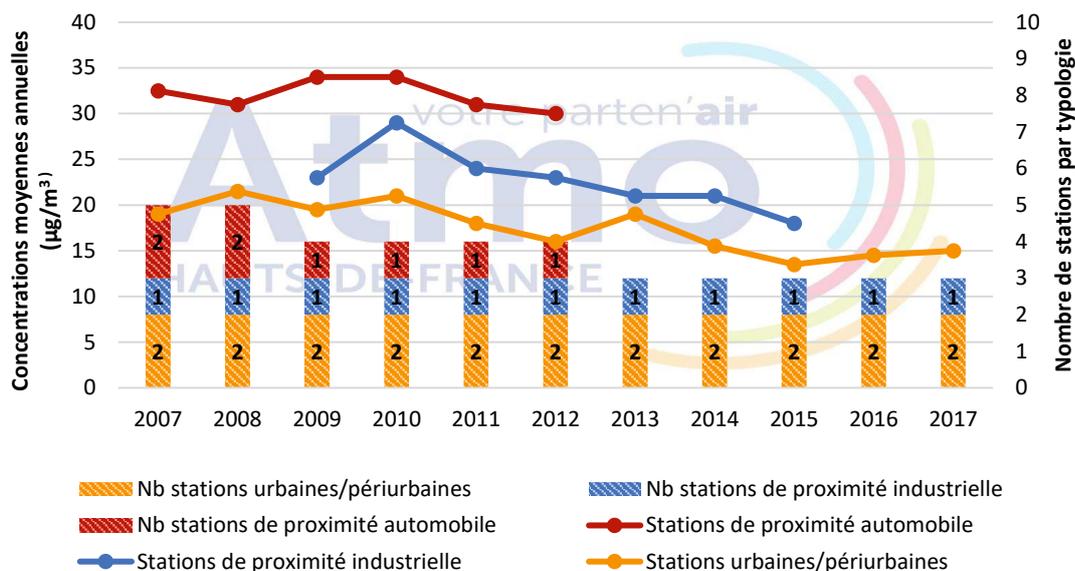
**Figure 58.** Localisation des stations de mesures fixes en fonctionnement et fermées (situation au 31 décembre 2017)

Nom de la station	Typologie	Polluants mesurés et nécessaires au diagnostic	Année mise en service	Statut
Sangatte	Périurbaine	NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM2.5, PM10	2000	En fonctionnement
Calais Berthelot	Urbaine	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , PM2.5, PM10	2007	En fonctionnement
Calais Parmentier	Urbaine	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM10	2008	En fonctionnement
Calais Lafayette	Proximité automobile	NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>	1993	Fermée (2009)
Calais Place d'armes	Proximité automobile	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>	2001	Fermée (2012)
Calais Chateaubriand	Proximité industrielle	SO <sub>2</sub> , PM10	1985	Fermée (2007)
Calais EREA	Proximité industrielle	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PM10	2007	Fermée (2017)
Calais - IUT	Proximité industrielle	SO <sub>2</sub>	1990	Fermée (2008)

Tableau 1 : Etat des lieux des stations de mesure sur le territoire prises en compte dans le diagnostic

Seules les moyennes des polluants réglementés sont exploitées dans les paragraphes suivants, afin de déterminer une tendance pluriannuelle.

### 4.3.1.1 Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)



**Figure 59.** Evolution des concentrations annuelles du NO<sub>2</sub> de la CA du Grand Calais

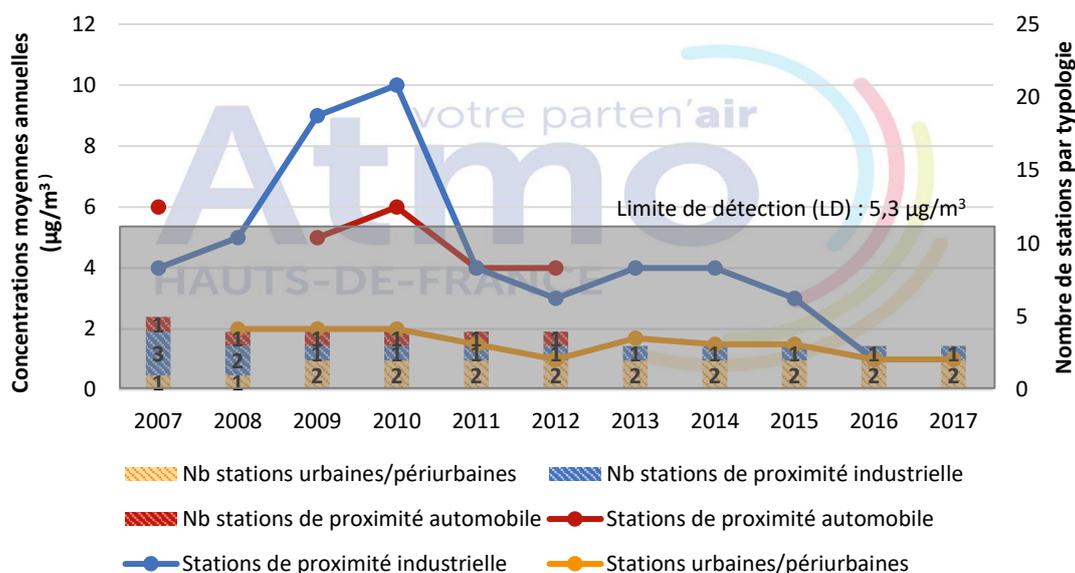
Source : Stations en activité sur la CA du Grand Calais par année de mesure

Globalement, sur la période 2007-2016, les **concentrations en moyenne annuelle** de dioxyde d'azote sont **en diminution, indépendamment la typologie de station considérée**. Ainsi, en proximité automobile les concentrations baissent de **8%** (soit 3 µg/m<sup>3</sup> entre 2007 et 2012), en proximité industrielle de **22%** (soit 5 µg/m<sup>3</sup> entre 2009 et 2015) et sur les stations urbaines/périurbaines elles diminuent de **21%** (soit 4 µg/m<sup>3</sup> entre 2007 et 2017).

La surveillance en **proximité automobile s'est arrêtée définitivement en 2012** sur la station de Calais Place d'armes pour le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre. Il n'y a pas de données disponibles pour les années 2007, 2008, 2016 et 2017 en **proximité industrielle** malgré la présence de la station de Calais EREA en raison manque de représentativité des données mesurées.

Il n'y a **pas de dépassement de la valeur limite fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>** sur l'ensemble de la période considérée.

### 4.3.1.2 Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)



**Figure 60.** Evolution des concentrations annuelles du SO<sub>2</sub> de la CA du Grand Calais

Source : Stations en activité sur la CA du Grand Calais par année de mesure

Comme vu précédemment dans le cas du dioxyde d'azote, la surveillance du dioxyde de soufre en proximité automobile s'arrête en 2012. Les données des moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> ne sont pas représentatives pour la station urbaine en 2007, pour la station de proximité automobile en 2008 et pour la station de proximité industrielle en 2017 ; elles ne sont par conséquent pas visualisées sur le graphique.

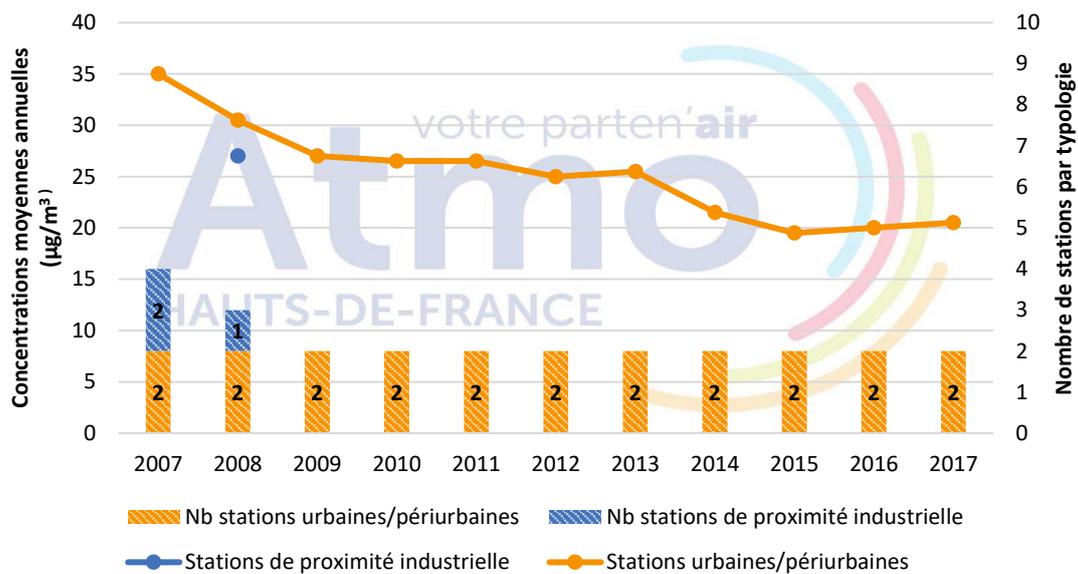
Globalement sur la période 2007-2017, les concentrations de dioxyde de soufre sont en **baisse sur l'ensemble des typologies de mesures** :

- **Réduction de 33%** (soit 2 µg/m<sup>3</sup> entre 2007 et 2012) pour la station de proximité automobile,
- **Diminution de 75%** (soit 4 µg/m<sup>3</sup> entre 2007 et 2016) pour les stations de proximité industrielle
- **Baisse de 50%** (soit 1 µg/m<sup>3</sup> entre 2007 et 2017) pour les stations urbaines/périurbaines

Cependant, il est à noter **la présence d'une hausse des concentrations de SO<sub>2</sub> à 10 µg/m<sup>3</sup>** sur la station de **Calais EREA** en **2010**. Le même phénomène est observé mais avec une intensité moindre sur la station de proximité automobile de Calais Place d'armes (6 µg/m<sup>3</sup>). Les concentrations se stabilisent entre 2013 et 2014 avant d'amorcer une nouvelle diminution et d'atteindre leurs niveaux les plus bas en **2017**.

A partir de 2011, les concentrations mesurées sont inférieures à **la limite de détection** des appareils de mesure fixée à 5,3 µg/m<sup>3</sup>.

### 4.3.1.3 Les particules (PM10)



**Figure 61.** Évolution des concentrations annuelles des particules PM10 de la CA du Grand Calais

Source : Stations en activité sur la CA du Grand Calais par année de mesure

Globalement, sur les stations urbaines/périurbaines, les concentrations en moyennes annuelles de PM10 sont en **baisse de 41%** (soit  $14,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) entre 2007 et 2017.

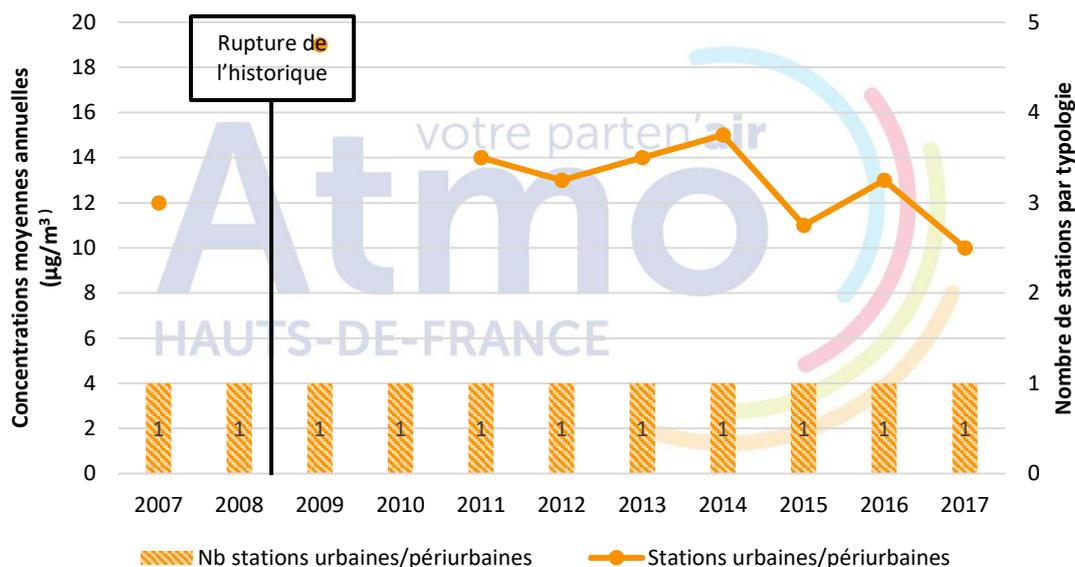
La surveillance des particules PM10 s'arrête définitivement sur les stations de proximité industrielle en 2008.

La diminution des concentrations de PM10 se fait en deux temps :

- **2007-2012** : réduction de 29% des concentrations, soit  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  avant de remonter en 2013 ( $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne)
- **2013-2015** : réduction de 24% des concentrations, soit  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  puis légèrement augmentation en 2016 avec une moyenne annuelle à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il n'y a **pas de dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle** constatée (fixée à  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur l'ensemble des stations. La seconde valeur réglementaire pour les particules, qui est quant à elle dépassée pour les années 2007 et 2011, est reprise dans le paragraphe 4.2.

#### 4.3.1.4 Les particules fines (PM2.5)



**Figure 62.** Evolution des concentrations annuelles des particules fines PM2.5 de la CA du Grand Calais

Source : Stations en activité sur la CA du Grand Calais par année de mesure

Un **changement de métrologie** pour les particules fines PM2.5 est intervenu en 2008. Les données antérieures à cette année ne sont donc pas comparables avec les mesures réalisées depuis.

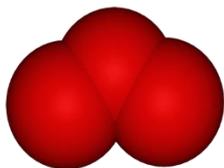
Les concentrations de particules fines sont exclusivement mesurées sur les **stations de typologie urbaine/périurbaine**.

Globalement, sur la période 2009-2017, les **concentrations de PM2.5 baissent de 47%, soit 9 µg/m³**. Des fluctuations sont visibles sur l'historique avec une **première chute des concentrations en 2012** à 13 µg/m³ avant d'atteindre un **pic en 2014** à 15 µg/m³ puis de **redescendre en 2015** (11 µg/m³). Le niveau de concentration le plus bas est atteint en 2017 (10 µg/m³).

Il n'y a **pas de dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle** fixée à 25 µg/m³ sur la période considérée. Néanmoins, d'autres valeurs réglementaires ne sont pas respectées pour ce polluant entre 2007 et 2017.

#### 4.3.1.5 L'ozone (O<sub>3</sub>)

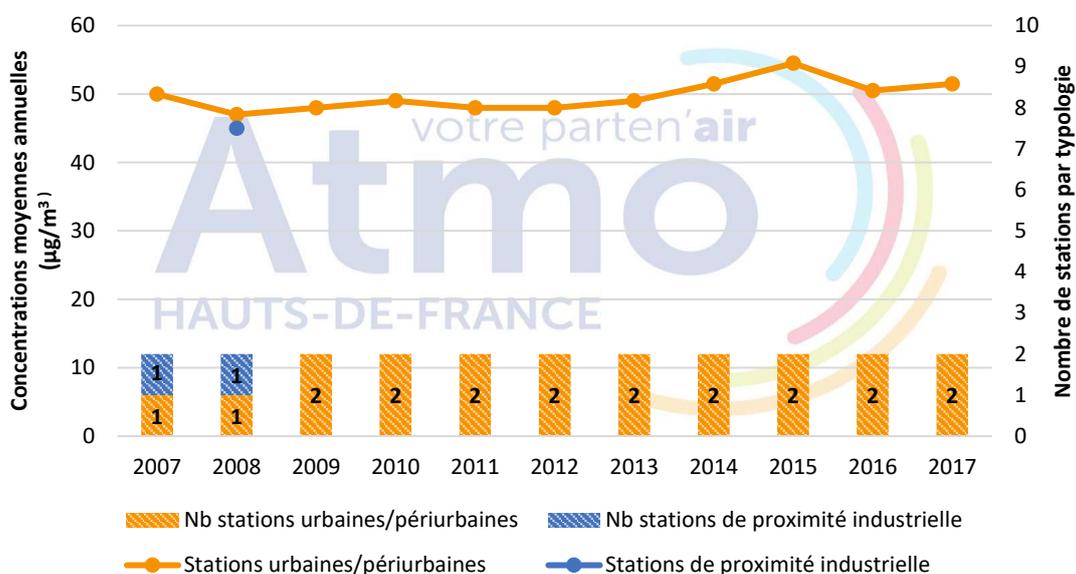
L'ozone est un **polluant secondaire** qui se forme à partir de polluants primaires émis par différentes sources de pollution (trafic automobile, activités résidentielle et tertiaire, industries) sous l'effet du rayonnement solaire.



Ainsi, les niveaux moyens relevés en ozone sont généralement plus élevés au **printemps et les pics de concentrations s'observent en période estivale**. Les concentrations sont minimales en début de matinée et maximales en cours d'après-midi.

On distingue l'ozone stratosphérique (altitude de 10 à 60 km) qui forme la couche d'ozone protectrice contre les UV du soleil et l'ozone troposphérique (0 à 10 km) qui devient un gaz agressif en pénétrant facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il provoque toux, altération pulmonaire ainsi que des irritations oculaires.

L'ozone a un effet néfaste sur la végétation (rendement des cultures, respiration des plantes) et sur certains matériaux (caoutchouc). **Il contribue également à l'effet de serre.**



**Figure 63.** Evolution des concentrations annuelles de l'ozone de la CA du Grand Calais

Source : Stations en activité sur la CA du Grand Calais par année de mesure

Les concentrations d'ozone **fluctuent entre 47 et 55 µg/m³** sur la période 2007-2017 avec un **maximum atteint en 2015**. La légère baisse **des concentrations** d'ozone en **2008** et en **2016** peut être corrélée avec des conditions météorologiques particulières. En effet, ces deux années ont présenté des étés peu ensoleillés, peu favorable à la formation d'ozone.

### 4.3.2 Les valeurs réglementaires

Polluants	Respect des valeurs réglementaires annuelles										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Dioxyde d'azote	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Particules PM10	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	VL <sup>1</sup>				VL						
Ozone	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	OLT <sup>2</sup>	OLT									
Dioxyde de soufre	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Particules PM2.5	●	-	●	-	●	●	●	●	●	●	●
	OQ <sup>3</sup>		OQ		OQ	OQ	OQ	OQ	OQ	OQ	

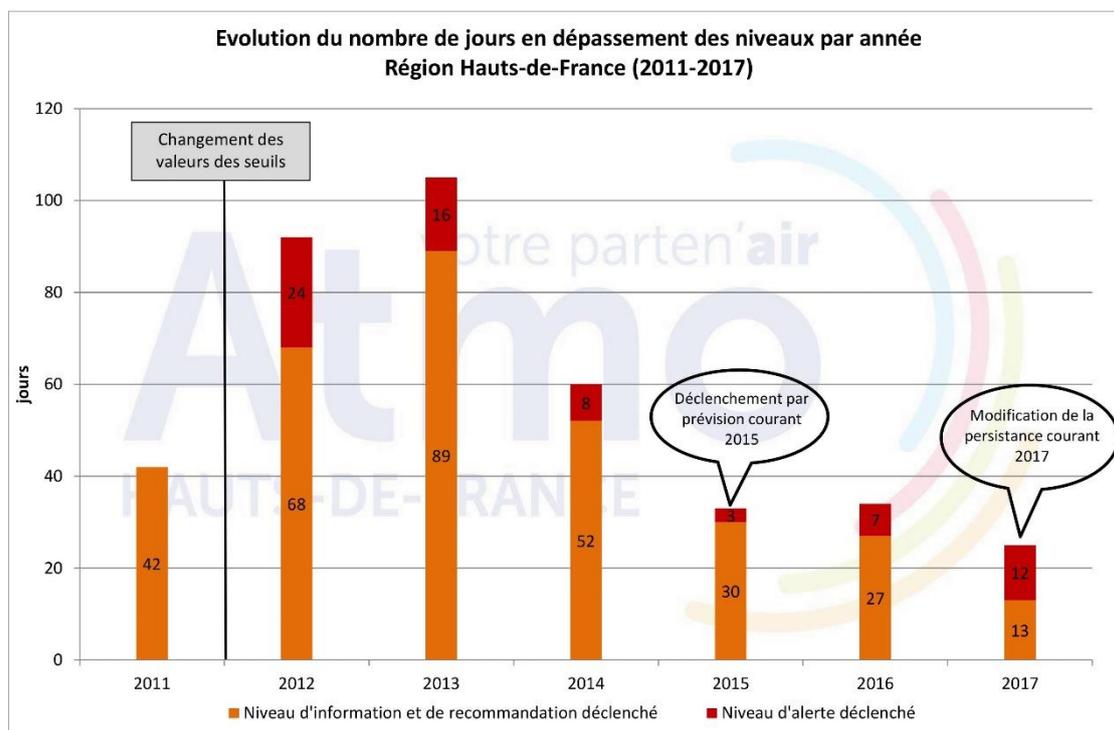
Cf : <sup>1</sup> VL : valeur limite ; <sup>2</sup> OLT : objectif à long terme ; <sup>3</sup> OQ : objectif de qualité

L'ensemble des valeurs limites en **moyennes annuelles** respecte la réglementation. Cependant, d'**autres valeurs limites sont dépassées** en fonction des polluants.

- Seuls le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre ne dépassent pas l'ensemble des valeurs limites réglementaires entre 2007 et 2017.
- Pour les **particules PM10**, c'est la **valeur limite journalière fixée à 50 µg/m<sup>3</sup> qui a été dépassée plus de 35 jours par an** sur la station de **Sangatte en 2007 (42 jours)** et de **Calais Berthelot et Calais Parmentier en 2011** (respectivement **38** et **39 jours**). Ces observations se sont faites sur de nombreuses autres stations des départements du Nord et du Pas-de-Calais entre 2007 et 2012, ce qui a conduit à la mise en œuvre d'un **Plan de Protection de l'Atmosphère inter-départemental**. Depuis 2012, il n'y a plus de dépassement de cette valeur limite réglementaire sur le territoire de la CA du Grand Calais (maximum de 15 jours à Calais Berthelot en 2017), comme sur la totalité des stations de mesure du Nord et du Pas-de-Calais.
- Pour les **particules fines PM2.5**, l'**objectif de qualité fixé à 10 µg/m<sup>3</sup>** est quant à lui **dépassé** entre 2007 et 2016.
- Enfin, les valeurs de concentrations annuelles pour l'**ozone ne sont pas conformes avec l'objectif long terme** sur la période 2007-2017. Ce constat est identique en Hauts-de-France et dans d'autres régions de France.

### 4.3.3 Les épisodes de pollution (2011/2017)

#### 4.3.3.1 Evolution des épisodes sur la région Haut-de-France

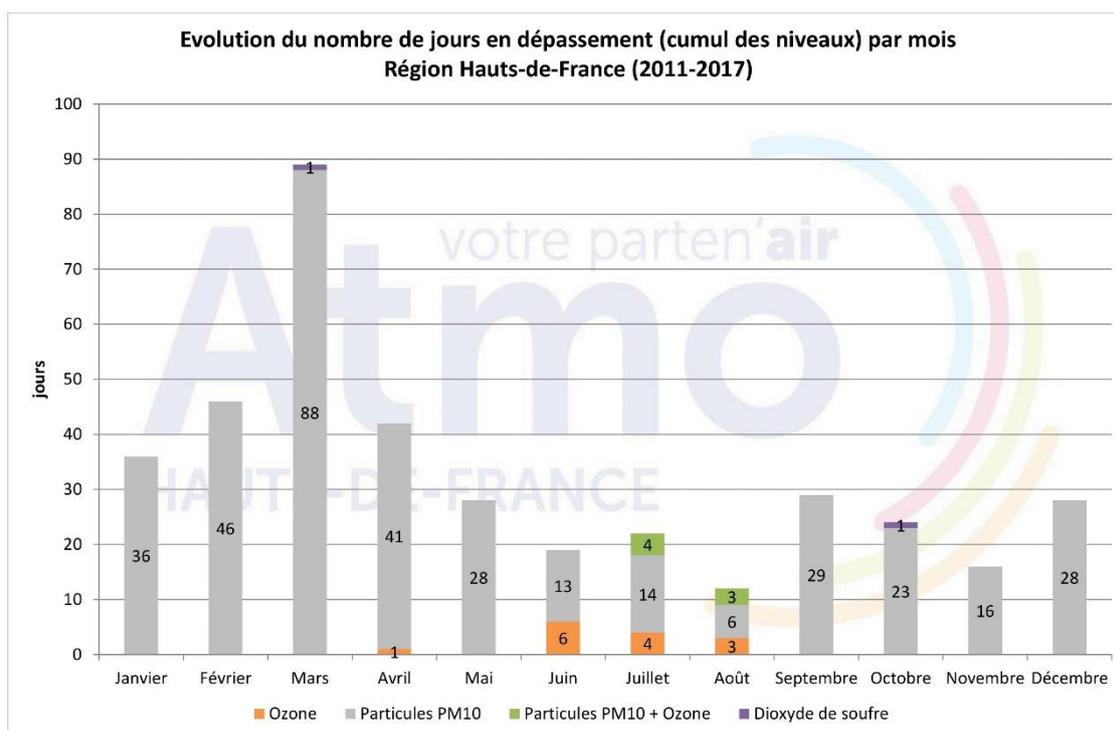


**Figure 64.** Evolution du nombre de jours en dépassement des niveaux par année pour la région Hauts-de-France (2011-2017)

Si une grande partie des valeurs réglementaires sont respectées, des valeurs ponctuellement élevées sont régulièrement enregistrées sur la région Hauts-de-France, impliquant le déclenchement de niveaux d'information / recommandation (NIR) voire d'alerte (NA).

Au total pour la région Hauts-de-France, **391 jours en dépassement** ont été comptabilisés entre **2011 et 2017**. Les particules **PM10** sont la principale cause des épisodes de pollution avec **368 jours de dépassement** (soit 94,1%) sur la période **2011-2017**. Les **épisodes d'ozone** représentent quant à eux **14 jours** (soit 3,6%), suivis par les épisodes cumulant la pollution aux **particules et à l'ozone** avec **7 jours** (3,6%). Le **dioxyde de soufre**, a quant à lui, fait l'objet de **2 jours de dépassement en sept ans** en proximité industrielle, dans le département du **Nord**.

Une forte augmentation des dépassements est observée entre 2011 et 2012, s'expliquant par la baisse des niveaux réglementaires (NIR/NA), intervenue en 2012 uniquement pour les particules en suspension PM10. **Depuis 2013, une diminution du nombre de jours de dépassement est observée.** L'année **2013** est celle où le **maximum de jours en information / recommandation** est recensé, soit **89 jours**. Depuis, le nombre de jours en information/recommandation est en diminution (divisé par 6,8 entre 2013 et 2017). Cette baisse s'explique, entre autres, par des **conditions météorologiques plus favorables** à une bonne qualité de l'air et une diminution régionale des émissions.



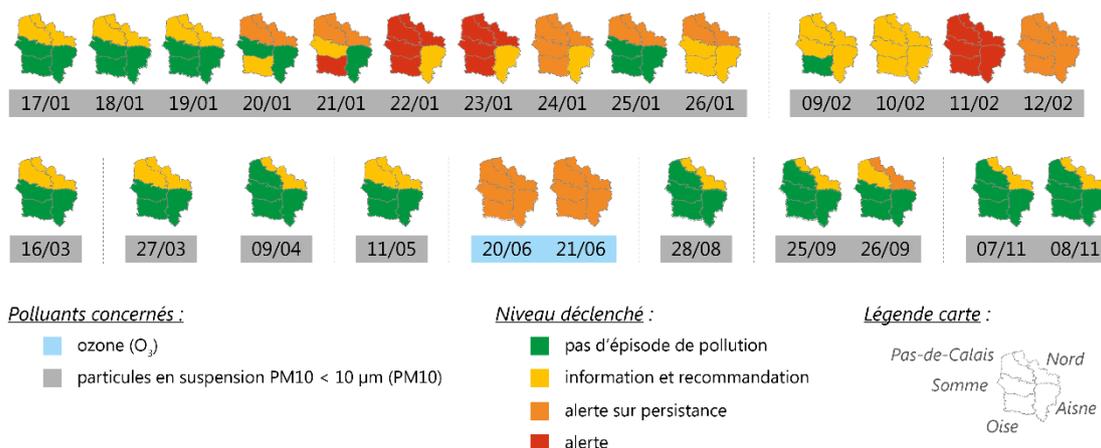
**Figure 65.** Evolution du nombre de jours en dépassement (cumul des niveaux) par mois – Région Hauts-de-France (2011-2017)

Le plus grand nombre de jours en dépassement en particules en suspension est recensé durant le mois de **mars** où il atteint **88 jours cumulés**. Malgré une diminution des concentrations en moyennes annuelles, l'année **2012** est celle où le maximum de déclenchement du **niveau d'alerte** est comptabilisé, soit **24 jours**.

**La période estivale est favorable aux épisodes de pollution à l'ozone**, en lien avec la photochimie. Au cours des mois de juillet et août des épisodes à l'ozone ont été enregistrés. Aucun épisode d'ozone n'est observé durant les saisons d'automne et d'hiver.

Comme l'indique le graphique, **des épisodes de pollution par les particules** sont enregistrés potentiellement **chaque mois de l'année**, selon les conditions météorologiques rencontrées. Néanmoins, les **sources d'émissions de ces particules, et donc leur composition, diffèrent selon la période à laquelle intervient l'épisode** : elles peuvent être issues des phénomènes de combustion (chauffage, trafic ...) ou de processus physico-chimiques (particules secondaires).

### 4.3.4 Zoom sur les épisodes de pollution de l'année 2017



**Figure 66.** Episodes de pollution de l'année 2017 sur la région Hauts-de-France

#### ■ Une diminution du nombre d'épisodes et de journées

Le **nombre d'épisodes de pollution enregistré un net recul en 2017**, avec 10 épisodes déclenchés contre 15 en 2016. Le **nombre de jours est également en baisse** : 25 contre 34 jours en 2016. Ces épisodes concernent majoritairement les **particules en suspension** : 9 épisodes sur les 10 recensés, pour une durée de 23 jours. L'ozone concerne un épisode de 2 journées. Aucun épisode n'a été déclenché pour le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote.

Le département du Pas-de-Calais a été touché par **7 épisodes de pollution** sur l'année 2017 dont 6 liés aux particules PM10 et un à l'ozone.

#### ■ Un épisode particulièrement long en janvier 2017

Si, classiquement, la région enregistre des épisodes de pollution tout au long de l'année ; 2017 se caractérise par **un épisode de 10 jours en janvier, dû aux particules en suspension**. La dégradation de la qualité de l'air entre le 17 et le 26 est liée à des **mauvaises conditions de dispersion**. L'épisode débute dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais le 17 et s'étend progressivement aux départements de l'Oise le 20, de la Somme à partir du 21, et de l'Aisne le 22. C'est durant cet épisode que l'on concentre 3 des 4 journées d'alerte de 2017, en lien avec une stagnation des masses d'air sur la région. L'épisode de pollution en particules prend fin le 27 janvier pour les 5 départements.

#### ■ Un premier trimestre défavorable à la qualité de l'air

Les conditions météorologiques du 1<sup>er</sup> trimestre ont favorisé la hausse des concentrations de polluants, 16 jours de pollution étant recensés sur les 25 de l'année, mais également la totalité des journées d'alerte (4 jours) et une majorité des alertes sur persistance (6 jours sur 8).

### 4.3.5 Modélisation

La modélisation de la qualité de l'air est possible à différentes échelles de temps, sur différentes échelles géographiques et pour différents polluants.

Elle consiste à **simuler les concentrations de polluants atmosphériques**, auxquelles nous pouvons être exposés, à partir d'outils mathématiques, de données d'entrées (émissions de polluants, données météorologiques, mesures, ...), et sur des mailles plus ou moins fines (25 mètres pour la plus fine). La modélisation se base sur un **ensemble de paramètres** (émissions et concentrations de polluants, pollution de fond, météorologie, topographie, réactions chimiques des polluants, etc.) et est ajusté par **les mesures des stations**. Elle permet d'illustrer les niveaux de fond, les situations de proximité pour la modélisation fine échelle et les situations de pics de pollution.

La **Communauté d'Agglomérations du Grand Calais Terres et Mers** possède un **modèle urbain** à fine échelle (quartier, résolution de l'ordre de 25 mètres) qui permet de connaître la concentration de quatre polluants (NO<sub>2</sub>, PM10, PM2.5 et SO<sub>2</sub>) sur le territoire.

Les cartes ci-dessous présentent la spatialisation des concentrations moyennes pour l'année 2017.

#### 4.3.5.1 Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>  
Moyenne pour l'année 2017  
µg/m<sup>3</sup>

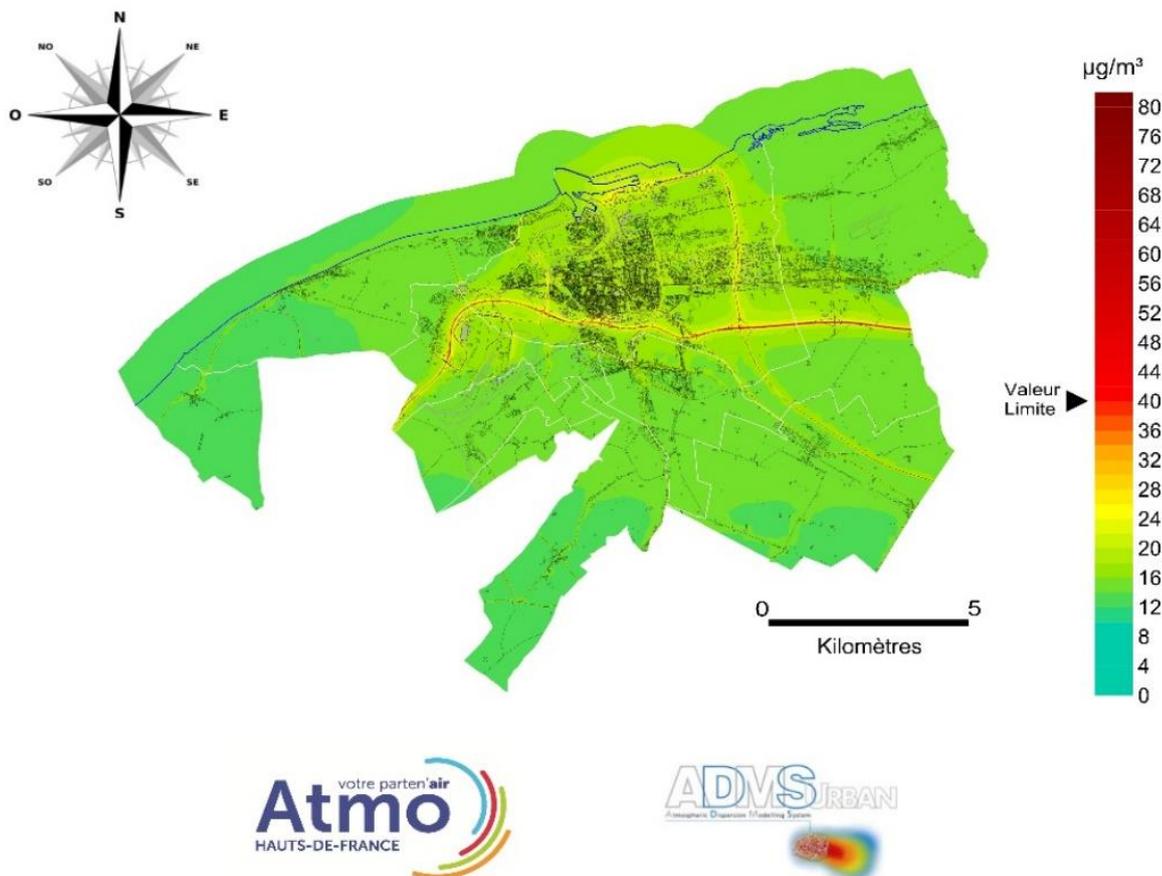
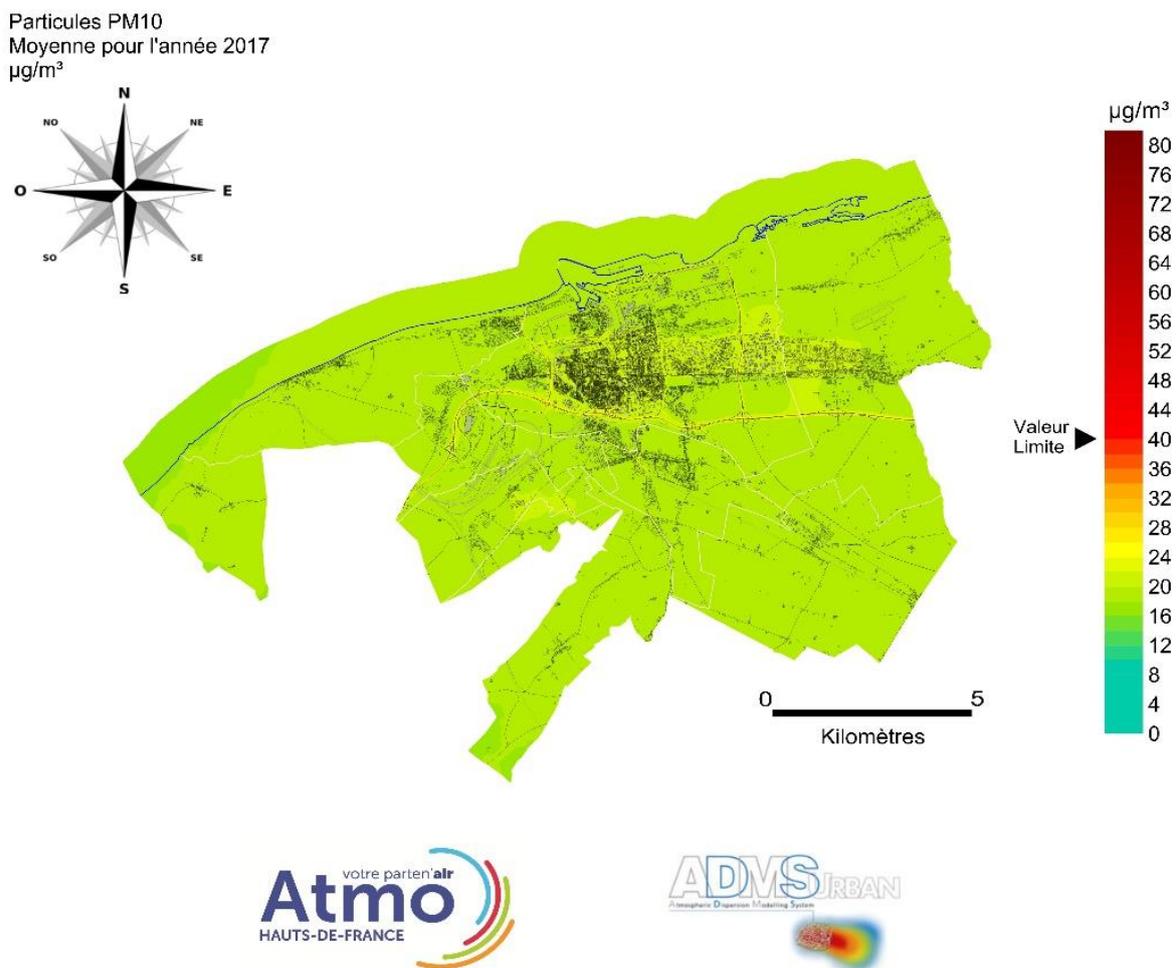


Figure 67. Modélisation des concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> sur la CA du Grand Calais Terres et Mers

Le modèle urbain présente des concentrations en moyennes annuelles comprises entre 13 et 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La carte ci-dessus met en évidence les **axes routiers**, en particulier **l'autoroute A16 et la N216** ainsi que **le port de Calais**. Des **dépassements de la valeur limite fixée à 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  sont présents **le long de l'A16 à l'Est de l'EPCI**.

Cette carte de concentration de  $\text{NO}_2$  reflète bien les observations faites dans la partie précédente sur les émissions de  $\text{NO}_x$ . Ainsi, les deux principaux secteurs émetteurs sont bien identifiés ici (**Transports Routiers et Autres Transports – maritime**).

#### 4.3.5.2 Les particules PM10

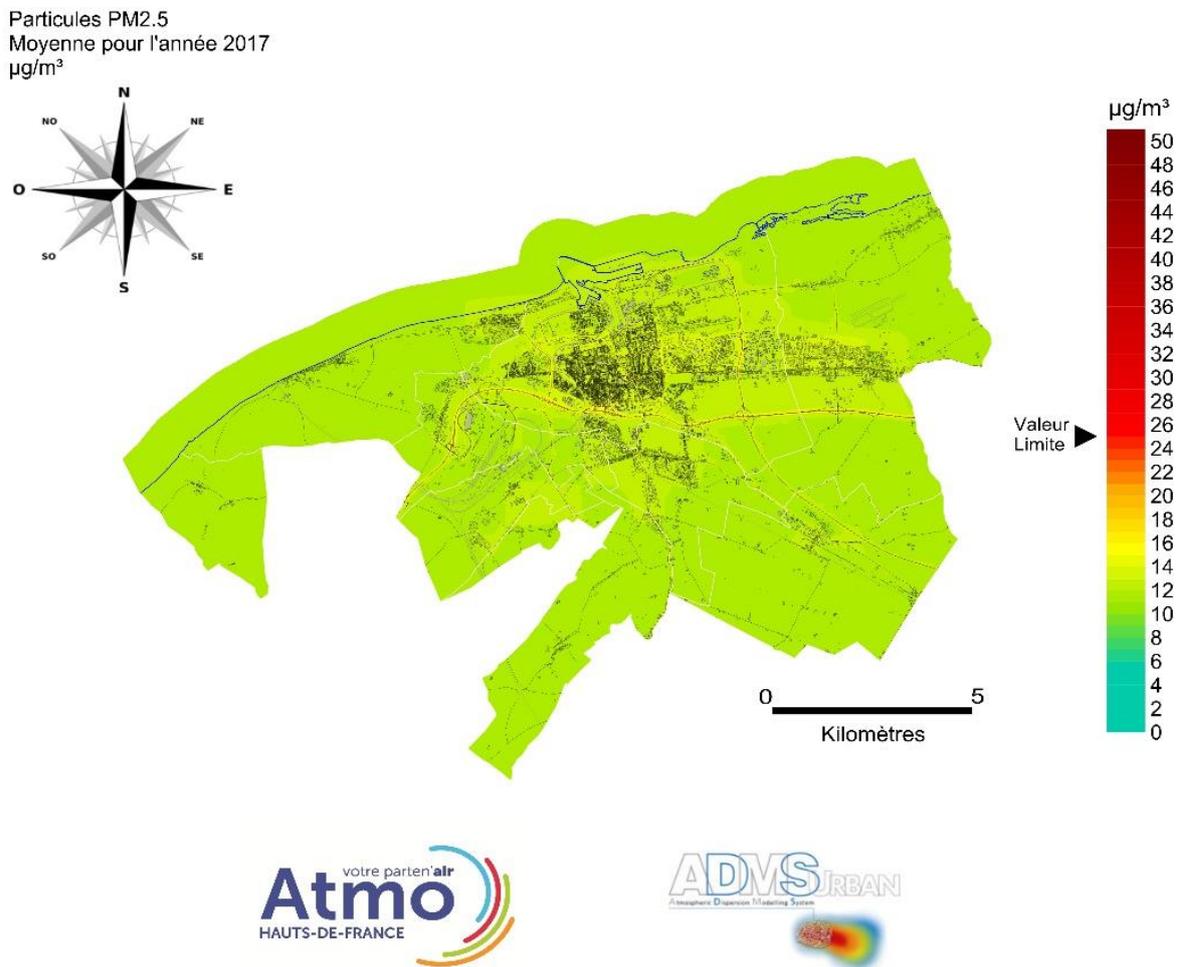


**Figure 68.** Modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM10 sur la CA du Grand Calais Terres et Mers

Les concentrations en moyennes annuelles sont ici comprises entre 18 et 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La carte met en lumière les **axes routiers** ainsi que les **centres urbains**, notamment **la ville de Calais**. Comme pour le dioxyde d'azote, **les maxima sont modélisés le long de l'autoroute A16**. Il n'y a pas de **dépassement de la valeur limite fixée à 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Les observations faites ici reflètent ce qui a été présenté dans la partie précédente. En effet, les secteurs **Résidentiel et Transports Routiers** qui sont à l'origine de 50% des émissions de particules PM10 correspondent aux zones où les niveaux de concentrations sont les plus élevés. Le port ou encore la zone industrielle ne se distinguent pas.

#### 4.3.5.3 Les particules fines (PM2.5)



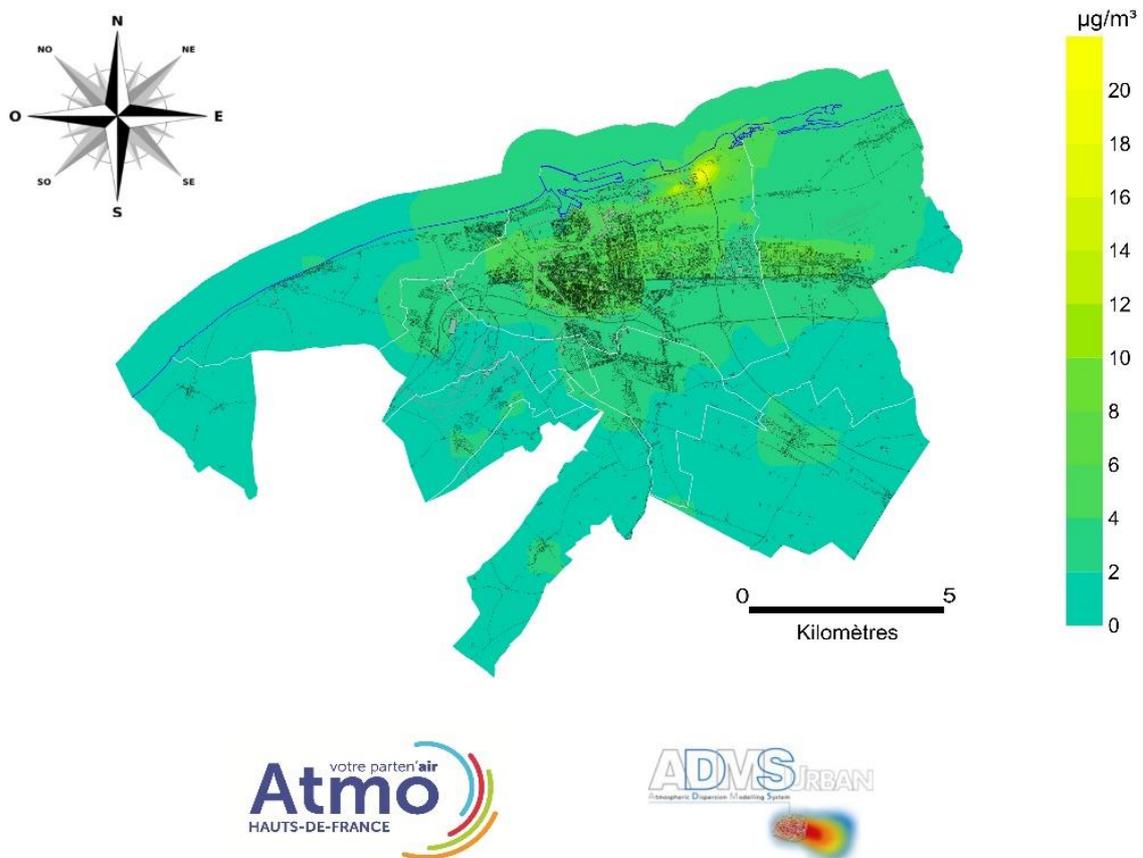
**Figure 69.** Modélisation des concentrations moyennes annuelles en PM2.5 sur la CA du Grand Calais Terres et Mers

La modélisation des concentrations des particules fines du territoire du Grand Calais Terres et Mers met en évidence les **centres urbains** ainsi que les **axes routiers**. Les concentrations sont comprises entre 11 et 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il n'y a donc pas de dépassement de la valeur limite fixée à 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le territoire. Cependant, il est à noter que l'ensemble du territoire se situe au-dessus de l'objectif de qualité fixé à 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Comme pour les polluants précédents, la modélisation vient conforter les résultats obtenus dans la partie émissions. En effet les **secteurs Résidentiel et Transports Routiers** qui engendrent 55% des **émissions** de particules fines sont bien mis en évidence sur cette carte.

#### 4.3.5.4 Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>  
Percentile 99.2 pour l'année 2017  
Correspond à la concentration maximale journalière dépassée 3 jours par an  
µg/m<sup>3</sup> - Echelle adaptée aux concentrations sur le domaine d'étude



**Figure 70.** Modélisation des concentrations du percentile 99.2 du SO<sub>2</sub> pour l'année 2017 sur la CA du Grand Calais Terres et Mers (échelle réduite)

La carte à échelle réduite du percentile 99,2 correspondant à la concentration maximale journalière dépassée 3 jours par an ne **présente pas de dépassement de la valeur limite**. En effet, les concentrations sont comprises entre 1 et 20 µg/m<sup>3</sup> alors que la valeur limite est fixée à 125 µg/m<sup>3</sup>. Néanmoins, grâce à la réduction de l'échelle des concentrations (carte ci-dessus), il est possible de **visualiser un panache** au niveau de la **zone industrielle** des Dunes.

Les secteurs Industriel et Maritime (Autres Transports) ont été identifiés comme les principaux émetteurs du territoire pour l'année 2012. Comme mentionné précédemment, la fermeture d'une usine associée à un changement de réglementation dans la teneur en soufre des carburants des transports maritimes permet de penser que les émissions de SO<sub>2</sub> vont être réduites dans les inventaires suivants. Les concentrations moyennes en SO<sub>2</sub> sur les secteurs du port et de la zone industrielle étant déjà sous les valeurs réglementaires, elles devraient encore baisser en lien avec les diminutions des émissions.

## 4.4 Quels sont les secteurs à enjeux pour mon territoire de la CA du Grand Calais Terres et Mers ?

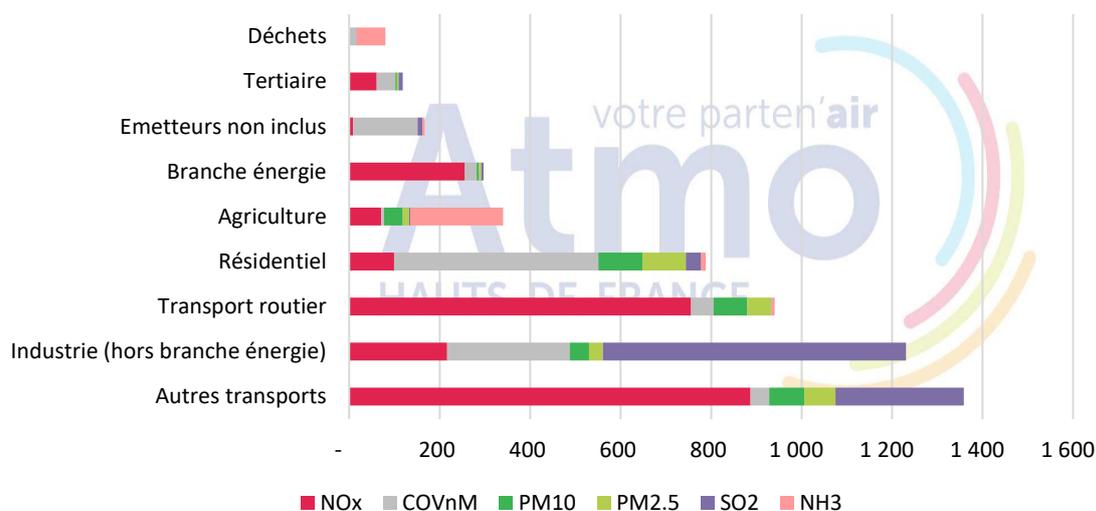
La pollution atmosphérique présente des enjeux sanitaires forts. Les effets sur la santé sont multiples et se manifestent à court et long terme sur l'organisme. Ainsi, les populations les plus fragiles sont sensibles aux variations journalières des niveaux de pollution et sont les premières touchées lors des pics de pollution. L'exposition chronique peut, quant à elle, engendrer des pathologies plus graves.

Chaque polluant engendre des effets sanitaires qui lui sont propres. Ainsi, le principal enjeu se définit par la réduction globale des émissions et des concentrations des polluants afin d'atténuer les risques sanitaires pour la population.

Le diagnostic de la qualité de l'air de la CA du Grand Calais Terres et Mers a permis de mettre en évidence les principales **sources d'émissions** pour chacun des polluants réglementés sur le territoire. Il met en relief les secteurs à enjeux, pour lesquels les leviers d'action sont les plus intéressants.

Pour mener à bien ce diagnostic, Atmo Hauts-de-France a utilisé les **données d'émissions des inventaires 2008, 2010 et 2012** réalisés sur l'ensemble du territoire de la région ainsi que sur les **données de concentrations** issues de la surveillance des **stations de mesures et de la modélisation urbaine**.

### Emissions totales des polluants réglementés par secteur d'activité



**Figure 71.** Emissions totales pour la CA du Grand Calais des polluants réglementés dans le cadre du PCAET par secteur d'activité (Année 2012)

Source : Inventaire\_EPCI(2017)\_A2012\_M2012\_V5

*A noter : Le lien entre la masse (tonnes émises) et la dangerosité du polluant ne doit pas être fait au seul regard de ce graphique. En effet, des présomptions d'effets cancérigènes existent pour les particules fines du fait de leur taille et des éléments qui les composent (HAP, métaux lourds). Il est donc nécessaire de rester vigilant sur les quantités de polluants émises et de mettre en place des objectifs de réduction pour chacun d'entre eux.*



### 4.4.1 Autres Transports

Ce secteur est le **premier émetteur** sur l'ensemble des polluants pris en compte dans le diagnostic de la CA du Grand Calais Terres et Mers pour l'année 2012. Il est notamment le principal émetteur **d'oxydes d'azote** du territoire. La localisation privilégiée de la ville de Calais a pour conséquence un **trafic maritime** important. Le port de Calais est la porte d'entrée du trafic Transmanche de ferries. Il est d'ailleurs mis en évidence sur les cartes de modélisation des concentrations en NO<sub>2</sub>.

Deux sources principales sont à l'origine des émissions de ce secteur :

- Le **transport maritime** et en particulier de voyageurs entraîne la majorité des émissions de **NOx**, de **SO<sub>2</sub>** et d'une partie des **particules PM10 et PM2.5**. Ces émissions sont dues principalement à la **combustion de fioul lourd** des navires.
- L'**abrasion** des freins notamment dans le domaine ferroviaire est responsable, quant à elle, du reste des émissions de **particules (PM10 et PM2.5)**.

**Axes de progrès** : La baisse des émissions de ce secteur passe avant tout par une réduction des émissions liées aux activités du port de Calais. Ainsi l'**électrification des navires**, lorsqu'ils sont à quai, peut constituer un axe de réflexion.



### 4.4.2 Industrie

L'**Industrie** constitue le **second émetteur** de la CA du Grand Calais Terres et Mers sur l'ensemble des polluants pris en compte dans le cadre de ce diagnostic. Il est le principal émetteur de **dioxyde de soufre** lié aux domaines des **industries de chimie inorganique** et des **biens d'équipements/construction** (inventaire des émissions 2012). La modélisation fine échelle des concentrations de SO<sub>2</sub> met en évidence le rôle de ce secteur avec la mise en relief de la zone industrielle des Dunes. Les émissions de **COVnM** sont, quant à elles, issues majoritairement de **l'utilisation de solvants**.

Comme mentionné précédemment, la fermeture d'une usine dans le domaine de la chimie inorganique devrait faire réduire de façon importante les émissions de ce secteur.

**Axes de progrès** : La baisse des émissions de ce secteur passe, entre autres, par l'amélioration technologique des procédés liés à l'industrie des biens d'équipements.

La **directive relative aux émissions industrielles** (IED) liste les meilleures techniques disponibles en matière de prévention et de réduction des polluants émis par les installations industrielles au sein de documents de référence appelés **BREF** (Best available techniques REFerence document). Enfin, la **sensibilisation des industriels** sur l'utilisation de solvants peut constituer une piste afin de réduire les émissions de COVnM, par la mise en place du SME (Système de Maîtrise des Emissions) et du PGS (Plan de Gestion des Solvants).



### 4.4.3 Transports Routiers

Ils constituent le **troisième secteur** émetteur sur l'ensemble des polluants réglementés dans le cadre du PCAET pour l'année 2012.

Trois principales sources sont à l'origine de l'ensemble des émissions de ce secteur :

- La **combustion de carburant** et en particulier du diesel entraîne la formation **d'oxydes d'azote** et d'une partie des émissions de particules **PM10 et PM2.5**.
- La **remise en suspension des particules** liée au passage des véhicules et à l'action mécanique du vent engendre une partie des émissions de **PM10 et PM2.5**.
- L'**abrasion** des pneumatiques, des freins et du revêtement des routes est à l'origine du reste des émissions de **particules**.

Il est à noter que le secteur des transports routiers arrive en première position des émetteurs de NOx pour les villes de Coquelles et de Marck pour l'année 2012, en raison de la **présence de l'autoroute A16**. Cette dernière présente d'ailleurs des **dépassements de la valeur limite en moyenne annuelle pour le NO<sub>2</sub>** sur la carte de modélisation fine échelle.

Les **poids lourds** sont les premiers émetteurs d'oxydes d'azote mais les seconds sur les émissions de particules. En effet, de nombreux poids lourds empruntent les routes du territoire du Grand Calais afin d'accéder au terminal transmanche ou au tunnel.

**Axes de progrès** : la baisse des émissions de polluants du secteur de **Transports Routiers** passe avant tout par la **réduction du nombre de véhicules en circulation** (particuliers, poids lourds, etc.) qui permettrait d'agir sur les trois sources émettrices. L'**amélioration technologique** associée au **renouvellement du parc automobile** sont des solutions à étudier afin d'améliorer les facteurs d'émissions des polluants. Enfin, le **changement de comportement des utilisateurs** qui passe, entre autres, par le biais de la réduction du nombre de kilomètres parcourus, de **l'utilisation plus prononcée des transports en commun**, constitue une piste d'action à ne pas négliger afin de réduire les émissions liées au secteur des Transports.



### 4.4.4 Résidentiel

Le secteur Résidentiel arrive en **quatrième position** des émetteurs de la CA du Grand Calais Terres et Mers pour l'année 2012. C'est le **premier émetteur de particules PM10 et PM2.5 et de de COVnM** du territoire.

Les émissions de ce secteur sont issues de **deux sources** principales :

- **L'utilisation du chauffage** et en particulier **d'appoint et individuel** est à l'origine de la majorité des émissions de **particules PM10 et PM2.5** et d'une partie des émissions de **COVnM**. Les **inserts** et les **foyers ouverts** sont les principaux modes d'utilisation émetteurs de ces polluants. D'un point de vue énergétique, le **bois de chauffage** (biomasse) constitue la principale source de combustion responsable des émissions de ce secteur, bien qu'elle ne soit que la quatrième source d'énergie consommée.
- **L'utilisation de solvants** comme les peintures est responsable, quant à elle du reste des émissions de **COVnM**.

**Axes de progrès** : la baisse des émissions du secteur Résidentiel passe avant tout par la **maîtrise et l'utilisation rationnelle de l'énergie**. La **rénovation énergétique** des bâtiments constitue une des principales pistes de baisse des émissions liées à l'utilisation de chauffage. La **sensibilisation** des particuliers pour une consommation raisonnée de l'énergie associée au **renouvellement des appareils de chauffage** constitue un levier d'action à étudier. Enfin, la **réduction de l'utilisation des solvants** peut permettre une diminution des émissions de COVnM de ce secteur.



#### 4.4.5 Agriculture

Le secteur **Agricole** constitue le **cinquième émetteur** de la CA du Grand Calais pour l'ensemble des polluants pris en compte dans le cadre de diagnostic.

C'est le principal émetteur d'**ammoniac** sur le territoire, en particulier sur les villes de Mark et Les Attaques. Les émissions de ce secteur sont principalement issues de **l'épandage d'engrais** sur les cultures ainsi que des **déjections animales** issues de l'élevage.

**Axes de progrès** : la **sensibilisation** des agriculteurs face à une utilisation responsable des engrais et une migration vers des **méthodes d'épandage plus respectueuses de l'environnement** constituent des solutions afin de réduire les émissions issues des cultures.

## CHAPITRE 5. DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE DU TERRITOIRE

## 5.1 Contexte climatique

### 5.1.1 Pourquoi réaliser une étude de la vulnérabilité du territoire aux changements climatiques

Chaque territoire est affecté spécifiquement par le changement climatique selon ses caractéristiques géographiques, économiques et sociales, et selon les impacts physiques locaux du changement climatique attendus. La vulnérabilité d'un territoire est définie par le GIEC comme le degré auquel il risque d'être affecté par des impacts négatifs du changement climatique sans pouvoir y faire face.

Les membres du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sont unanimes : « Le réchauffement du système climatique est sans équivoque » (rapport de synthèse du GIEC, 2007). Le changement climatique est déjà en cours et ses effets commencent à se manifester : « Une multitude de systèmes naturels sont touchés par les changements climatiques régionaux. » Le message des scientifiques ne laisse aucun doute sur le sens de ces évolutions, même s'il y a encore des incertitudes quant à leur ampleur.

En 2010, le ministère chargé de l'écologie a sollicité l'expertise de la communauté française des sciences du climat afin de produire une régionalisation des simulations climatiques globales à l'échelle de la France. En septembre 2014, un rapport, *Le climat de la France au XXI<sup>e</sup> siècle*, est venu préciser concrètement la hausse des températures attendues en France d'ici à la fin du siècle ainsi que les principales évolutions possibles par rapport à la moyenne observée au cours de la période 1976-2005.

Sans surprise, elle n'échappera pas au réchauffement climatique et la hausse des températures risque d'être plus importante que la moyenne planétaire. Plus chaude et plus pluvieuse dans les années à venir, la France devrait connaître des étés pouvant afficher jusqu'à 5°C supplémentaires d'ici à la fin du siècle et des épisodes climatiques extrêmes plus fréquents.

L'adaptation au changement climatique est devenue un enjeu majeur, faisant l'objet d'actions aux niveaux international (Cadre Mondial des Services Climatiques des Nations Unies), européen (Livre Blanc de l'Union Européenne) et français. Le Ministère de l'environnement coordonne les actions du pays, inscrites au Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC). Les différents ministères et services de l'Etat contribuent, dans leurs domaines de responsabilité, à l'impulsion et à la mise en œuvre des actions. Au niveau local, les collectivités territoriales s'impliquent dans l'adaptation de leurs territoires, notamment par le biais des Schémas Régionaux Climat Air Energie et des Plans Climat Air Energie Territoriaux.

Le GIEC évalue également comment le changement climatique se traduira à moyen et long terme. Il prévoit :

- Des phénomènes climatiques aggravés : l'évolution du climat modifie la fréquence, l'intensité, la répartition géographique et la durée des événements météorologiques extrêmes (tempêtes, inondations, sécheresses).
- Un bouleversement de nombreux écosystèmes : avec l'extinction de 20 à 30 % des espèces animales et végétales, et des conséquences importantes pour les implantations humaines.

- Des crises liées aux ressources alimentaires : dans de nombreuses parties du globe (Asie, Afrique, zones tropicales et subtropicales), les productions agricoles pourraient chuter, provoquant de graves crises alimentaires, sources de conflits et de migrations.
- Des dangers sanitaires : le changement climatique aura vraisemblablement des impacts directs sur le fonctionnement des écosystèmes et sur la transmission des maladies animales, susceptibles de présenter des éléments pathogènes potentiellement dangereux pour l'Homme.
- L'acidification des eaux : l'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone) dans l'atmosphère entraîne une plus forte concentration du CO<sub>2</sub> dans l'océan. En conséquence, l'eau de mer s'acidifie car au contact de l'eau, le CO<sub>2</sub> se transforme en acide carbonique. De 1751 à 2004, le pH (potentiel hydrogène) des eaux superficielles des océans a diminué de 8,25 à 8,14. Cette acidification représente un risque majeur pour les récifs coralliens et certains types de plancton menaçant l'équilibre de nombreux écosystèmes.
- Des déplacements de population : l'augmentation du niveau de la mer (26 à 98 cm d'ici 2100, selon les scénarios) devrait provoquer l'inondation de certaines zones côtières (notamment les deltas en Afrique et en Asie), voire la disparition de pays insulaires entiers (Maldives, Tuvalu), provoquant d'importantes migrations.

La publication récente du rapport spécial du GIEC précise la différence entre un monde avec une température moyenne augmentée de 1,5°C et un monde avec une température moyenne augmentée de 2°C.

Indicateur	1,5°C	2°C
Températures maximales sur Terre	+3°C	+4°C
Températures minimales sur Terre	+4,5°C	+6°C
Augmentation du niveau des océans		+10cm supplémentaires
Personnes impactées		10 millions de plus
Océan arctique libre de glace	Une fois par siècle	Une fois par décennie
Surfaces avec changement important d'écosystèmes	7%	13%
Surface de sols pouvant dégeler		+1,5 à 2,5 millions de km <sup>2</sup>
Perte des récifs coralliens	70%	99%
Personnes exposées à la pauvreté et aux inégalités		Plusieurs centaines de millions
Augmentation du stress hydrique		+50%

Tableau 14. Synthèse des différences entre les deux scénarios – sources : GIEC et APCC

## 5.1.2 Un climat qui continue de changer en France

### ■ Des températures à la hausse

En métropole, il est prévu une hausse des températures moyennes de 0,6°C à 1,3°C dès 2050, soit un niveau de réchauffement égal à celui qu'a connu la France entre 1901 et 2012.

Autrement dit, ce qui s'est passé en cent douze ans pourrait de nouveau se produire en trente-cinq seulement. La hausse est attendue entre 2,6°C et 5,3°C à l'horizon 2071-2100. La canicule enregistrée en 2003 deviendrait ainsi la norme un été sur deux.

En 2017, 4 vagues de chaleur enregistrées en France ont causé 474 décès et 8 000 passages aux urgences.<sup>20</sup>

### ■ Des précipitations en baisse

Selon le constat posé par l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC), à l'horizon 2080-2100, il pleuvra de plus en plus dans les régions Nord, de moins en moins dans les régions Sud mais les sécheresses augmenteront aussi bien au Nord qu'au Sud : « Quand on regarde l'évolution saison par saison, notamment en été, on constate que la quasi-totalité des modèles climatiques prévoit un assèchement sur l'ensemble du territoire français. C'est un point important : avec plus de précipitations annuelles, la moitié Nord en aura davantage en hiver mais moins en été, tandis que, pour les régions Sud, les quantités de précipitations diminueront quelle que soit la période de l'année. »

### ■ Des extrêmes plus marqués

Les jours très chauds (dépassant de 5°C la moyenne) vont être plus nombreux : de 36 aujourd'hui, ils passeraient vers 2030 à plus de 40 (scénario optimiste) ou à plus de 70 (scénario pessimiste). Dans le sud-est, cette hausse devrait être plus importante : vers 2090, on prévoit 80 jours très chauds supplémentaires par rapport à la moyenne actuelle.

Toutes les régions subiront des sécheresses estivales plus longues.

Les résultats restent incertains pour les pluies très intenses et les vents violents.

### ■ Des cours d'eaux perturbés

Les projections climatiques les plus vraisemblables font état :

- D'une diminution des débits moyens d'été et d'automne et de débits d'étiage plus précoces et plus prononcés ;
- D'une augmentation des débits d'hiver dans les Alpes et le sud-est ;
- D'une baisse du niveau des nappes ;
- De crues extrêmes sans changement significatif par rapport à la situation actuelle.

En janvier 2018, les crues ont provoqué 180 M€ de dégâts assurés en France<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> Source : PNACC 2

<sup>21</sup> Source : PNACC 2

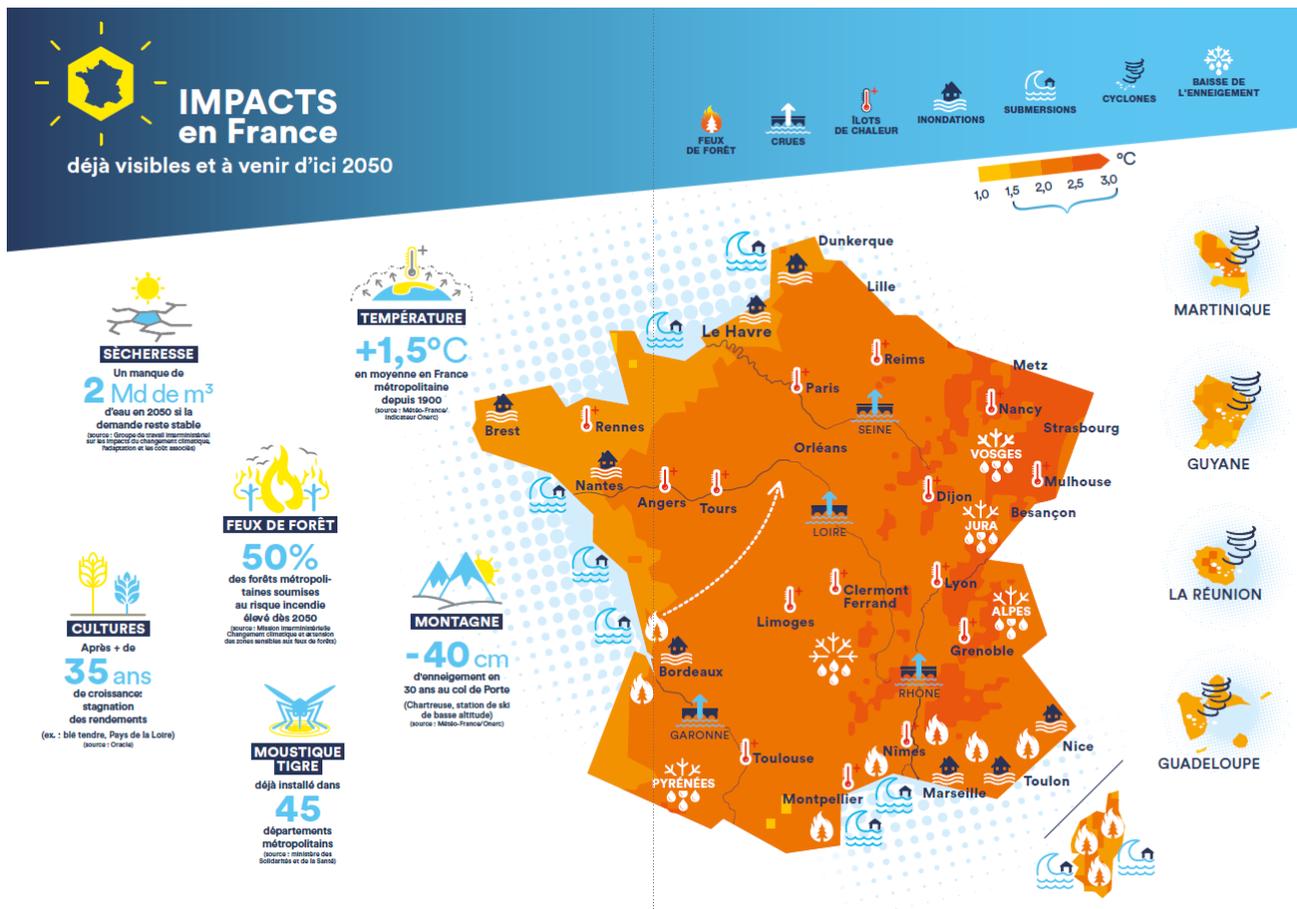


Figure 72. Impacts climatiques – source : ONERC - 2019

### 5.1.3 Au niveau local

Les Hauts-de-France jouissent globalement d'un climat tempéré d'influence océanique, c'est-à-dire avec des températures clémentes et des précipitations régulières. L'observatoire climat des Hauts-de-France indique que sur la période 1955-2016 en Hauts-de-France, la température moyenne s'est accrue de 1,75°C à Lille et 1,77°C à Saint-Quentin. Ainsi, alors que la tendance mondiale à l'élévation est de +0,22°C par décennie, elle apparaît plus rapide en région avec +0,29°C par décennie. Par ailleurs, on dénombre 10 des 15 records de températures moyennes régionales dans les 15 dernières années (il y a record à Lille si la moyenne annuelle est supérieure à 11,25°C).

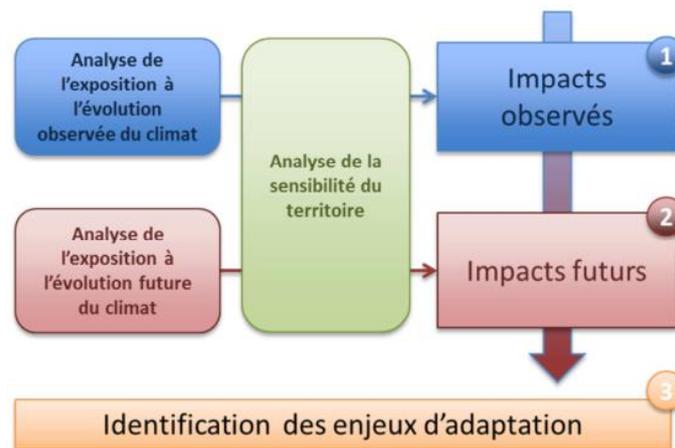
## 5.1.4 Méthodologie

A travers cette analyse de la vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique, La CA Grand Calais Terres et Mers souhaite initier une démarche prospective qui alimentera l'élaboration d'un plan d'actions pour une stratégie d'adaptation cohérente intégrant l'ensemble des enjeux sectoriels (eau, risques, ...) propres au territoire.

Cette approche est basée sur des analyses bibliographiques et des dires d'experts sur les connaissances actuelles des conséquences du changement climatique déjà observées, et projetées via la comparaison de scénarios prospectifs.

L'objectif est d'identifier les impacts du climat déjà observés sur le territoire afin d'estimer la dépendance du territoire au climat, pour ensuite croiser l'analyse du climat actuel et passé avec celle de la sensibilité.

Cela permettra d'identifier les principaux enjeux d'adaptation pour définir et mettre en œuvre une stratégie, destinée à adapter le territoire aux changements déjà observés et préparer le territoire aux changements à venir.



**Figure 73.** Méthodologie – source : Impact’Climat

Nous attirons votre attention sur les nombreuses incertitudes qui accompagnent l'évaluation des enjeux. L'exercice ne consiste en aucun cas à prévoir l'avenir mais à donner les éléments clés et les points de vigilance pour mieux anticiper les conséquences probables de l'évolution du climat sur le territoire de la CA Grand Calais.

### 5.1.4.1 Définitions

La méthode Impact'Climat s'appuie sur l'analyse de deux éléments déterminants : l'exposition et la sensibilité.

#### ■ Exposition

L'analyse de l'exposition évalue comment le climat se manifeste « physiquement » sur un espace géographique.

L'exposition correspond à la nature et au degré auxquels un système est exposé à des variations climatiques significatives (événements extrêmes, modification des moyennes climatiques...).

*Exemple : En cas de vague de chaleur, l'ensemble d'un territoire sera exposé aux fortes températures, l'exposition sera la même pour toute la population, tant pour les personnes fragiles que pour les plus résistants.*

#### ■ Sensibilité

L'analyse de la sensibilité du territoire au climat qualifie la proportion dans laquelle le territoire exposé est susceptible d'être affecté, favorablement ou défavorablement, par la manifestation d'un aléa.

Les impacts (parfois nommées « effets » ou « conséquences ») d'un aléa peuvent être directs (cas d'un aléa climatique, par exemple une modification des rendements agricoles liée à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (cas d'un aléa induit, par exemple des dommages causés par la fréquence accrue des inondations de zones côtières dues à l'élévation du niveau de la mer).

La sensibilité d'un territoire aux aléas climatiques est fonction de multiples paramètres : les activités économiques sur ce territoire, la densité de population, le profil démographique de ces populations... La sensibilité est inhérente aux caractéristiques physiques et humaines d'un territoire.

*Exemple : En cas de vague de chaleur, un territoire avec une population âgée sera plus sensible qu'un territoire avec une forte proportion de jeunes adultes.*

La sensibilité peut également dépendre des mesures déjà en place pour lutter contre les aléas ou leurs conséquences.

*Exemple : Un territoire ayant mis en place un plan Canicule, ou un dispositif de surveillance et d'aide aux personnes âgées en cas de fortes chaleurs, s'appuyant sur des acteurs mobilisés et une population bien informée, sera moins sensible qu'un territoire n'ayant pas fait ce travail.*

#### ■ Vulnérabilité

L'évaluation des impacts du changement climatique résulte du produit des notes de l'exposition et de la sensibilité.

L'adaptation au changement climatique renvoie aux initiatives et mesures mises en œuvre ou à développer pour permettre de réduire les impacts potentiels du changement climatique, soit en jouant sur l'exposition du territoire (par exemple construction de digues pour limiter l'exposition à la submersion marine), soit en jouant sur sa sensibilité (par exemple diversification des activités économiques).

### 5.1.4.2 Critères de notation

Pour apprécier l'exposition observée, on analysera en quoi le territoire est dépendant du climat, soit l'effet du climat actuel sur l'espace géographique via le recensement quantitatif des événements et tendances climatiques survenus par le passé (sources : études nationales et régionales sur le climat et les tendances climatiques, information sur les catastrophes naturelles). Au final, cette analyse attribue une note à l'exposition observée (de 1 à 3). Pour apprécier l'exposition future, on analysera les projections climatiques. L'objectif sera d'évaluer en quoi l'exposition observée sera modifiée par le changement climatique : sera-telle inférieure, égale ou supérieure à l'exposition actuelle ? Au final, cette analyse attribue une note à l'exposition future (de 1 à 4).

Niveau d'exposition	Fréquence des événements
0- Nul	Probabilité proche de zéro
1 - Faible	Peu probable, rare dans l'année
2 - Moyen	Arrive quelques fois dans l'année
3 - Fort	Se produit plusieurs fois par an
4 - Très fort	Se produit très fréquemment

On évalue ensuite la sensibilité à partir de la connaissance fine du territoire. Celle-ci est fondée sur l'analyse de l'expertise locale, de la presse et des archives locales et la mobilisation de la mémoire collective. Cette analyse s'appuiera aussi sur les indicateurs, rapports et travaux de recherche existants. Au final, cette analyse attribue une note à la sensibilité (de 1 à 4).

Niveau de sensibilité	Conséquences pour le territoire
1 - Faible	Peu d'incidences sanitaires et économiques, dure peu
2 - Moyen	Incidences sanitaires et économiques, dure un moment
3 - Fort	Grandes incidences sanitaires et économiques, dure longtemps
4 - Très fort	Très grandes incidences sanitaires et économiques, dure très longtemps

Enfin, on croise les deux tableaux pour analyser les impacts sur le territoire :

<b>Niveau d'exposition</b>	<b>Sensibilité</b>	<b>1 - Faible</b>	<b>2 - Moyen</b>	<b>3 - Fort</b>	<b>4 - Très fort</b>
<b>0- Nul</b>		Faible	Faible	Moyen	Moyen
<b>1 - Faible</b>		Faible	Moyen	Fort	Fort
<b>2 - Moyen</b>		Moyen	Fort	Fort	Très fort
<b>3 - Fort</b>		Moyen	Fort	Très fort	Très fort
<b>4 - Très fort</b>		Fort	Fort	Très fort	Très fort

## 5.2 Climat passé, présent et futur du territoire

### 5.2.1 Climat passé et présent

Source : Météo France

#### ■ Évolution de la température

Comme partout en France métropolitaine, le changement climatique est bien visible sur les températures dans la région Nord-Pas-de-Calais, avec une hausse marquée depuis les années 1980. Que ce soit pour les températures minimales ou les températures maximales, les tendances annuelles sur la période 1959-2009 avoisinent  $+0.3^{\circ}\text{C}$  par décennie. L'hiver, le printemps et l'été enregistrent un réchauffement un peu supérieur à  $+0.3^{\circ}\text{C}$  par décennie. En automne, la tendance observée est de l'ordre de  $+0.2^{\circ}\text{C}$  par décennie.

Les trois années les plus chaudes depuis 1959 en Nord-Pas-de-Calais, 2011, 2014 et 2017, ont été observées au XXI<sup>ème</sup> siècle.

Dans le même temps la température moyenne mondiale s'est élevée de  $1,36^{\circ}\text{C}$  - hors océan.

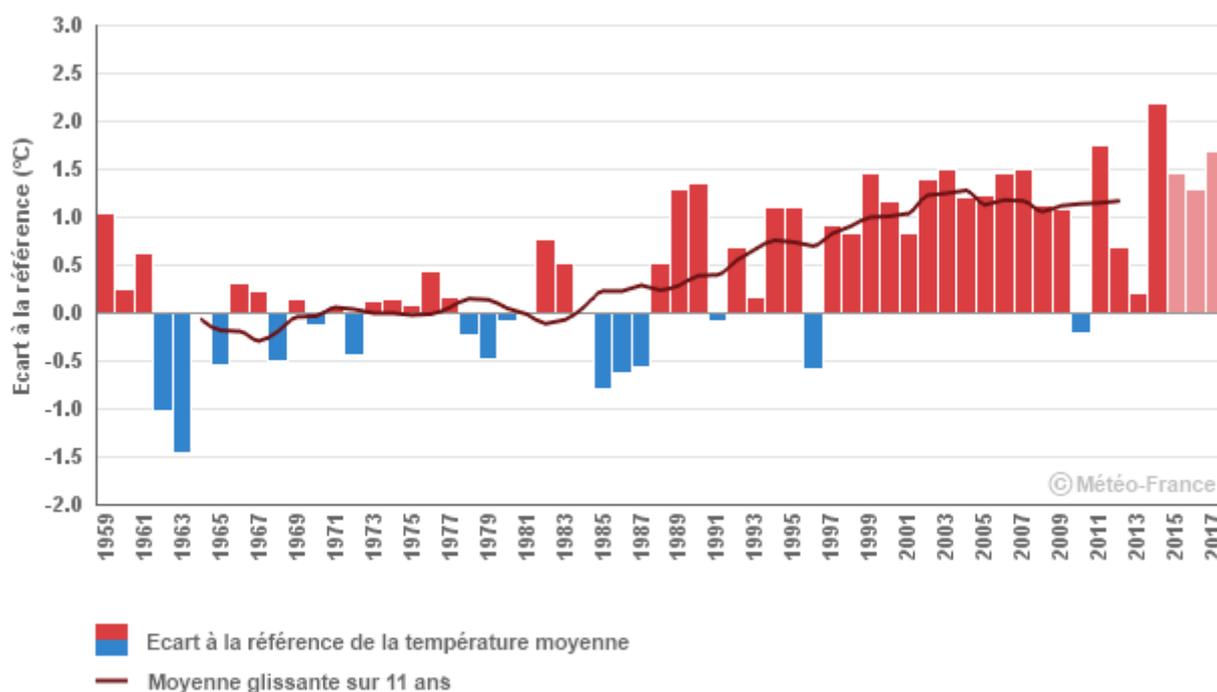


Figure 74. Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961 – 1990 – Boulogne sur Mer

## ■ Nombre de jours de gel

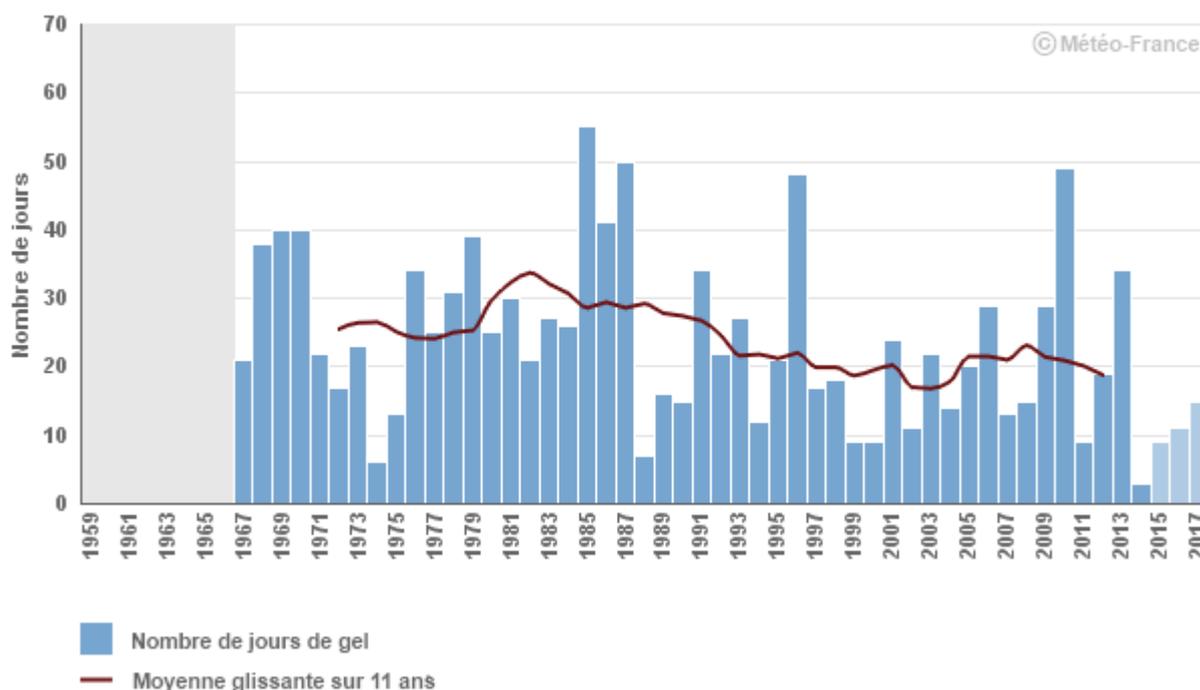
Le nombre annuel de jours de gel est très variable d'une année sur l'autre mais aussi selon les secteurs : les gelées sont en effet beaucoup moins fréquentes sur le littoral. En cohérence avec cette augmentation des températures, on compte depuis 1959 une diminution moyenne de 4 jours de gel par décennie.

En Hauts-de-France, le nombre de jours de gel annuel sur les 60 dernières années est variable selon les stations régionales.

Pour les zones littorales, le nombre moyen de jours de gel se situe entre 25 et 35 par an. Plus à l'intérieur des terres, le gel est en moyenne présent de 50 à 60 jours dans l'année (ex : Saint-Quentin). À Boulogne-sur-Mer, sur la période 1955-2016, on observe une baisse moyenne de 3,8 jours par décennie ; la projection de la tendance actuelle amène à la disparition des jours de gel en 2055. (Source : Observatoire du climat des Hauts-de-France)

Sur l'ensemble de la période 1961-2010, on constate une diminution de l'ordre de 3 à 4 jours de gel par décennie. Cette évolution est cohérente avec l'augmentation des températures minimales.

Sur toute la région, l'année 2014 a été l'année la moins gélive depuis 1959, devant 2002 et 2011.

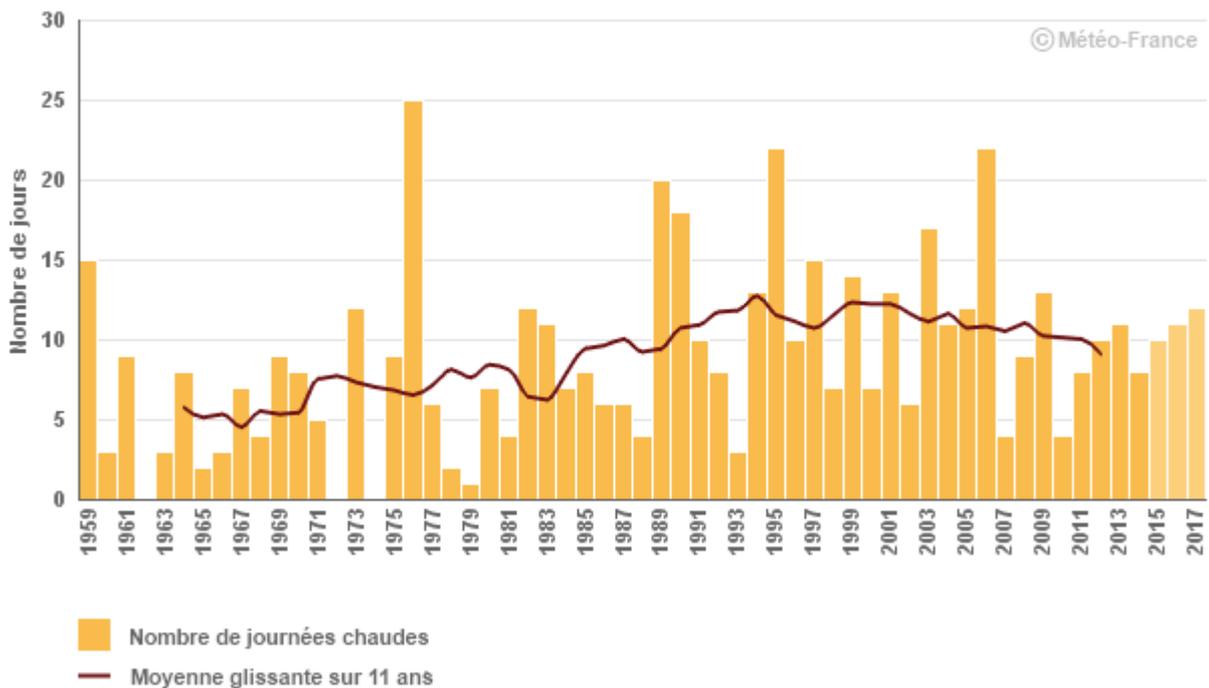


**Figure 75.** Nombre de jours de gel – Boulogne sur Mer

## ■ Journées chaudes

Dans le Nord-Pas-de-Calais, le nombre annuel de journées chaudes (températures maximales supérieures à 25°C) est très variable d'une année sur l'autre (de moins de 10 jours à plus de 50 jours). Sur la période 1961-2010, on observe une augmentation de l'ordre de 2 journées chaudes par décennie sur la côte et de 4 journées chaudes par décennie dans l'intérieur des terres.

1976 est l'année ayant connu le plus grand nombre de journées chaudes. Viennent ensuite 1983, 1985 et 2003.



**Figure 76.** Nombre de journées chaudes – Boulogne sur Mer

## ■ Sécheresse

L'analyse du pourcentage annuel de la surface touchée par la sécheresse des sols depuis 1959 permet d'identifier les années ayant connu les événements les plus sévères comme 1959, 1976 et 1990.

L'évolution de la moyenne décennale ne montre pas à ce jour d'augmentation nette de la surface des sécheresses.

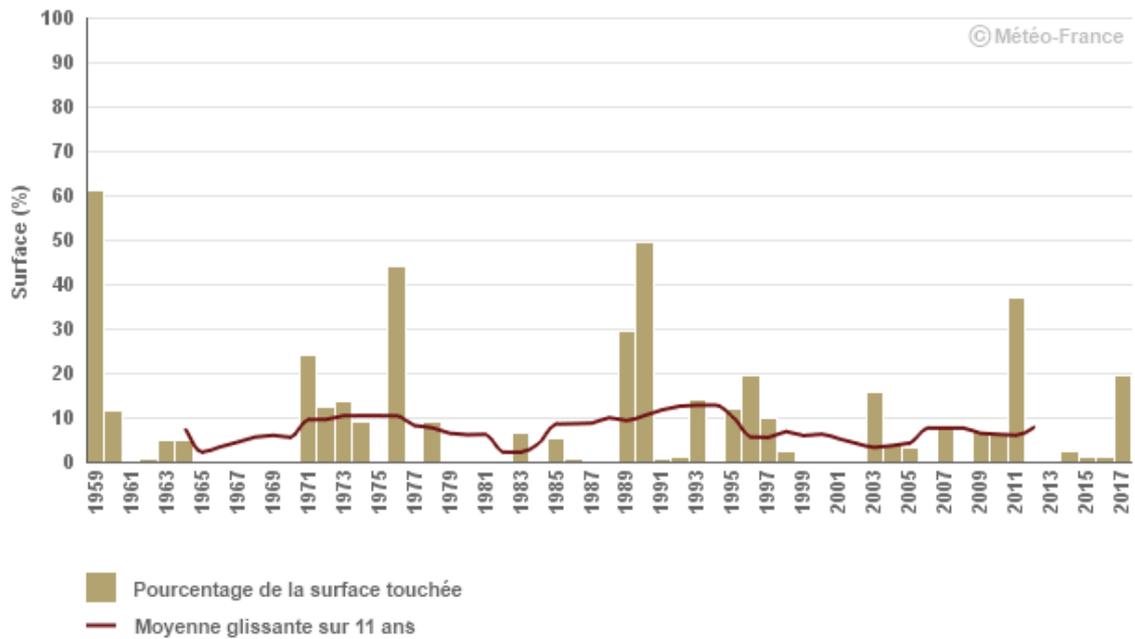
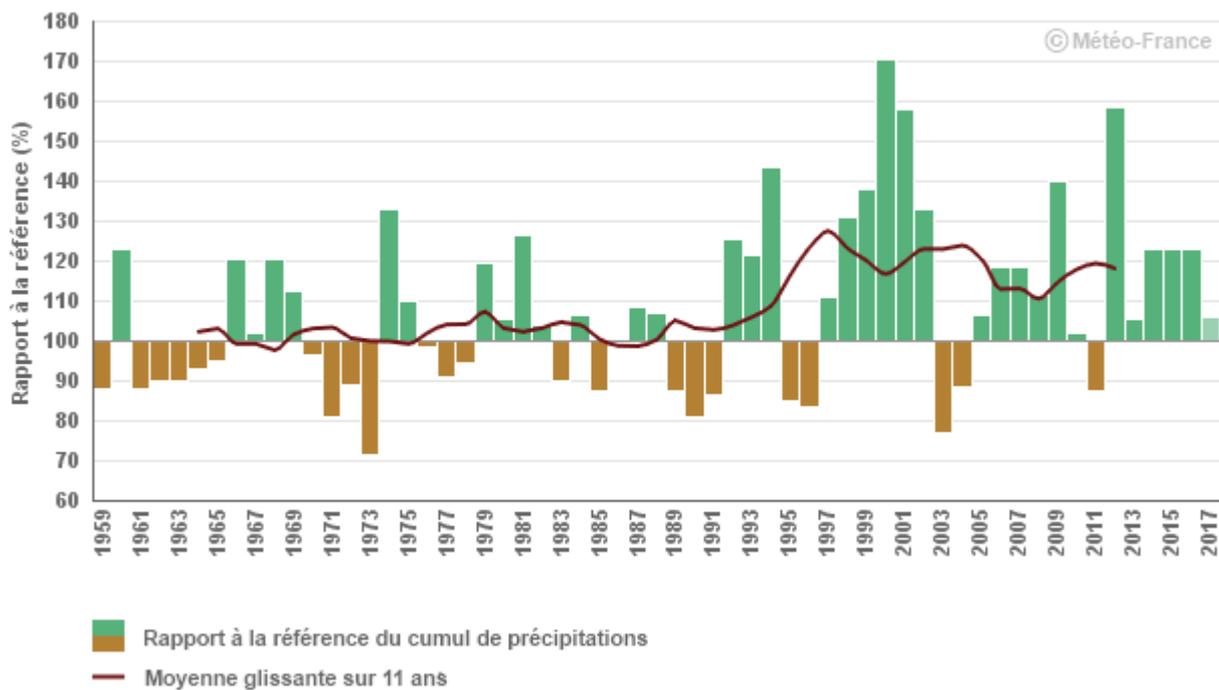


Figure 77. Sécheresse – Nord-Pas de Calais

## ■ Précipitations

En Nord-Pas-de-Calais, les précipitations annuelles présentent une augmentation des cumuls depuis 1959. Elles sont caractérisées par une grande variabilité d'une année sur l'autre.

Il est à noter que le nombre de jours de fortes pluies, c'est-à-dire avec des précipitations supérieures à 10 mm, est en hausse sur certaines stations des Hauts-de-France. À Boulogne-sur-Mer, cette tendance est significative avec +1,9 jour par décennie en moyenne sur la période 1955-2016. Cette variation est moins perceptible à l'intérieur des terres, sur les stations de Cambrai ou Saint-Quentin.



**Figure 78.** Cumul annuel de précipitations : rapport à la référence 1961-1990 – Boulogne sur Mer

## 5.2.2 Tendances du climat dans les décennies à venir

### 5.2.2.1 Une augmentation des températures

Les climatologues pensent que la température moyenne pourrait augmenter de 0,5 à 2°C d'ici 2050. Dans le pire scénario, la température moyenne pourrait augmenter de 2,5 à 3 degrés à l'horizon 2070-2100.

#### ■ Augmentation des températures moyennes

Selon les scénarios, on attend une augmentation de 1 à 1,4°C à l'horizon 2030, de 0.5 et 2°C en 2050 et de 2.5 à 3°C à l'horizon 2080 par rapport à la période de référence (1971 à 2000).

#### ■ Contrastes saisonniers

En fonction des scénarios, on devrait observer à l'horizon 2030 une augmentation des moyennes estivales de 1 à 1,2 °C, de 1,2 à 2°C à 2050 et de 2,2 à 5°C à 2080. L'été apparaît comme la saison la plus propice au réchauffement.

Pour la saison hivernale, les températures augmenteraient de 1,4 à 1,8°C à 2030, de 1,4 à 2,4°C à 2050 et de 2 à 3°C à 2080, selon les différents scénarios.

#### ■ Augmentation de la durée des périodes caniculaires

On parle de canicule lorsque l'amplitude thermique entre le jour et la nuit est faible pendant plus de 72 heures. Elle correspond à des températures nocturnes qui ne descendent pas au-dessous de 20°C et des températures diurnes qui montent au-dessus de 35°C durant la journée et pendant une durée supérieure à 3 jours.

Le nombre de jours caniculaires par période de 30 ans devrait évoluer de manière marquée. Par période de 30 ans, le territoire connaîtrait de 0 à 5 jours caniculaires à 2030, de 0 à 40 jours à 2050 et de 40 à 200 jours à 2080.

### 5.2.2.2 Peu d'évolution des précipitations annuelles mais un fort contraste saisonnier

#### ■ Des précipitations moyennes annuelles qui évoluent peu

D'après les scénarios, la moyenne annuelle des précipitations resterait stable et pourrait augmenter localement de 5 % à l'horizon 2030 et 2050, à l'horizon 2080 les précipitations pourraient baisser jusqu'à 10% par rapport à la période de référence (1971-2000).

Selon Météo France, "il y aura peu d'évolution des précipitations annuelles au XXIe siècle, mais cette absence de changement en moyenne annuelle masque cependant des contrastes saisonniers."

En région des Hauts-de-France, la zone entre Saint-Omer, Calais et Dunkerque pourrait être particulièrement concernée, si les pluies plus fortes (+20 à +40% d'ici 2050) se conjuguent à hausse du niveau de la mer (+30 à 80 cm d'ici 2050).

## ■ Contrastes saisonniers

En hiver, selon les scénarios, pour les horizons 2030 et 2050, les précipitations pourraient augmenter de 5 à 10%. A 2080, les précipitations pourraient retourner au niveau de la période de référence ou baisser de 5% selon les scénarios envisagés. En période estivale en revanche, le régime pluviométrique pourrait osciller entre une situation stable par rapport à la référence et une baisse de 5% à 2030 voire de 10% à 2050. La baisse des précipitations serait de 5 à 15% à 2080.

Quant au nombre de jours où les précipitations atteignent 10 millimètres, il resterait stable.

Cependant localement, une hausse sensible de 5 à 10% par rapport à la référence se produirait vers 2030 et jusqu'à 15% à 2050 selon les différents scénarios. A 2080, cette tendance à la hausse se maintiendrait mais pourrait aussi s'inverser, revenant à la situation de référence, voire jusqu'à une baisse de 5% de jours de pluie à 10 mm, selon les différents scénarios.

## ■ Allongement des périodes de sécheresses

Le pourcentage de temps passé en état de sécheresse augmentera au cours du XXI e siècle.

Selon les différents scénarios, à l'horizon 2030, il serait compris entre 15 et 30% sur une période de 30 ans, entre 35 et 60% à 2050 et entre 50 et plus de 80% du temps à 2080.

Les analogues climatiques constituent une manière intéressante de rendre concrètes les perspectives des changements climatiques. Il s'agit d'associer un premier lieu géographique dont le climat tendrait à évoluer vers le climat actuel d'un second.

Ainsi, selon le scénario le plus optimiste en termes d'émissions de gaz à effet de serre ("RCP 2.6"), le climat de Lille en 2080 serait proche de l'actuel climat d'Angers. Au même horizon mais selon des scénarios plus émissifs ("RCP 8"), il pourrait tendre vers le climat de Toulouse ou de Carcassonne.

## 5.2.3 Climat futur – les scénarios d'évolution climatique sur le territoire

Le projet Drias a été mené en associant la Direction de la Climatologie de Météo-France et les laboratoires de recherche sur le climat (CERFACS, CNRM, IPSL), pour combiner l'expertise en production climatologique et sciences du climat.

L'emploi de scénarios climatiques n'est pas chose aisée et suppose d'aborder des futurs scénarisés, de gérer des incertitudes nombreuses qui entourent un signal robuste. Le service Drias permet de vulgariser les scénarios de projection du climat en croisant les éléments suivants :

- Les scénarios d'émission
- Les modèles climatiques
- Les méthodes de régionalisation
- Les méthodes de correction de biais
- La prise en compte des incertitudes

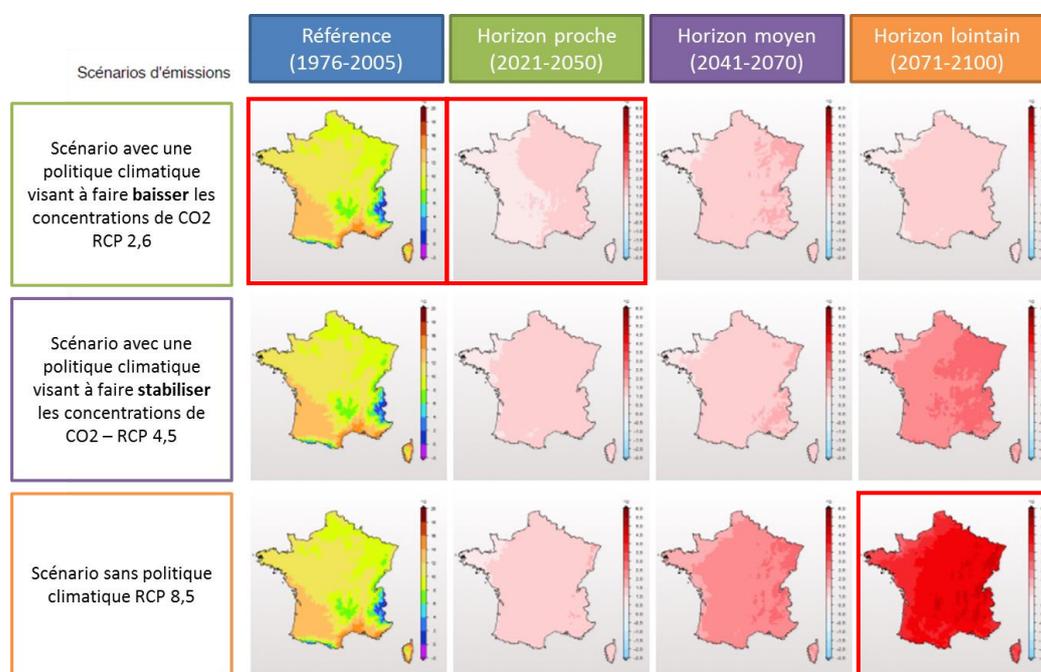


Figure 79. Scénarios de référence de la DRIAS

Les résultats mettent en évidence pour les trois scénarios RCP une augmentation de la température moyenne annuelle au cours des prochaines décennies sur le territoire métropolitain, pour les trois horizons considérés. Il est important de signaler que cette augmentation est croissante pour les scénarios RCP4.5 et RCP8.5, mais pas pour le scénario RCP2.6 (scénario qui prend en compte les effets de politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre susceptibles de limiter le réchauffement planétaire à 2°C) pour lequel le réchauffement se stabilise, voir diminue en fin de siècle par rapport à l'horizon à moyen terme.

L'augmentation moyenne pour le milieu du XXIème siècle est comprise entre 1 et 2°C pour les régions d'influence Atlantique et Méditerranéenne, et entre 2 et 3°C pour les territoires plus continentaux. En ce qui concerne la fin du XXIe siècle, les résultats présentent pour le scénario le plus pessimiste (RCP8.5), une augmentation moyenne annuelle comprise entre 3 et 4°C pour la façade nord-ouest, et entre 4 et 5 °C pour le reste du territoire.

### 5.2.3.1 Evolution de la température

Dans le présent plan climat, 5 indicateurs de suivi proposés par le portail DRIAS ont été choisis pour suivre les évolutions de la température. Ils permettent de comparer les effets de certaines politiques (scénarios RCP2.6 et RCP8.5) sur plusieurs horizons (proche – 2021-2050, et lointain – 2071 – 2100). Le trait est volontairement noirci en comparant le pire scénario à l’horizon lointain au scénario le plus optimiste à court terme.

#### ■ Température moyenne quotidienne

Selon le scénario RCP2.6, qui vise à faire baisser les concentrations de gaz à effet de serre, on pourrait connaître à long terme (2100) une légère stabilisation des températures. En revanche, avec le scénario RCP4.5 qui vise une stabilisation des concentrations de CO<sub>2</sub>, on constate une augmentation des températures moyennes. En France, sur la moitié nord, on passe d’une température moyenne située entre 8 et 12°C à des températures moyennes de 12 à 16°C en 2100 selon le scénario le plus pessimiste.

Pour le territoire de Grand Calais Terres et Mers selon le scénario le plus optimiste la température moyenne serait de 11.43°C et 13.78°C en moyenne dans le pire scénario.

Grand Calais Terres et Mers	
<b>Période de Référence (1976-2005)</b>	10,42°C
<b>Scénario visant à faire baisser les concentrations en CO<sub>2</sub> (RCP2.6) Horizon proche (2021-2050)</b>	11,43°C
<b>Scénario sans politique climatique (RCP8.5) Horizon lointain (2071-2100)</b>	13,78°C

Tableau 15. Prospectives de température moyenne annuelle

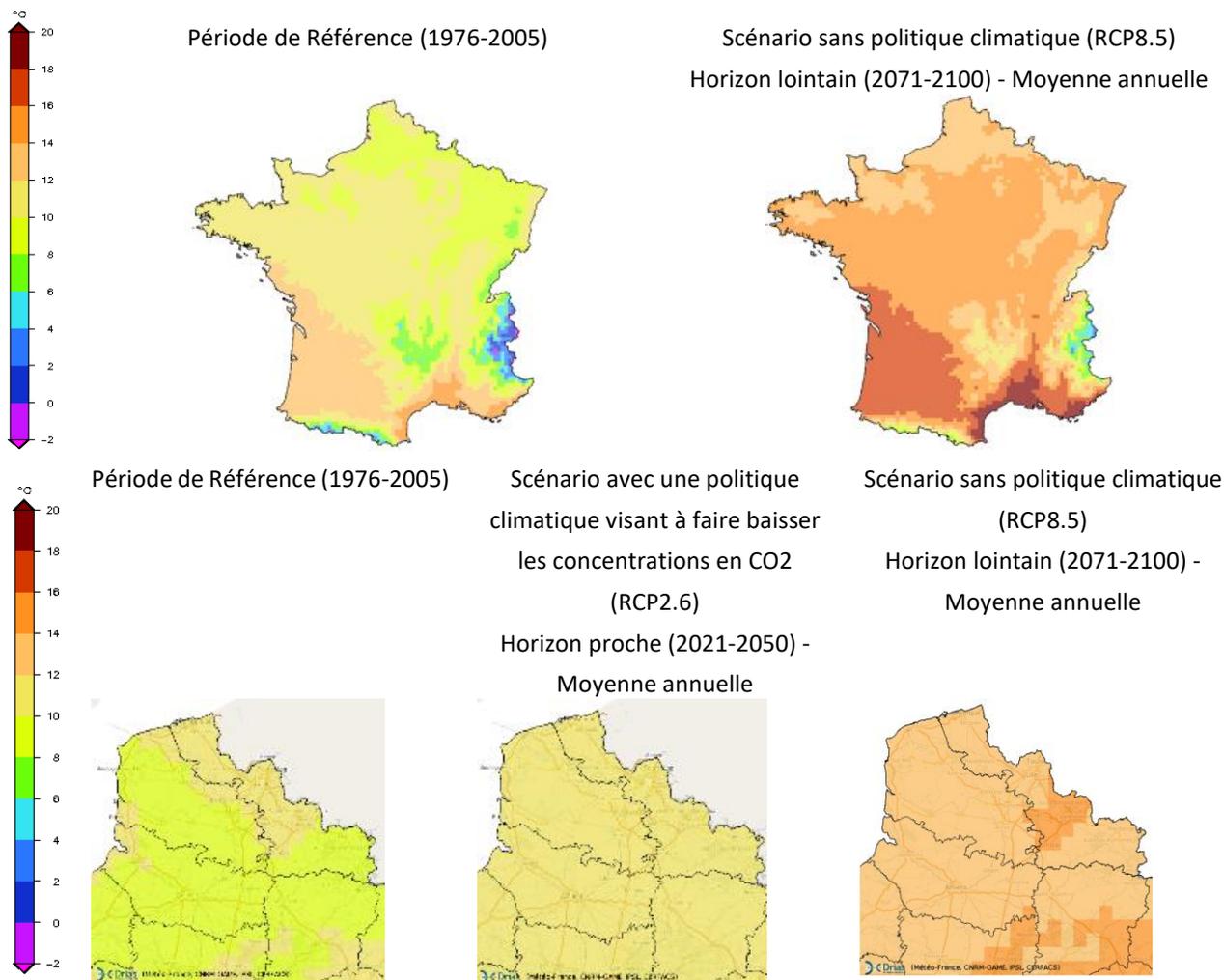


Figure 80. Température moyenne annuelle

## ■ Nombre de journées d'été (température maximale >25°C)

Sur le territoire national, la côte littorale de la Manche et les reliefs ont en moyenne un nombre de journées d'été chaudes dont la température maximale est supérieure à 25°C plus faible que sur le reste du continent.

Sur le territoire, il pourrait y avoir jusqu'à plus de 26 jours avec une température supérieure à 25°C, selon le pire scénario, contre 5 jours avec une température supérieure à 25°C sur la période de référence.

Grand Calais Terres et Mers	
Période de Référence (1976-2005)	5
Scénario visant à faire baisser les concentrations en CO2 (RCP2.6) Horizon proche (2021-2050)	8
Scénario sans politique climatique (RCP8.5) Horizon lointain (2071-2100)	26

Tableau 16. Prospectives de nombre de journées d'été

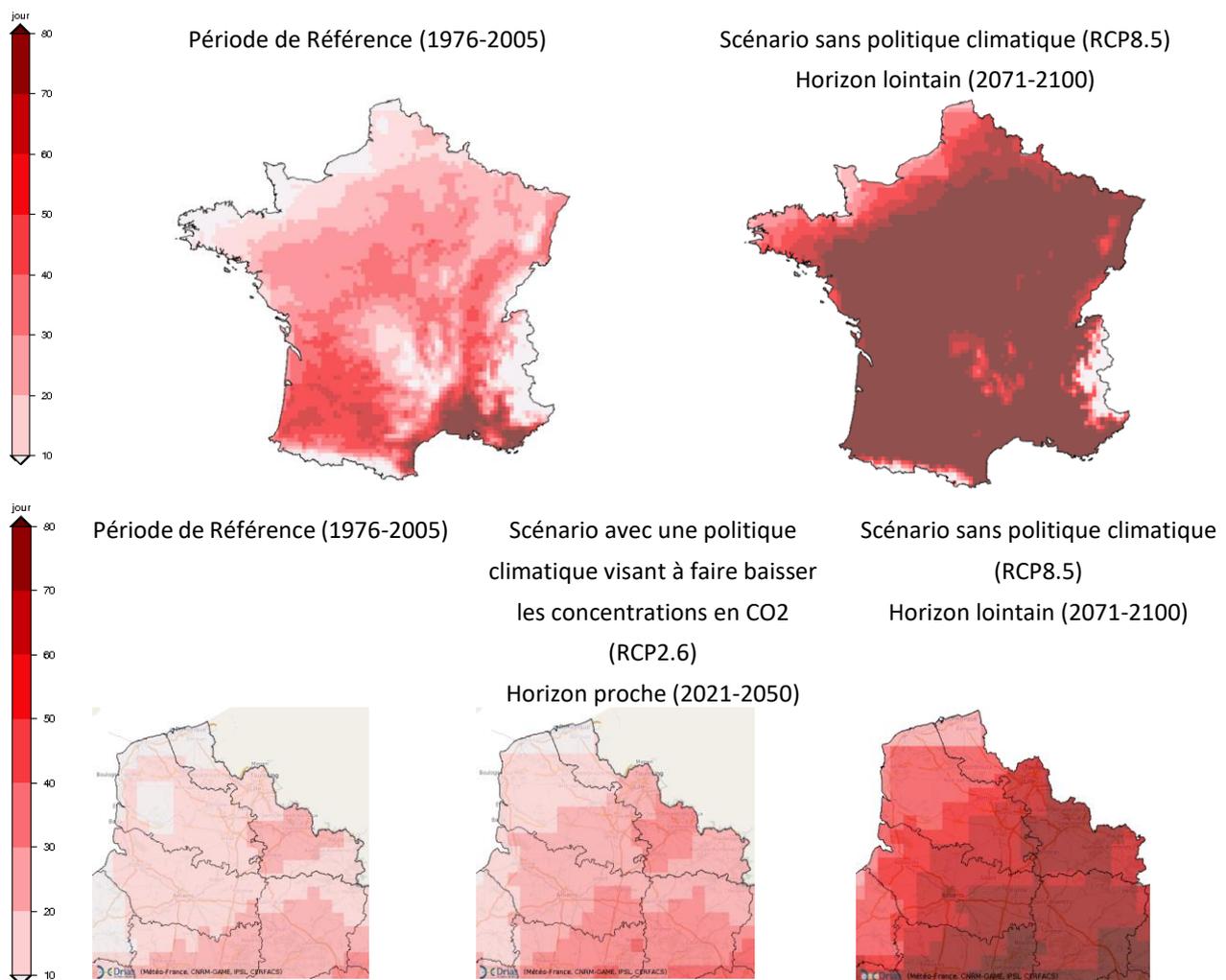


Figure 81. Nombre de journées d'été (température maximale >25°C)

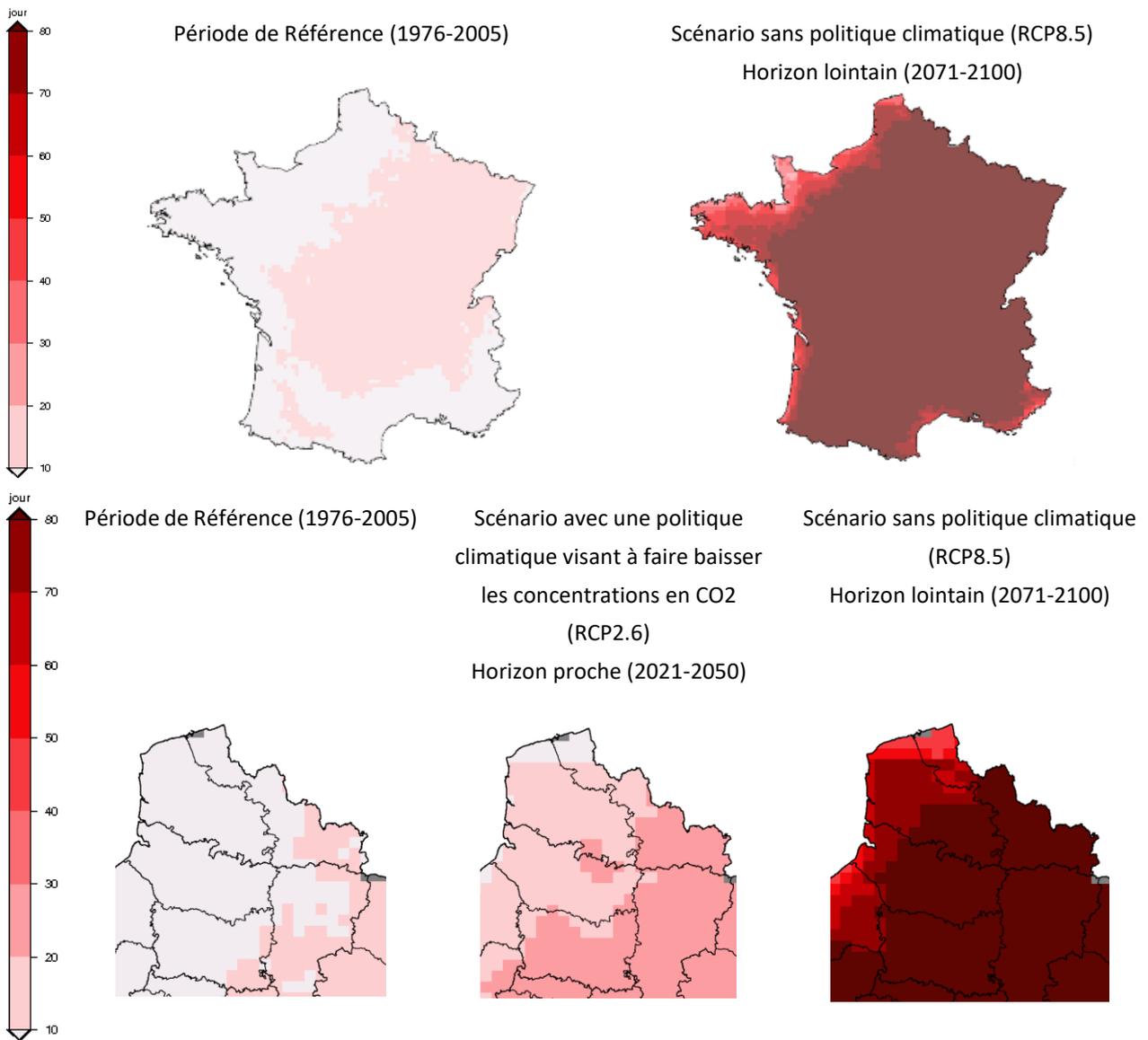
## ■ Nombre de jours de vague de chaleur (température maximale supérieure de plus de 5°C à la normale pendant au moins 5 jours consécutifs)

Aujourd'hui, en France on compte en moyenne entre 5 et 10 jours de vague de chaleur par an avec une moyenne légèrement plus élevée sur les territoires où le climat est continental. En revanche, selon le scénario le plus pessimiste RCP8.5, pour 2100, l'ensemble du territoire français devrait connaître plus de 100 jours de vagues de chaleur, hormis la côte littorale qui, selon les modèles, devrait connaître en moyenne entre 20 et 50 jours de vagues de chaleur.

En fonction des modèles climatiques, le territoire de Grand Calais Terres et Mers aura en moyenne entre 10 et 50 jours de vagues de chaleur. Néanmoins, selon le scénario le plus optimiste RCP2.6 qui vise à baisser les concentrations de CO<sub>2</sub>, la répercussion est moindre, avec 8 jours de vagues de chaleur par an. Selon le scénario sans politique climatique, le territoire subirait 47 jours de vagues de chaleur en moyenne par an.

Grand Calais Terres et Mers	
Période de Référence (1976-2005)	4
Scénario visant à faire baisser les concentrations en CO <sub>2</sub> (RCP2.6) Horizon proche (2021-2050)	8
Scénario sans politique climatique (RCP8.5) Horizon lointain (2071-2100)	47

Tableau 17. Prospectives de nombre de jours de vague de chaleur



**Figure 82.** Nombre de jours de vague de chaleur

## ■ Nombre de jours de gel (température minimale $\leq 0^{\circ}\text{C}$ )

En France, selon le scénario de référence, le nombre de jours de gel ( $T^{\circ}\text{C} < 0^{\circ}\text{C}$ ) est supérieur à 100 jours dans les régions montagneuses, inférieur à 10 jours sur les côtes et compris entre 20 et 60 jours dans les terres. D'après le scénario le plus pessimiste RCP8.5, pour 2100, le nombre de jours de gel devrait baisser sur tout le continent, seules des régions de hautes montagnes dans les Alpes et les Pyrénées continueraient à connaître un nombre de jours de gel supérieur à 100.

Sur la période de référence, le territoire a connu en moyenne une vingtaine de jours de gel par an. Du point de vue du scénario pessimiste, en 2100, le territoire aurait 5 jours de gel par an.

Grand Calais Terres et Mers	
Période de Référence (1976-2005)	22
Scénario visant à faire baisser les concentrations en CO2 (RCP2.6) Horizon proche (2021-2050)	16
Scénario sans politique climatique (RCP8.5) Horizon lointain (2071-2100)	5

Tableau 18. Perspectives de nombre de jours de gel

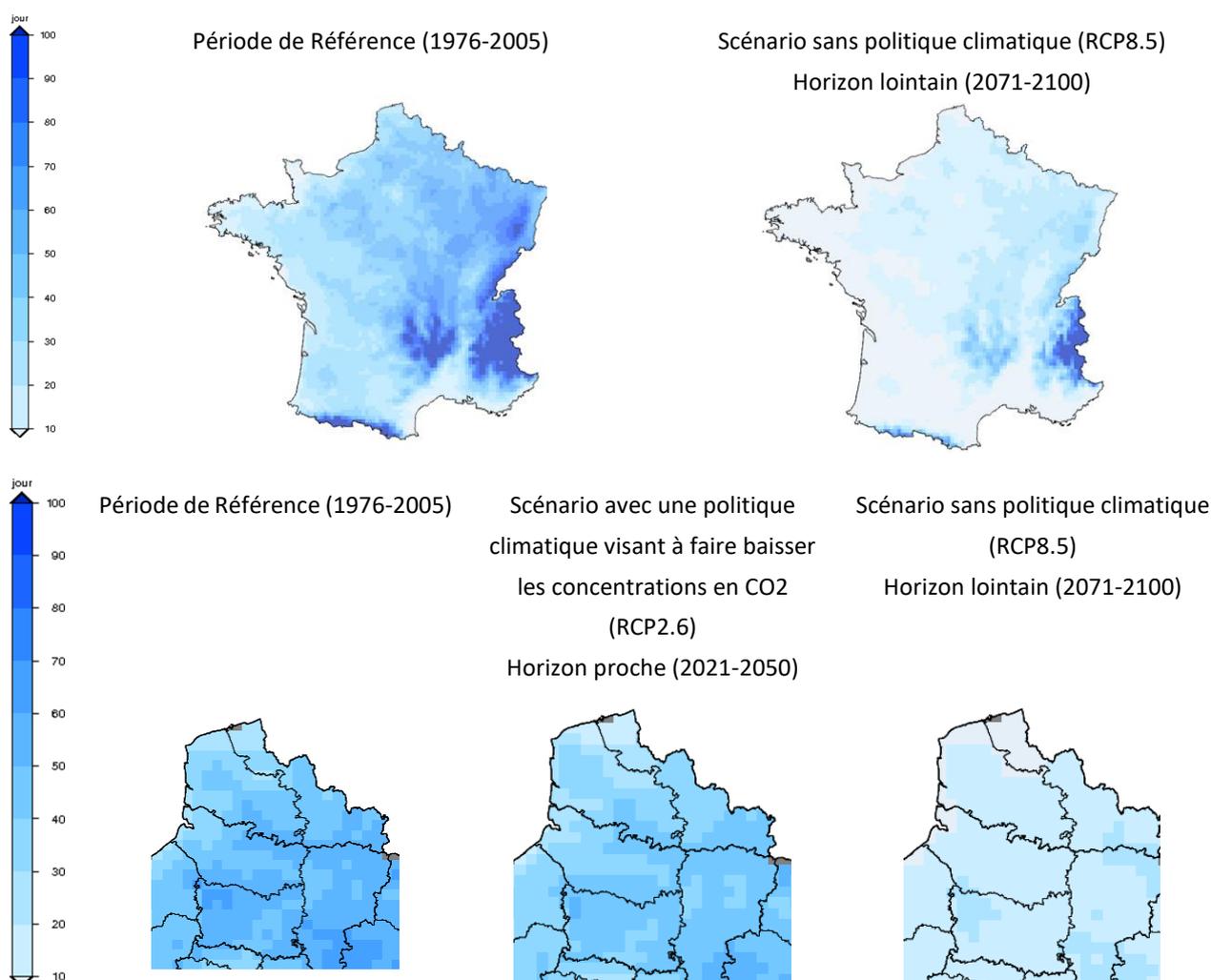


Figure 83. Nombre de jours de gel (température minimale  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ )

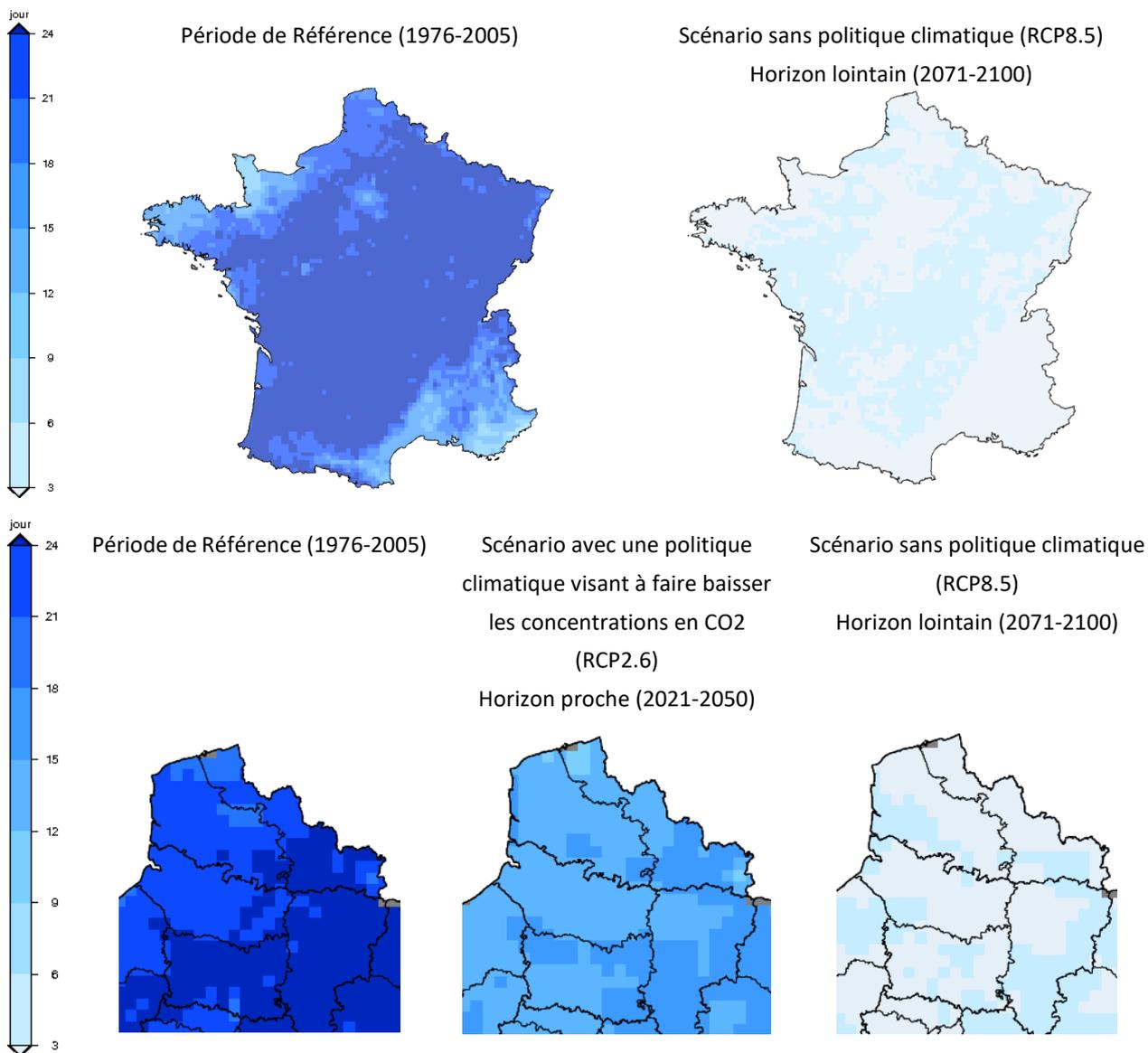
## ■ Nombre de jours anormalement froids (température minimale inférieure de plus de 5°C à la normale)

Selon le scénario de référence, dans la majorité des régions Françaises le nombre de jours anormalement froids est compris entre 25 et 30 jours. Les côtes de la Manche ainsi que la région Parisienne et le sud-est de la France ont connu en moyenne 10 jours anormalement froids. D'après le scénario le plus pessimiste RCP 8.5, en 2100, la France connaîtrait seulement moins de 5 jours anormalement froids.

Le territoire de grand Calais Terres et Mers compte 20 jours anormalement froids pendant la période de référence. D'après le scénario visant à faire baisser les concentrations en CO<sub>2</sub>, il en perd environ 7 pour atteindre en moyenne 13 jours anormalement froids. Dans le cas du scénario le plus pessimiste, le territoire en connaîtrait environ 2 jours par an à l'horizon lointain.

Grand Calais Terres et Mers	
Période de Référence (1976-2005)	20
Scénario visant à faire baisser les concentrations en CO <sub>2</sub> (RCP2.6) Horizon proche (2021-2050)	13
Scénario sans politique climatique (RCP8.5) Horizon lointain (2071-2100)	2

Tableau 19. Perspectives de nombre de jours anormalement froids



**Figure 84.** Nombre de jours anormalement froids

## Synthèse

Le territoire de Grand Calais Terres et Mers connaîtra une augmentation du nombre de journée d'été chaudes et du nombre de jours de vagues de chaleur, pour atteindre en moyenne 10 jours, dans le cadre où une politique climatique a été mise en place pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (scénario très optimiste). Les hivers seront plus doux avec une diminution du nombre de jours de gel. Le nombre de jours anormalement froids (température minimale inférieure à la normale de plus de 5°C) passe à 13 d'ici 2050 dans un scénario à visant à faire baisser les concentrations en CO<sub>2</sub>.

En revanche, selon le scénario pessimiste, le territoire peut radicalement changer de climat, avec près de 40 jours de vagues de chaleur supplémentaires, et une forte réduction du nombre de jours de gel. La proximité du territoire avec le littoral, tempère ce changement comparé aux régions plus continentales de France.

	<b>Période de Référence</b> (1976-2005)	<b>Scénario optimiste</b> Horizon proche (2021-2050)	<b>Scénario pessimiste</b> Horizon lointain (2071-2100)
<b>Température moyenne</b>	10,42	11,43°C (+1,01°C)	13,78°C (+3,36°C)
<b>Nombre de journées d'été</b>	5	8 (+3)	26 (+21)
<b>Nombre de jours de vague de chaleur</b>	4	8 (+4)	47 (+43)
<b>Nombre de jours de gel</b>	22	16 (-6)	5 (-17)
<b>Nombre de jours anormalement froids</b>	20	13 (-7)	2 (-18)

Tableau 20. Synthèse des évolutions des 5 indicateurs

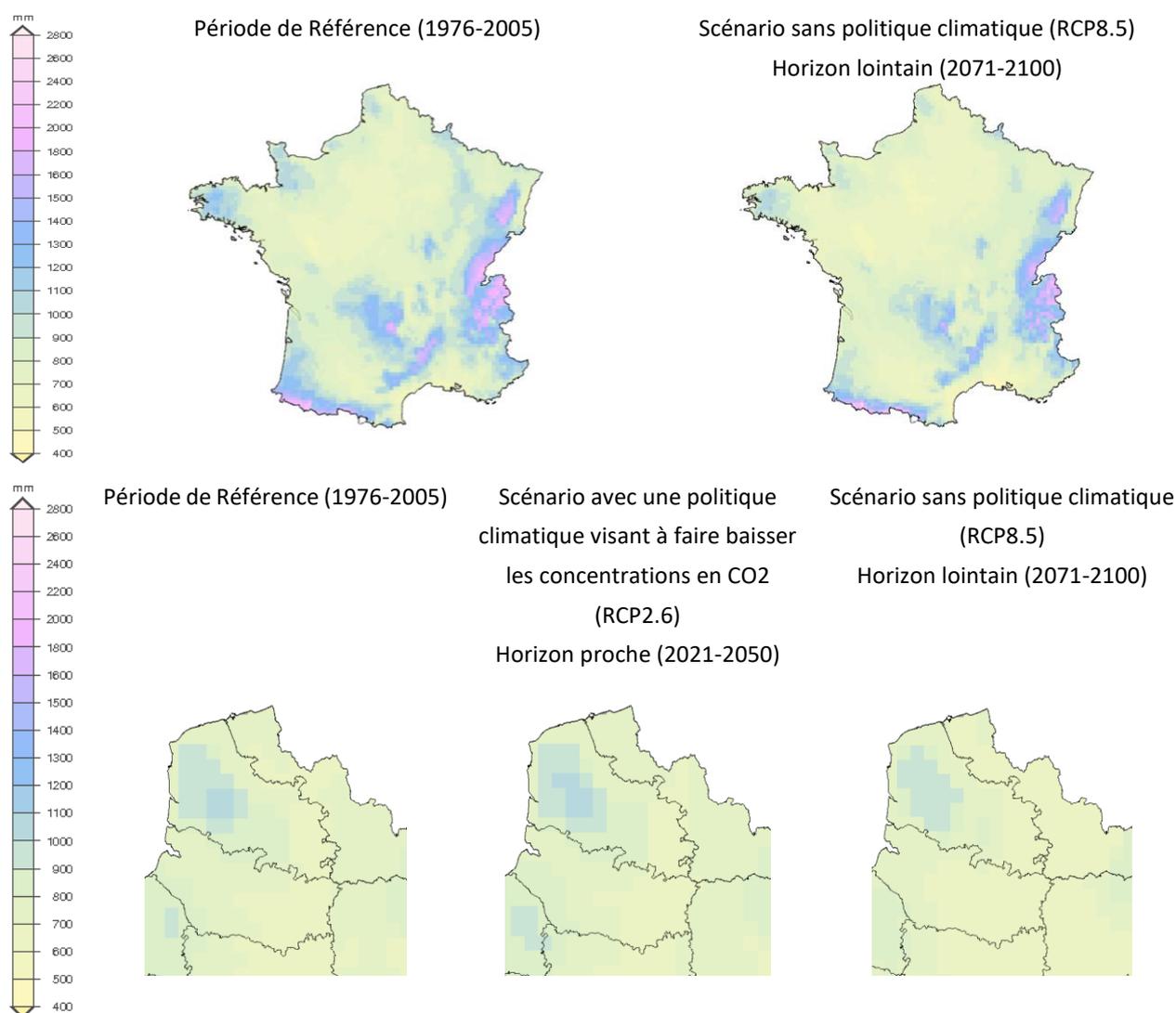
### 5.2.3.2 Evolution de la pluviométrie

Dans le présent plan climat, 4 indicateurs de suivi proposés par le portail DRIAS ont été choisis pour suivre les évolutions de la pluviométrie.

#### ■ Cumul de précipitations

Sur le territoire Français, les zones ayant des cumuls annuels de précipitation les plus importants sont situés sur les côtes de la Manche et les reliefs tels que les Pyrénées, les Alpes, le Jura ou le Massif Central. Avec un cumul pouvant atteindre entre 1600 et 2000 mm par an en altitude et 1000 à 1200 mm annuel sur le littoral de la Manche. En outre, les moyennes annuelles des précipitations évolueront peu jusqu'en 2100. Néanmoins, les scientifiques prédisent des variations saisonnières plus contrastées.

Sur le territoire du Grand Calais Terres et Mers, le cumul moyen annuel est d'environ 750 mm. Selon le scénario optimiste, la tendance serait à la stabilisation des cumuls des précipitations. Selon le scénario sans politique climatique à horizon 2050 le cumul diminuerait de 25 mm.



Grand Calais Terres et Mers	
<b>Période de Référence (1976-2005)</b>	750
<b>Scénario visant à faire baisser les concentrations en CO2 (RCP2.6)</b> <b>Horizon proche (2021-2050)</b>	756
<b>Scénario sans politique climatique (RCP8.5)</b> <b>Horizon lointain (2071-2100)</b>	724

Tableau 21. Prospectives du cumul de précipitations (mm)

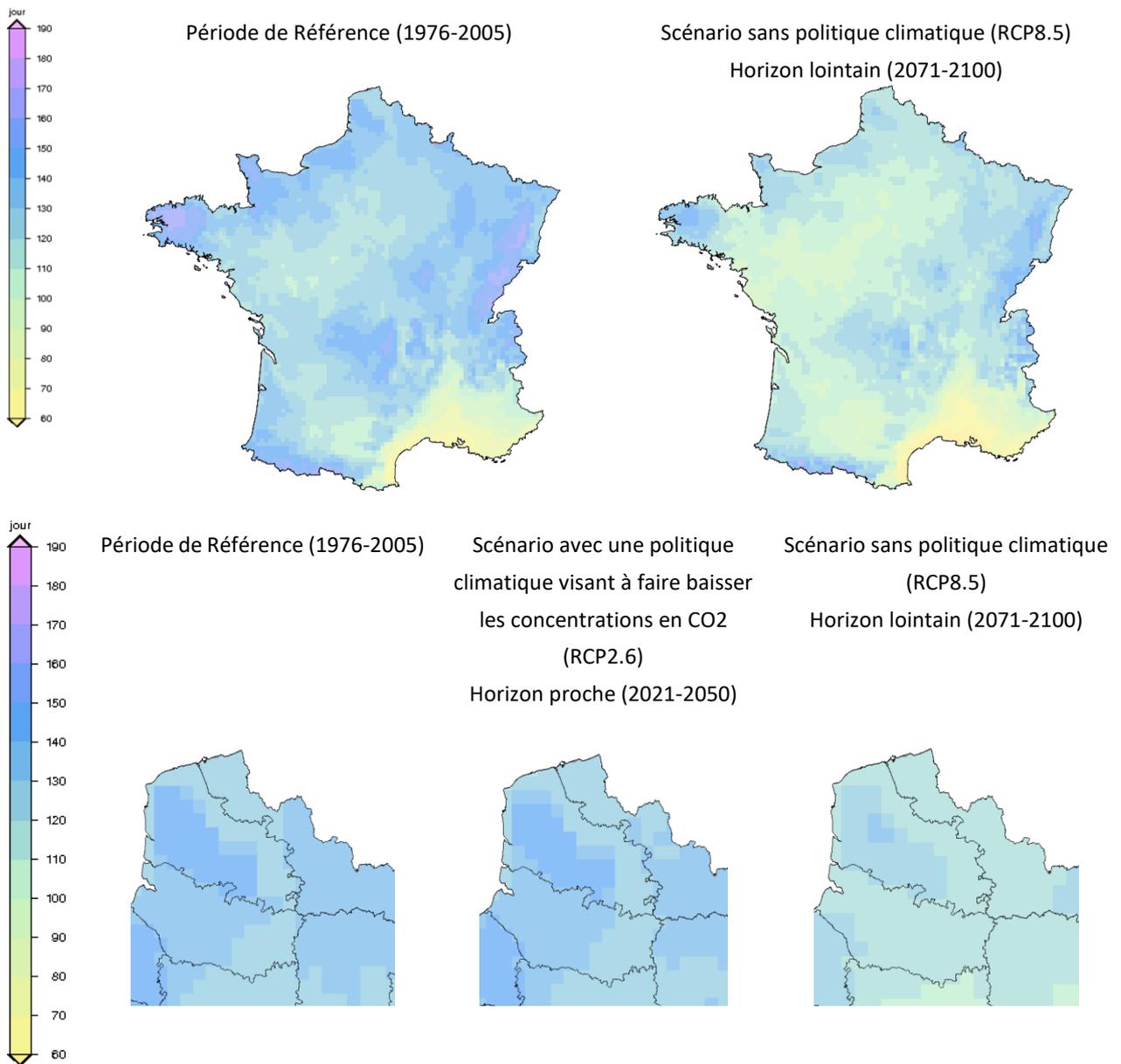
### ■ Nombre de jours de pluie (cumul de précipitations $\geq 1$ mm)

En moyenne, sur une année, l'évolution du nombre de jours de pluie n'est pas prégnante sur le territoire d'étude.

En revanche, sur le territoire national, les scénarios prédisent une diminution du nombre de jours de pluie de la région parisienne aux Pays de la Loire.

Grand Calais Terres et Mers	
<b>Période de Référence (1976-2005)</b>	123
Hiver	33
Printemps	27
Été	26
Automne	35
<b>Scénario visant à faire baisser les concentrations en CO2 (RCP2.6)</b> <b>Horizon proche (2021-2050)</b>	119
Hiver	33
Printemps	28
Été	24
Automne	33
<b>Scénario sans politique climatique (RCP8.5)</b> <b>Horizon lointain (2071-2100)</b>	110
Hiver	36
Printemps	27
Été	17
Automne	28

Tableau 22. Prospectives du nombre de jours de pluie



**Figure 86.** Nombre de jours de pluie

## ■ Nombre de jours de fortes précipitations (cumul de précipitations $\geq 20$ mm)

Selon les scénarios climatiques, le territoire français et la CA Grand Calais Terres et Mers ne connaîtront pas une évolution importante du nombre de jours de fortes précipitations en 2100, la moyenne est estimée à 5 jours.

Les régions dont le relief montagneux est important connaissent un nombre de jours de fortes précipitations plus élevé que dans le reste de la métropole.

Grand Calais Terres et Mers	
Période de Référence (1976-2005)	4
Scénario visant à faire baisser les concentrations en CO2 (RCP2.6) Horizon proche (2021-2050)	5
Scénario sans politique climatique (RCP8.5) Horizon lointain (2071-2100)	5

Tableau 23. Prospectives du nombre de jours de fortes précipitations

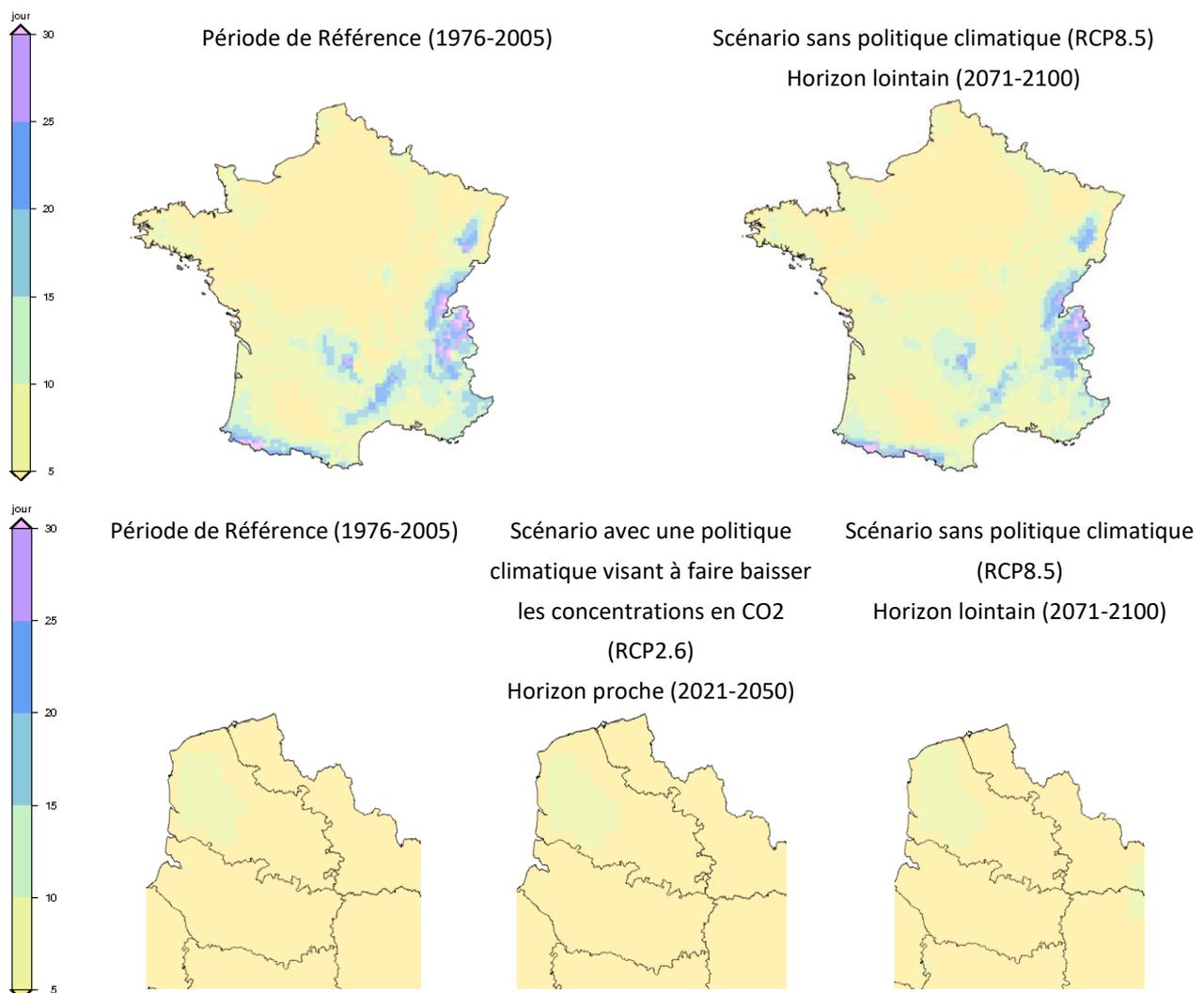
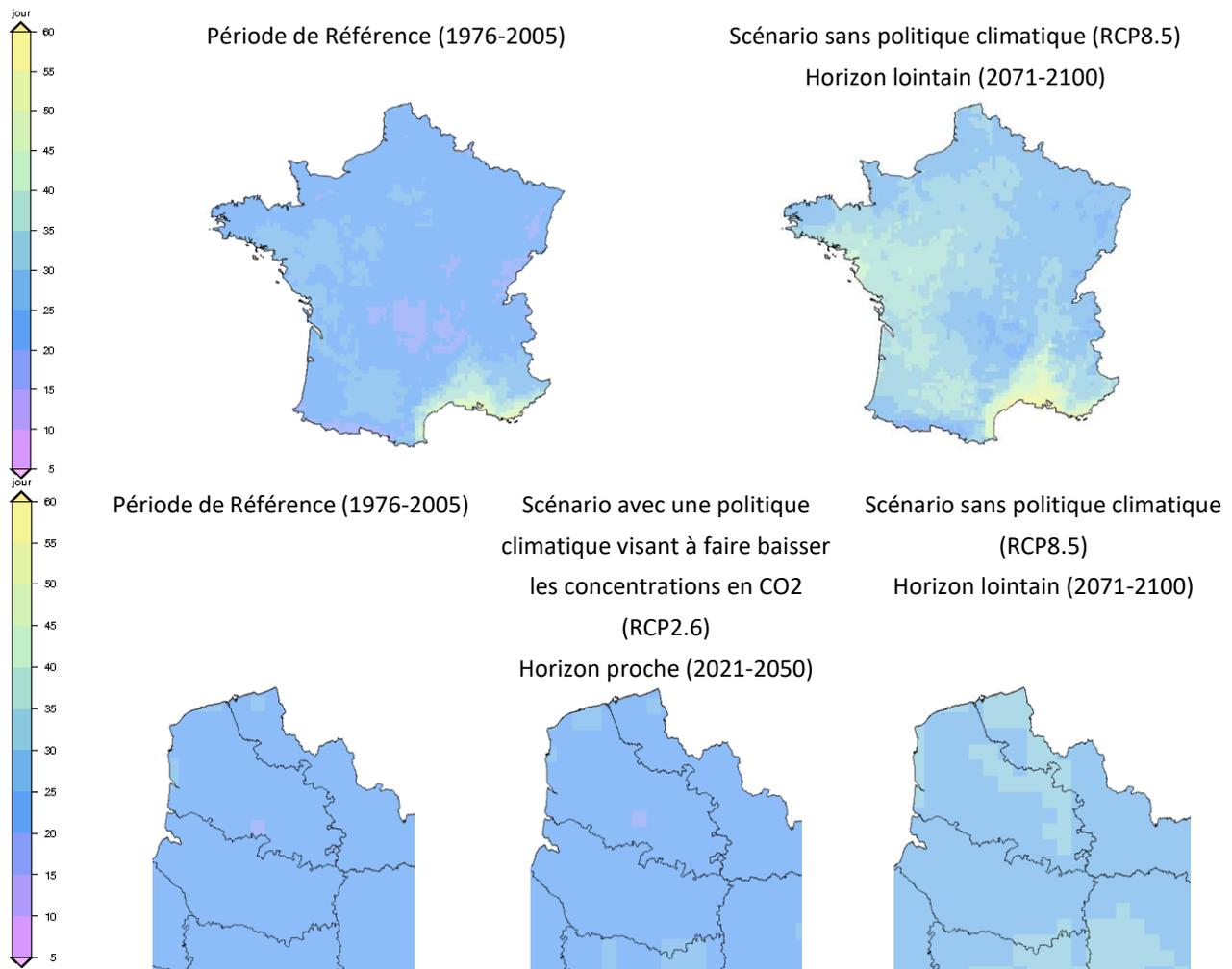


Figure 87. Nombre de jours de fortes précipitations

## ■ Nombre maximum de jours secs consécutifs

En 1976 et 2005, seule la côte méditerranéenne connaît entre 35 et 50 jours consécutifs de jours secs, les autres régions ont en moyenne entre 20 et 30 jours consécutifs de sécheresse. Le Massif Central connaît une moyenne inférieure à 20 jours.

Selon le scénario le plus pessimiste, le nombre de jours consécutifs de sécheresse augmenterait partout en France et plus précisément du nord à la côte Atlantique mais aussi le long du Rhône jusqu'au bassin méditerranéen. L'est de la France serait moins impacté.



**Figure 88.** Nombre maximum de jours secs consécutifs

Grand Calais Terres et Mers	
<b>Période de Référence (1976-2005)</b>	24
<b>Scénario visant à faire baisser les concentrations en CO2 (RCP2.6) Horizon proche (2021-2050)</b>	26
<b>Scénario sans politique climatique (RCP8.5) Horizon lointain (2071-2100)</b>	30

Tableau 24. Perspectives du nombre maximum de jours secs consécutifs

## Synthèse

Selon Météo France, « il y aura peu d'évolution des précipitations annuelles au XXI<sup>e</sup> siècle, mais cette absence de changement en moyenne annuelle masque cependant des contrastes saisonniers ». Les changements pourraient être plus notables en hiver, ce qui fait craindre des inondations.

		<b>Période de Référence</b> (1976-2005)	<b>Scénario optimiste</b> Scénario avec une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO2 (RCP2.6) Horizon proche (2021-2050) - Moyenne annuelle	<b>Scénario pessimiste</b> Scénario sans politique climatique (RCP8.5) Horizon lointain (2071-2100) - Moyenne annuelle
Cumul de précipitation (en mm)		750	756 (+6)	724 (-26)
Nombre de jours de pluie (cumul de précipitations >= 1 mm)	Année	123	119 (-4)	110 (-13)
	Hiver	33	37(0)	36 (+3)
	Printemps	27	28 (+1)	27 (0)
	Été	26	24 (-2)	17 (-9)
	Automne	35	33 (-2)	28 (-7)
Nombre de jours de fortes précipitations (cumul de précipitations >= 20 mm)		4	5 (+1)	5 (+1)
Période de sécheresse (maximum de jours consécutifs avec cumul de précipitations < 1 mm)		24	26(+2)	30 (+6)

Tableau 25. Synthèse des évolutions des 4 indicateurs

## 5.2.4 Synthèse du changement climatique sur le territoire

Le tableau ci-dessous reprend les phénomènes climatiques impactant déjà le territoire, et estime leur évolution probable, en fonction du scénario pessimiste ou fil de l'eau, à l'horizon 2071 – 2100.

Paramètres climatiques	Niveau actuel d'exposition	Constat	Evolution prévisible	Niveau futur d'exposition
Température de l'air	1 - Faible	Climat tempéré, anomalies de températures rares, extrêmes peu marqués  Faible amplitude thermique journalière et saisonnière	Hausses marquées de la température depuis les années 1980, que ce soit pour les températures minimales ou maximales.  Augmentation des T° ces dernières décennies	2 - Moyen
Journées chaudes	1 - Faible	Nombre de journées chaudes très variable d'une année à l'autre	Augmentation du nombre de journées d'été	2 - Moyen
Vague de chaleur	1 - Faible	Fréquence faible mais variable d'une année à l'autre	Augmentation significative de la fréquence ou de la durée	3 - Fort
Gel	2 - Moyen	Épisodes de gel régulier et présents chaque année	Climat doux, gelées rares	1 - Faible
Jours anormalement froids	1 - Faible	Nombre faible de jours anormalement froids	Baisse significative du nombre de journées froides	1 - Faible
Cumul de précipitations	1 - Faible	Grande variabilité d'une année sur l'autre	La tendance serait à la stabilisation des cumuls des précipitations	1 - Faible
Jours de pluie	1 - Faible	Grande variabilité d'une année sur l'autre	Tendance à la baisse du nombre de jours de pluies  Peu de contrastes saisonniers	1 - Faible
Jours de fortes précipitations	1 - Faible	Episodes de pluies torrentielles très rares	Episodes de pluies torrentielles très rares	1 - Faible
Jours secs consécutifs	1 - Faible	Épisodes de sécheresse exceptionnels mais d'intensité faible et/ ou peu durables	Episodes de sécheresse réguliers mais d'intensité faible et/ ou peu durables	2 - Moyen

Tableau 26. Synthèse du changement climatique sur le territoire

## 5.3 Sensibilités actuelles et futures du territoire

### 5.3.1 Des risques naturels déjà présents

Les risques naturels, phénomènes naturels violents voire extrêmes, ont pour origine les conditions météorologiques, le climat ou bien encore la géologie. Ils peuvent se déclencher en n'importe quel point de la planète et être la cause de catastrophes naturelles entraînant des victimes et des dégâts matériels importants.

En France, les risques naturels majeurs sont : l'avalanche, la canicule, le cyclone, les feux de forêts, le grand froid, l'inondation, le mouvement de terrain, le séisme et la tempête.

#### 5.3.1.1 Les catastrophes naturelles recensées sur le territoire

Plusieurs évènements ayant fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle ont été recensés sur le territoire (source : base GASPAR).

Il est à noter qu'un événement peut toucher plusieurs communes et durer plusieurs jours. Entre 1900 et 2015, 20 événements ont été recensés sur les communes du territoire du grand-Calais.

Ce sont les inondations et les coulées de boue les plus représentées avec 11 évènements. Il y a également eu 3 évènements de mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse.

La commune de Hames-Bougres a été la plus touchée par les inondations avec 7 évènements reconnus.

	Saison sèche	Intersaison 1	Saison des pluies	Intersaison 2	Total
Total par saisons	4	2	2	12	<b>20</b>
Inondations et coulées de boue	0	0	2	9	11
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	1	0	0	0	1
Mouvements de terrain	0	0	0	1	1
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	1	2	0	0	3
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	1	0	0	0	1
Inondations par remontées de nappe phréatique	1	0	0	1	2
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	0	0	0	1	1

Tableau 27. Recensement des évènements ayant fait l'objet de catastrophe naturelle

Communes	Inondations et coulées de boue	Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	Inondations par remontées de nappe phréatique	Chocs mécaniques liés à l'action des vagues	Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	Mouvements de terrain
Calais	1	1			1	1
Coquelles	2	1				
Coulogne	3	1			1	
Escalles	3	1				
Frethun	1	1				
Hames-Boucres	7	1			1	
Nielles-lès-Calais	1	1			1	
Les Attaques	6	1				
Marck	2	1	1			
Sangatte	2	1	1	1		

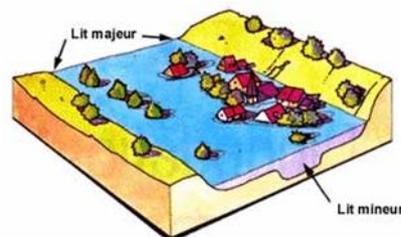
Tableau 28. Arrêtés de catastrophe naturelle par commune

### 5.3.1.2 Un territoire sensible aux inondations

Le **risque d'inondation** est à l'origine d'approximativement 80% du coût des dommages dus aux catastrophes naturelles en France et 60% du nombre total d'arrêtés de catastrophes naturelles. Il concerne environ 280 000 kilomètres de cours d'eau répartis sur l'ensemble du territoire national.

Le **Ministère de l'Écologie et du Développement Durable** a établi une typologie des phénomènes naturels dans le cadre de leur suivi sur le territoire français. Cette typologie distingue **cinq catégories d'inondations** :

- Par une crue (débordement de cours d'eau) ;
- Par ruissellement et coulée de boue ;
- Par lave torrentielle (torrent et talweg) ;
- Par remontées de nappes phréatiques ;
- Par submersion marine.



L'inondation est une submersion temporaire, par l'eau, de terres qui ne sont pas submergées en temps normal. Cette notion recouvre les inondations dues aux crues de rivières, des torrents de montagne et des cours d'eau intermittents méditerranéens ainsi que les inondations dues à la mer dans les zones côtières. L'inondation est un phénomène naturel qui constitue une menace susceptible de provoquer des pertes de vie humaine, le déplacement de populations et des arrêts ou des perturbations d'activités économiques. Elle peut également nuire à l'environnement et compromettre gravement le développement économique.

Le territoire peut être soumis à plusieurs types d'inondations :

- Montée lente des eaux en région de plaine ;
- Formation rapide de crues torrentielles consécutives à des averses violentes ;
- Ruissellement pluvial urbain ;

On appelle inondation, la submersion plus ou moins rapide d'une zone avec des hauteurs d'eau variables. Elle résulte de crues liées à des précipitations prolongées.

La crue correspond à l'augmentation soudaine et importante du débit du cours d'eau dépassant plusieurs fois le débit naturel. Lorsqu'un cours d'eau est en crue, il sort de son lit habituel nommé lit mineur pour occuper en partie ou en totalité son lit majeur qui se trouve dans les zones basses situées de part et d'autre du lit mineur

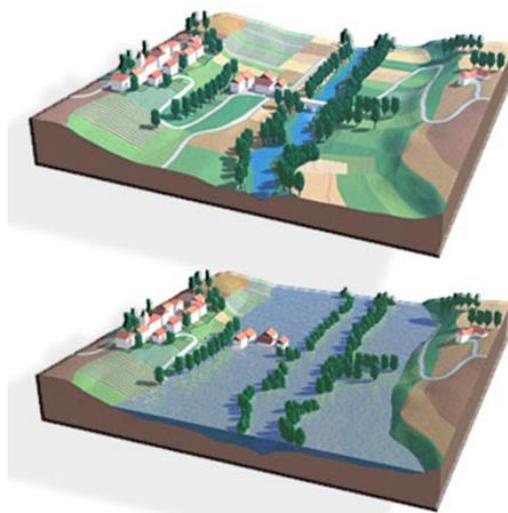


Figure 89. Inondation

## ■ Réseau hydrographique et zones inondables

Le territoire est maillé par un grand nombre de canaux et de watergang avec une plus forte concentration au sud du territoire.

Le watergang est un canal, fossé en bordure d'un polder ou d'un chemin.

### > Plan de Prévention du Risque (PPR)

Plusieurs communes sont concernées par un Plan de Prévention du Risque Naturel

PPR Inondation	Communes concernées	Etat
PPRN Inondation Pieds de Côteaux des Wateringues	Escalles, Sangatte, Coquelles, Calais, Hames-Boucres, Les Attaques, Coulogne, Frethun, Nielles-lès-Calais	Prescrit le 1 <sup>er</sup> septembre 2014

Tableau 29. Communes concernées par un PPR

### > Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI)

Lancés en 2002, les Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) visent à promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondation en vue de réduire les conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques et l'environnement. C'est un outil de contractualisation entre l'État et les collectivités, le dispositif PAPI permet la mise en œuvre d'une politique globale des inondations, pensée à l'échelle du bassin de risque.

Ce dispositif PAPI a été initié pour traiter le risque inondation de manière globale, à travers des actions combinant gestion de l'aléa (réhabilitation de zones d'expansion de crues, ralentissement dynamique, ouvrages de protection...) et réduction de la vulnérabilité des personnes, des biens et des territoires (limitation de l'urbanisation des zones inondables, réduction de la vulnérabilité des constructions, amélioration de la prévision et de la gestion des crises...) mais aussi la culture du risque (information préventive, pose de repères de crue, démarches de mise en sûreté et de sauvegarde...).

Nom du PAPI	Communes concernées	Etat
PAPI du delta de l'Aa	Calais, Sangatte, Coquelles, Marck, Coulogne, Frethun, Nielles-lès-Calais, Hames-Boucres, Les Attaques	Labellisé le 14 décembre 2016 Signé le 25 juillet 2017

Tableau 30. Communes concernées par un PAPI

Carte 15 - Hydrographie - p167

Carte 16 - Zones inondables - p168



## Hydrographie

 Grand Calais Terres & Mers

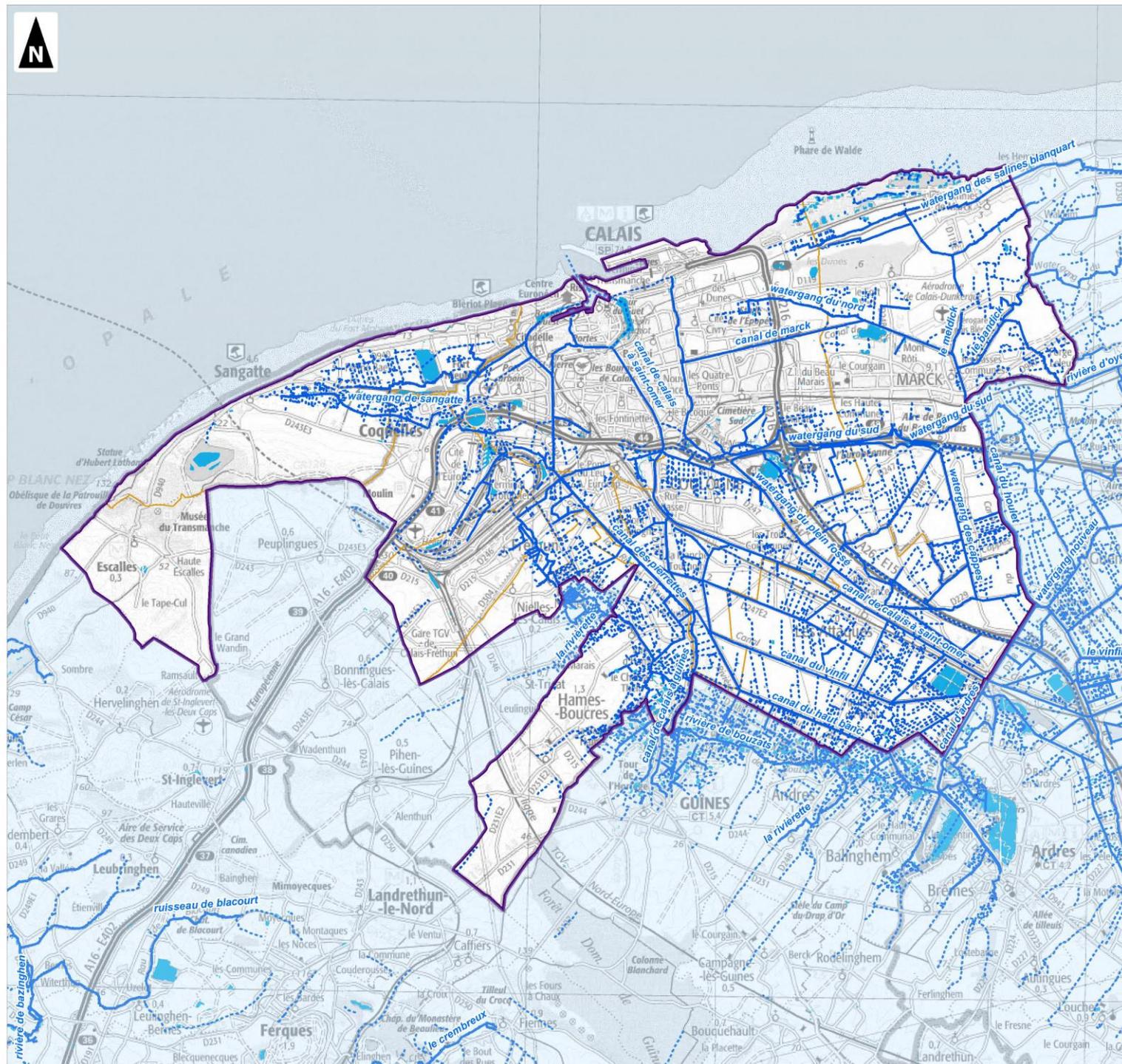
 Limite communale

 Plan d'eau

### Réseau hydrographique :

 Cours d'eau permanent

 Cours d'eau intermittent



0 1 2 3 4

Kilomètres

**1:80 000**

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE - 2018

Source de fond de carte : IGN BD Alti®

Sources de données : Agence de l'eau®, GCTM, AUDDICE, 2018



Grand Calais Terres & Mers

Limite communale

**Approuvé (date) :**

PPRN Littoraux liés à l'évolution des Falaises entre Equihen-Plage et Sangatte (22/10/2007)

PPRN Inondation de la Vallée de la Hem (07/12/2009)

**Prescrit (date) :**

PPRL du Calaisis (24/07/2018)

PPRN Inondation Pieds de Côteaux des Wateringues (01/09/2014)



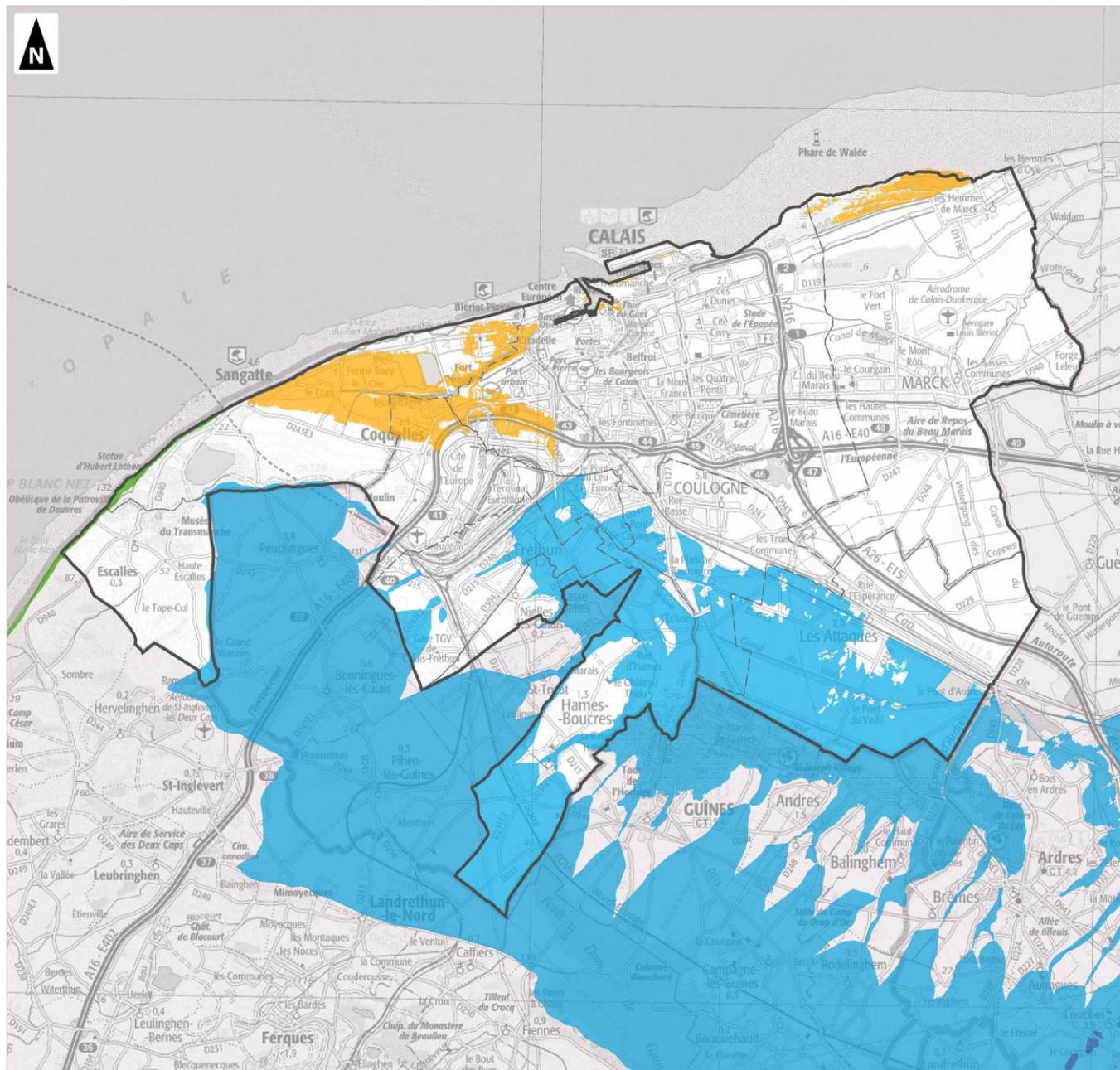
**1:80 000**

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICÉ - 2018

Source de fond de carte : IGN Scan 100®

Sources de données : DDTM 62®, GCTM, AUDDICÉ, 2018



## ■ Risque d'inondation par remontée de nappe

Les inondations par remontées de nappe sont des phénomènes complexes qui se produisent lorsque le niveau d'une nappe superficielle libre dépasse le niveau topographique des terrains qui la renferment. Lorsque les précipitations excèdent d'année en année, le niveau de la nappe s'élève et peut atteindre et même dépasser le niveau du sol. La recharge naturelle annuelle de la nappe est supérieure à la vidange annuelle vers les exutoires de la nappe, qu'ils soient naturels ou anthropiques. Il se passe alors une inondation par remontée de nappe.

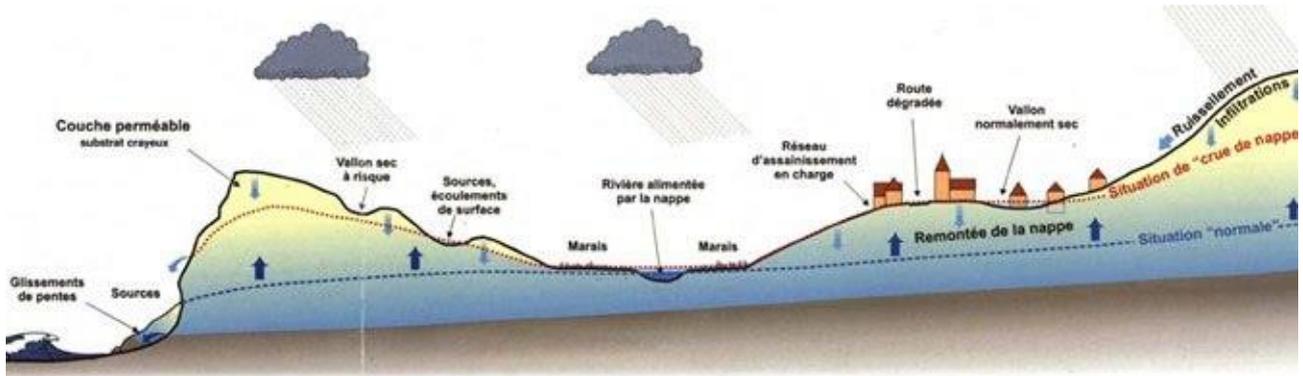


Figure 90. Schéma d'une remontée de nappe - Source : SIGES Seine-Normandie

Le territoire de la CA Grand Calais est fortement sensible aux remontées de nappes.

Seules les zones situées au sud-ouest du territoire et autour du port de Calais sont potentiellement moins sujettes aux remontées de nappes mais les caves peuvent néanmoins être inondées.

Carte 17 - Remontées de nappes - p170



#### Remontées de nappes

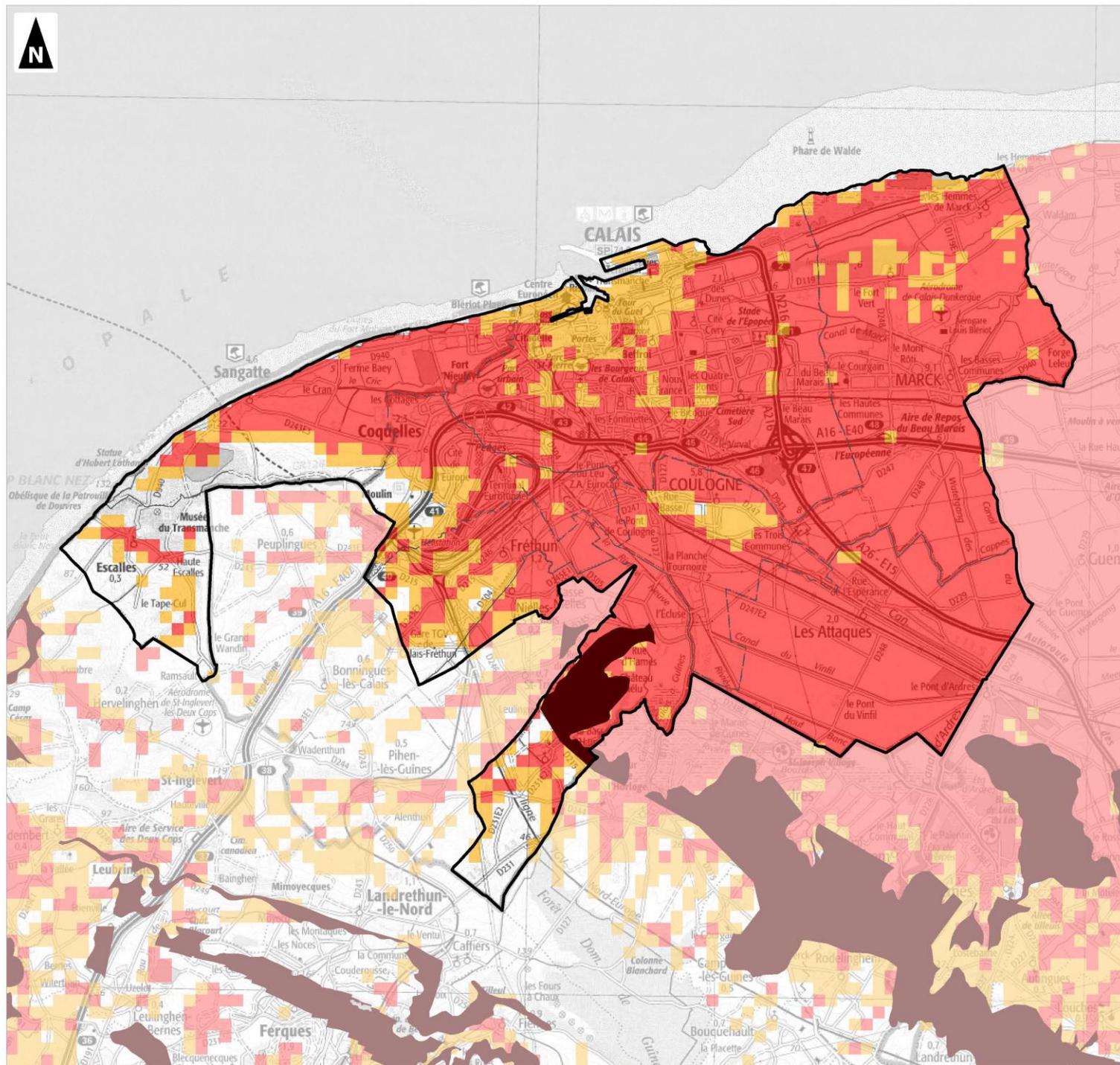
 Grand Calais Terres & Mers

 Limite communale

 Entités hydrogéologiques imperméables affleurantes

 Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe

 Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave



0 1 2 3 4  
Kilomètres

1:80 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE - 2018

Source de fond de carte : IGN Scan 100<sup>®</sup>

Sources de données : Agence de l'eau<sup>®</sup>, GCTM, AUDDICE, 2018

## ■ Submersion marine

Source : CETMEF - 2007

La submersion marine est une inondation temporaire de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques et marégraphiques sévères (DGPR). Il s'agit d'un phénomène brutal, né de la conjonction de phénomènes extrêmes (dépression atmosphérique, vent, houle, pluie) et de forts coefficients de marée provoquant une importante surcote du plan d'eau. Elle survient lorsque le niveau du plan d'eau dépasse la côte des ouvrages de protection ou des terrains en bord de mer, lorsque la mer crée des brèches et rompt les ouvrages ou les cordons naturels, ou quand des paquets de mer franchissent les barrages naturels ou artificiels suite au déferlement de vagues de taille importante. La délimitation précise des zones soumises à cet aléa est complexe.

Les mesures amènent les enseignements suivants:

- L'augmentation des températures est plus importante en France qu'à l'échelle mondiale, or l'on sait que le réchauffement de l'océan a contribué ce dernier ½ siècle pour 25% de l'élévation du niveau de la mer. Il faut donc être conscient des différences qui existent entre les éléments à l'échelle mondiale et les données locales.
- Le niveau moyen de la mer présente une valeur à la hausse sur les stations du Nord Pas de Calais (entre +0,6mm et +1,7 mm/an).
- La fréquence et l'intensité des houles et surcotes ne montrent pas d'évolution particulière à ce jour, mais elles peuvent malgré tout avoir un impact différent en fonction du niveau du plan d'eau par rapport au trait de côte.

Les impacts possibles localement sont les suivants:

- L'élévation du niveau de la mer aura un impact sur le déferlement:

Sans que le climat de houle soit modifié (fréquence et intensité), l'élévation du plan d'eau permet à la houle de déferler plus haut sur le rivage ou les ouvrages. Deux phénomènes pourront avoir lieu, l'érosion du littoral dans un premier temps, puis la submersion qui devient possible, soit sur des ouvrages ou des dunes dont la topographie permet un dépassement par la houle, soit par une rupture complète du linéaire, entraînant une pénétration des eaux sur les zones basses arrières-littorales.

Les linéaires fragilisés (artificiels ou naturels) :

- Dans les estuaires, des phénomènes de salinisation des eaux et une baisse de la disponibilité des eaux douces dues à l'intrusion de la mer sont à anticiper, ainsi qu'une surveillance des ouvrages estuariens.
- Le secteur des Wateringues sera également impacté par ce phénomène d'élévation du niveau des eaux qui réduira l'évacuation gravitaire des canaux. De plus, le changement climatique pourra générer des crues plus importantes l'hiver, plus difficiles à évacuer

## > Territoire à risque important d'inondation (TRI) par submersion marine

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation, le secteur du Calaisis a été désigné comme un Territoires à Risques Importants (TRI) d'inondation par submersion marine. Le territoire se situe en effet sur la frange littorale du Delta de l'Aa, ou plaine des Wateringues, territoire en grande partie poldérisé situé en dessous des plus hautes eaux marines (altitude de -2 à + 2 m NGF) et ainsi très exposé au risque inondation, que ce soit par la mer ou par les eaux continentales.

Les TRI de Calais et de Dunkerque se caractérisent par une forte exposition à la submersion marine et une importante urbanisation littorale qui implique que la quasi-totalité des habitants est considérée comme vulnérable. Le Calaisis et le Dunkerquois sont également des pôles économiques importants.

L'évènement de submersion le plus marquant pour ce secteur a eu lieu du 31 janvier au 2 février 1953 et reste dans les mémoires. Cette tempête d'une rare violence a causé un rehaussement exceptionnel du niveau de la mer au nord du détroit de Calais, où les conséquences humaines et matérielles furent désastreuses :

- destruction des digues le long de la côte néerlandaise, à l'est de l'Angleterre, dans les Flandres françaises et belges.
- plus de 3000 morts aux Pays Bas et en Grande Bretagne,
- 200 000 personnes évacuées, 160 000 hectares de terres inondées, de nombreux bâtiments détruits ou endommagés.

Les communes inscrites dans le périmètre du TRI sont : Sangatte, Calais, Marck, Coquelles, Coulogne et Frethun.

PPR Inondation	Communes concernées	Etat
PPRL du Calaisis	Calais, Coquelles, Marck et Sangatte	Approuvé le 24 juillet 2018

Tableau 31. Communes concernées par un PPRL

Une étude portée par la DREAL et le CETMEF (Centre d'études techniques maritimes et fluviales) a identifié les risques et aléas liés aux inondations ainsi que les zones concernées par des périodes de retour de 10 ans, 100 ans et 1 000 ans.

- Marck : débordement

Pour l'évènement décennal, la digue bordant les marais empêche l'entrée de la mer sur les terres. Pour les occurrences centennales et millénales, quelques entrées d'eau apparaissent par-dessus les points bas de la digue. Les inondations qui en découlent sont en très grande partie caractérisées par un aléa faible, Pour l'évènement centennal, l'inondation est majoritairement contenue par la seconde digue située au Sud des premières parcelles.

- Calais : débordement de quais portuaires

Les inondations dans le port de Calais sont limitées aux abords des quais, pour l'évènement milléna.

- Blériot-Plage : rupture du cordon dunaire

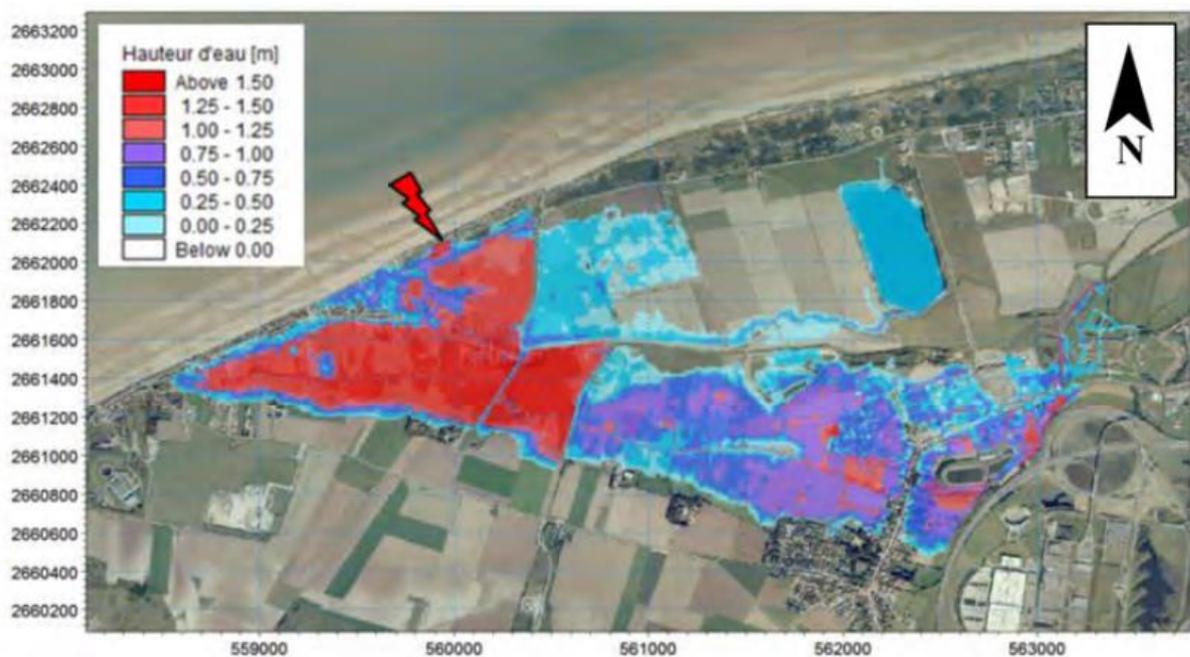
La propagation de l'inondation à Blériot-Plage n'appelle pas de remarque particulière. Pour l'événement décennal, cette inondation présente une extension et une hauteur d'eau très faibles.

- Sangatte : rupture du cordon dunaire

La propagation de l'inondation est limitée par la présence de digues de second rang, à l'Ouest et au Sud. L'eau s'écoule alors en partie en direction de l'étang situé à l'Est de la brèche.

- Sangatte : rupture de digue

Trois positions de brèches distinctes ont été étudiées pour la digue de Sangatte. Ces diverses positions permettent de tenir compte de la variabilité des inondations en fonction de l'emplacement des brèches, dans la mesure où les brèches peuvent apparaître en des points quelconques de la digue. Les résultats sont alors obtenus séparément pour les trois positions de brèches. Des cartographies présentent les hauteurs, vitesses et aléa maximum obtenus quelle que soit la position de la brèche considérée



*Hauteurs maximales de submersion issues d'une brèche située dans la partie Est de la digue*

**Figure 91.** Hauteurs maximales de submersion issues d'une brèche située dans la partie est de la digue de Sangatte

### 5.3.1.4 Risque de mouvements du sol

Un mouvement de terrain est un déplacement, plus ou moins brutal, du sol ou du sous-sol.

Les mouvements lents entraînent une déformation progressive des terrains, pas toujours perceptible par l'homme. Ils regroupent principalement les affaissements, les tassements, les glissements et le retrait-gonflement. Et les mouvements rapides se propagent de manière brutale et soudaine. Ils regroupent les effondrements, les chutes de pierres et de blocs, les éboulements et les coulées boueuses.

#### ■ Retrait gonflement d'argile

Le retrait gonflement des argiles est un risque géologique non dangereux pour l'homme mais causant des dégâts importants sur les espaces bâtis. En effet, les sols argileux évoluent spatialement en fonction de leur teneur en eau. Sous le climat des régions comme les Hauts-de-France, ceux-ci sont généralement proches de la saturation. Lors de période de sécheresse, l'eau a tendance à s'en échapper (phase de retrait qui sera suivie d'une phase de gonflement lors des nouvelles précipitations), ce qui peut engendrer des mouvements de sols susceptibles de provoquer des dégâts plus ou moins significatifs sur les espaces bâtis alentour.

La lenteur et la faible amplitude du phénomène de retrait-gonflement le rendent sans danger pour l'homme. Mais l'apparition de tassements différentiels peut avoir des conséquences importantes sur les bâtiments.

Le secteur d'étude est concerné par un aléa faible retrait-gonflement des argiles.

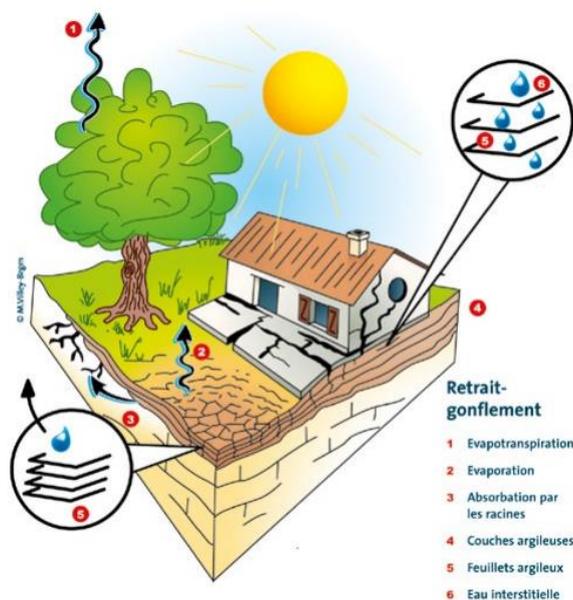


Figure 92. Schéma retrait et gonflement des argiles

Le territoire du Grand Calais Terres et Mers est fortement impacté par l'aléa de retrait/gonflement des argiles notamment à l'est de Coquelle, au sud de Calais, au nord de Hames-Boucres et à l'ouest de Coulogne.

L'aléa est défini comme moyen au sud-est du territoire et en bordure de littoral.

# GRAND CALAIS

Terres & Mers



Plan Climat Air Energie Territorial

Evaluation Environnementale Stratégique

**Aléas retrait/gonflement des argiles**

Grand Calais Terres & Mers

Limite communale

**Aléas gonflement/retrait des argiles**

Fort

Moyen

Faible



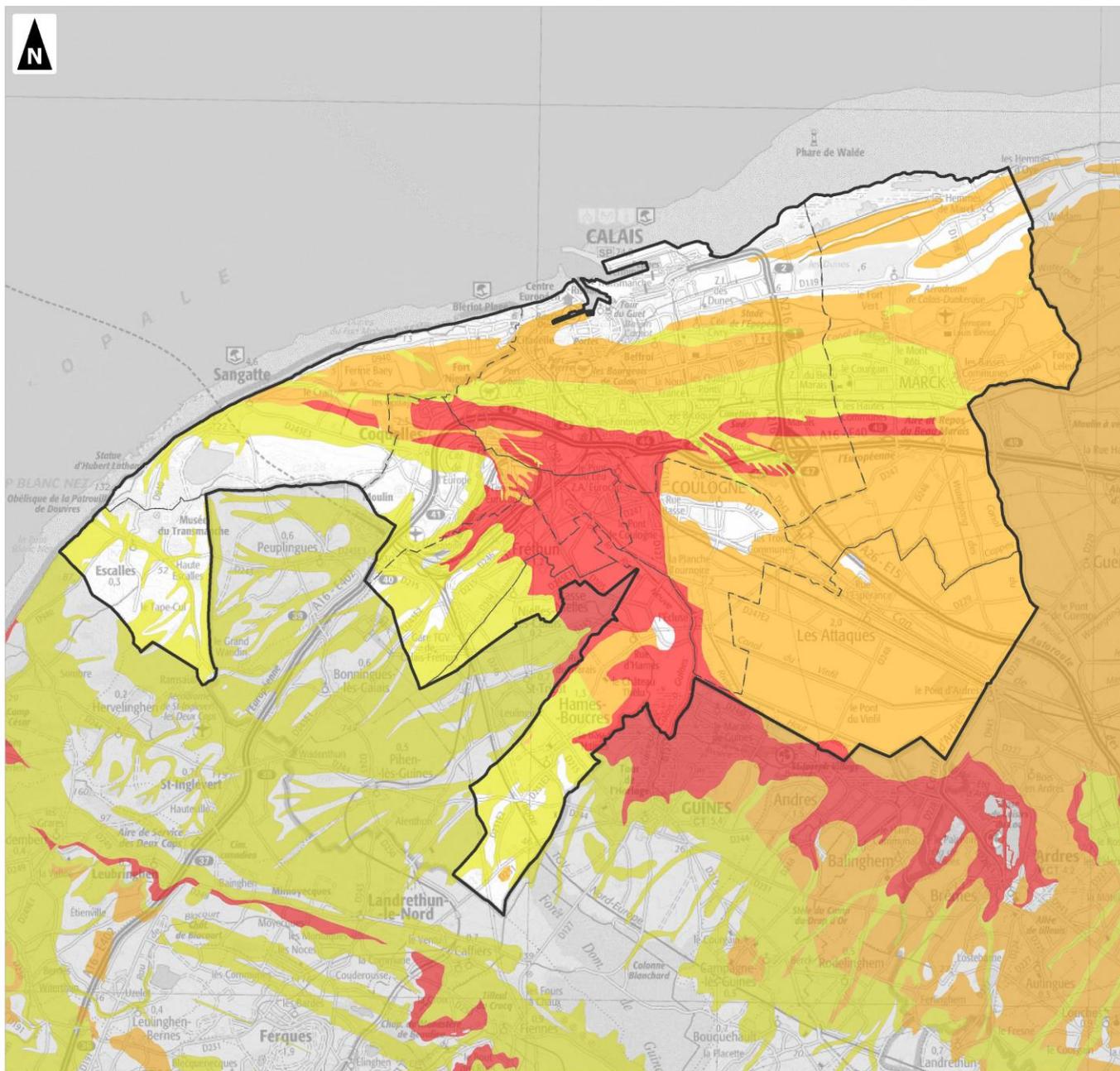
1:80 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)

Réalisation : AUDDICE - 2018

Source de fond de carte : IGN Scan 100®

Sources de données : BRGM®, GCTM, AUDDICE, 2018



## ■ Des carrières et cavités souterraines peu présentes

Les cavités souterraines peuvent être naturelles, ou faire suite à des activités humaines.

Peu de cavités souterraines sont présentes sur le territoire.

Une cavité naturelle est identifiée sur la commune Sangatte au nord des Noires Mottes. Deux carrières sont présentes, l'une est située au sud-est de Sangatte et la deuxième au sud d'Escalles. Un ouvrage civil est également présent au niveau du Port de Calais.

Le changement climatique peut impacter les cavités souterraines. En effet, les cavités sont, de base, à l'origine d'instabilités en surface. Les effondrements de cavités représentent 37% des mouvements de terrain recensés entre 1900 et 2011. Ils sont souvent dommageables lorsqu'ils se produisent en zone habitée. Le changement climatique pourrait augmenter le risque d'effondrement des cavités souterraines. L'augmentation des précipitations hivernales, la diminution des précipitations estivales et l'augmentation des événements pluvieux exceptionnels sont susceptibles d'influer la variation du niveau des nappes d'eaux souterraines. Elle devrait affecter la résistance des roches et leur structure et donc leur stabilité.

*Carte 19 - Cavités souterraines - p177*



## Plan Climat Air Energie Territorial

### Evaluation Environnementale Stratégique

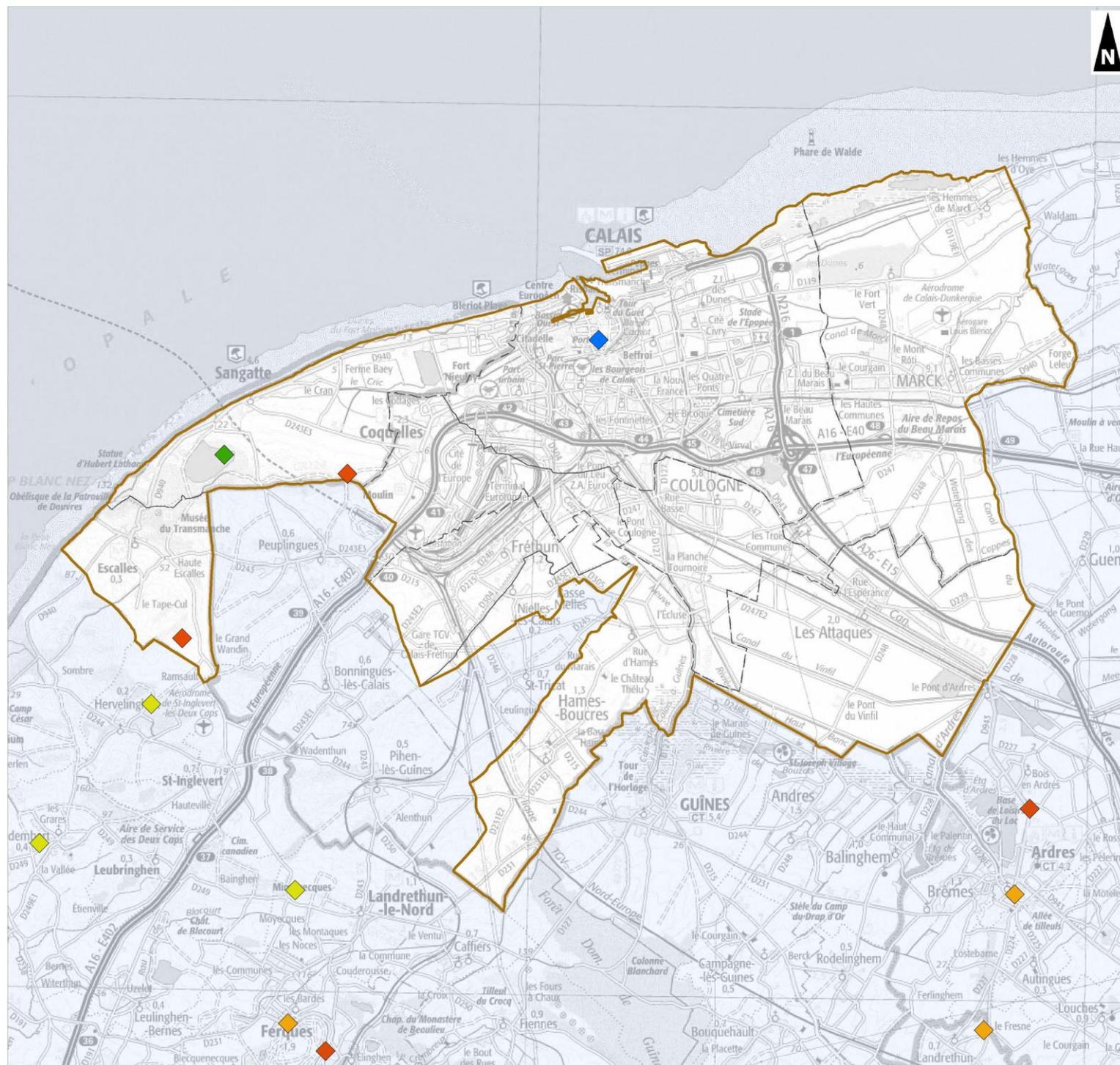
#### Cavités souterraines

 Grand Calais Terres & Mers

 Limite communale

#### Types de cavités :

-  carrière
-  naturelle
-  ouvrage militaire
-  ouvrage civil
-  indéterminé



1:80 000

(Pour une impression sur format A3 sans réduction de taille)



### 5.3.1.5 L'érosion des sols

*Source : Guide de l'érosion - Chambre d'Agriculture Hauts-de-France*

L'érosion des sols est un phénomène naturel qui se déroule en deux étapes : le détachement de particules et petits agrégats par l'impact des gouttes de pluie ; puis l'entraînement de ce sol vers l'aval par le ruissellement.

Plusieurs facteurs conduisent au phénomène d'érosion :

- **La pluie** : on distingue deux périodes d'érosion, l'érosion hivernale avec des pluies continues et peu intenses et l'érosion printanière avec des pluies courtes, intenses et des orages. La pluviométrie peut déclencher des phénomènes de ruissellement et d'érosion, soit à cause d'une intensité trop élevée, soit par l'accumulation des eaux lors d'une longue période pluvieuse.
- **Le sol** : les sols limoneux et sablo-limoneux sont particulièrement sensibles à l'érosion, notamment lorsqu'ils sont pauvres en humus.
- **Le relief** : l'érosion croît lorsque les pentes sont longues ou assez fortes (les rigoles apparaissent à partir de 2 % de pente).
- **Les pratiques culturales** : certaines pratiques culturales augmentent la sensibilité du sol à l'érosion, tel l'accroissement du poids des machines qui favorise le tassement. Certains systèmes de cultures restituent peu de matière organique alors qu'elle constitue un facteur de protection des sols.
- **L'occupation du sol** : l'occupation du territoire a une grande importance dans la problématique de la gestion de l'eau. Les éléments influant peuvent être la taille, la forme, le positionnement et l'orientation des parcelles, l'assolement pratiqué sur l'ensemble d'un bassin versant, les éléments fixes du paysage.

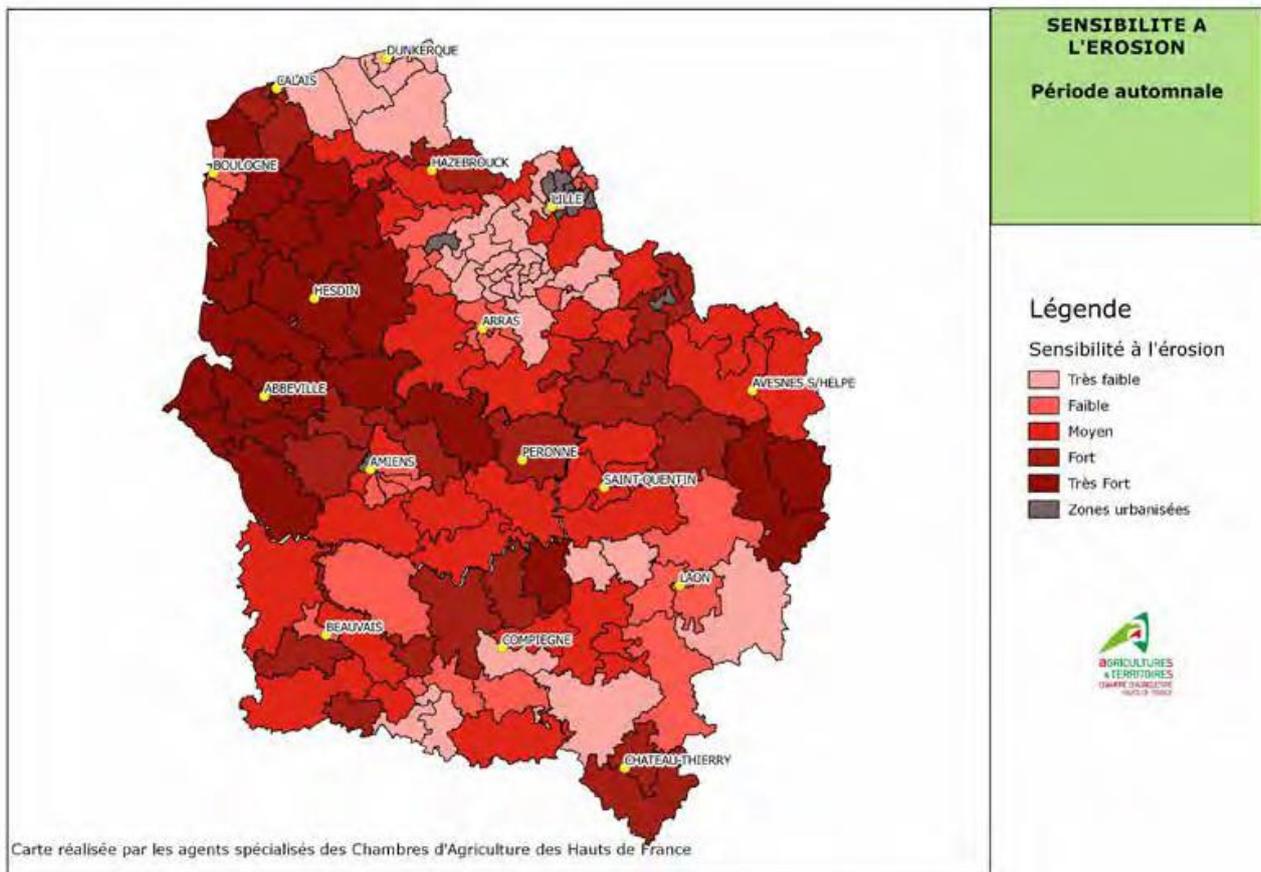
**Le Nord - Pas de Calais est traversé d'Ouest en Est par une zone où la sensibilité à l'érosion annuelle est très forte : Val de Canche-Authie, Haut Pays d'Artois, Ternois et Valenciennes.**

**L'ouest du territoire d'étude est fortement sensible à l'érosion.**

L'érosion des sols peut avoir des conséquences non négligeables sur l'ensemble du territoire :

- **Milieus naturels** : L'érosion des sols a un impact sur la qualité des cours d'eau et des zones humides. Elle emporte de nombreuses particules qui peuvent être néfastes pour la qualité des eaux. L'érosion provoque également le colmatage des rivières et des zones marécageuses par les limons entraînant des conséquences sur la biodiversité.
- **Pertes agronomiques** : L'érosion peut provoquer d'importantes pertes de terre, de fertilisants et d'amendements au niveau d'une parcelle. Disparaissant définitivement de la parcelle, cette terre érodée est bien souvent la plus fertile, ce qui peut engendrer une perte des potentialités agronomiques. L'érosion peut également endommager les cultures et ainsi diminuer les niveaux de rendements.

- **Dégâts sur biens publics et privés** : Les eaux de ruissellement peuvent occasionner de nombreux dommages aux infrastructures. Les dégâts sont d'autant plus importants que les eaux de ruissellements sont chargées en sédiments.



**Figure 93.** Sensibilité à l'érosion – source : Chambre d'Agriculture Hauts-de-France

## ■ Évolution du trait de côte

*Source : Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard, BRGM, Rapport "état des lieux mer et littoral" de la Stratégie nationale pour la mer et le littoral (SNML), Geolittoral*

L'effondrement de falaises vives, l'envasement des baies et le remaniement des plages de sable lors des tempêtes hivernales sont des manifestations naturelles de l'érosion littorale et des mouvements sédimentaires liés à des impacts croisés de processus marins (houle, marées et courants marins) et continentaux (pluie, gel et vent).

En métropole, un quart des 7 100 km de côtes (24,2 %) recule du fait de l'érosion, près d'un dixième du linéaire côtier (9,5 %) s'engraisse et plus de 40 % du linéaire côtier est stable. On note par ailleurs que 17,4 % des côtes sont hors nomenclature (zones fixées artificiellement, espaces portuaires, zones d'enrochements et de confortement longitudinal et de remblais). Les côtes sableuses sont les plus sensibles à l'érosion, elles reculent sur près de la moitié de leur linéaire, soit 16 % du littoral métropolitain et les deux tiers des côtes en recul. Concernant les côtes rocheuses, seulement 10 % des roches plutoniques, volcaniques et métamorphiques reculent alors que 40 % des côtes constituées de roches sédimentaires reculent. Parmi

elles, les falaises de craie reculent sur 98 % de leur linéaire. Les plus forts niveaux d'érosion sont localisés sur les côtes de la Manche et de la mer du Nord où plus du tiers du littoral recule (37,6 %).

Sur la carte présentée ci-après figure l'indicateur national de l'érosion côtière, produit par le Cerema à la demande du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire afin de disposer d'un état des lieux de l'évolution du trait de côte sur le littoral français. Des photographies aériennes ont permis de digitaliser le trait de côte de 1937 et celui de 2011, et les tendances d'évolution du trait de côte sont déterminées selon des profils espacés de 200 mètres le long du rivage. Au droit de chaque profil, la mesure de la distance comprise entre les 2 traits de côte datés permet de calculer un taux d'évolution moyen exprimé en mètre par an.



Trait de côte ancien (1930) en magenta / celui récent (2008) en bleu / profils en rouge. Dans cet exemple, le recul observé du trait de côte est de 140 mètres en 78 ans, soit une vitesse moyenne de 1.8 mètres par an (140 mètres divisé par 78 ans).

Principe général du calcul des tendances d'évolution du trait de côte - [Cerema 2018]

Les calculs des tendances d'évolution s'effectuent entre deux dates éloignées de plusieurs décennies. La dynamique d'évolution du trait de côte au sein de la période observée n'est donc pas étudiée (le trait de côte a pu connaître des phases d'avancée et de recul, seule la tendance résultante est restituée). De plus, les résultats obtenus correspondent à une évolution sur le long terme où les effets ponctuels des tempêtes et les évolutions saisonnières du trait de côte sont lissés. Ainsi, les résultats de l'indicateur national peuvent ne pas refléter la situation actuelle de court terme observable dans certains secteurs.

#### > Littoral des Hauts de France

Le littoral des Hauts-de-France concentre un grand nombre d'enjeux que les changements climatiques viennent exacerber. Les Schémas Régionaux Climat Air Energie de Nord-Pas de Calais et de Picardie (2012) précisent en particulier que les facteurs d'exposition au risque de submersion sont nombreux sur le territoire : zones basses, transports sédimentaires, patrimoine important d'ouvrages de protection à entretenir. La submersion marine est considérée comme la première vulnérabilité climatique de la région d'après l'Observatoire Climat Nord-Pas de Calais. À ce phénomène de submersion, s'ajoute le problème d'évacuation des eaux dans les terres basses qui sera accentué par l'élévation du niveau de la mer.

D'après le Dossier Départemental des Risques Majeurs, le territoire du Grand Calais est soumis à :

- un risque majeur d'érosion, submersion et ensablement : Calais, Escalles, Sangatte.
- un risque majeur de glissement de terrain (falaises) : Escalles, Sangatte.

*Sources : SCoT, Étude Plan Littoral pour la Gestion de l'Érosion sur le Littoral de la Côte d'Opale (PLAGE)*

Le littoral se révèle fragile face aux tempêtes avec trois grands types de risque d'érosion :

- l'urbanisation protégée par des perrés est potentiellement soumise à des risques de détérioration qui n'a pu être évalué. Le Perré au droit de Sangatte présentait des signes de vieillissement, il a été reconstruit en 2017-2018 pour écarter tout un risque de détérioration. Lors de la tempête de référence, le franchissement de ce perré pourrait provoquer l'inondation de plusieurs habitations et engendrer ainsi des risques de submersion marine temporaire moyens ou forts ;
- les espaces de transition entre les pôles urbains et les milieux naturels : des risques pour les habitations riveraines, liés au contournement de perré sont fortement pressentis mais non quantifiés.

> **Le littoral de la CA Grand Calais Terres et Mers**

*Source : CA Grand Calais Terres et Mers*

Sur les dunes de Blériot-Plage, le recul du trait de côte semble se ralentir et même sur les dernières années on constate plutôt un engraissement. Même en son point le plus bas, la dune devrait résister à un événement centennal incluant le changement climatique. La côte à falaise présente un risque surtout au sud de Sangatte (1 habitation à long terme).

Sur les dunes entre calais et Oye-Plage, l'urbanisation diffuse se situe sur la vaste zone basse de la plaine maritime flamande et pourrait en partie être affectée par des submersions marines temporaires lors de la tempête de référence (5 sites avec des risques faibles à moyens).

• **Spécificité du territoire – Les Wateringues**

Dans le triangle Saint-Omer – Calais – Dunkerque, la plaine des Flandres maritimes forme une cuvette se situant sous le niveau moyen de la haute mer. Elle en est séparée par des cordons dunaires et des ouvrages artificiels comme les digues. Cette zone de polder nécessite un dispositif de drainage, de relevage et d'évacuation des eaux pour rester hors d'eau, c'est ce que l'on appelle wateringues. Le changement climatique, par l'élévation du niveau de la mer et le changement des régimes de précipitation met en question la pérennité de ce système, des réflexions sont en cours pour garantir son maintien sur le long terme.

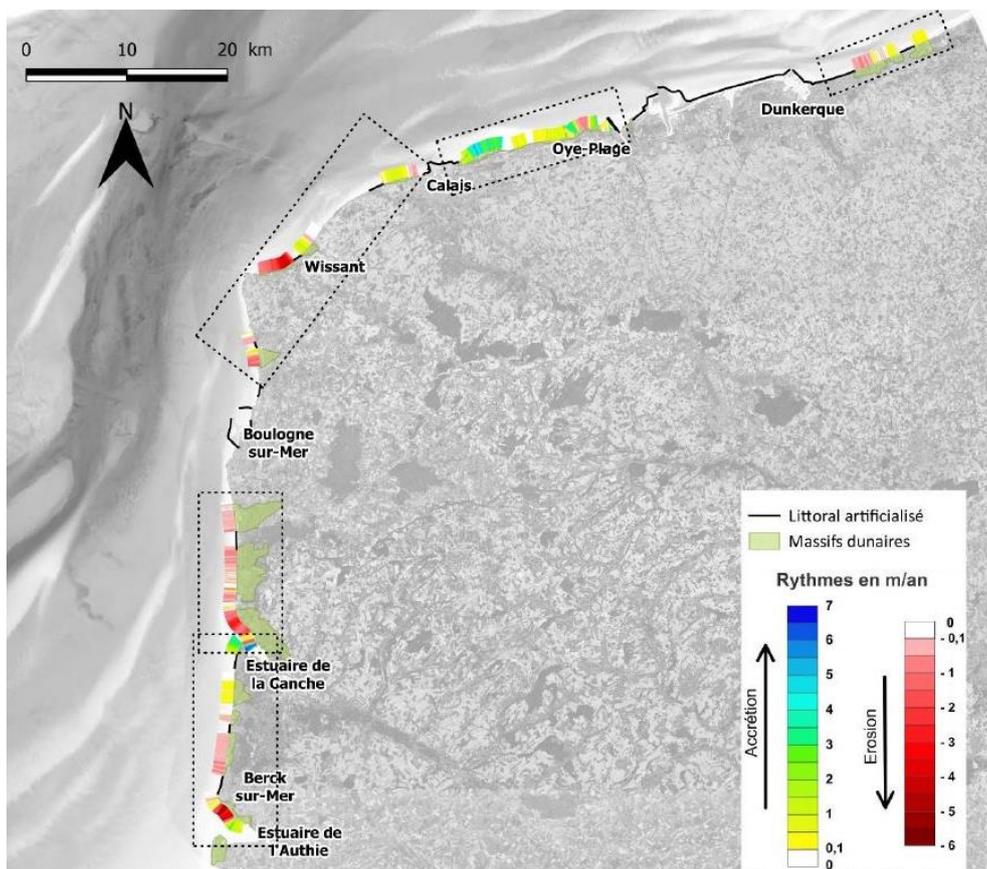


Figure 94. Évolution du trait de côte du nord-de-Calais entre 1947 et 2015<sup>22</sup>

- Le PPR Littoraux liés à l'évolution des falaises entre Equihen-Plage et Sangatte

Le PPR a été approuvé suite à des événements qui se sont manifestés dont des éboulements importants du site du Blanc Nez en 2000 suite à une période de pluviométrie intense. Le secteur de falaise représente un linéaire d'une quarantaine de kilomètres incluant les communes de Sangatte et d'Escalles.

PPR Inondation	Communes concernées	Etat
PPRN Littoraux liés à l'évolution des falaises entre Equihen-Plage et Sangatte	Sangatte, Escalles	Approuvé le 22 octobre 2007

Tableau 32. Communes du PPR Littoraux liés à l'évolution des falaises entre Equihen-Plage et Sangatte.

<sup>22</sup> <https://storymaps.arcgis.com/stories/38ab6754531145628e5e006079a7462b> d'après la thèse de Amar Zemmour. Étude de l'évolution des littoraux dunaires de la Côte d'Opale à différentes échelles de temps : analyse de leur capacité de régénération post-tempête. Sciences de la Terre. Université du Littoral Côte d'Opale, 2019. Français.

### 5.3.1.6 Le phénomène d'îlots de chaleur (ICU)

Le terme d'îlots de Chaleur Urbains (ICU) désigne une zone urbaine où la température de l'air et des surfaces est supérieure à celle des milieux ruraux. Le phénomène provoque de véritables bulles de chaleur dues à l'activité humaine et à son urbanisation dense.

Une des principales causes de l'ICU est l'urbanisation (conception urbaine et matériaux des bâtiments). En effet, la chaleur urbaine provient du bâti et du sol qui restituent la chaleur emmagasinée dans la journée. L'énergie solaire absorbée ou restituée varie selon l'albédo et l'inertie thermique du bâti. L'albédo désigne l'indice de réfléchissement d'une surface en fonction de sa couleur mais aussi de sa texture et porosité. C'est une valeur comprise entre 0 et 1 : un corps noir a un albédo nul car il absorbe toute la lumière incidente et un miroir, un albédo de 1 car il réfléchit toute la lumière incidente.

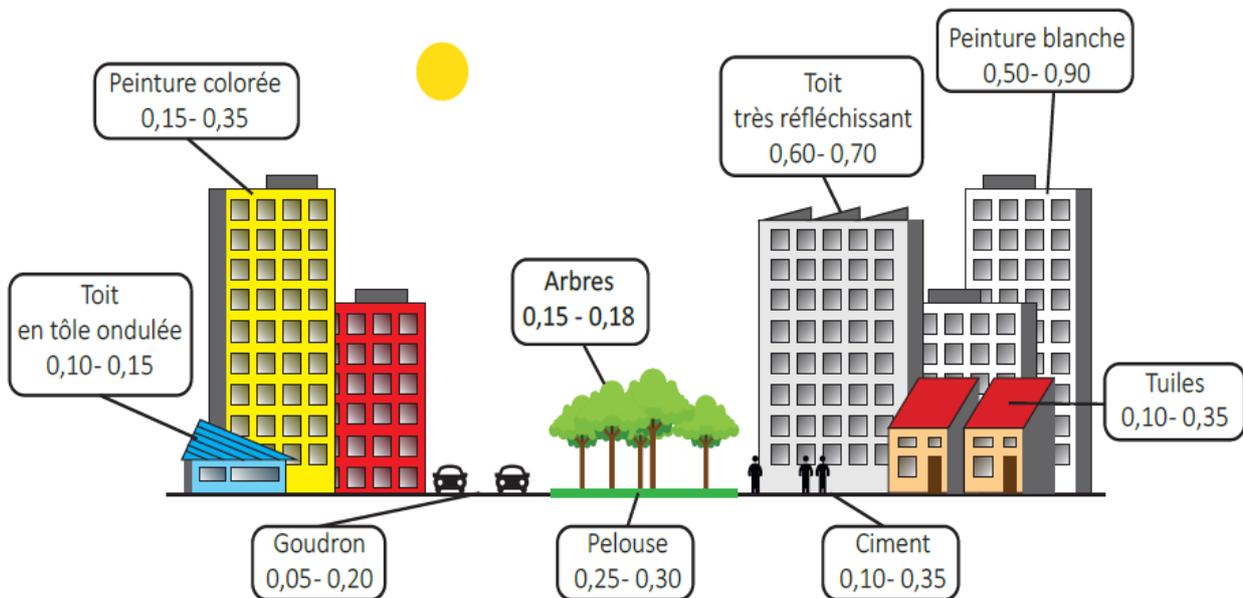
Les ICU ont un effet négatif sur le confort thermique urbain (effets d'inconfort des espaces publics et privés) et sont donc un risque pour la santé publique, pour les habitants des villes avec une augmentation des problèmes respiratoires et une surmortalité accrue notamment lorsqu'ils sont combinés à un épisode caniculaire. Le ressenti thermique d'un individu dépend de paramètres physiologiques (métabolisme, activité ...) et de paramètres physiques relatifs à l'environnement urbain dans lequel il est, où les plus influents sont le rayonnement solaire, la température des surfaces, la température de l'air, la vitesse du vent et l'humidité de l'air ambiant<sup>23</sup>. La chaleur peut créer un stress thermique pour les populations sensibles comme les personnes âgées, nourrissons, jeunes enfants, malades... Du fait de la fragilité de leur condition physique ou de leurs conditions de vie (habitat inadapté, isolement), ces personnes sensibles sont particulièrement exposées à des risques d'insolation, de déshydratation, d'hyperthermie, de coup de chaleur.

Ce sont des épisodes qui devraient se multiplier avec la hausse des températures liée au changement climatique. Une étude de Météo France estime en effet qu'aux alentours de 2050, une canicule comme 2003 se reproduira tous les 2 à 3 ans. Or, la canicule de 2003 a été la cause d'environ 15 000 décès en France (INED).

Ce phénomène a également un effet sur la consommation électrique : en été, les bâtiments climatisés ont une consommation énergétique importante et la climatisation intérieure des bâtiments rejette des calories à l'extérieur. Au contraire, en hiver, l'ICU permettrait de réduire les consommations d'énergie : le centre d'Athènes a une diminution de charge de chauffage de 30 à 50% par rapport à celle de la banlieue due à l'effet d'îlots de Chaleur.

---

<sup>23</sup> Source : *Diagnostic de la surchauffe urbaine* - ADEME



**Figure 95.** Illustration des taux d'albédo en milieu urbain – source : Etude sur les îlots de chaleur urbains de l'agence de développement et d'urbanisme de Lille Métropole

## Synthèse

Le territoire du Grand Calais Terres et Mers est fortement impacté par les risques naturels d'inondations et les mouvements de terrains. En effet, toutes les communes du territoire ont déjà eu un arrêté de catastrophe naturelle "inondation" et 4 d'entre-elles en ont également eu concernant les mouvements de terrains.

Plusieurs communes sont concernées par les Plan de prévention des Risques. Le territoire est concerné par un aléa retrait / gonflement d'argiles parfois fort.

L'évolution des aléas liés aux risques naturels seront amenés à s'amplifier notamment au regard de l'augmentation des périodes de sécheresse et de l'augmentation des fortes pluies. Ces aléas doivent être pris en compte dans l'aménagement du territoire, notamment en limitant l'étalement urbain et l'artificialisation via la consommation de l'espace agricole et naturel qui contribuent entre autres aux phénomènes d'inondation et d'îlots de chaleur.

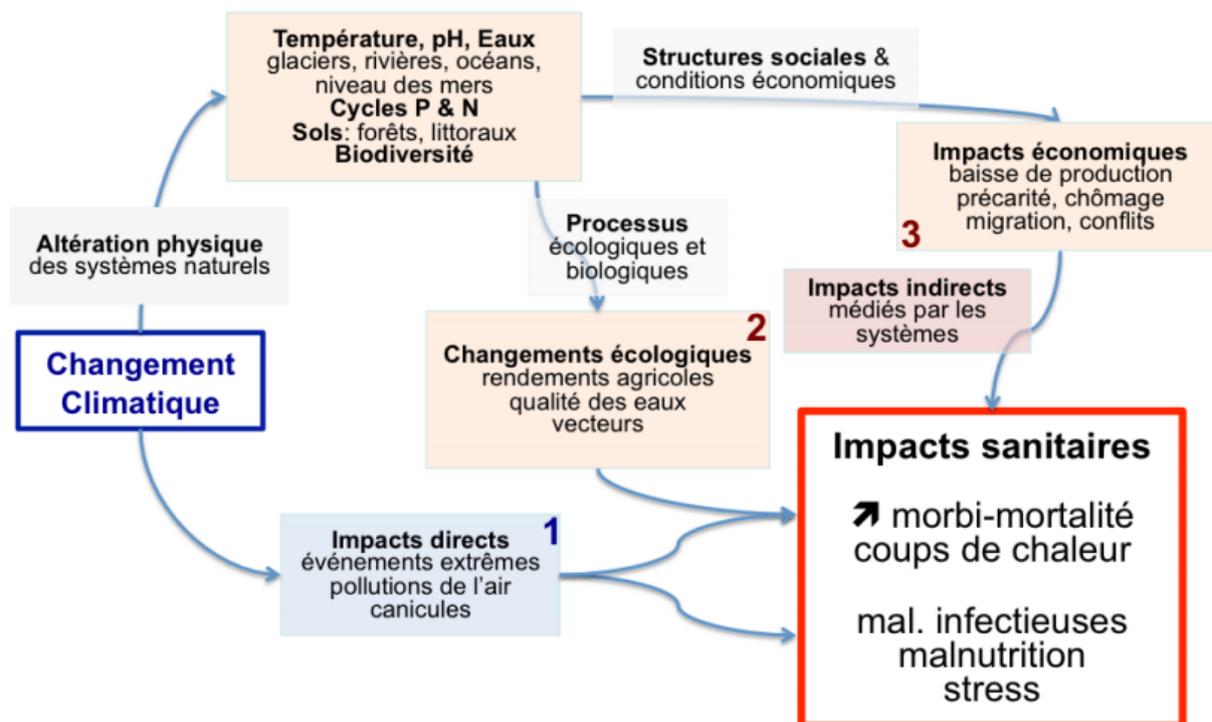
Thématiques	Niveau actuel de sensibilité	Conséquences pour le territoire et ses habitants
Retraits et gonflements des argiles	1 - faible	Fissurations voire destruction des bâtiments, pertes de vie humaines, pertes agricoles
Cavités	1 - faible	Effondrement de bâtiments
Inondations	3 - fort	Destruction d'infrastructures et bâtiments, pertes de vie humaines, pertes agricoles
Remontées de nappes	3 - fort	Destruction d'infrastructures et bâtiments, pertes de vie humaines, pertes agricoles
Érosion et ruissellement	2 - moyen	Destruction d'infrastructures, pertes agricoles
Évolution du trait de côte	3 - fort	Destruction d'infrastructures et de bâtiments, pertes de vie humaines
Nombre de journées anormalement chaudes plus importantes	1 - faible	Provoque des inconforts thermiques dans les bâtiments et affecte les personnes fragiles : pertes de vie humaines

Tableau 33. Effets du réchauffement climatique sur les risques naturels

## 5.3.2 Impacts sur la santé

Les facteurs et les voies par lesquelles le dérèglement climatique pourrait affecter la santé humaine sont multiples.

Certaines voies ou conséquences sont directes (1,2) voire immédiates (1). Beaucoup sont, et deviendront de plus en plus, indirectes (3) et médiées par des ruptures des cycles biophysiques, écologiques, sociaux, économiques et géopolitiques (adapté de McMichael AJ. 201441).



**Figure 96.** Voies par lesquelles le dérèglement climatique pourrait affecter la santé humaine.

D'après l'Organisation Mondiale de la Santé, entre 2030 et 2050, on s'attend à ce que le changement climatique entraîne près de 250 000 décès supplémentaires par an, dus à la malnutrition, au paludisme, à la diarrhée et au stress lié à la chaleur. Par ailleurs, le coût estimé des dommages directs pour la santé (hors agriculture, eau et assainissement) se situe entre 2 et 4 milliards de dollars (US\$) par an d'ici 2030.

### 5.3.2.1 Une pollution atmosphérique de plus en plus présente

Le changement climatique exerce un effet sur la qualité de l'air par trois biais : la température (stimule la génération de précurseurs de polluants), la composition chimique de l'atmosphère et les conditions météorologiques (dispersion de polluants). À l'échelle régionale, l'augmentation de la température moyenne, des extrêmes climatiques ou des épisodes caniculaires tels que celui d'août 2003 ou juin 2017 pourront accentuer la pollution atmosphérique.

Les pollutions sont, pour l'OMS, responsables dans le monde de plus de 2 millions de décès prématurés dont 48 000 en France chaque année. Les principaux polluants atmosphériques sont d'une part les particules en

suspension et d'autre part plusieurs gaz tels que SO<sub>2</sub>, CO, ozone, oxydes d'azote NO<sub>2</sub> et NO (la part du plomb relargué dans l'atmosphère a diminué en France depuis son interdiction dans les étapes de production de l'essence). Il faut associer les effets importants de l'ozone sur les rendements et la qualité des récoltes. Les particules fines de diamètre inférieur à 2,5 µm de diamètre (PM<sub>2,5</sub>) et les particules ultrafines (<0,1µm), surtout en zone urbaine sont associées à une augmentation de la morbidité et de la mortalité respiratoire et cardiovasculaire (infarctus du myocarde, AVC, arythmies). Cette pollution agit plus comme un catalyseur des accidents de type AVC que comme un agent de risque à long terme. Ce type de pollution est aussi facteur de mortalité respiratoire (bronchite et asthme) et de la survenue de cancer du poumon. PM<sub>2,5</sub> et ozone varient généralement de pair ; même si elle est associée à d'autres gaz d'origine anthropique tels que les oxydes d'azote, la production d'ozone est fortement corrélée aux changements de climat, alors que la pollution particulaire dépend plus fortement d'autres facteurs non climatiques.

En région des Hauts-de-France l'augmentation des températures pourra entraîner des épisodes de pollution à l'ozone (O<sub>3</sub>) plus fréquents et intenses ainsi qu'une augmentation des émissions de composés organiques volatils (COV) naturels, précurseurs d'ozone. Pour le moment, une hausse des pics d'ozone n'est pas constatée en région au regard des courtes séries de données. Néanmoins, les spécialistes s'attendent à une augmentation des pollutions régionales par l'ozone au regard de sa forte corrélation avec le phénomène de "jours chauds".

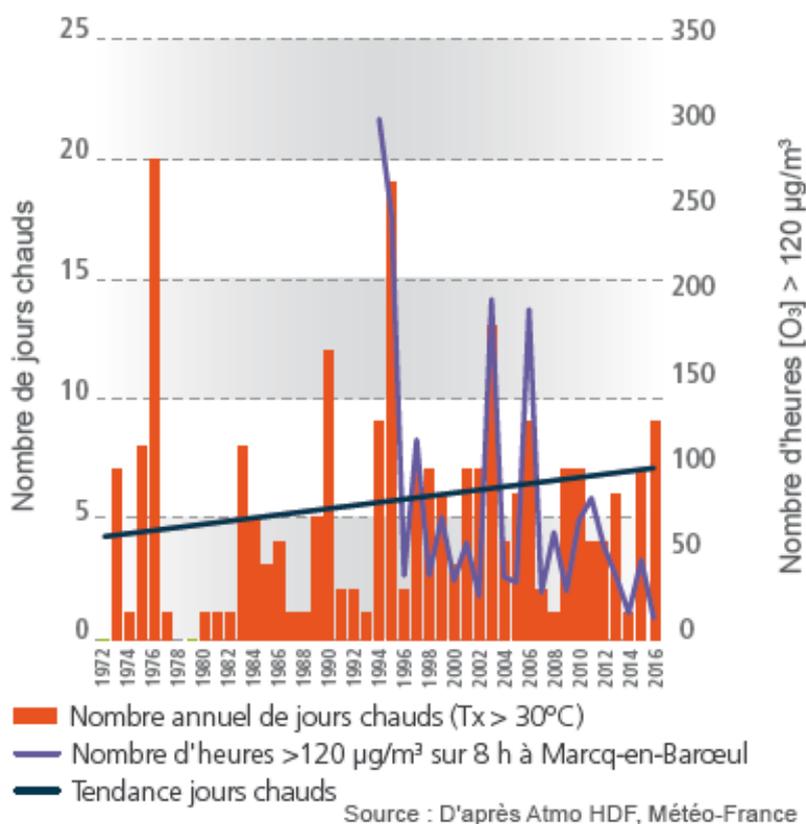


Figure 97. Pics d'ozone et nombre de jours chauds, HDF (en heures, jours)

## ■ Etude APHEKOM : impact sanitaire et économique de la pollution atmosphérique urbaine

Les villes françaises participant au projet Aphekom sont Lille, Bordeaux, Le Havre, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse. Réparties dans toute la France, ces villes représentent 12 millions d'habitants, dont 6,5 millions dans la zone de Paris.

Toutes les villes étudiées en France présentent des valeurs de particules et d'ozone supérieures aux valeurs guides recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Ainsi, pendant la période 2004-2006, le niveau moyen de particules fines (PM<sub>2,5</sub>) variait de 14 à 20 µg/m<sup>3</sup> selon la ville (valeur guide de l'OMS : 10 µg/m<sup>3</sup>) et la valeur guide journalière de l'ozone (maximum sur 8 heures : 100 µg/m<sup>3</sup>) avait été dépassée de 81 à 307 fois pendant ces trois années.

Les bénéfices sanitaires et économiques potentiels associés à une amélioration de la qualité de l'air sont :

- L'espérance de vie à 30 ans pourrait augmenter de 3,6 à 7,5 mois selon la ville, ce qui équivaut à différer près de 3 000 décès par an, si les concentrations moyennes annuelles de PM<sub>2,5</sub> respectaient la valeur guide de l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>). Le bénéfice économique associé est estimé à près de 5 milliards € par an ;
- Près de 360 hospitalisations cardiaques et plus de 630 hospitalisations respiratoires par an dans les neuf villes pourraient être évitées si les concentrations moyennes annuelles de PM<sub>10</sub> respectaient la valeur guide de l'OMS (20 µg/m<sup>3</sup>). Le bénéfice économique associé est estimé à près de 4 millions € par an ;
- Une soixantaine de décès et une soixantaine d'hospitalisations respiratoires par an dans les neuf villes pourraient être évités si la valeur guide de l'OMS pour le maximum journalier d'ozone (100 µg/m<sup>3</sup>) était respectée. Le bénéfice économique associé est estimé à près de 6 millions € par an.

Enfin, ces résultats confirment que les effets de la pollution atmosphérique sur la santé sont observés au jour le jour, pour des niveaux moyens de particules fines, en l'absence même de pics de pollution.

En France, le coût de la pollution de l'air est estimé par le Sénat à 100 milliards d'euros par an, dont 20 à 30 milliards d'euros pour les particules.

### 5.3.2.2 Un rayonnement solaire plus important

Le premier des risques est celui directement généré par l'élévation thermique et l'ensoleillement. Le rayonnement solaire, surtout quand il est excessif lors des vagues de chaleur, peut affecter directement la santé d'au moins deux manières soit, lors des vagues de chaleur, en augmentant la température corporelle au-delà des limites tolérées par le système nerveux central, soit en favorisant par sa composante UV la survenue de mélanomes ou d'autres types de cancers cutanés.

### 5.3.2.3 Des allergies qui évoluent et s'amplifient

Le dérèglement climatique, en modifiant les impacts saisonniers et la synchronisation des espèces, peut être responsable de l'apparition précoce des pollens et des spores fongiques. Il agit aussi en augmentant la concentration en allergènes de chaque grain de pollen et en changeant la distribution de nombreuses plantes allergisantes. Le réchauffement climatique est responsable de ces changements en modifiant la phénologie des plantes du fait de printemps à la fois précoces et prolongés, mais l'effet du réchauffement dépend aussi de la température de l'hiver qui a précédé et de la concentration en CO<sub>2</sub> (WHO & WMO 2012, Haahtela T, 2013). Des études ont ainsi montré que la quantité d'allergènes dans les pollens de bouleau et d'ambrosie augmentait avec la température et la concentration de CO<sub>2</sub>.

D'après l'Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale (INSERM) « Entre 12% et 45% des problèmes allergiques, seraient causés par le pollen ». Leur nombre est en constante augmentation. En France, ils ont même triplé en 20 ans, touchant près de 20% des adolescents et plus de 30% des adultes. L'allergie au pollen se manifeste entre autres par de l'asthme.

Selon l'INSERM, les émissions de pollen, son transport et ses dépôts sont étroitement liés aux conditions climatiques. « On peut donc s'attendre à ce que les conséquences du changement climatique (augmentation de la température, modification des précipitations, augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> atmosphérique) modifient sensiblement les problèmes d'allergie liés au pollen ». Le changement climatique pourrait augmenter le nombre de pollinoses, notamment en allongeant la durée de pollinisations et en modifiant la répartition spatiale des espèces végétales. En outre, l'élévation des températures pourrait rendre le pollen plus allergisant.

De nombreuses études en France soupçonnent une relation directe entre pollution urbaine et pollens. La pollution atmosphérique fragilise la paroi externe du grain de pollen libérant ainsi plus facilement les protéines allergisantes. De même, les polluants tels que l'ozone, le dioxyde d'azote sont des gaz irritants pour les muqueuses respiratoires et oculaires, engendrant une sensibilité plus accrue aux pollens.

### 5.3.2.4 Les maladies vectorielles

Certaines maladies ou virus sont transmis par des vecteurs. Il s'agit essentiellement d'insectes et d'acariens. Par exemple, Zika, Dengue et Chikungunya sont transmises par le Moustique Aedes, aussi appelé moustique tigre.

Le réchauffement climatique et l'augmentation de la température est de nature à influencer différentes caractéristiques bioécologiques de certains insectes :

- durée du cycle de développement
- durée du cycle d'activité,
- production d'œufs,
- densité des populations,
- distribution,
- extension de la période de recherche d'hôte en particulier.

Les populations sont ainsi plus exposées au risque de transmission de ces maladies, avec l'essor de leur exposition à la piqûre ou morsure par un agent vectoriel.

### 5.3.2.5 Les pathogènes

De nombreuses études microbiologiques ont montré combien les changements environnementaux, climatiques en particulier, pouvaient modifier et rendre imprévisibles les évolutions d'espèces microbiennes. Plusieurs listes, concordantes, d'agents capables de causer des infections chez l'homme ont été publiées. De récentes revues (Smith KJ, 2010, Leport C, 2011) ont identifié plus de 1400 espèces pathogènes chez l'homme, la majorité d'origine zootique (bactéries, virus et prions, champignons, protozoaires...) et dont 10 à 20 % sont considérées comme émergentes. L'augmentation des échanges et de la densité de la population humaine constitue un autre facteur émergent favorisant la diffusion de ces agents pathogènes.

#### Synthèse

La santé et le bien-être des habitants est au cœur des préoccupations des collectivités de manière générale. Des actions à l'échelle du territoire sont indispensables pour assurer la protection des personnes, notamment à travers les compétences d'aménagement du territoire et d'habitat accompagnées d'actions de sensibilisation et d'accompagnement en cas de période de grand froid et/ou de grande chaleur.

Thématiques	Niveau actuel de sensibilité	Conséquences pour le territoire et ses habitants
Pollution de l'air (particules, NO2, ozone, ...)	1 - faible	Atteinte/dépassements éventuels des valeurs réglementaires d'Ozone Augmentation des maladies respiratoires, cardiovasculaires et allergènes
Îlot de chaleur en ville (limité sur le territoire)	1 - faible	Inconfort d'été, augmentation de la mortalité estivale Vulnérabilité des personnes sensibles (personnes âgées, asthmatiques, enfants...)
Saison de pollinisation et faculté de pollinisation des plantes	1 - faible	Développement des maladies respiratoires et des allergies
Présence de vecteurs et de pathogènes	0 - nul	Augmentation des maladies à vecteurs et des maladies pathogènes

Tableau 34. Effets du réchauffement climatique pour la santé de la population du territoire

## 5.3.3 Impact sur l'économie du territoire

### 5.3.3.1 Profil économique du territoire

A l'échelle du territoire, le changement climatique devrait avoir un impact plus ou moins marqué sur les différentes branches d'activité. Le tertiaire (services, administration et enseignement) et l'industrie sont des secteurs prédominants sur le territoire.

	Etablissements	CA Grand Calais Terres et Mers
<b>Nombre d'établissements actifs au 31 décembre 2015</b>		6307
<b>Part de l'agriculture</b>		2%
<b>Part de l'industrie</b>		5%
<b>Part de la construction</b>		8%
<b>Part du commerce, transports et services divers</b>		69%
<b>Part de l'administration publique, enseignement, santé et action sociale</b>		16%
<b>Établissements de plus de 500 salariés</b>		5

Tableau 35. Effectifs des établissements par grands secteurs économiques au 31 décembre 2015

Le département du Pas-de-Calais a un taux d'activité de 69,4%, soit le plus bas de la région Hauts-de-France. En comparaison, l'Oise a le taux le plus élevé avec 74,4%.

### 5.3.3.2 Secteur tertiaire : une offre de proximité

Le territoire du grand Calais concentre de nombreux équipements et services :

- 627 dans la gamme de proximité qui comprend les plus courants avec 21 écoles élémentaires, 66 boulangeries ou 88 médecins généralistes ;
- 40 dans la gamme intermédiaire qui regroupe les équipements moins fréquents avec 12 collèges, et 24 supermarchés ;
- 9 dans la gamme supérieure qui regroupe des équipements plus rares avec 5 lycées, 1 maternité et 3 hypermarchés.

L'offre est bien diversifiée et présente sur le territoire notamment grâce à la présence de la ville de Calais.

### 5.3.3.3 L'industrie

L'industrie est en net recul sur le territoire.

Le textile présente un fort déclin depuis les années 70, tendance encore confirmée jusqu'à ce jour. A titre d'exemple, l'entreprise Noyon Dentelles est entrée en redressement judiciaire début 2019. La chimie, qui représentait également un grand secteur industriel du territoire, connaît une situation de crise, avec la liquidation en cours de Calaire Chimie et le déclin de Tioxide Europe SAS à Calais. Il faut noter que ce secteur est organisé autour d'unités de production importantes qui dépendent de centres de décision souvent extérieurs au territoire.

L'industrie de composants électriques et électroniques, comme l'usine Alcatel Submarine Networks, représente un secteur pourvoyeur d'emplois sur le territoire. Dans une moindre mesure, apparaissent l'industrie des biens de consommation, d'équipement, l'industrie agroalimentaire ou automobile. La fermeture de l'usine Lu à Calais en 2003 a contribué à la disparition d'une grande partie du secteur alimentaire du territoire.

### 5.3.3.4 La filière agricole – une filière sensible

La vocation unique de production d'alimentation est déjà largement entamée depuis quelques années par la reconnaissance de sa multifonctionnalité. L'agriculture est fortement accentuée actuellement par l'ouverture des perspectives notamment par l'utilisation de la biomasse pour la substitution d'énergie fossile (biocarburants, cultures énergétiques).

Toute l'agriculture dépend de la fiabilité des réserves d'eau. Les changements climatiques sont susceptibles de perturber ces ressources par des inondations, des sécheresses ou une plus grande variabilité. L'agriculture peut être perturbée par des incendies, conséquences des sécheresses et des canicules. L'impact est d'autant plus important dans les pays où les rendements sont réduits ou soumis à un risque d'échec.

La filière agricole est peu représentée sur le territoire.

## ■ Augmentation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère : accroissement de la production de biomasse

Avec l'hypothèse d'un doublement du CO<sub>2</sub> pour la fin de ce siècle, les travaux permettent de prévoir une stimulation de la photosynthèse de l'ordre de 20 à 30 %, conduisant à une augmentation résultante de l'assimilation nette de l'ordre de 10 à 20% (en prenant en compte l'augmentation de la respiration liée à l'effet de l'augmentation de la température) une baisse de la transpiration des plantes et, en conséquence, un accroissement de la biomasse produite et des rendements potentiels pour les plantes d'intérêt agricole. La réponse physiologique des plantes à un enrichissement de l'atmosphère en gaz carbonique et à une augmentation concomitante de la température entraîne en théorie une production plus importante de biomasse, les effets sur le rendement des espèces cultivées, à l'échelle du peuplement, risquent d'être beaucoup plus contrastés.

Cependant, une trop forte concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère ou une hausse trop intense des températures pourrait également avoir des conséquences néfastes pour la production en raison d'un effet de seuil. A cela s'ajoute des évènements ponctuels de sécheresses ou de canicules qui ont des conséquences fortes sur les rendements et pourraient contrebalancer les potentiels impacts positifs attendus dès le court terme. Les projections climatiques font état de 20 à 60 jours cumulés de canicule sur 30 ans à 2050 et de 20 à 60% de temps passé en état de sécheresse à 2050 sur 30 ans. Une dégradation des rendements est donc possible du fait d'évènements climatiques extrêmes.

L'augmentation de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère va impacter les principales cultures végétales des Hauts-de-France. Une amélioration du rendement du blé tendre est envisageable. Des augmentations significatives de rendement sont attendues, de 8 à 10% d'ici 2049. De plus, en Hauts-de-France, la SAU est consacrée pour 51% à la culture de céréales. La culture de la betterave pourrait profiter du changement climatique : 1 betterave française sur 2 est produite en Hauts-de-France. Elle ne présente aucun stade critique vis-à-vis des températures ni du stress hydrique. Quant aux rendements du colza, ils stagneraient. Malgré l'augmentation du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère qui peut sembler bénéfique aux végétaux, l'eau reste un facteur limitant important. L'effet du stress hydrique pourrait se faire sentir en Hauts-de-France sur les cultures les plus consommatrices qui sont les pommes de terre et les légumes irrigués de plains champs.

La culture de la vigne pourrait également être envisageable de manière sporadique à partir de 2030 et plus régulièrement en 2050. Le risque vis-à-vis du botrytis est modéré et les conditions seraient adaptées au chardonnay et au merlot.

## ■ Evolution des cycles des végétaux

Pour les forêts, la tendance générale est claire : si les régions tempérées peuvent s'attendre à des effets tantôt positifs, tantôt négatifs sur le rendement, le changement climatique aura quasi-systématiquement des effets négatifs dans les zones tropicales.

Par ailleurs, l'avancée phénologique<sup>24</sup> est également détectable pour les forêts, qui ont aussi notablement augmenté leur productivité depuis 1960. De plus, de façon générale, on constate que les espèces à feuilles persistantes et larges ont eu tendance à progresser au cours des dernières années. Les effets prédits sont globalement positifs dans le Nord de la France pour les feuillus. Il est à noter que pour les arbres fruitiers et

---

<sup>24</sup> Phénologie : Science qui étudie l'influence des variations climatiques sur certains phénomènes périodiques de la vie des plantes (germination, floraison) et des animaux (migration, hibernation).

la vigne, l'avancée généralisée de la phénologie peut poser des problèmes de risque de gel au moment de la floraison, et de qualité par avancée des stades sensibles (Domergue et al 2004). En effet, l'analyse des données phénologiques sur les arbres fruitiers et la vigne, cultures a priori beaucoup moins dépendantes des décisions culturales, a permis de mettre en évidence des avancements significatifs de stades tels que la floraison des arbres fruitiers (une dizaine de jours en trente ans sur des pommiers dans le sud-est, (Seguin et al 2004) ou la date de vendange pour la vigne (presque un mois dans la même région au cours des cinquante dernières années (Ganichot 2002).

Au niveau français, les agriculteurs et les éleveurs font état d'une modification des calendriers culturaux qui pourrait être liée à cette particularité climatique, d'ailleurs confirmée par des analyses récentes sur les dispositifs expérimentaux de l'Inra (pratiquement un mois d'avance depuis 1970 sur les dates de semis du maïs pour quatre sites couvrant l'ensemble du territoire).

Pour les forêts, et comme cela a été clairement démontré par les épisodes de 1999, puis 2008, les tempêtes sont à coup sûr un élément majeur à prendre en compte, tant elles sont capables de mettre à bas en quelques instants une part significative de la production forestière accumulée sur plusieurs années. A ce niveau, et comme pour les ouragans, le débat est encore ouvert chez les spécialistes sur leur renforcement dans le cadre du changement climatique. En outre, les grandes cultures et les prairies devraient être plutôt favorisées, sauf dans le sud.

Il est à noter qu'avec 9 % de taux de boisement, l'ex Nord-Pas-de-Calais est la région la moins boisée du territoire métropolitain.

### ■ Evolution des maladies et des ravageurs

Au niveau des insectes, il apparaît encore peu de signes indiscutables dans le domaine de l'agriculture.

Au-delà des bouleversements des systèmes écologiques complexes que représentent les relations entre hôtes, il faut également prendre en compte la possibilité de mouvements géographiques rapides qui amènent certaines maladies ou ravageurs, véhiculés par les moyens modernes de transport, à s'installer dans des régions où les conditions climatiques le leur permettront. D'où les interrogations actuelles sur des maladies émergentes dans le monde animal (fièvre du Nil sur les chevaux en Camargue, fièvre catarrhale), mais aussi végétal : une mouche blanche (*Bemisia tabaci*) originaire des régions subtropicales a été repérée depuis une dizaine d'années en Europe<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> Source : publication de Bernard SEGUIN – Directeur de Recherches à l'INRA, « Le changement climatique : conséquences pour l'agriculture et la forêt publiée en 2010.

## ■ Quel impact sur l'agriculture du territoire ?

### > Le profil agricole du territoire

D'après le dernier recensement agricole (RGA) de 2010, le territoire de la CA Grand Calais Terres et Mers compte 116 exploitations. Le nombre d'exploitations agricoles est en baisse avec en moyenne seulement 11 exploitations par commune en 2010 alors qu'en 1988, le nombre d'exploitation par commune était d'environ 25. Le nombre d'unité de travail agricole (UTA), est de 203 en 2010 alors qu'il était de 365 en 1988.

Le territoire compte 6392 Unités gros Bovins (UGB) en 2010 soit en moyenne 55 UGB par exploitation et la surface agricole utile (SAU) est de 8375 ha sur le territoire avec en moyenne 72 ha par exploitation dont 60ha en terres labourables et 11ha toujours en herbe.

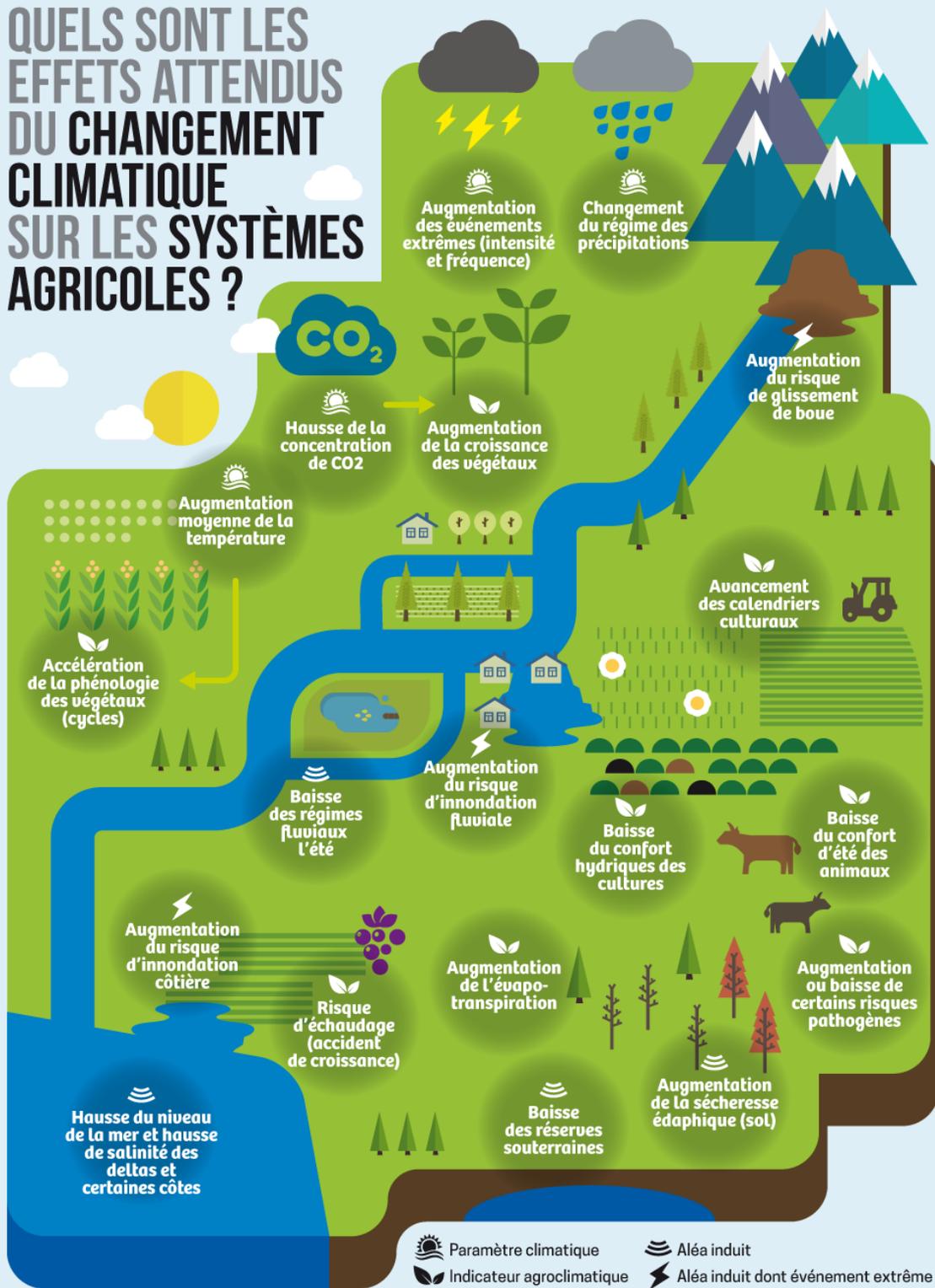
L'agriculture est peu présente sur le territoire avec une activité qui est en baisse.

(Source : RGA 2010)

## Synthèse

Le schéma suivant synthétise les effets probables du changement climatique identifiés sur l'agriculture en France.

# QUELS SONT LES EFFETS ATTENDUS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES SYSTÈMES AGRICOLES ?



SOURCE : ADAPTATION DE L'AGRICULTURE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES – RECUEIL D'EXPIÉRIENCES TERRITORIALES – RAC-F

Thématiques	Niveau actuel de sensibilité	Conséquences pour le territoire et ses habitants
Agriculture	2 - moyen	<p>Changements des habitudes de cultures des agriculteurs et des filières qui en découlent (exemple production de vins et de tournesol)</p> <p>Opportunité pour développer des filières à fortes valeur ajoutées.</p> <p>Baisse des rendements des cultures actuelles et fragilisation des élevages</p>
Autres secteurs économiques	1 - faible	Principale sensibilité liée aux bouleversements mondiaux (approvisionnement et débouchés économiques)

Tableau 36. Effets du réchauffement climatique sur le secteur économique

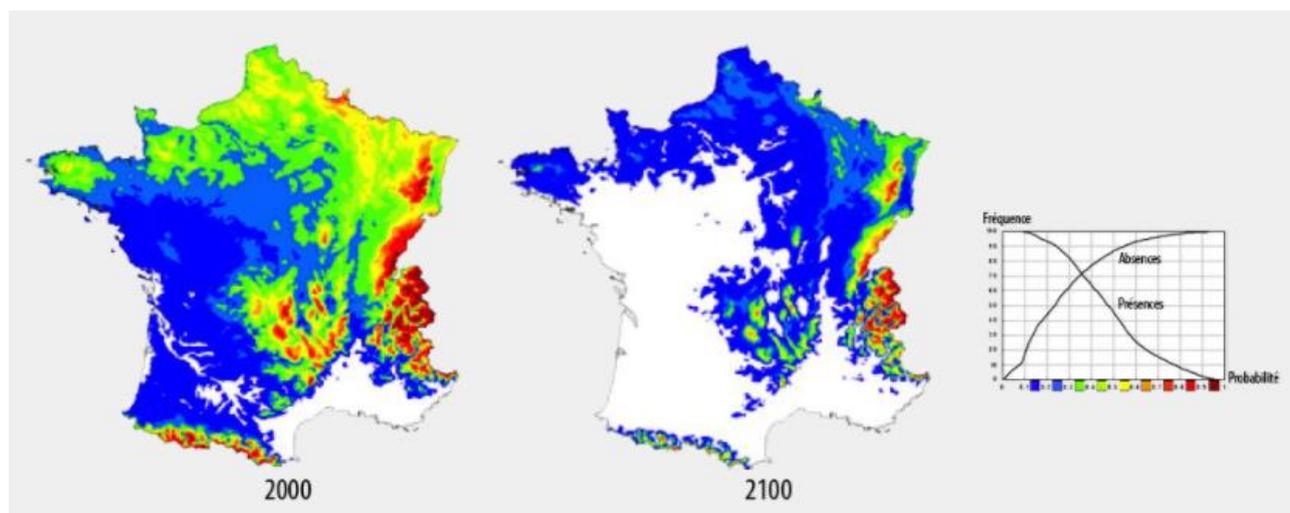
Ainsi, les principales émissions de gaz à effet de serre sont principalement liées à l'azote (fabrication des engrais et des émissions aux champs). Les émissions sont relativement faibles comparés à d'autres territoires ruraux de la région Hauts-de-France dues à la faible présence d'élevage. La forêt consomme et stocke beaucoup de CO<sub>2</sub>. L'adaptation au changement climatique doit être intégrée à la stratégie agricole et doit prendre en compte dans les systèmes de culture le climat : plus de forte chaleur, moins de gel, moins de pluie l'été et plus l'hiver.

## 5.3.4 Impacts sur les écosystèmes

### 5.3.4.1 Les tendances planétaires et nationales

Selon les espèces, les « vitesses de migration » maximales varient de 4 à 200 km par siècle. La vitesse limite de déplacement est d'autant plus faible que la plante vient à maturité tardivement et que ses graines peu mobiles (donc ne peuvent pas aller naturellement très en dehors de la zone favorable du moment) ; les chênes (maturité à 50 ans, graines lourdes et peu d'animaux colporteurs) sont un exemple typique d'espèce à vitesse de migration lente.

Or selon le GIEC un réchauffement de 3° C équivaut, pour les zones tempérées, à un déplacement d'aire favorable vers les pôles de 500 km environ. 3° C en un siècle – évolution médiane de la fourchette de 1 à 6°C actuellement prédite – engendre donc une vitesse de déplacement bien supérieure aux 200 km maximaux indiqués plus haut. En outre il est probable que les continents, qui n'ont pas la capacité d'amortissement thermique des océans, connaîtront des augmentations de température plus rapides encore. De nombreuses espèces naturelles – dont les arbres, et les écosystèmes forestiers attachés – pourraient donc dépérir en cas de modification climatique brutale. Un exemple est donné ci-dessous pour ce qui s'appelle « l'aire de répartition » de 2 essences communes en France (hêtre et épicéa). Une « aire de répartition » ne dit pas où se trouvent les arbres, mais où ils peuvent se trouver.



**Figure 98.** Aire potentielle de répartition du hêtre en 2000, et simulée en 2100, avec un scénario laissant les émissions de CO<sub>2</sub> au niveau actuel tout au long du 21<sup>e</sup> siècle. Source : Modélisation et cartographie de l'aire climatique potentielle des grandes essences forestières françaises, Badeau et al., juin 2004

La France métropolitaine jouit de climats variés, qui permettent de définir quatre grandes zones dotées de faune et de flore caractéristiques : les zones atlantique, continentale, alpine et méditerranéenne. Cette diversité climatique explique que l'Hexagone compte environ 6 000 espèces de plantes, 40 000 invertébrés et 1 000 vertébrés<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> Source : changement climatique la nature menacée en France réalisé par plusieurs associations de protection de la nature

Une étude parue dans la revue scientifique « NATURE » indique que le changement climatique pourrait provoquer la disparition de plus d'un million d'espèces d'ici 2050. Entre 15 et 37% des espèces terrestres de la planète seraient ainsi menacées d'extinction.

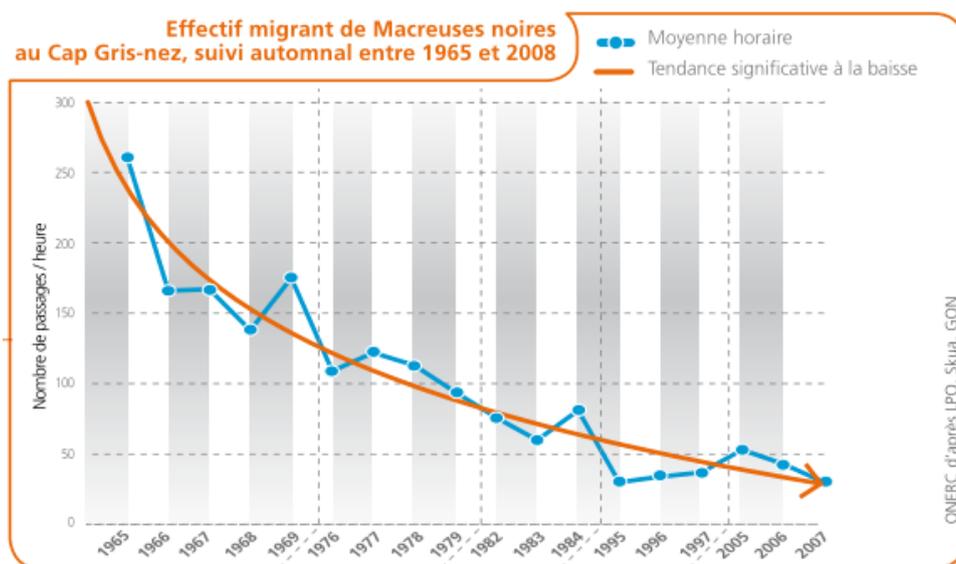
### 5.3.4.2 Des changements identifiés en région

#### > La biodiversité faunistique et floristiques évolue en Hauts-de-France

Selon le GIEC, une augmentation moyenne de 2°C des températures sur le globe équivaut à un déplacement en latitude de 360 km vers le nord. La répartition des espèces risque de se modifier en fonction de la modification des isothermes avec des limites d'aires septentrionales, remontant vers le nord. En effet, les rythmes biologiques des espèces sont en partie calqués sur les rythmes des saisons. Ainsi, un déséquilibre entre les différents paramètres peut avoir des conséquences négatives sur certaines espèces. Des suivis réguliers de certaines espèces cibles montrant des signes de ces évolutions permettraient d'avoir une analyse plus fine de ces impacts potentiels sur la faune régionale.

Depuis les années 1980, de nouvelles espèces d'affinités méridionales, voire méditerranéennes, ont été observées en région. C'est le cas d'une orchidée, la limodore à feuilles avortées (*Limodorum arbotivum*) dorénavant installée sur le mont de Baives ; mais aussi de l'andryale à feuilles entières (*Andryala integrifolia*), herbacée annuelle usuellement répertoriée au sud de Paris. Concernant la faune, la présence d'une espèce thermophile sur les terrils locaux, le grillon d'Italie (*æcanthus pellucens*), contribue à souligner l'influence des changements climatiques sur la biodiversité régionale.

L'évolution des effectifs d'oiseaux communs et nicheurs par espèce, indicateur mis au point par le Muséum National d'Histoire Naturelle, donne une bonne idée de l'impact du réchauffement climatique sur 15 espèces d'oiseaux aux affinités septentrionales. Établi sur la base de relevés depuis 1989 (programme STOC), le bilan national montre une baisse de 42% des effectifs en 19 ans. En région, il existe de nombreux suivis comprenant des espèces indicatrices, parmi lesquelles la Macreuse noire.



**Figure 99.** Effectif migrant de Macreuses noires au Cap Gris-Nez 1965-2008

### > Variations climatiques et phénologie : une dépendance confirmée

La phénologie s'intéresse aux différents stades de développement des êtres vivants. Le suivi phénologique des arbres consiste à relever, entre autres, les dates de chute des feuilles, de floraison ou de feuillaison. Plus de 30 observations sur sept essences réalisées depuis 2007 en Nord-Pas de Calais et en Picardie illustrent la sensibilité de la phénologie des arbres aux variations climatiques.

On observe ainsi une précocité plus importante chez le Chêne et le Hêtre sur l'apparition de leurs premières feuilles, ou "débourrement foliaire". Les années les plus chaudes (2009, 2011 et 2014) ont des dates de feuillaison plus précoces pour les deux essences. L'année 2013 marque un retard du débourrement foliaire dû à un printemps très pluvieux et froid. L'année 2015 est également une année chaude, mais les extrêmes de températures rencontrés au printemps ont accru le stress hydrique (effet de seuil), ce qui a finalement retardé le débournement foliaire.

Les observations indiquent ainsi une précocité plus importante de ces espèces dans l'apparition de leurs premières feuilles, moment de la végétation majoritairement déterminé par les températures.<sup>27</sup>

## Synthèse

Thématiques	Niveau actuel de sensibilité	Conséquences pour le territoire et ses habitants
Ecosystème	2 - moyen	Surmortalité et déplacement de certaines essences d'arbres Réduction de l'aire de répartition de certaines espèces (animales et végétales) Développement d'espèces invasives résistantes à des températures plus élevées Déclin et extinction d'espèces locales

Tableau 37. Effets du changement climatique sur les écosystèmes

<sup>27</sup> Source – Première données de l'observatoire climat Nord pas de Calais – Cerdd 2012

### 5.3.5 Impact sur la production et le transport d'énergie

La modification du climat mesurée par la hausse des températures a deux effets contradictoires sur la consommation d'énergie : elle amène à une baisse des besoins de chauffage d'une part et, d'autre part, elle augmente les besoins liés à la climatisation. La multiplication des dispositifs de climatisation entraînerait une multiplication des pics de demande en période estivale qui compliquera la gestion du réseau électrique.

Au niveau régional, les situations seront contrastées : les régions chaudes pourraient voir leur consommation annuelle augmenter, alors que les régions plus fraîches la verraient diminuer.

Bien que les modèles actuels ne permettent pas une modélisation très précise, la production hydroélectrique pourrait baisser d'au moins 15% à l'horizon 2050.

Par ailleurs, la baisse des débits associée à la hausse des températures de l'eau devrait affecter la source froide des centrales nucléaires.

En revanche, pour les autres sources d'énergies renouvelables, de grandes incertitudes demeurent. On s'attend à une possible hausse du potentiel solaire, mais l'évolution de la nébulosité est encore mal connue. L'incertitude est aussi très importante sur l'évolution du régime des vents.

De plus, si plus de tempêtes ont lieu, la distribution d'électricité risque d'être perturbée par des chutes d'arbres.

### Synthèse

Thématiques	Niveau actuel de sensibilité	Conséquences pour le territoire et ses habitants
Approvisionnement énergétique	1 - faible	Dépendance de la CA Grand Calais au transport d'énergie depuis les sites extérieurs  Fragilisation des lignes de transport (coupures électriques), Dommages sur les infrastructures de production d'énergie et de transport et distribution d'électricité  Augmentation des consommations des équipements de rafraîchissement
Mix énergétique	2 - moyen	Hausse du coût des énergies fossiles  Opportunité de produire localement des énergies renouvelables

Tableau 38. Effets du changement climatique sur la production d'énergie

## 5.3.6 Synthèse des sensibilités du territoire

### Synthèse

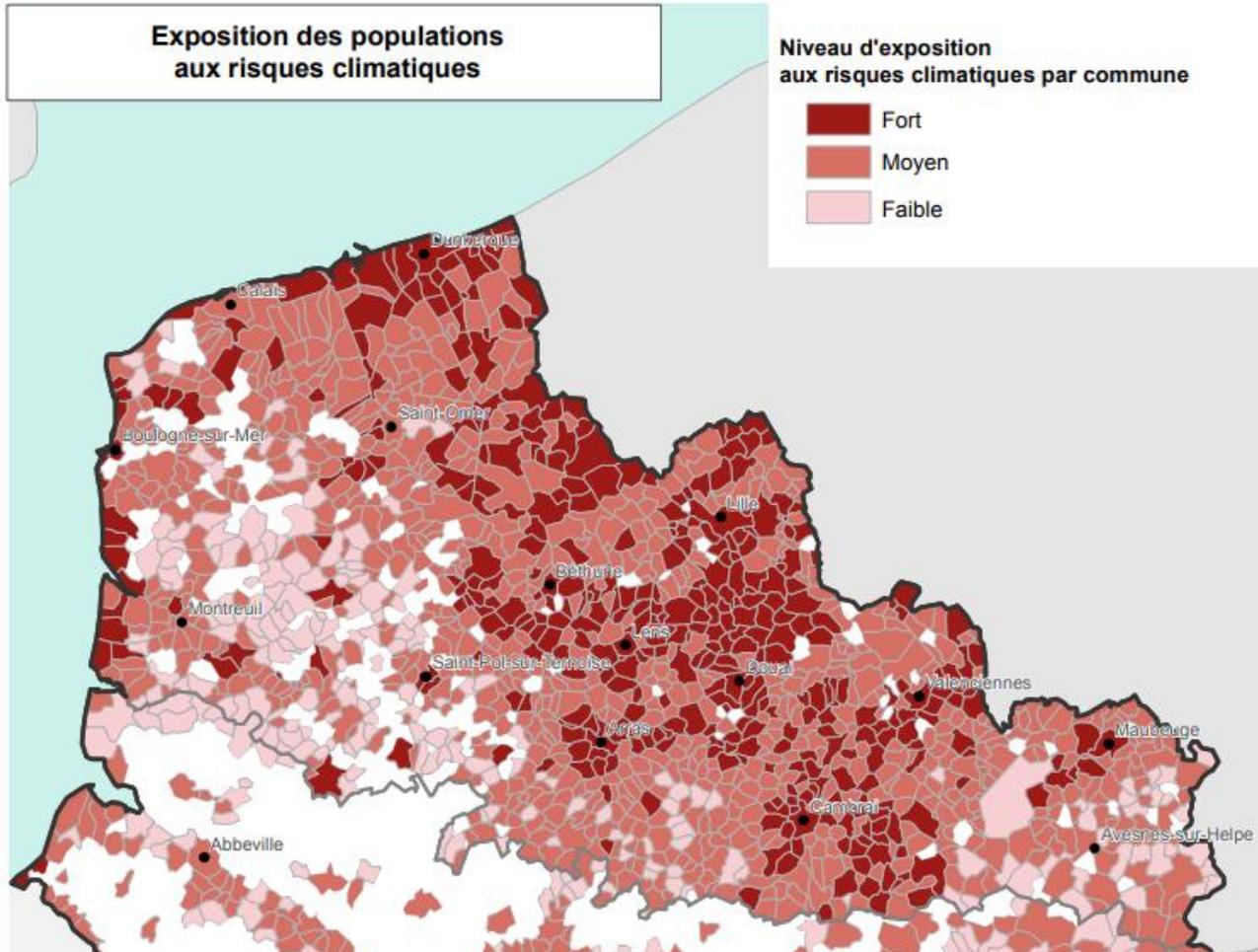
Le territoire est particulièrement vulnérable aux inondations, avec des impacts économiques importants notamment sur le secteur agricole.

Thématiques	Niveau actuel de sensibilité
Retraits et gonflements des argiles	1 - faible
Cavités	1 - faible
Inondations	3 - fort
Remontées de nappes	3 - fort
Erosion et ruissellement	2 - moyen
Évolution du trait de côte	3 - fort
Nombre de journées anormalement chaudes plus importantes	1 - faible
Pollution de l'air (particules, NO2, ozone, ...)	1 - faible
Îlot de chaleur en ville	1 - faible
Saison de pollinisation et faculté de pollinisation des plantes	1 - faible
Présence de vecteurs et de pathogènes	0 - nul
Agriculture	2 - moyen
Autres secteurs économiques	1 - faible
Ecosystème	2 - moyen
Approvisionnement énergétique	1 - faible
Mix énergétique	2 - moyen

Tableau 39. Sensibilités présente et future du territoire

### 5.3.7 Exposition des populations aux risques climatiques

La carte des expositions des populations montre que les communes de Sangatte et de Coulogne ont des niveaux d'exposition considérés comme forts. Toutes les autres communes du territoire ont un niveau d'exposition considérée comme moyen.



Carte 20. Exposition des populations aux risques climatiques

Sources : ONERC, IGN GéoFla Réalisation : Région NPdC/D2DPE/IGAS

## 5.4 Vulnérabilité

La vulnérabilité du territoire est liée au croisement de l'exposition et de la sensibilité.

Le tableau page suivante essaie de résumer les principales vulnérabilités identifiées sur le territoire.

Rappelons que les actions du territoire ne pourront pas réduire l'exposition aux phénomènes climatiques, qui est régulée par les bouleversements mondiaux. La vulnérabilité devra donc être réduite par la diminution des sensibilités du territoire.

Niveau d'exposition	Sensibilité	1 - Faible	2 - Moyen	3 - Fort	4 - Très fort
0- Nulle		Faible	Faible	Moyen	Moyen
1 - Faible		Faible	Moyen	Fort	Fort
2 - Moyen		Moyen	Fort	Fort	Très fort
3 - Fort		Moyen	Fort	Très fort	Très fort
4 - Très fort		Fort	Fort	Très fort	Très fort

Thématiques	Niveau actuel de sensibilité	Conséquences pour le territoire et ses habitants	Facteurs d'accentuation	Niveau de vulnérabilité
Retraits et gonflements des argiles	1 - faible	Fissurations voire destruction des bâtiments, pertes de vie humaines, pertes agricoles	Période de sécheresse plus longue suivie de fortes pluies	1 - faible
Cavités	1 - faible	Effondrement de bâtiments	Longue période pluvieuse	2 - moyen
Inondations	3 - fort	Destruction d'infrastructures et bâtiments, pertes de vie humaines, pertes agricoles	Période de sécheresse plus longue suivie de fortes pluies	3 - fort
Remontées de nappes	2 - Moyen	Destruction d'infrastructures et bâtiments, pertes de vie humaines, pertes agricoles	Période de sécheresse plus longue suivie de fortes pluies	2 - Moyen
Erosion et ruissellement	3 - fort	Destruction d'infrastructures, pertes agricoles	Période de sécheresse plus	3 - fort

Thématiques	Niveau actuel de sensibilité	Conséquences pour le territoire et ses habitants	Facteurs d'accentuation	Niveau de vulnérabilité
			longue suivie de fortes pluies	
Évolution du trait de côte	3 - fort	Destruction d'infrastructures et de bâtiments, pertes de vie humaines	Tempêtes, urbanisation	Très fort
Nombre de journées anormalement chaudes plus importantes	1 - faible	Provoque des inconforts thermiques dans les bâtiments et affecte les personnes fragiles : pertes de vie humaines	La densité et la minéralisation des villes peuvent accentuer le phénomène d'îlots de chaleurs	2 - moyen
Pollution de l'air (particules, NO2, ozone, ...)	1 - faible	Atteinte/dépassements éventuels des valeurs réglementaires d'Ozone Augmentation des maladies respiratoires, cardiovasculaires et allergènes	Augmentation de la température	2 - moyen
Îlot de chaleur en ville (limité sur le territoire)	1 - faible	Inconfort d'été, augmentation de la mortalité estivale Vulnérabilité des personnes sensibles (personnes âgées, asthmatiques, enfants...)	Aménagements et habitats inadaptés aux nouvelles conditions climatiques	1 - faible
Saison de pollinisation et faculté de pollinisation des plantes	1 - faible	Développement des maladies respiratoires et des allergies	Population non avertie des risques et déjà sensible par d'autres facteurs au quotidien (tabagisme, mauvaise qualité de l'air intérieur dans les logements)	1 - faible
Présence de vecteurs et de pathogènes	0 - nul	Augmentation des maladies à vecteurs et des maladies pathogènes	Insuffisance de communication sur les précautions et bons gestes à adopter contre la prolifération	1 - faible

Thématiques	Niveau actuel de sensibilité	Conséquences pour le territoire et ses habitants	Facteurs d'accentuation	Niveau de vulnérabilité
<b>Agriculture</b>	2 - moyen	<p>Changements des habitudes de cultures des agriculteurs et des filières qui en découlent (exemple production de vins et de tournesol)</p> <p>Opportunité pour développer des filières à fortes valeur ajoutées.</p> <p>Baisse des rendements des cultures actuelles et fragilisation des élevages</p>	<p>Augmentation de la température</p> <p>Période de sécheresse plus longue suivie de fortes pluies</p>	3 - fort
<b>Autres secteurs économiques</b>	1 - faible	<p>Principale sensibilité liée aux bouleversements mondiaux (approvisionnement et débouchés économiques)</p>	<p>Période de sécheresse plus longue suivie de fortes pluies</p>	2 - moyen
<b>Ecosystème</b>	2 - moyen	<p>Surmortalité et déplacement de certaines essences d'arbres</p> <p>Réduction de l'aire de répartition de certaines espèces (animales et végétales)</p> <p>Développement d'espèces invasives résistantes à des températures plus élevées</p> <p>Déclin et extinction d'espèces locales</p>	<p>Chaleur, stress hydrique, ...</p>	2 - moyen
<b>Approvisionnement énergétique</b>	1 - faible	<p>Dépendance de la CA Grand Calais au transport d'énergie depuis les sites extérieurs</p> <p>Fragilisation des lignes de transport (coupures électriques), Dommages sur les infrastructures de production d'énergie et de transport et distribution d'électricité</p>	<p>Augmentation de la température de l'air</p> <p>Augmentation de la fréquence et de l'intensité des risques naturels</p>	2 - moyen

Thématiques	Niveau actuel de sensibilité	Conséquences pour le territoire et ses habitants	Facteurs d'accentuation	Niveau de vulnérabilité
		Augmentation des consommations des équipements de rafraîchissement		
Mix énergétique	2 - moyen	Hausse du coût des énergies fossiles Opportunité de produire localement des énergies renouvelables	Raréfaction des ressources mondiales Enjeux géopolitiques	3 - fort

Tableau 40. Vulnérabilités du territoire

## 5.5 Conclusion

---

La réalité du changement climatique se manifeste par l'élévation des températures moyennes et des variations du régime des précipitations avec des variations saisonnières plus marquées.

Le climat contribue à la définition des milieux de vie naturels et humains, ainsi qu'à la viabilité de nombreuses activités économiques, par exemple l'agriculture ou la sylviculture. Mais le climat influence également les façons de construire ainsi que les choix d'aménagement des collectivités territoriales. Dans ces différents domaines, planifier en tenant compte des changements climatiques favorise l'ajustement progressif des communautés aux répercussions attendues tout en limitant les perturbations des milieux de vie et des activités socioéconomiques.

L'adaptation, planifiée longtemps à l'avance, permettra de diminuer la sensibilité d'un territoire à ces aléas et donc de limiter de manière plus efficace les dommages.

L'adaptation avec une démarche de planification, différente de l'adaptation spontanée (celle en réaction à un événement - les démarches de protection contre les inondations sont souvent liées à un événement survenu, plutôt qu'à un plan d'adaptation) permet d'anticiper le risque en intégrant le changement du climat dans les politiques publiques et la gestion des infrastructures.

L'adaptation du territoire au changement climatique est devenue un enjeu majeur qui appelle une mobilisation de tous. Cette adaptation doit être envisagée comme un complément désormais indispensable aux actions d'atténuation déjà engagées.

Parce que les résultats des politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre ne seront perceptibles que dans une ou deux générations, cela implique que nous devons préparer le pays, nos régions et la population à s'adapter aux impacts multiples générés par la dérive du climat. De fait, la question du réchauffement climatique n'est pas une question exclusivement environnementale. Elle est devenue une question de sécurité collective.

Une politique d'adaptation est, par essence, une politique de l'anticipation : anticipation par l'ensemble des acteurs des problèmes à venir ; anticipation de la perception par la société de ces changements (si le climat fluctue de manière erratique d'une année sur l'autre, les tendances lourdes au réchauffement persistent) ; anticipation enfin des mesures à prendre pour résoudre les défis, afin de ne pas les concevoir ni les mettre en œuvre dans la précipitation, sous peine de potentielles erreurs coûteuses pour l'avenir.

Toutefois, dans la pratique, la mise en œuvre de l'adaptation revêt un caractère complexe. Le changement climatique est un processus dynamique, continu, sur lequel les connaissances ne sont que partielles et entourées d'incertitudes.

L'adaptation n'est donc pas une action ponctuelle visant à passer d'une situation stable à une autre situation stable, elle exige un besoin de flexibilité dans la définition de ses orientations stratégiques et, surtout, doit être traitée comme un projet global et continu.

Les impacts du changement climatique sont en grande partie pilotés par les caractéristiques des territoires qui sont plus ou moins sensibles. L'adaptation doit viser à diminuer la vulnérabilité qui est le degré par lequel

un territoire risque d'être affecté négativement par les effets des changements climatiques sans pouvoir y faire face.

Plus spécifiquement pour le territoire, cela pourrait se traduire par des risques accrus d'inondation, des sécheresses estivales, la fragilisation de la ressource en eau en quantité et en qualité, des pics de pollution.

Comme ailleurs, les changements climatiques conduiront certainement à accroître les tensions sur les productions agricoles et certains espaces naturels, à la disparition de certaines espèces animales et végétales, et l'arrivée d'autres espèces. Les répercussions sur la santé à prévoir notamment pour les personnes sensibles sont liées à une augmentation des allergies, à l'inconfort thermique en été dû à l'augmentation des vagues de chaleur et aux nombres de journées anormalement chaudes.

L'évolution du climat conduira entre autres à une variabilité des rendements agricoles mais aussi à une évolution de la demande en énergie en hiver comme en été (rafraichissement). Les impacts sont multiples et interreliés entre les milieux, les activités et les populations.

S'adapter suppose de disposer d'une vision préalable des conséquences observées et potentielles du climat futur de son territoire : c'est le but de la phase de diagnostic. Sur cette base, une stratégie d'adaptation pourra ainsi définir une panoplie d'orientations à la fois politiques, techniques, institutionnelles, sociétales et comportementales.

## Glossaire

---

- Aléa

L'aléa au sens large constitue un phénomène, une manifestation physique ou une activité humaine (par ex. : accidents industriels) susceptible d'occasionner des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques voire des pertes en vies humaines ou une dégradation de l'environnement.

Les aléas se caractérisent notamment par leur intensité, leur probabilité d'occurrence, leur extension spatiale, leur durée, et leur degré de soudaineté (cinétique). Ils peuvent être soudains, comme la foudre, ou progressifs, comme la sécheresse. On parle alors d'aléas à cinétique rapide ou à cinétique lente.

- Aléas climatiques

L'aléa climatique est un événement climatique ou d'origine climatique susceptible de se produire (avec une probabilité plus ou moins élevée) et pouvant entraîner des dommages sur les populations, les activités et les milieux. Exemples : pluies torrentielles, tempête, canicule.

- Aléas induits

On appellera « aléas induits » les phénomènes physiques induits dans les milieux par les aléas climatiques. Par exemple, les épisodes de fortes précipitations (aléa climatique) sont susceptibles d'entraîner des inondations par ruissellement (aléa induit). De même, l'élévation du niveau de la mer (paramètre climatique) est susceptible de provoquer une augmentation de l'érosion côtière (aléa induit).

Il est important de rappeler que l'analyse des aléas induits est indépendante de l'analyse des paramètres et aléas climatiques.

- Climat

Zone géographique avec l'ensemble des caractéristiques de l'atmosphère (température, pluviométrie, pression atmosphérique, humidité, ensoleillement, vents, etc.) et de leurs variations, à une échelle spatiale donnée et sur une période suffisamment longue (30 ans selon l'Organisation Météorologique Mondiale).

- Exposition à un aléa

L'exposition correspond à la nature et au degré auxquels un système est exposé à des variations climatiques significatives (événements extrêmes, modification des moyennes climatiques...).

- Météo

La météorologie est une discipline scientifique interdisciplinaire qui vise à comprendre les phénomènes atmosphériques. Elle tente par exemple de décrypter la formation des nuages, du vent ou des précipitations à court terme et localement.

- Paramètres climatiques

Ce sont les données observées ou calculées pour le futur qui permettent de caractériser le climat et son évolution sur un espace géographique. Par exemple : les températures moyennes, les vagues de chaleur, le régime de précipitation, les épisodes de sécheresse, ...

- Phénologie

Science qui étudie l'influence des variations climatiques sur certains phénomènes périodiques de la vie des plantes (germination, floraison) et des animaux (migration, hibernation).

- Vulnérabilité

La vulnérabilité est l'exposition aux risques économiques, sanitaires, sociaux, environnementaux, auxquels la collectivité et son territoire sont exposés du fait des changements climatiques, de la dépendance aux énergies fossiles, et de scénarios d'augmentation des prix de l'énergie.

À titre d'illustration, en cas de période de forte chaleur, la vulnérabilité d'un territoire sera fonction :

- De son degré d'exposition à l'augmentation des températures ;
- De ses caractéristiques socio-économiques telles que la présence de populations fragiles (personnes âgées par exemple), qui vont conditionner sa sensibilité à l'aléa chaleur ;
- De sa capacité d'adaptation (systèmes de prévention en place, accès aux équipements d'urgence, etc.).



## ABREVIATIONS

---

AR5	5 <sup>ème</sup> rapport du GIEC
CERDD	Centre Ressource du Développement Durable
CH <sub>4</sub>	Méthane
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
CO <sub>2</sub> e ou eq CO <sub>2</sub>	équivalent CO <sub>2</sub>
COVNM	Composé organique volatil non méthanique
EPCI	Etablissement Public de Coopération Intercommunale
GIEC	Groupe International d'Experts sur le Climat
GES	Gaz à effet de serre
HFC	Hydrofluorocarbone
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
PCAET	Plan Climat Air Energie Territoriale
PFC	Hydrocarbures perfluorés
PRG	Pouvoir de réchauffement global
NF <sub>3</sub>	Trifluorure d'azote
NH <sub>3</sub>	Ammoniac
N <sub>2</sub> O	Protoxyde d'azote
NOx	Oxydes d'azote
PDU	Plan de Déplacement Urbain
PM <sub>2,5</sub>	Particules de diamètre inférieur à 2,5 microns
PM <sub>10</sub>	Particules de diamètre inférieur à 10 microns
SCoT	Schéma de Cohérence Territorial
SF <sub>6</sub>	Hexafluorure de soufre
SIG	Système d'Information Géographique
SO <sub>2</sub>	Dioxyde de soufre
SRCAE	Schéma Régional Climat Air Energie
TECV	Loi de transition énergétique pour la croissance verte
UCTF	Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt



## CHAPITRE 6. ANNEXES

## 6.1 Annexe 1 – Composition des secteurs d'activités

Secteur PCAET	Code SNAP2	Nom_SNAP
BRANCHE ENERGIE	<b>01</b>	<b>Combustion dans les industries de l'énergie et de la transformation de l'énergie</b>
	0101	Production d'électricité
	0102	Chauffage urbain
	0103	Raffinage du pétrole
	0104	Transformation des combustibles minéraux solides (TCMS)
	0105	Mines de charbon, extraction de gaz/pétrole, stations de compression
	<b>04</b>	<b>Procédés de production</b>
	0401	Procédés de l'industrie pétrolière
	<b>05</b>	<b>Extraction et distribution de combustibles fossiles/énergie géothermique</b>
	0501	Extraction et premier traitement des combustibles fossiles solides
	0503	Extraction, premier traitement et chargement des combustibles fossiles gazeux
	0504	Distribution de combustibles liquides (sauf essence)
	0505	Distribution de l'essence
	0506	Réseaux de distribution de gaz
	<b>09</b>	<b>Traitement et élimination des déchets</b>
0902	Incinération des déchets	
INDUSTRIE HORS BRANCHE ENERGIE	<b>03</b>	<b>Combustion dans l'industrie manufacturière</b>
	0301	Combustion dans l'industrie manufacturière (Chaudières, turbines à gaz, moteurs fixes)
	0302	Fours sans contact
	0303	Procédés énergétiques avec contact
	<b>04</b>	<b>Procédés de production</b>
	0402	Procédés de la sidérurgie et des houillères
	0403	Procédés de l'industrie des métaux non-ferreux
	0404	Procédés de l'industrie chimique inorganique
	0405	Procédés de l'industrie chimique organique
	0406	Procédés des industries du bois, de la pâte à papier, de l'alimentation, de la boisson et autres
	<b>06</b>	<b>Utilisation de solvants et autres produits</b>
	0601	Application de peinture
0602	Dégraissage, nettoyage à sec et électronique	

	0603	Fabrication et mise en œuvre de produits chimiques
	0604	Autres utilisations de solvants et activités associées
	0605	Utilisation du HFC, N2O, NH3, PFC et SF6
	<b>08</b>	<b>Autres sources mobiles et machines</b>
	0808	Engins spéciaux (EMNR) - Industrie
<b>RESIDENTIEL</b>	<b>02</b>	<b>Combustion hors industrie</b>
	0202	Résidentiel
	<b>06</b>	<b>Utilisation de solvants et autres produits</b>
	0601	Application de peinture
	0604	Autres utilisations de solvants et activités associées
	0605	Utilisation du HFC, N2O, NH3, PFC et SF6
	0606	Autres
	<b>08</b>	<b>Autres sources mobiles et machines</b>
	0809	Engins spéciaux (EMNR) - Loisirs / jardinage
	<b>09</b>	<b>Traitement et élimination des déchets</b>
	0907	Feux ouverts (sauf écobuage 10.03 et feux de forêt 1103xx)

<b>TERTIAIRE</b>	<b>02</b>	<b>Combustion hors industrie</b>
	0201	Commercial et institutionnel
	<b>06</b>	<b>Utilisation de solvants et autres produits</b>
	0601	Application de peinture
	0602	Dégraissage, nettoyage à sec et électronique
	0604	Autres utilisations de solvants et activités associées
	0605	Utilisation du HFC, N2O, NH3, PFC et SF6
	0606	Autres
	<b>08</b>	<b>Autres sources mobiles et machines</b>
	0801	Activités militaires
	<b>20</b>	<b>Eclairage public</b>
	2000	Eclairage public

AGRICULTURE	<b>02</b>	<b>Combustion hors industrie</b>
	0203	Agriculture, sylviculture et aquaculture
	<b>08</b>	<b>Autres sources mobiles et machines</b>
	0806	Engins spéciaux (EMNR) - Agriculture
	<b>09</b>	<b>Traitement et élimination des déchets</b>
	0907	Feux ouverts (sauf écobuage 10.03 et feux de forêt 1103xx)
	0910	Autres traitements de déchets
	<b>10</b>	<b>Agriculture et sylviculture</b>
	1001	Culture avec engrais
	1002	Culture sans engrais
	1003	Ecobuage
	1004	Fermentation entérique
	1005	Composés organiques issus des déjections animales
	1009	Composés azotés issus des déjections animales
TRANSPORTS ROUTIERS	<b>07</b>	<b>Transport routier</b>
	0701	Voitures particulières
	0702	Véhicules utilitaires légers < 3,5 t
	0703	Poids lourds > 3,5 t et bus
	0704	Motocyclettes et motos < 50 cm3
	0705	Motos > 50 cm3
	0706	Evaporation d'essence des véhicules
	0707	Pneus et plaquettes de freins
	0708	Usure des routes
	0709	Remise en suspension des particules
AUTRES Transports	<b>08</b>	<b>Autres sources mobiles et machines</b>
	0802	Trafic ferroviaire
	0803	Navigation fluviale
	0804	Activités maritimes
	0805	Trafic aérien
DECHETS	<b>09</b>	<b>Traitement et élimination des déchets</b>
	0902	Incinération des déchets
	0904	Décharges de déchets solides
	0909	Crémation

0910	Autres traitements de déchets
------	-------------------------------

<b>EMETTEURS NON INCLUS</b>	<b>04</b>	<b>Procédés de production</b>
	0402	Procédés de la sidérurgie et des houillères
	<b>08</b>	<b>Autres sources mobiles et machines</b>
	0804	Activités maritimes
	<b>11</b>	<b>Autres sources et puits</b>
	1101	Forêts naturelles de feuillus
	1102	Forêts naturelles de conifères
	1103	Feux de forêt
	1104	Prairies naturelles et autres végétations
	1105	Zones humides
	1106	Eaux
	1107	Animaux
	1111	Forêts de feuillus exploitées
	1112	Forêts de conifères exploitées

Source : Nomenclature d'activités émettrices SNAP 97 c (CITEPA)

## 6.2 Annexe 2 -Valeurs réglementaires des polluants

	Valeur limite	Objectif de qualité / objectif à long terme	Valeur cible
<b>PM10</b>	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle		-
	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière à <b>ne pas dépasser plus de 35 jours/an</b>	<b>30 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	-
<b>PM2.5</b>	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	<b>10 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	<b>20 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle
<b>O<sub>3</sub></b>	-	<u>Protection de la santé</u> :  <b>120 µg/m<sup>3</sup></b>  <i>pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissantes</i>  <u>Protection de la végétation</u> :	<u>Protection de la santé</u> :  <b>120 µg/m<sup>3</sup></b>  <i>pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissante, à ne pas dépasser plus de 25 jours/an en</i>

		<b>AOT40<sup>28</sup> = 6 000 µg/m<sup>3</sup>.h</b>	<b>moyenne sur 3 ans</b> <u>Protection de la végétation :</u> <b>AOT40 = 18 000 µg/m<sup>3</sup>.h</b> <b>en moyenne sur 5 ans</b>
<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle		-
	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an		-
<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>125 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours/an	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	-
	<b>350 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures/an	-	-
<b>CO</b>	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b> pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissantes	-	-
<b>Benzène</b>	<b>5 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	<b>2 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	-
<b>Plomb (Pb)</b>	<b>0,5 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	<b>0,25 µg/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle	-
<b>Arsenic (As)</b>	-	-	<b>6 ng/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle
<b>Cadmium (Cd)</b>	-	-	<b>5 ng/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle
<b>Nickel (Ni)</b>	-	-	<b>20 ng/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle
<b>B(a)P</b>	-	-	<b>1 ng/m<sup>3</sup></b> en moyenne annuelle

(Source : Directives 2008/50/CE du 21 mai 2008 et 2004/107/CE du 15 décembre 2004)

<sup>28</sup> AOT40 = la somme des différences entre les concentrations horaires en ozone supérieures à 80 µg/m<sup>3</sup> et 80 µg/m<sup>3</sup>, basée uniquement sur les valeurs horaires mesurées de 8 heures à 20 heures sur la période de mai à juillet.