

5.1.2.2. Habitat, activités économiques et construction

Le graphique suivant présente l’empreinte carbone liée au secteur résidentiel et à l’emploi (tertiaire, industrie et agriculture) sur le territoire. Ce poste prend également en compte l’empreinte associée à la construction (nouveaux bâtiments et nouvelles voiries commencées en 2019) :

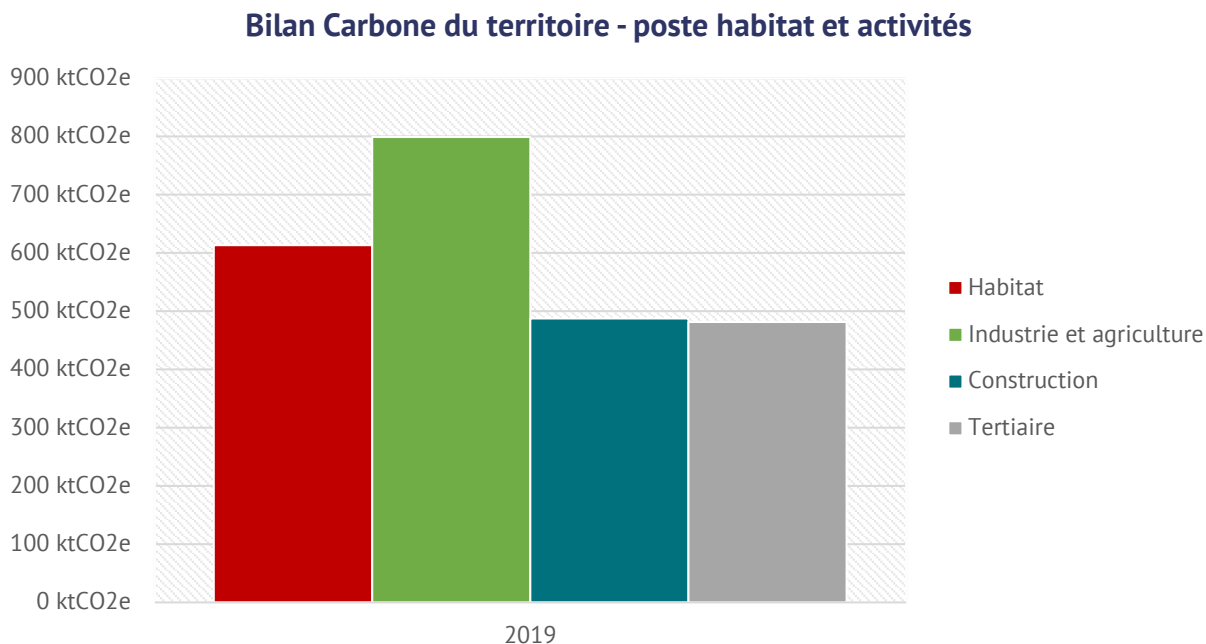


Figure 101 : Bilan Carbone du territoire - poste habitat et activités, 2019

L’empreinte carbone associée au **poste habitat et activité** sur le territoire de la métropole est de **2400 ktCO2e**, soit **28%** du bilan global. Dans ce postes, l’empreinte est répartie de la manière suivante : 800 ktCO2e pour le secteur industriel et l’agriculture (34% du poste et **9%** du bilan global), 600 ktCO2e pour le secteur de l’habitat (26% du poste et **7%** du bilan global), 500 ktCO2e pour le secteur de la construction (20% du poste et **6%** du bilan global) et enfin 500 ktCO2e pour le secteur tertiaire (20% du poste et **6%** du bilan global).

L’empreinte de ce poste est majoritairement associée à des émissions ayant lieu sur le territoire (combustion de combustible, émissions associées au processus, etc.) ou à la fabrication de l’électricité consommée sur le territoire. La partie délocalisée de l’empreinte est associée à l’extraction, au raffinage et au transport des combustibles utilisés et à la fabrication des matériaux de construction :

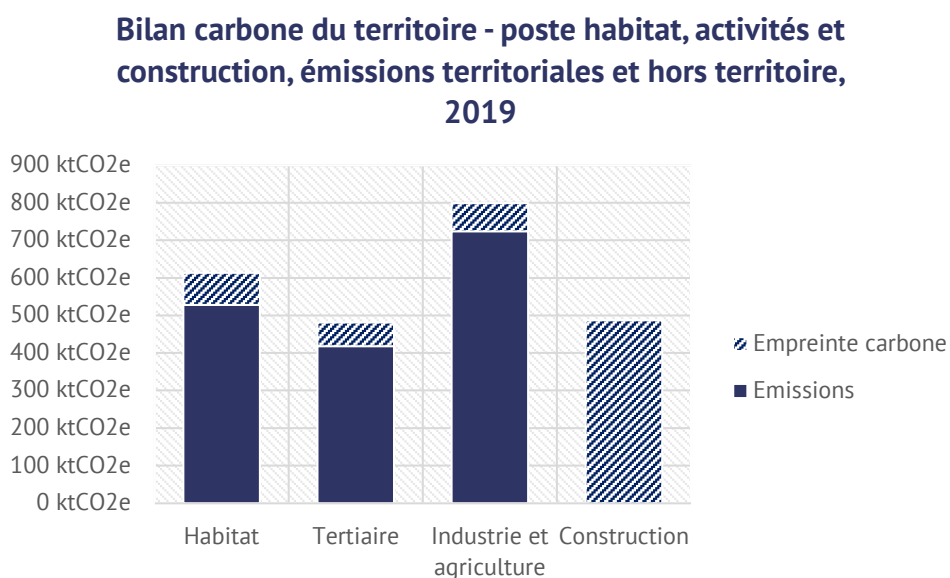


Figure 102 : Bilan carbone du territoire - poste habitat, activités et construction, émissions territoriales et hors territoire, 2019

Depuis 2007, l’empreinte carbone du poste habitat et activités a évolué de la manière suivante :

Evolution du Bilan Carbone du territoire - poste habitat et activités

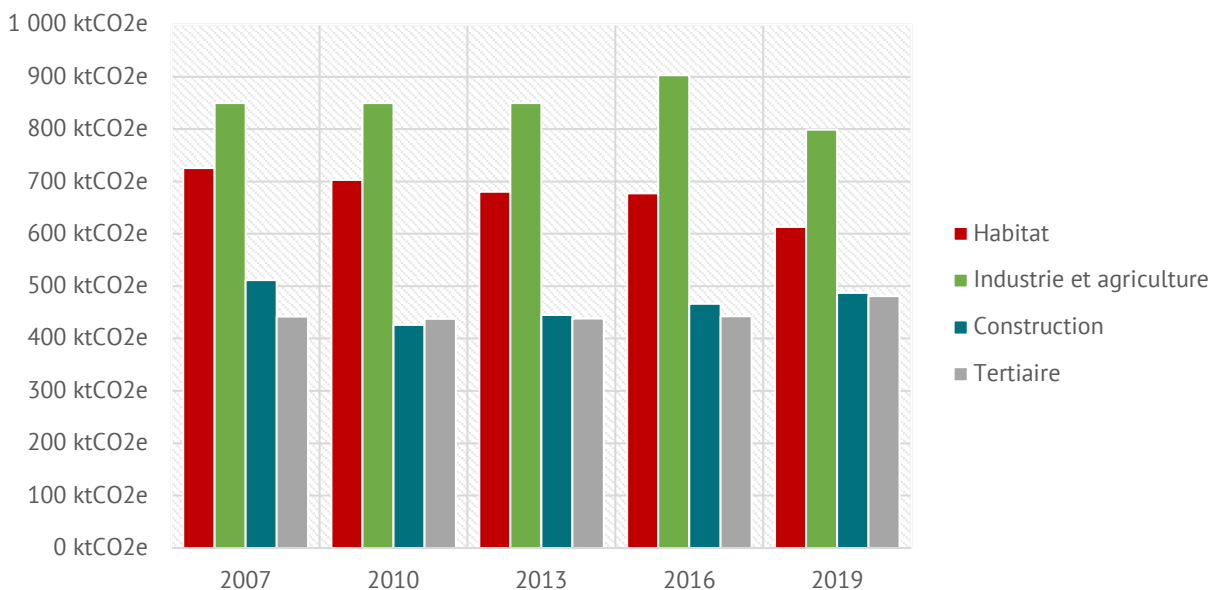


Figure 103 : Evolution du Bilan Carbone du territoire - poste habitat et activités, Source : BCO2 et E6

Entre 2016 et 2019, l’impact carbone associé au poste habitat et activités a diminué de 4% : -9% pour l’habitat, -11% pour l’industrie et l’agriculture, +9% pour le tertiaire et + 4% pour la construction. Pour les trois premiers postes, cela est principalement dû à une évolution des besoins énergétiques (baisse pour les deux premiers items et hausse pour le tertiaire ainsi qu’à une évolution des vecteurs énergétiques utilisés. Pour ce qui est des émissions de gaz à effet de serre associées à la construction, on observe une hausse significative du nombre de logements construits (511 185 m2 commencés en 2016 et 562 858 m2 en 2019).

Le résidentiel, le tertiaire, l’industrie et l’agriculture :

Pour ces 4 postes, on retrouve tant des émissions de gaz à effet de serre d’origine énergétiques (directes ou indirectes) qu’associées à l’utilisation de gaz de process :

Répartition de l’empreinte carbone associée à l’habitat et aux activités

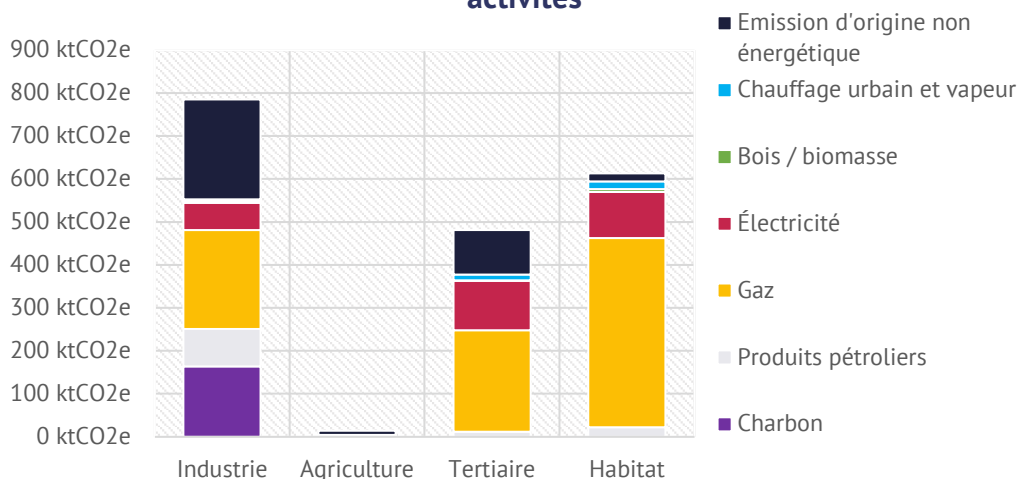


Figure 104 : Répartition de l’empreinte carbone associée à l’habitat et aux activités, 2019, Source : NEPSSEN à partir des données ALEC

La majorité de l’empreinte, pour tous les postes confondus, est liée à la consommation d’énergie fossile : 9% pour le charbon, 7% pour le fioul et 48% pour le gaz naturel. En complément d’actions de maîtrise de l’énergie, la substitution énergétique (d’une énergie fossile vers une énergie renouvelables et/ou moins carbonée) sera une des clefs de l’atteinte de la neutralité carbone.

Pour le secteur d'industriel une part importante de l'empreinte carbone est d'origine non énergétique (30%). Cette part, liée au procédé industriel, est relativement difficile à réduire et nécessite, pour chacun des site, un accompagnement personnalisé permettant d'identifier les marges de manœuvre.

La construction :

Le graphique suivant présente la répartition de l'empreinte carbone en fonction des différents types de bâtiments construits :

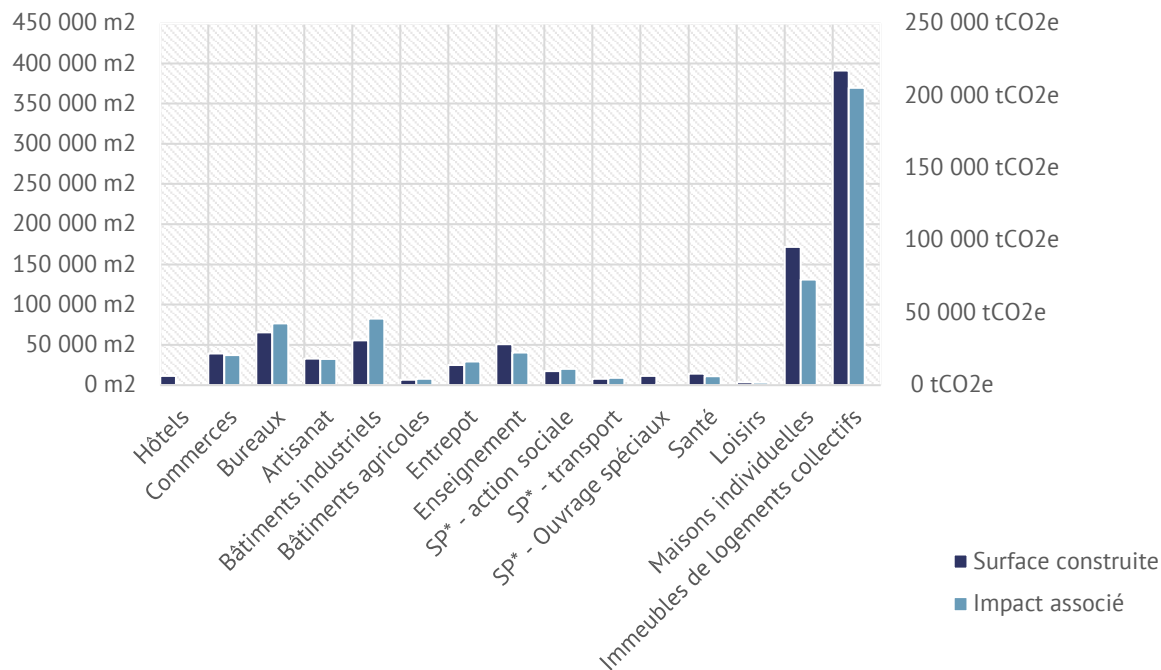


Figure 105 : Répartition des surfaces construites et de l'impact carbone associé, Source : Sit@Del2/base carbone, 2019

*SP : Service Public

La majorité des bâtiments construits en 2019 sur le territoire sont des logements (62% des m² construits et 59% de l'impact carbone du poste).

5.1.2.3. Le Bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre de territoire

Afin de pouvoir comparer les valeurs d'émissions du territoire avec celles des territoires voisins, de la Région Nouvelle Aquitaine ou de la France, la stratégie territoriale sera établie, d'une part sur l'empreinte carbone totale de la métropole (émissions territoriales et indirectes), mais également sur les émissions du BEGES réglementé, c'est-à-dire les émissions de Bordeaux Métropole « intramuros ». Pour ce faire, les données suivantes seront utilisées :

BEGES du territoire, 2019, Source : ALEC

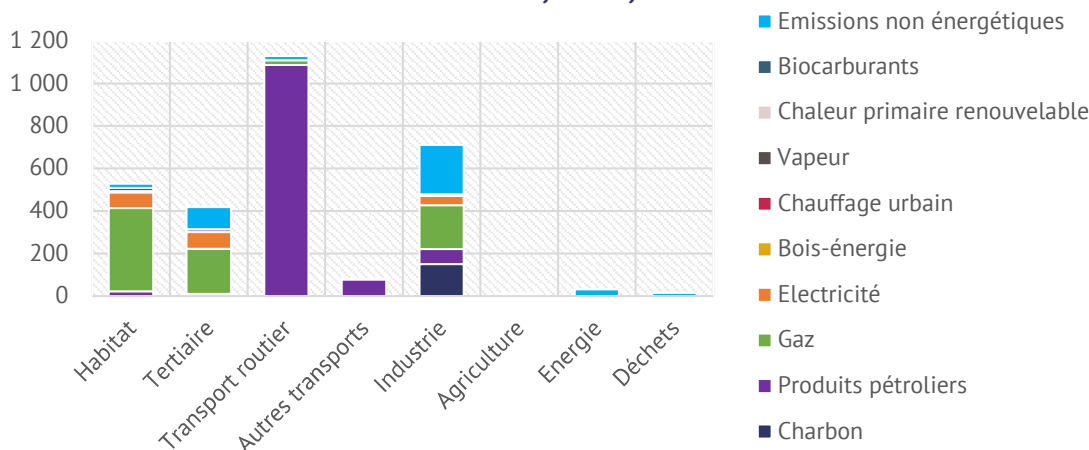


Figure 106 : BEGES du territoire, 2019, Source : ALEC

Les émissions du BEGES correspondent à 34% des émissions du bilan complet, soit **2 926 ktCO₂e**.

5.1.3. Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre

Les potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre territoriales de Bordeaux Métropole ont été évalués par a partir du potentiel de maîtrise de l'énergie et de de développement des énergies renouvelables précédemment présentés. Ainsi, il est possible de réduire d'environ 90 % les émissions de GES entre 2019 et 2050.

Appliqué au territoire, ce potentiel se caractérise de la manière suivante :

Evolution des émissions de gaz à effet de serre territoriales de Bordeaux Métropole, scénario potentiels

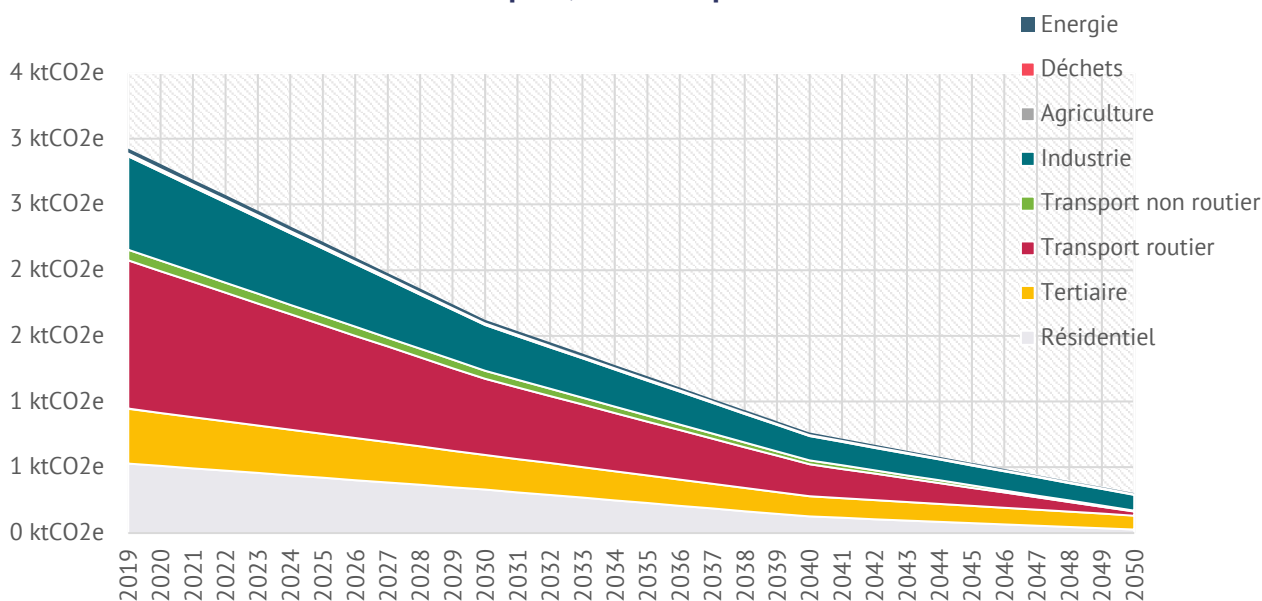


Figure 107 : Evolution des émissions de gaz à effet de serre territoriales de Bordeaux Métropole, scénario potentiels, Source : ALEC

5.1.4. Enjeux mis en évidence par l'étude

Atouts	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> Bien qu'étant un territoire fortement touristique, l'impact carbone associé à leur venue sur le territoire est relativement faible au regard de l'empreinte carbone globale de la métropole. Cela est dû à une part importante de visiteurs venant de Nouvelle Aquitaine ou de France (81%). Il est encore possible de réduire significativement cet impact en incitant les visiteurs à utiliser les transports en commun pour venir (notamment train) et en proposant des offres de mobilité alternatives sur place. 	<ul style="list-style-type: none"> Un impact important du secteur des transports conforté par ce diagnostic ; Les importations de produits transformés (biens alimentaires et de consommation) pèsent fortement sur le bilan. En complément du travail sur le développement des circuits de proximité, des actions portant sur la limitation du gaspillage alimentaire, la développement d'une alimentation moins carnée, la réparation, le réemploi, etc. seront à mener ; Plus de la moitié des émissions a lieu en dehors du territoire, rendant plus difficile leur réduction les habitants et acteurs du territoire de Bordeaux Métropole.

Opportunités

- Les habitants de la métropole se disent favorables à un développement d'une alimentation de proximité et de saison, d'après une enquête CEFIL ;
- Les consommations d'énergie fossile sont à l'origine d'une part non négligeable des émissions de gaz à effet de serre. Les réduire et les substituer par des énergies renouvelables locales ou importées (des territoires voisins) permettra de diminuer la vulnérabilité économique du territoire à la hausse du prix de ces énergies, mais également de réduire significativement son empreinte carbone.

Menaces

- Le territoire est importateur de nourriture. La mise en œuvre de la stratégie agricole, visant à développer la production alimentaire locale, augmentera sa résilience.
- Les émissions d'origine non énergétiques du secteur industriel sont difficiles à réduire car résultant directement du processus de production. Un accompagnement ciblé devra être mis en place pour assurer l'atteinte des objectifs par les acteurs du secteur.
- Les émissions de gaz à effet de serre associées au poste construction augmentent chaque année sur le territoire. Il s'agira, dans le cadre de ce PCAET, de limiter l'étalement urbain et de développer l'écoconstruction.

5.2. SEQUESTRATION DE CARBONE DU TERRITOIRE

5.2.1. Contexte méthodologique

5.2.1.1. Périmètre étudié

Dans cette étude sont pris en compte, d'une part les émissions piégées dans les sols et la végétation du territoire de Bordeaux Métropole, et, d'autre part, les flux de carbone annuels des sols vers l'atmosphère et inversement.

5.2.1.2. Notions clés

Dans le cadre de cette étude, les typologies de sols sont découpées en 11 catégories :

- Forêts Feuillus
- Forêts Mixtes
- Forêts Conifères
- Forêts Peupleraies
- Milieux humides
- Prairies
- Terres agricoles (hors vignes et vergers)
- Sols imperméabilisés
- Sols artificiels enherbés
- Vignes
- Vergers

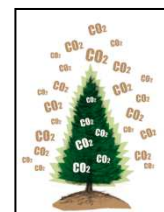
Les stocks de carbone sont calculés en fonction de 3 réservoirs de carbone : le sol, la litière et la biomasse (aérienne et racinaire). Ci-dessous un descriptif de ces réservoirs :



Le réservoir sol représente la quantité de carbone stocké dans les 30 premiers centimètres.



La litière représente les feuilles mortes et les débris végétaux en décomposition qui recouvrent le sol.



La biomasse (aérienne et racinaire) représente la quantité de carbone stockée par les végétaux dans les parties intra sol et hors sol.

5.2.1.3. Sources de données utilisées

Une présentation générale de la séquestration carbone plus détaillée est présente en annexe.

L'évaluation du stock de carbone du territoire ainsi que son évolution annuelle a été réalisée par l'ALEC à partir des données NAFU et OCS 2019.

A savoir

Les résultats présentés doivent être considérés avec précaution compte tenu de l'incertitude sur certaines données ou du manque de facteurs de séquestration (des hypothèses et estimations ont été réalisées pour évaluer les stocks dans les grandes familles de surfaces présentes sur le territoire).

5.2.2. Bilan du stock carbone du territoire et de son évolution

5.2.2.1. Les résultats de l'étude

Le stock de carbone

Le territoire de Bordeaux Métropole stocke près de **15 273 ktCO_{2e}** de carbone grâce à son écosystème naturel. L'objectif est de conserver ce stock dans nos sols et tenter de l'accroître naturellement pour répondre aux enjeux actuels.

Les flux de carbone

Sur le territoire de Bordeaux Métropole, **12,1 ktCO_{2e}** supplémentaires sont stockées par an. Cela est dû en majorité à l'accroissement de la forêt stockant du carbone par la photosynthèse. On note cependant un léger déstockage lié au changement d'occupation des sols (passage d'un sol naturel à un sol artificialisé stockant moins de carbone). A cela vient s'ajouter le carbone stocké dans les produits bois (bois d'œuvre ou d'industrie) consommés chaque année sur le territoire, à savoir **19,6 ktCO_{2e}**.

5.2.2.2. Patrimoine et capital carboné

Surface occupées et grandes familles

L'ensemble de la surface de Bordeaux Métropole a été ventilé selon les différentes typologies du territoire :

Typologie	Part occupée	Surface occupée (ha)
Forêts Feuillus	13%	7 381
Forêts Mixtes	5%	2 590
Forêts Conifères	8%	4 833
Forêts Peupleraies	0%	69
Milieux humides	6%	3 382
Prairies	9%	5 085
Terres agricoles (hors vignes et vergers)	8%	4 474
Sols imperméabilisés	43%	24 672
Sols artificiels enherbés	7%	4 003
Vignes	2%	916
Vergers	0%	62

Tableau 16 : Synthèse de la ventilation du territoire selon les différentes typologies, Source : AREC

Ci-dessous un graphique représentant la ventilation des typologies de surface du territoire

Ventilation de l'occupation du sol - Bordeaux Métropole 2019

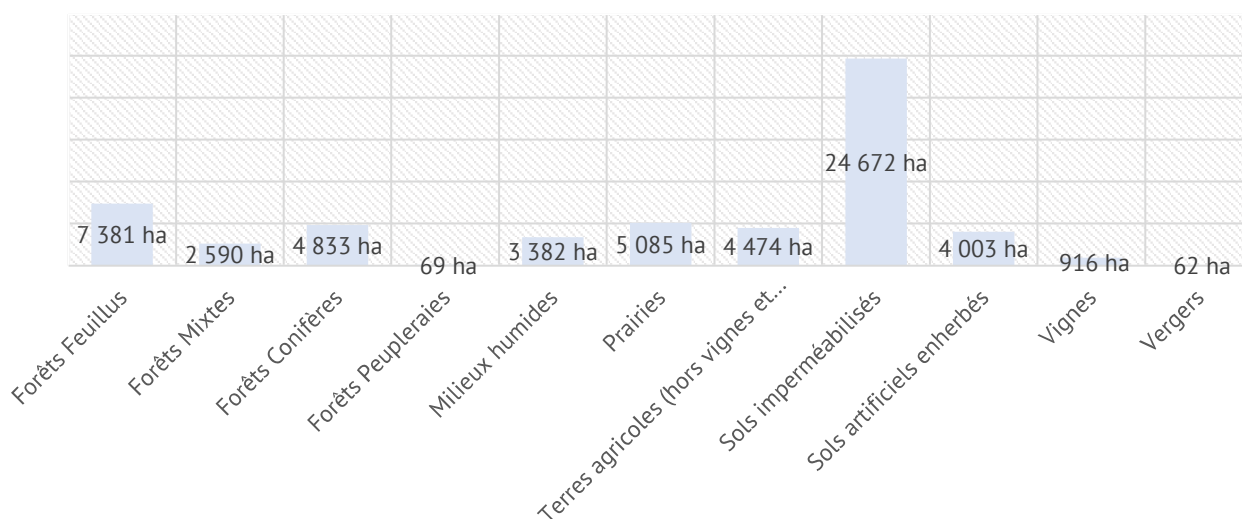


Figure 108 : Ventilation surfacique du territoire selon les deux niveaux de catégories, Source : AREC, 2019

Ventilation du stock de carbone

Le stock carbone du territoire en 2019 est de **15 273 ktCO₂e**.

Il est réparti de la manière suivante :

Typologie	Part du stock	Carbone stocké
Forêts Feuillus	26%	4 032 ktCO₂e
Forêts Mixtes	8%	1 282 ktCO₂e
Forêts Conifères	14%	2 144 ktCO₂e
Forêts Peupleraies	0%	32 ktCO₂e
Milieux humides	10%	1 550 ktCO₂e
Prairies	9%	1 380 ktCO₂e
Terres agricoles (hors vignes et vergers)	5%	787 ktCO₂e
Sols imperméabilisés	18%	2 714 ktCO₂e
Sols artificiels enherbés	8%	1 189 ktCO₂e
Vignes	1%	148 ktCO₂e
Vergers	0%	14 ktCO₂e

Tableau 17 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, Source : AREC, 2019

Ventilation du stockage carbone par typologie de sol - Bordeaux Métropole 2019

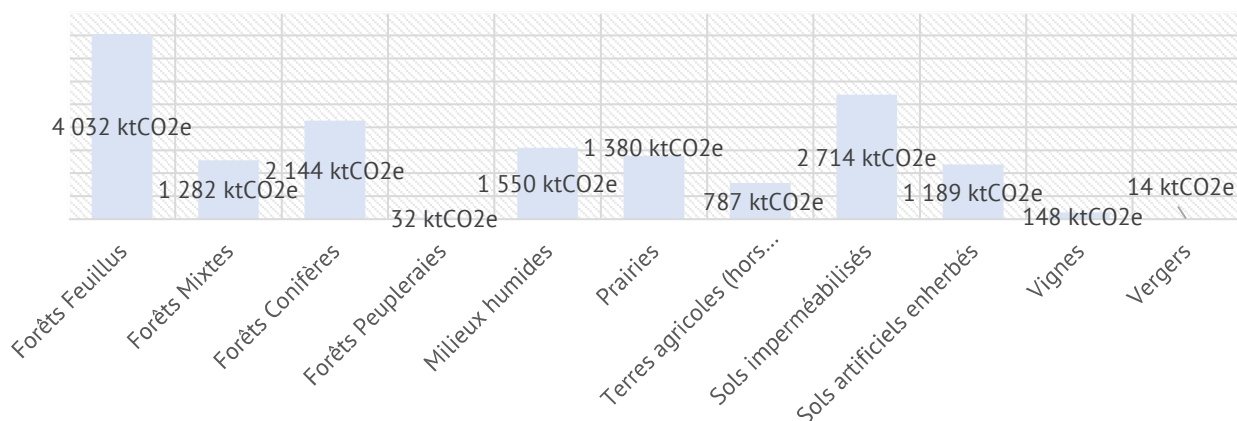


Figure 109 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, Source : AREC, 2019

Le stock carbone entre les trois réservoirs se ventile comme suit :

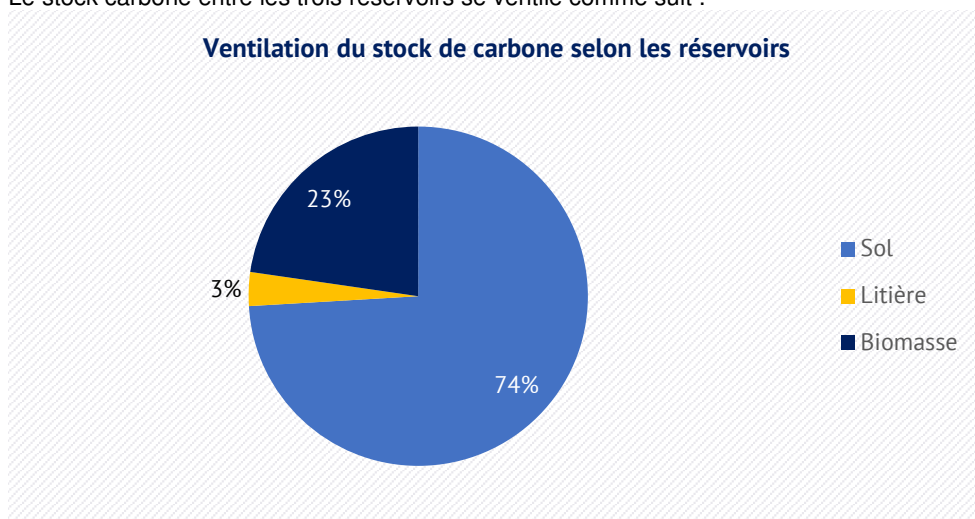


Figure 110 : Ventilation du stock carbone selon les réservoirs, Source : Corine Land Cover et outil ALDO, 2018

74% du carbone stocké sur le territoire le sont dans les sols et environs 26% dans la biomasse (intra et hors sol). Le stock lié à la litière comptabilise 3 du carbone stocké.

Le graphique ci-dessous représente les 11 typologies ventilées selon la quantité de stock carbone de leur réservoir. Il permet de visualiser la contribution de chaque typologie suivant les différents réservoirs.

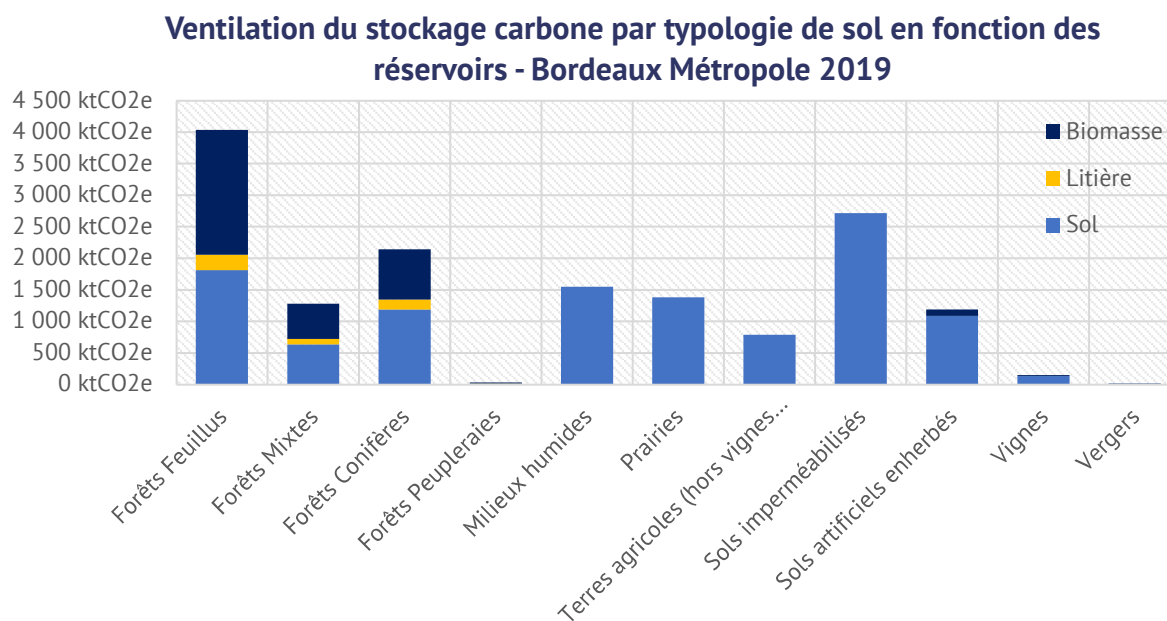


Figure 111 : Ventilation du stock carbone selon les différentes typologies et des réservoirs, Source : ALEC, 2019

5.2.2.3. Les Flux Carbone

Le flux Carbone représente ce que stocke et déstocke un territoire / un végétal sur une année.
Les principaux changements de typologie de sol sont :

Changement d'affectation des sols	Evolution annuelle surfaces (ha) : OCS (2009-2015)	Flux (tCO2/an)
Forêt > prairies	3	-30,9
Forêt > cultures	8,3	566,1
De Forêt > artificialisés	55	7564,2
Prairies > Cultures	19,3	1401,3
Prairies > Artificialisés	20,8	2708,9
Prairies > Forêt	21	476,9
Cultures > Artificialisés	51	1767,7
Cultures > Forêt	2,8	-151,6
Cultures > Prairies	1,3	-49,8
Artificialisés > Forêt	0,8	-3,8
Artificialisés > Prairies	7,8	0
Artificialisés > Cultures	23,2	335,8
Total		14 585

Tableau 18 : Principaux changements d'usage des sols

Le déstockage carbone provient :

- **Du défrichage** : passage de forêts vers des cultures ou passage de prairies vers des cultures ;
- **De l'imperméabilisation des surfaces** : création de surfaces telles que des routes, autoroutes, parkings, etc. ;
- **De l'artificialisation des surfaces** : étalement des zones urbaines sur les cultures ou sur les forêts.

Le graphique suivant représente l'évolution du stock de carbone annuelle sur le territoire lié au changement d'occupation des sols et à la captation de carbone des végétaux du territoire via photosynthèse.

Flux en ktCO2e/an - Bordeaux Métropole

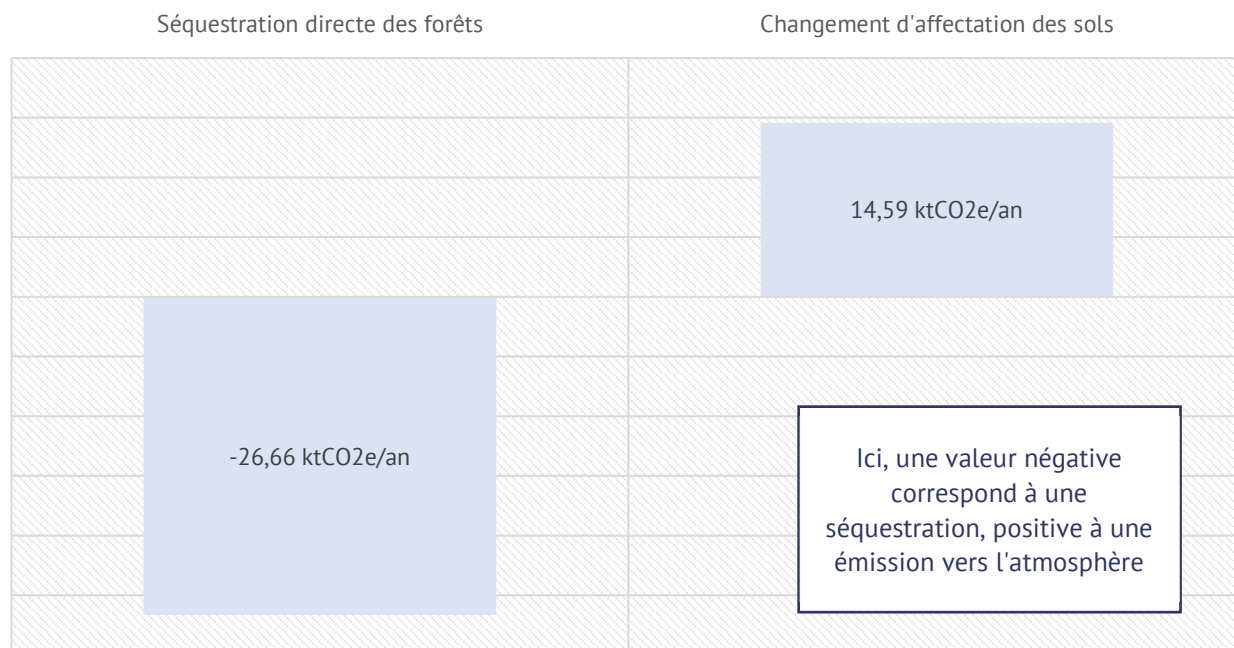


Figure 112 : Flux carbone du territoire, Source : ALEC, 2019

En moyenne, 12 ktCO2e/an sont stockées dans les sols et la biomasse du territoire (15 ktCO2e déstockés par le changement d'usage des sols et 27 ktCO2e stockées par la forêt).

Prévisionnel de changement de typologie de sol induit par le PLUi

D'après ce document, une surface de 90 ha/an est destinée à de nouveaux projet urbains (environ 30ha/an mobilisé par Bordeaux Métropole et 60ha/an par l'ensemble des bailleurs, promoteurs et autres opérateurs de foncier). Les typologies de terrain n'étant pas renseignées, il a été estimé que les constructions seront réalisées sur des surfaces agricoles.

Attention : Si ces projets de construction ciblent des zones herbacées ou forestières, la valeur réelle du carbone déstockée sera supérieure à celle estimée dans ce document.

De plus, il a été estimé comme typologie finale une urbanisation de type imperméabilisée.

Le déstockage carbone induit par ces projets est estimé à **57,4 ktCO₂e/an**, sur toute la durée du PLUi.

Peu d'estimatif de développement annuel concernant les zones commerciales/artisanales ont été définis, ils ne permettent pas d'évaluer le déstockage carbone associé.

Prévisionnel de stockage carbone induit par la plantation d'un million d'arbres

Le stockage carbone de la plantation de végétaux de façon unitaire est difficilement estimable. Il est nécessaire de prendre en compte : l'essence, le type de plantation (pleine terre, réseaux existants à protéger, etc.), la maintenance, etc. Une évaluation de la séquestration associée à ce plan a cependant été réalisée à partir de l'outil Arbre en Ville développé par NEPSN et l'Atelier Colin et Poli Paysages. Ces valeurs seront à affiner suite à la sélection des essences et des lieux de plantation.

Afin de réaliser l'estimation, il a été supposé que la moitié des arbres plantés étaient de conifères et l'autre moitié des feuillus, le tout à croissance moyenne. La plantation de ces arbres permettrait de stocker au bout de 30 ans de vie, **54 ktCO₂e par an**.

Les effets de substitution

Ces effets de substitution représentent le stockage carbone induit pas l'utilisation de bois à la place d'autres matériaux (pour la construction par exemple).

Deux effets de substitution sont calculés dans l'étude :

- Le stockage carbone du bois d'œuvre collecté ;
- Le stockage carbone du bois d'industrie collecté.

Produis bois, répartition selon les habitants, source : ALEC

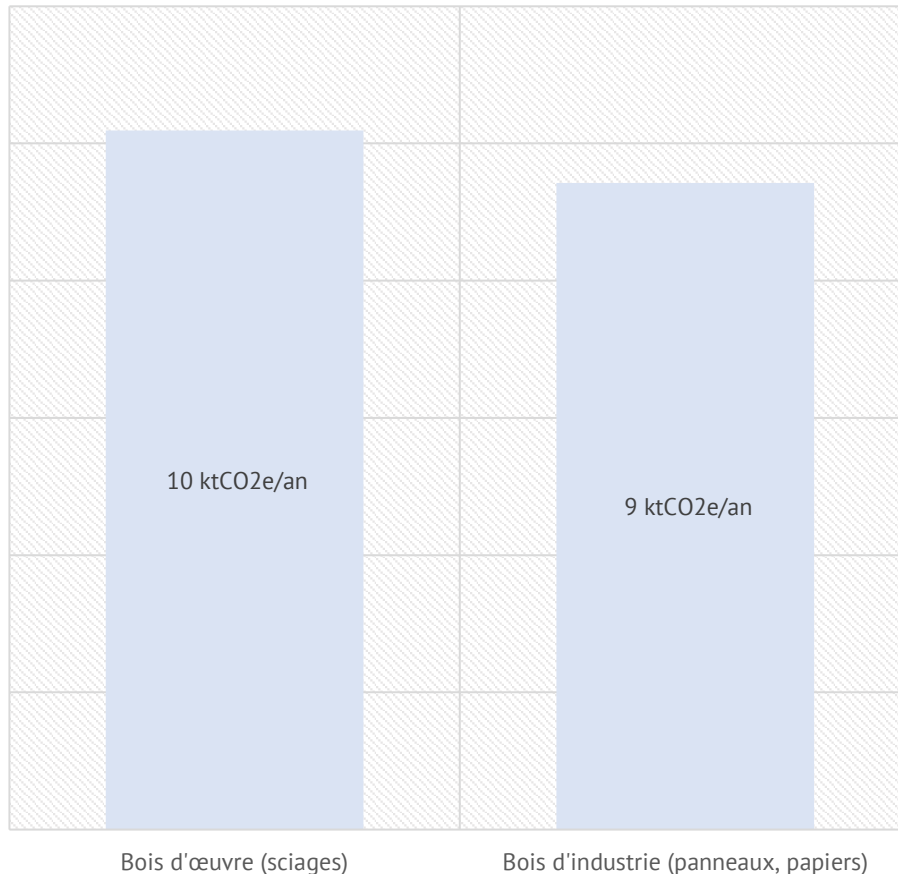


Figure 113 : Ventilation du stock carbone des produits bois, Source : ALEC, 2019

Bilan des flux

Pour résumer :

- 12,1 ktCO_{2e}/an ont été stockées dans les sols et la biomasse du territoire.
- 19,6 ktCO_{2e}/an ont été stockées par les produits bois.

Le flux carbone du territoire est de -31,7 ktCO_{2e}/an. Ceci correspondant à une compensation de 1% du Bilan des Emissions de GES de territoire et de 0,5% de son empreinte carbone (intégrant les émissions indirecte).

5.2.3. Les potentiels d'augmentation du stock carbone

5.2.3.1. Potentiel brut de développement du stock carbone

Il est possible sur le territoire d'augmenter la quantité annuelle de carbone stocké par l'amélioration des pratiques agricoles. Pour calculer le potentiel local, les données de l'INRA contenues dans le rapport « Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? – potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques », paru en 2013, ont été utilisées. La végétalisation en ville, la mise en place d'une politique de zéro artificialisation nette et le développement de la construction biosourcée présentent également des potentiels importants.

Ainsi, il est possible, en théorie, si le territoire développe l'intégralité de son potentiel, de stocker annuellement 125 ktCO_{2e} sur le territoire, en complément du stockage actuel.

Développement de l'agroforesterie

L'Agroforesterie est un terme générique qui désigne un mode d'exploitation des terres agricoles associant des arbres et des cultures ou des pâturages :

- association de sylviculture et agriculture sur les mêmes superficies ;
- densité d'arbres comprise entre 30 et 50 arbres par hectare ;
- positionnement des arbres compatible avec l'exploitation agricole, notamment cohérentes avec les surfaces parcellaires

La plantation d'arbres sur l'équivalent de 30% des surfaces de cultures sur le territoire, soit entre 30 et 50 arbres par hectare permettrait de stocker 3,8 tCO_{2e} par an et par hectare grâce à la pousse des arbres. Ce qui représenterait un stockage de 10 700 tCO_{2e}/an pour 2900 ha concernés. A cela viennent s'ajouter les arbres plantés dans le cadre du plan 1 000 000 d'arbres (54 100 tCO_{2e}/an)

Plantation de haies

La plantation de haies en bordures de parcelles sur l'équivalent de 2% des surfaces de prairies (soit 100 mètres linéaires par ha de prairies) et 2% des surfaces cultivées (soit 60 mètres linéaires par ha de cultures) permettrait de stocker annuellement l'équivalent de :

- 1,24 tCO_{2e}/ha de culture et par an ;
- 2,16 tCO_{2e}/ha de prairie et par an.

Soit 3 500 tCO_{2e}/an si 50% des surfaces de culture et prairies sont concernées.

Cette démarche sera couplée avec le développement de la filière bois locale permettant un débouché pour les tailles de haies.

Optimisation des pratiques culturales

Le développement des cultures intermédiaires semées entre deux cultures de vente, et l'introduction des bandes enherbées en bordure de cours d'eau ou en périphérie de parcelles vise le captage supplémentaire de carbone. Le potentiel de captation carbone supplémentaire est estimé à **4 100 ktCO_{2e} si ces pratiques sont intégrées sur l'ensemble des parcelles concernées.**

Optimisation de la gestion des prairies

L'action concerne exclusivement la gestion et le maintien (valorisation) des prairies. Les prairies accumulent le carbone majoritairement dans le sol sous forme de matière organique. Les conditions favorables à ce stockage de carbone sont :

- Allonger la période de pâturage des prairies pâturées ;
- Accroître la durée de vie des prairies temporaires ;
- Réduire la fertilisation azotée des prairies permanentes et temporaires les plus intensives ;
- Intensifier modérément les prairies permanentes peu productives par augmentation du chargement animal.

Le potentiel de captation carbone supplémentaire est estimé à **1 400 tCO_{2e} si ces pratiques sont intégrées sur l'ensemble des prairies du territoire.**

Séquestration supplémentaire liée à l'augmentation de la surface forestière

Il est estimé que chaque hectare de forêt supplémentaire permettrait de stocker 4,8 tCO_{2e}/ha et par an, due à la croissance des végétaux (photosynthèse). Pour l'instant aucune estimation d'augmentation de cette surface n'a été comptabilisée.

Séquestration supplémentaire liée aux constructions neuves en produits bois

Il est estimé qu'une construction en biosourcée (ossature et charpente en bois) mobiliserait l'équivalent de 10m³ de bois. Chaque construction neuve permettrait de stocker 1,1 tCO_{2e}/ha. Ceci correspond sur le territoire à un **stockage annuel de 52 500 tCO_{2e} par an si 100% des nouveaux logements (2000 maison et 6300 appartements par an environ) sont construits à partir de matériaux biosourcés.**

Plan un million d'arbres

Comme précisé précédemment, la plantation de ces arbres permettrait de stocker au bout de 30 ans de vie, **54 ktCO_{2e} par an.**

5.2.4. Enjeux mis en évidence par l'étude

<p style="text-align: center;">Atouts</p> <ul style="list-style-type: none">On retrouve sur le territoire encore quelques hectares de prairie, culture et forêts qu'il s'agira de préserver.	<p style="text-align: center;">Faiblesses</p> <ul style="list-style-type: none">Il y a sur le territoire relativement peu de forêt et très peu de prairie, deux typologies de sols qui ont la capacité de stocker de grandes quantités de carbone.Une forte augmentation des surfaces de zones imperméabilisées au cours des dernières années.
<p style="text-align: center;">Opportunités</p> <ul style="list-style-type: none">Le potentiel d'augmentation du stock carbone, est important. L'évolution des pratiques agricoles vers l'agroforesterie, la limitation du labour, etc. permettrait d'augmenter le carbone stocké, mais également de limiter les besoins en intrants pour les cultures, de les rendre plus perméables à l'eau et de limiter l'érosion.La majorité du potentiel de développement du stockage carbone sur le territoire se situe dans la construction et l'usage de matériaux biosourcés.Le territoire n'a pas la capacité de compenser en local ses émissions de gaz à effet de serre. Il s'agira, dans le cadre de ce PCAET, d'identifier des partenariats avec les territoires voisins permettant d'atteindre la neutralité à l'échelle du SCoT ou de la Gironde.	<p style="text-align: center;">Menaces</p> <ul style="list-style-type: none">Les évolutions constatées d'occupation des sols ainsi que les projections du SCoT vont dans le sens de la consommation d'espaces naturels, principalement des cultures, pour y créer de nouveaux espaces artificialisés. Il y a donc un enjeu local sur la revalorisation des zones d'ores et déjà urbanisées.La hausse attendue de la population sur le territoire implique la création de nouveaux logements et surfaces tertiaires. Une réflexion doit être menée pour limiter l'artificialisation des sols.Le prix des matériaux de construction biosourcés augmente fortement.

5.3. VULNERABILITE DU TERRITOIRE AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les éléments présentés ci-après sont issus du diagnostic de vulnérabilité aux changements climatiques réalisé par la Métropole en 2019, dans le cadre de sa stratégie d'adaptation :

Quel changement climatique pour la Métropole bordelaise ?



Un changement climatique est défini comme une variation de l'état moyen du climat (températures, précipitations, etc.) sur une période minimale de trente ans. (Source : Organisation Météorologique Mondiale)

Une tendance observée et mesurée...

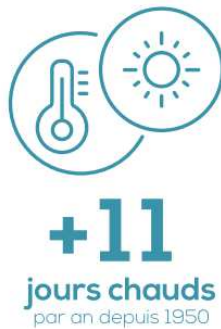
L'évolution du climat de Bordeaux Métropole* est évaluée sur la base des données collectées par la station Météo-France de Mérignac, disponibles depuis 1946. Elles permettent d'affirmer que le changement climatique est déjà une réalité sur le territoire. Qu'observe-t-on ?

■ Des températures en hausse

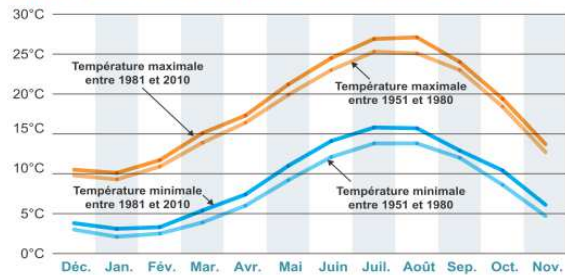


Cette hausse est plus marquée en été qu'en hiver.

■ Des vagues de chaleur plus fréquentes



Évolution des températures moyennes mensuelles entre la période 1951-1980 et 1981-2010 (station météo de Mérignac)



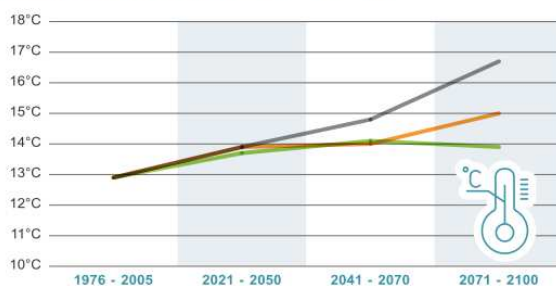
Attention ! La hausse tendancielle des températures moyennes ne signifie pas la disparition des épisodes de froid (gel, neige, etc.). Moins fréquents, ces épisodes affectent toujours régulièrement le territoire métropolitain.

■ Pour les précipitations : aucune tendance significative à la hausse ou à la baisse n'a été observée

...appelée à s'amplifier au cours des décennies à venir

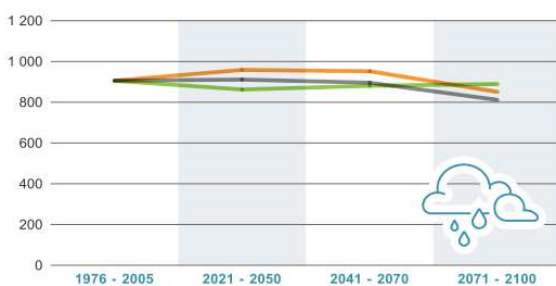
L'évolution projetée du climat au XXI^{ème} siècle proposée par le GIEC dans son dernier rapport a été régionalisée par Météo-France (CNRM) pour trois scénarios considérés comme « optimiste » (RCP2.6), « médian » (RCP4.5) et « pessimiste » (RCP8.5).

Évolution des températures moyennes annuelles*



*Les données utilisées sont tirées du portail de référence DRIAS

Évolution des précipitations moyennes annuelles* en mm





Quelles que soient les politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'inertie du système climatique conduira à la poursuite des tendances actuelles au cours des prochaines décennies (horizon 2050).



* Toutes les données chiffrées s'appliquent à Bordeaux Métropole

Quelles conséquences pour le territoire ?

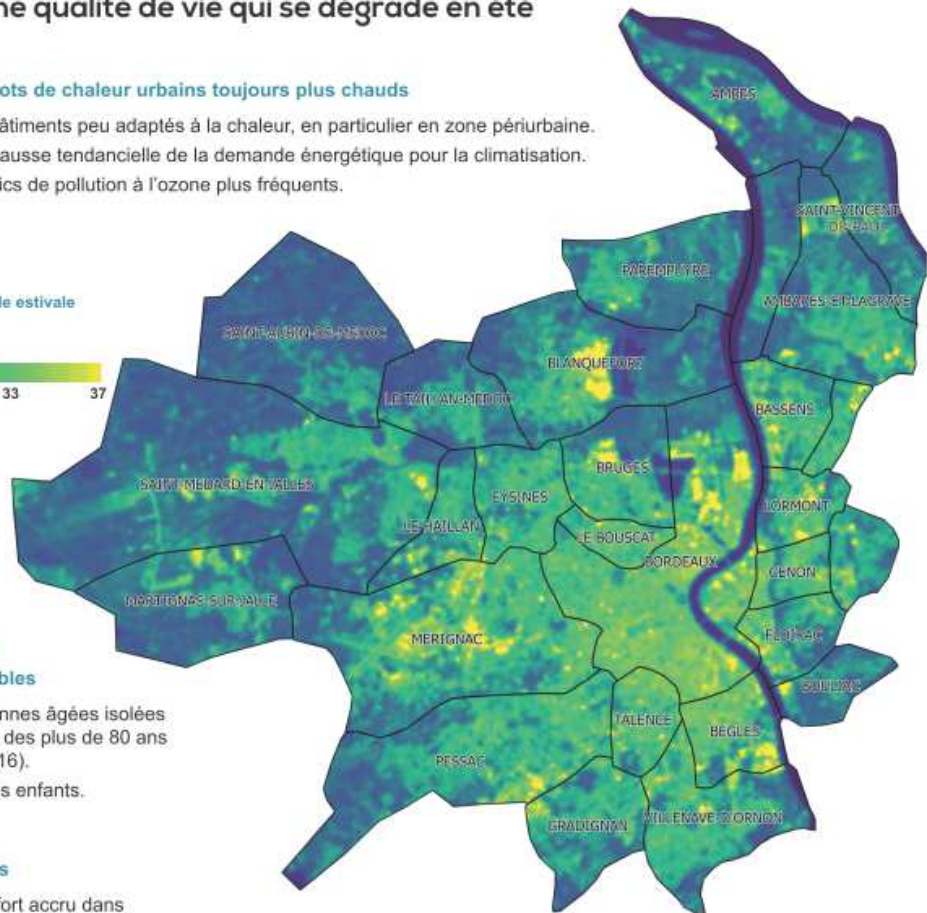
Fortes chaleurs : une qualité de vie qui se dégrade en été



■ **Des îlots de chaleur urbains toujours plus chauds**

- Des bâtiments peu adaptés à la chaleur, en particulier en zone périurbaine.
- Une hausse tendancielle de la demande énergétique pour la climatisation.
- Des pics de pollution à l'ozone plus fréquents.

Températures de surface en période estivale (image satellite thermique - 8 juillet 2018)



Réalisation A.C.M.G. et E.C.J.C

■ **Un risque sanitaire accru pour les populations sensibles**



- Personnes âgées isolées (80 % des plus de 80 ans en 2016).
- Jeunes enfants.

■ **Des conséquences sociales**



- Inconfort accru dans les transports en commun.
- Vers une précarité énergétique estivale.
- Développement du phénomène de « street pooling » (ouverture des bornes incendies).

Une pression accrue sur les ressources en eau



■ Des débits en baisse

- - 20 % pour les débits moyens depuis 50 ans sur le bassin Adour Garonne.
- Des étiages de plus en plus précoces et sévères affectant les milieux aquatiques.
- Une température des eaux de surface qui augmente.



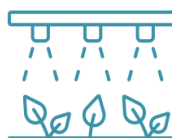
■ Nappes profondes de Gironde

- Pas de tendance significative à la baisse de la recharge.



■ Une demande en eau potable (attendue) à la hausse

- En lien avec la croissance démographique tendancielle de 1,5 % par an.



■ Augmentation probable des prélèvements pour l'irrigation

- Hausse de la demande en eau des végétaux.

Un risque accru de dommages aux biens et aux personnes

■ Élévation du niveau marin : vers une hausse attendue de la fréquence des inondations fluvio-maritimes



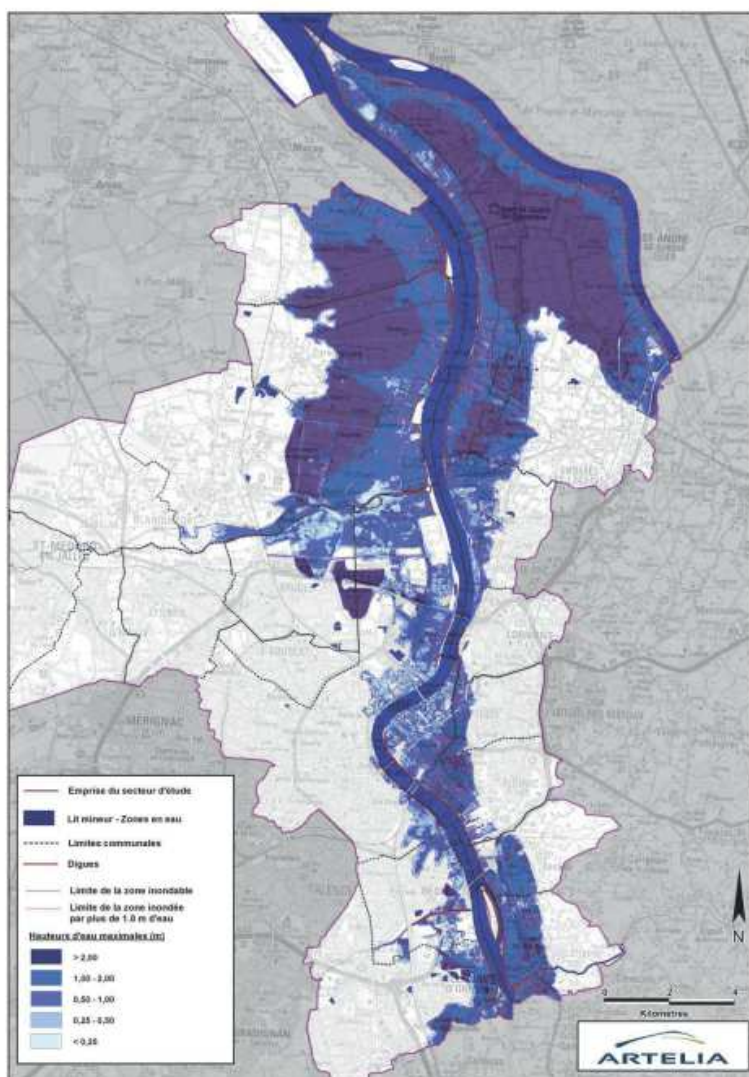
- 17 communes concernées.
- 10 % de la population exposée.
- Risque accru

de salinisation des terres (presqu'île d'Ambès, Entre-deux-Mers et Haut-médoc).

- Dommages accrus aux infrastructures : transports et stations d'épuration en particulier.
- Entrave plus régulière à la mobilité.
- Risque industriel accru : 21 sites ICPE et/ou SEVESO en zone inondable.



- Inondations par ruissellement : pas de tendance significative à la hausse ou à la baisse de la fréquence des épisodes de fortes précipitations.



Cartographie des zones inondables : risque fluvio-maritime, événement de référence à l'horizon 2100 (tempête 1999 + 60 cm) sans prise en compte des ouvrages de protection (Source : DDTM)



■ Retrait-gonflement des argiles : un risque accru par l'aggravation des sécheresses

- Les maisons individuelles (44 % du parc résidentiel) sont particulièrement concernées.
- Un risque affectant également les réseaux d'assainissement.



Départs de feu
+130%
 à l'horizon 2050

■ Aggravation d'un risque feu de forêt déjà présent

- 75 départs de feux et 35 ha brûlés par an en moyenne entre 2006 et 2017 sur le territoire de Bordeaux Métropole.
- Aggravation attendue du risque de 30 % à l'horizon 2030 et 130 % à l'horizon 2050 (source : DRIAS, projection de l'Indice Feu Météorologique).

Une évolution des cycles biologiques aux multiples effets

■ Des écosystèmes bouleversés



- Déplacement de l'aire de répartition de certaines espèces vers le nord.
- Accueil en hiver de nouvelles espèces d'oiseaux migrateurs « à profil chaud » dans l'estuaire.

Des conséquences écosystémiques difficiles à mesurer en raison de la complexité des liens d'interdépendance entre les espèces.

■ L'apparition et le développement d'insectes vecteurs



- Tendance nette au développement du moustique tigre.
- A terme : apparition probable de cas autochtones de maladies tropicales (dengue, chikungunya, etc.).

■ Une augmentation tendancielle de l'exposition aux pollens



- Allongement de la période pollinique (+ 10 jours environ entre 2009 et 2018 - source : RNSA Nouvelle-Aquitaine).
- Développement de plantes invasives allergisantes, telles que l'ambroisie.

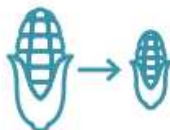
■ Une évolution des cycles végétatifs interrogeant les pratiques culturales



Plus grande précocité des dates de semis et de récolte : avancée d'environ 10 jours de la date des vendanges dans le Saint-Émilion depuis 30 ans (source : ONERC).

Des activités économiques vulnérables

■ Une vulnérabilité directe du secteur primaire



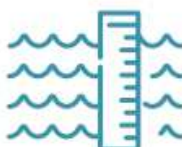
- Une baisse attendue des rendements de certaines cultures : - 1 t/ha pour le maïs irrigué dans le grand Sud Ouest à l'horizon 2030 (source : Brisson et Levraut, 2012).



- Une vulnérabilité accrue au manque d'eau, en particulier des activités de maraîchage.



- Une baisse potentielle de la productivité de la forêt liée à un stress hydrique accru.



- Des terres exposées à des submersions plus fréquentes (presqu'île d'Ambès, Entre-deux-Mers, Haut-médoc), avec un risque de salinisation.



- Vers une remise en cause de la typicité des vins de Bordeaux ?

■ Une vulnérabilité plus indirecte et ponctuelle affectant la vie économique du territoire



- Exposition accrue des travailleurs en extérieur (BTP, etc.) aux fortes chaleurs.



- Inondation plus fréquente des réseaux de transports situés en zone inondable affectant la mobilité.



- Inconfort thermique croissant en été dans les bâtiments (industriels et tertiaires) non climatisés affectant la productivité.

La Direction générale Haute Qualité de Vie pilote l'élaboration d'une stratégie d'adaptation au changement climatique du territoire métropolitain. L'ensemble des services de Bordeaux Métropole sont étroitement associés à cette réflexion. Le groupement Artélia/Francom conduit les études et accompagne l'animation de la démarche.

Pour plus d'informations, vous pouvez contacter :
Karine SEIGNEUR
(k.seigneur@bordeaux-metropole.fr / 05 56 99 89 61)

Les cartes suivantes permettent de territorialiser les enjeux présentés ci-dessus.

Impact du changement climatique sur les activités de Bordeaux Métropole

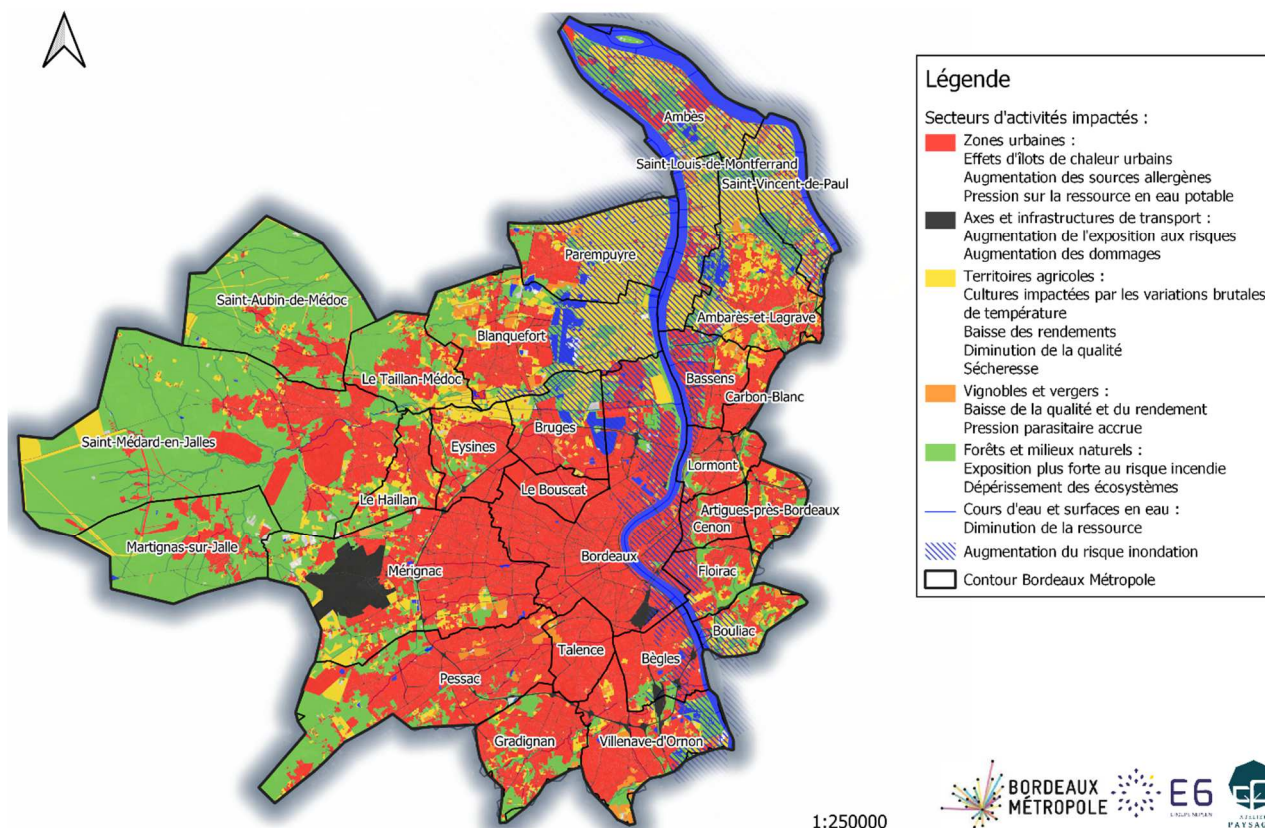


Figure 114 : Synthèse des vulnérabilités des activités du territoire aux changements climatiques (Source : ACPP, E6).

Vulnérabilité des risques naturels au changement climatique

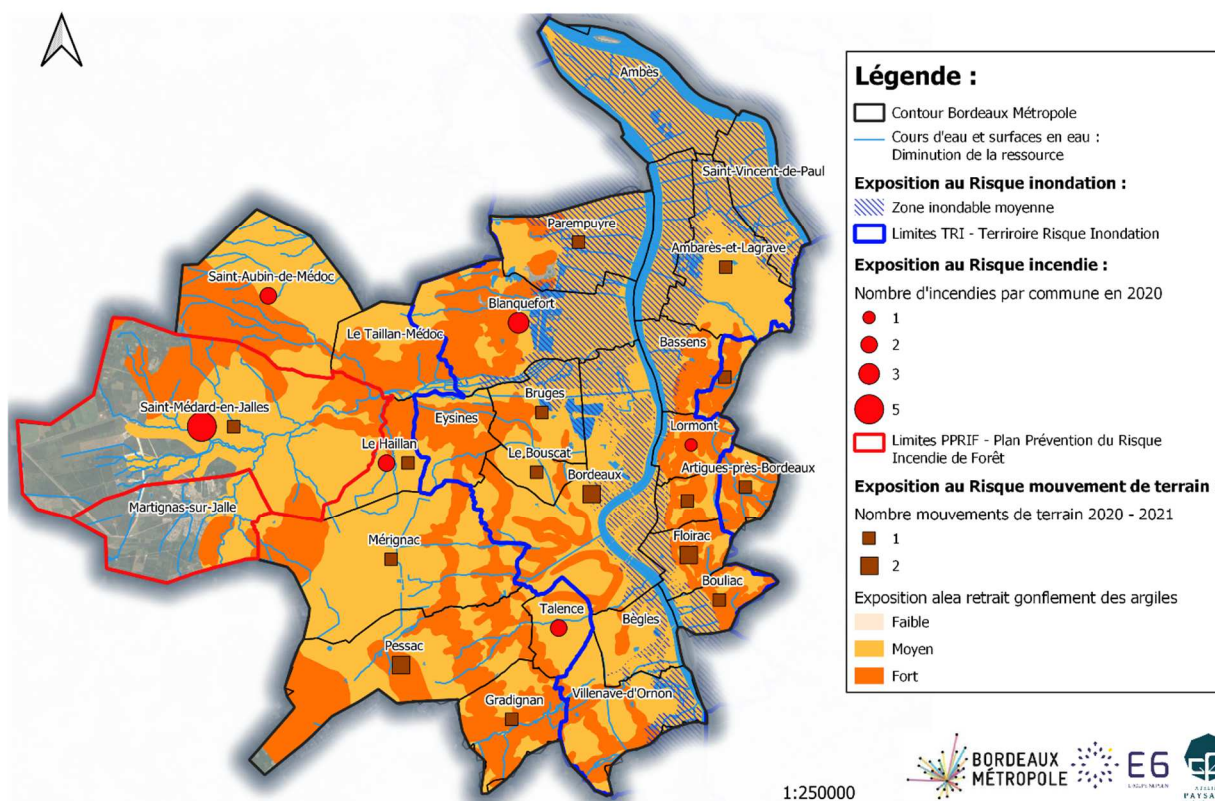


Figure 115 : Synthèse des vulnérabilités des risques naturels aux changements climatiques (Source : ACPP, E6).

ANNEXES

6. ANNEXES

6.1. FONDAMENTAUX – QUALITE DE L’AIR

6.1.1. Pollution et polluants

L’atmosphère terrestre désigne l’enveloppe gazeuse entourant la Terre solide. Elle protège la vie sur Terre en absorbant le rayonnement solaire ultraviolet, en réchauffant la surface par la rétention de chaleur (effet de serre) et en réduisant les écarts de température entre le jour et la nuit.

L’air dans lequel nous évoluons est compris dans une fine couche de l’atmosphère. Il est composé de substances très diverses, dont les composés majoritaires sont l’azote (N₂) à 78% et l’oxygène (O₂) à 21%. Le 1% restant rassemble des gaz rares (argon, hélium, néon, krypton, radon), de la vapeur d’eau, du dioxyde de carbone (CO₂), de l’hydrogène, des particules solides et liquides en suspension (eau liquide ou solide, poussières fines, cristaux salins, pollens), du méthane (CH₄) et d’autres polluants atmosphériques.

Les polluants dans l’air que nous respirons peuvent mettre en danger la santé humaine et dégrader les écosystèmes, influencer le climat et provoquer des nuisances diverses (perturbation des productions agricoles, dégradation du bâti, odeurs gênantes...).

6.1.2. Origine des polluants

Certains facteurs favorisent, amplifient, déplacent ou transforment la pollution, mais peuvent aussi contribuer à la diluer.

Des facteurs créés par l’homme

La densité du trafic automobile favorise les émissions de certains polluants, notamment les particules mais aussi les oxydes d’azote et par conséquent la formation d’ozone par temps chaud et ensoleillé.

Les constructions peuvent gêner la dispersion des polluants, dans les zones où le bâti est dense.

Enfin, la densité des industries sur une petite aire géographique génère des pollutions qui peuvent être importantes.

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux polluants de l’air extérieur et leurs origines.

Polluants extérieurs	Origine liée aux activités humaines	Origine naturelle
Particules Fines (PM _{2,5} et PM ₁₀)	Surtout en zone urbaine : émissions du trafic routier (en particulier moteurs Diesel anciens), des industries, de la combustion de biomasse (chauffage individuel au bois, brûlage à l’air libre de déchets verts) ou de la combustion du fioul Plus localement : poussières des carrières, des cimenteries, émissions de l’agriculture...	Poussières provenant de l’érosion et des éruptions volcaniques
Oxydes d’Azote (NO _x = NO + NO ₂) Monoxyde et dioxyde d’azote	Trafic routier, installations de combustion, quelques procédés industriels comme la production d’acide nitrique et la fabrication d’engrais azotés → le NO majoritairement émis se transforme, en présence d’oxygène, en NO ₂ . → participe à la formation de l’ozone et de particules secondaires	
Ozone (O ₃)	Polluant secondaire qui se forme à partir des oxydes d’azote et des composés organiques volatils sous l’effet du rayonnement solaire	
Ammoniac (NH ₃)	Agriculture essentiellement (rejets organiques de l’élevage et utilisation d’engrais azotés) et combustion → participe à la formation de particules secondaires	

Dioxyde de Soufre (SO ₂)	Combustion (charbon, fioul, etc.) → participe à la formation de polluants secondaires	Éruptions volcaniques → participent à la formation de polluants secondaires
Monoxyde de carbone (CO)	Trafic routier, chauffage : → participe à la formation de l'ozone	
Composés Organiques Volatils (COV)	Évaporation de solvants (peintures, colles, encres), combustion, évaporation de carburants, traitements agricoles (pesticides, engrais) → participent à la formation de l'ozone et de particules secondaires → La notation COVNM permet de distinguer le méthane (CH ₄) qui est un GES des autres COV.	Forêts et cultures → participent à la formation de l'ozone et de particules secondaires
Polluants Organiques Persistants	Combustions incomplètes (incinération des ordures, métallurgie, chauffage au bois, brûlage à l'air libre de déchets verts, moteurs Diesel, etc.) → souvent liés aux particules	Incendies de forêts → souvent liés aux particules
Métaux Lourds	Combustion du charbon, du pétrole, des ordures ménagères, trafic routier → généralement liés aux particules	

Tableau 19 : Origine des principaux polluants

Des facteurs météorologiques et topographiques

Une grande stabilité des couches d'air, en cas d'inversion de températures basses (couches de l'atmosphère plus froides que les couches supérieures) ou de conditions anticycloniques, favorise la stagnation des polluants dans les basses couches de la troposphère.

Les vents dispersent la pollution ou la déplacent d'un endroit à l'autre, localement (brises de mer et de terre sur les côtes, brises de vallée et de montagne, brises de campagne entre îlots de chaleur urbains et zones avoisinantes) ou beaucoup plus loin.

L'humidité, la chaleur et le rayonnement solaire peuvent favoriser la transformation chimique des polluants.

On distingue trois échelles de pollution :

- **Locale** : elle affecte la qualité de l'air ambiant au voisinage des sources d'émissions dans un rayon de quelques kilomètres ;
- **Régionale** : il s'agit, sur des distances de quelques kilomètres à un millier de kilomètres, de pollutions de type pluies acides, réactions photochimiques et dégradation de la qualité des eaux ;
- **Globale** : il s'agit principalement, au niveau planétaire, de l'appauvrissement de la couche d'ozone, du réchauffement climatique provoqué par l'émission de gaz à effet de serre, principalement le dioxyde de carbone (CO₂), des pesticides.

Nature des polluants

Les polluants de l'air sont des agents chimiques, physiques ou biologiques qui affectent à court ou à long terme la santé des êtres vivants (principalement par inhalation, mais aussi par contact) et des écosystèmes (en se déposant sur les sols et les végétaux ou dans l'eau).

Certains d'entre eux (chlorofluorocarbure - CFC et hydrochlorofluorocarbure - HCFC, interdits depuis 1987) dégradent la couche d'ozone stratosphérique (« bon » ozone) qui protège l'homme du rayonnement solaire ultraviolet.

L'ozone troposphérique et les particules sont des polluants de l'air extérieur et jouent aussi un rôle dans l'effet de serre.

Les particules sont des polluants complexes, couramment classées par taille, en fonction de leur diamètre en micromètre. On parle de PM₁₀ (particules de moins de 10 micromètres de diamètre) et de PM_{2,5} (particules de moins de 2,5 micromètres de diamètre).

Une distinction est faite entre les polluants primaires et les polluants secondaires :

- Les polluants **primaires** sont directement émis par des sources de pollution.
- Les polluants **secondaires** sont formés dans l'air à partir de polluants primaires, qui se combinent entre eux. Les particules peuvent être à la fois des polluants primaires (directement émises sous forme particulaire dans l'atmosphère) et secondaires (générées dans l'atmosphère à partir d'autres polluants dits précurseurs gazeux).

Pollution locale et facteur transfrontalier

Le sujet de la pollution transfrontalière est particulièrement difficile à étudier : outre les émissions à la source, il s'agit de tenir compte de la météorologie (et donc de la circulation des polluants), ainsi que de la transformation chimique des polluants dans l'atmosphère.

Le programme européen de surveillance mondiale de l'environnement Copernicus permet de retracer la part des émissions transfrontalières dans la pollution atmosphérique. Il a pour objectif de mutualiser, entre Etats membres, les observations in situ et par satellite relatives à l'environnement et à la sécurité, afin de construire des « services d'intérêt général européen, à accès libre, plein et entier ».

Il en ressort que l'aspect transfrontalier est un phénomène important dans l'émergence de la pollution atmosphérique, mais avec de larges variations d'un jour à l'autre.

Voici un exemple à Paris sur la contribution locale et externe des émissions de PM₁₀ (test pilote mené par Copernicus du vendredi 11 novembre au dimanche 13 novembre) : il en ressort que moins de 50% de la pollution aux PM₁₀ est d'origine française.

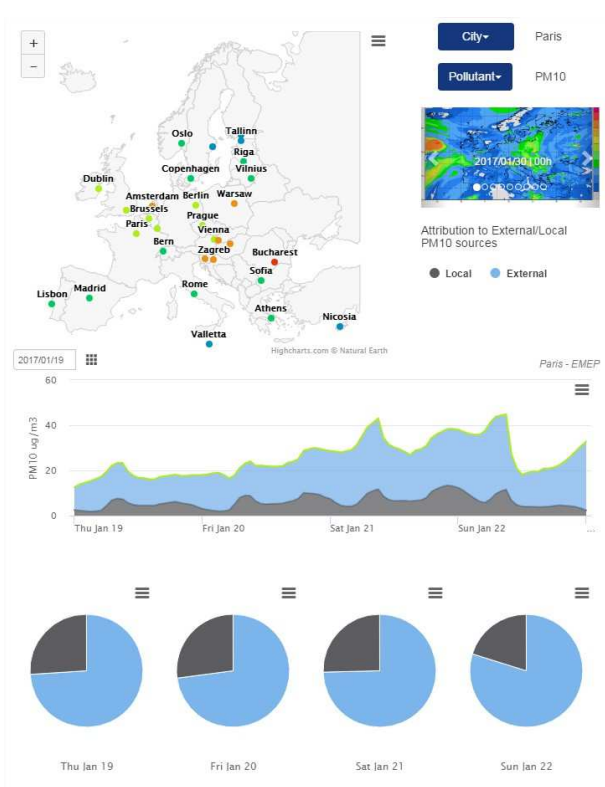


Figure 116 : Exemple de rendu issu de Copernicus sur les contributions locales et externes des émissions de polluants atmosphériques

Selon le type d'épisode de pollution (hivernal, continental, inter-saison), la part des PM₁₀ dans l'atmosphère liée à des émissions locales est plus ou moins forte. Cette part est plus forte lors d'épisodes hivernaux (vents très faibles, inversions thermiques à proximité du sol qui piègent les polluants à proximité des sources), que lors d'épisodes de pollution à l'échelle continentale (vent modéré à fort, pollution diffuse et homogène).

Ceci arrive car les particules fines se comportent en fait comme des gaz. Cela signifie donc que la pollution atmosphérique émise par une région contamine donc aussi fortement les autres régions et pays.

Ainsi, les actions locales auront plus d'impact en période hivernale lors d'épisodes de pollution qualifiés de « locaux ». Les actions portant sur des sources d'émission qui sont particulièrement fortes lors de ces périodes froides (comme le chauffage) seront alors également plus efficaces.

6.1.3. Enjeux associés à la qualité de l'air

Le tableau suivant présente les impacts sanitaires des principaux polluants atmosphériques.

Polluant atmosphérique	Impact sanitaire
NOx – oxydes d'azote	<p>Le monoxyde d'azote NO présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés.</p> <p>Le dioxyde d'azote NO₂ est un gaz irritant qui pénètre dans les voies respiratoires profondes, où il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants.</p>
SO ₂ - dioxyde de soufre	Gaz irritant, il affecte le système respiratoire, le fonctionnement des poumons et il provoque des irritations oculaires. L'inflammation du système respiratoire entraîne de la toux, une production de mucus ou une exacerbation de l'asthme.
COVNM – composé organique volatil non méthanique	<p>Certains COVNM peuvent être à l'origine de maladies chroniques telles que des cancers, des maladies du système nerveux central, des lésions du foie et des reins, des dysfonctionnements de l'appareil reproducteur, des malformations.</p> <p>Le benzène (C₆H₆) est connu pour ces effets mutagènes et cancérigènes.</p>
NH ₃ - ammoniac	Gaz incolore et odorant, très irritant pour le système respiratoire, la peau, et les yeux. Son contact direct peut provoquer des brûlures graves. A forte concentration, ce gaz peut entraîner des œdèmes pulmonaires.
Particules fines	<p>Les impacts des particules sur la santé sont variés du fait de la grande variation de taille et de composition chimique. Plus elles sont fines et plus elles pénètrent profond dans l'arbre pulmonaire, elles atteignent les alvéoles pulmonaires et pénètrent dans le sang.</p> <p>Atteinte fonctionnelle respiratoire, le déclenchement de crises d'asthme, de bronchites chroniques et la hausse du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (bronchitiques chroniques, asthmatiques...).</p> <p>Elles peuvent même transporter des composés cancérigènes sur leur surface jusqu'aux poumons.</p>

Tableau 20 : Impact sanitaire des principaux polluants atmosphériques

Le tableau suivant présente les impacts environnementaux des principaux polluants atmosphériques.

Polluant atmosphérique	Impact environnemental
NOx – oxydes d'azote	Le dioxyde d'azote se transforme dans l'atmosphère en acide nitrique, qui retombe au sol et sur la végétation. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification des milieux naturels. Sous l'effet du soleil, les NOx favorisent la formation d'ozone troposphérique et contribuent indirectement à l'accroissement de l'effet de serre.
SO ₂ – dioxyde de soufre	Il se transforme principalement en acide sulfurique, qui se dépose au sol et sur la végétation. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification et à l'appauvrissement des milieux naturels, il participe aussi à la détérioration des matériaux utilisés dans la construction des bâtiments (pierre, métaux).
COVNM – composé organique volatil non méthanique	<p>Ils réagissent avec les NOx, sous l'effet du rayonnement solaire, pour former de l'ozone troposphérique. Cet ozone que nous respirons est nocif pour notre santé (difficultés respiratoires, irritations oculaires, etc.) et pour la végétation.</p> <p>Ils contribuent également à la formation de particules fines secondaires.</p>
NH ₃ - ammoniac	Risque de pollution des eaux et d'atteintes aux organismes aquatiques, en particulier dans les eaux stagnantes (acidification et eutrophisation des milieux naturels). En milieu côtier, NH ₃ peut faciliter la prolifération d'algues. Sa re-déposition assez rapide contribue à la problématique régionale des nitrates.
Particules fines	Elles réduisent la visibilité et influencent le climat en absorbant et en diffusant la lumière. Contribution à la dégradation physique et chimique des matériaux.

	Perturbation du milieu naturel en réduisant la photosynthèse et limitant les échanges gazeux chez les plantes.
--	--

Tableau 21 : Impact environnemental des principaux polluants atmosphériques

6.1.4. Cadre réglementaire

En matière de qualité de l'air, trois niveaux de réglementations imbriqués peuvent être distingués : européen, national et local. Les directives européennes sont transposées dans la réglementation française.

Au niveau mondial, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) publie également des recommandations et préconise des concentrations limites afin de réduire les risques sanitaires.

Des seuils réglementaires nationaux sont fixés pour certains polluants tels que des objectifs de qualité, des seuils d'alerte et valeurs limites. Ces seuils peuvent être différents de ceux fixés par l'OMS.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement¹⁶. La réglementation exige la mise en œuvre d'une politique qui reconnaît le droit à chacun de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé.

Pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition de la population aux polluants atmosphériques, des objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques sont fixés par décret¹⁷, conformément à la directive (EU) 2016/2284 du parlement européen.

	Années 2020 à 2024	Années 2025 à 2029	A partir de 2030
SO ₂	-55%	-66%	-77%
NO _x	-50%	-60%	-69%
COVNM	-43%	-47%	-52%
NH ₃	-4%	-8%	-13%
PM _{2,5}	-27%	-42%	-57%

Tableau 22 : Objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques (source : décret n°2017-949 du 10 mai 2017)

Les objectifs de réduction présentés dans le tableau ci-dessus sont définis par rapport aux émissions de l'année de référence 2005.

Le Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (Prepa), établi par l'arrêté du 10 mai 2017, fixe la stratégie de l'Etat pour la période 2017 - 2021. Il combine les différents outils de politique publique : réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.

¹⁶ Code de l'environnement : dispositions législatives et réglementaires au titre II Air et atmosphère du livre II de ce code - articles L220-1 à L228-3 et R221-1 à R228-1

¹⁷ Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, chargée des relations internationales sur le climat, Décret n°2017-949 du 10 Mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques en application de l'article L.222-9 du code de l'environnement

Les différents GES n'ont pas tous le même impact sur l'effet de serre. On définit pour chaque gaz son Pouvoir de Réchauffement Global à 100 ans (PRG100 ou PRG) comme étant le rapport entre l'impact de l'émission d'une tonne de ce gaz sur l'effet de serre pendant 100 ans par rapport à celui d'une tonne de dioxyde de carbone (CO₂). On peut ensuite compter les émissions de tous les GES avec une unité de mesure commune qui est la tonne équivalent CO₂.

Gaz à effet de serre	PRG (Pouvoir de Réchauffement Global) – valeurs AR5
Dioxyde de carbone (CO ₂)	1
Méthane (CH ₄) - fossile	30
Méthane (CH ₄) - biomasse	28
Oxyde nitreux (N ₂ O)	265
Hexafluorure de soufre (SF ₆)	23 500
Hydrocarbures perfluorés (PFC)	6 630 à 11 100
Hydrofluorocarbones (HFC)	138 à 12 400
Trifluorure d'azote (NF ₃)	16 100

Les valeurs des PRG utilisées sont les dernières disponibles et sont issues du 5^{ème} rapport du GIEC (AR5) de 2014.

Tableau 23 : PRG des différents gaz à effet de serre, 5^{ème} rapport du GIEC

6.3. FONDAMENTAUX – SEQUESTRATION DE CARBONE

6.3.1. Contexte - La séquestration carbone en bref

6.3.1.1. Comment fonctionne la séquestration

Par la combustion de nos réserves fossiles, du CO₂ est émis dans l'atmosphère.

L'écosystème, qui nous entoure, atténue de manière naturelle ses impacts en captant plus d'un tiers des émissions via le phénomène de la photosynthèse. Trois éléments assurent cette séquestration naturelle : le sol, les végétaux et les océans.

La séquestration du carbone suscite l'intérêt de nombreuses recherches avec notamment des études de séquestration et de stockage artificiel en milieu géologique.

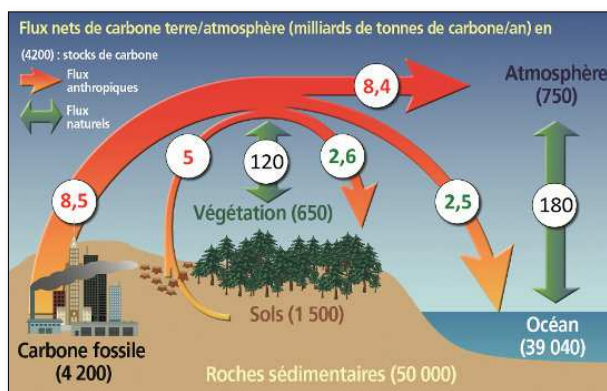


Figure 118 : Flux nets de carbone

6.3.1.2. L'arbre, pilier naturel de captation du CO₂

Les arbres, qui nous entourent, jouent un rôle majeur dans la séquestration du carbone atmosphérique. Ils représentent un puits de carbone via le stockage dans la partie visible de l'arbre mais également dans le sol à partir des racines.

Au cours de sa croissance, l'arbre assimile du CO₂, le stocke sous la forme de carbone et libère du dioxygène (O₂). Ce mécanisme appelé **photosynthèse**, lui permet d'emprisonner le carbone dans ses branches, son tronc et ses racines. Le devenir de ce carbone ainsi séquestré varie selon le choix de la fin de vie de l'arbre.

Il est possible de calculer la capacité de stockage de chaque essence d'arbre en fonction du diamètre de son tronc et de son âge d'exploitation.

De par ses racines, l'arbre planté sur des sols imperméabilisés permet d'augmenter l'infiltration en profondeur et donc par conséquent le carbone stocké dans les sols.

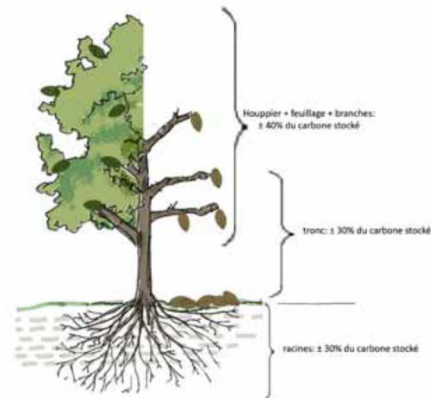


Figure 119 : Répartition moyenne du carbone stocké dans un arbre

Le cycle des exploitations françaises

Les exploitations forestières, sur le territoire français, sont gérées de manière cyclique sur le long terme. Chaque génération bénéficie de la gestion des générations précédentes et œuvre pour les suivantes.

Par exemple, un chêne sera à maturité pour l'utilisation en bois d'œuvre à 150 ans, contre 20 à 25 ans pour un peuplier et 50 à 80 ans pour les résineux. Un plan de chaque groupement forestier est mis en place à la suite d'études réalisées par des spécialistes. Un plan d'exploitation structuré doit être mis en place pour diversifier la typologie des forêts et pour mêler celles générant des revenus et celles permettant l'équilibre global de l'entité forestière. Ci-dessous un exemple du cycle d'exploitation des résineux dans les Landes.

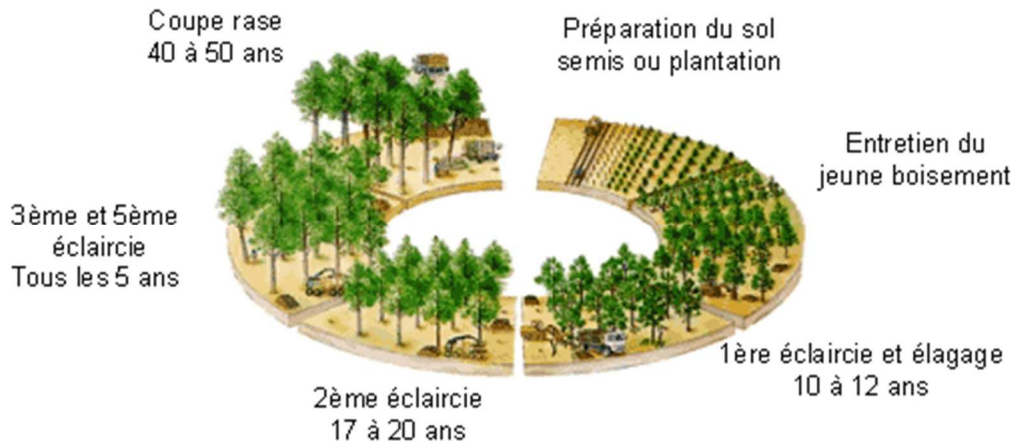


Figure 120 : Schéma du cycle de l'exploitation des Landes, Source : Actionpin

Le schéma de succession écologique

La succession écologique est le processus naturel d'évolution et de développement d'un écosystème. Cette recolonisation passe par différents stades : du stade pionnier initial au stade dit climacique. Ci-dessous un schéma de l'évolution naturelle d'un écosystème. Ces successions de stades de « cicatrization écologique » suivent une perturbation et crée la résilience écologique de la nature. Ce cycle correspond l'évolution des habitats naturels vers le boisement (à condition que ces derniers ne soient pas contraints à un usage ou une valorisation humaine).

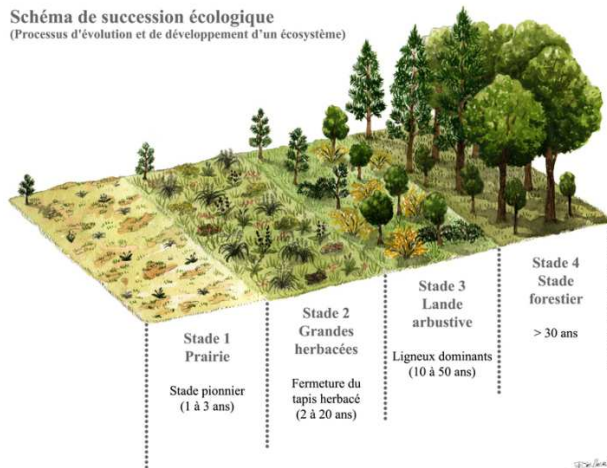


Figure 121 : Schéma du cycle de succession écologique - source : florencedellerie

6.3.1.3. Le sol, un puit de carbone sous nos pieds

Les matières organiques présentes dans nos sols séquestrent deux à trois fois plus de carbone que nos végétaux. Le sol constitue ainsi le réservoir de carbone le plus important de notre écosystème.

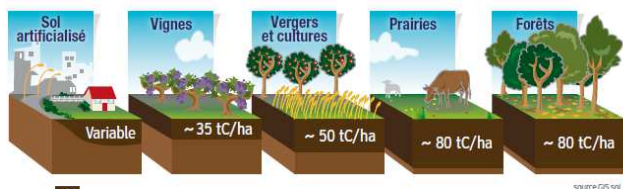
En France, entre 3 à 4 milliards de tonnes de carbone sont stockées dans les premiers centimètres de nos sols.

Le niveau de stockage dépend en grande partie de l'affectation donnée au sol. La cartographie ci-contre met en évidence l'impact significatif de l'Homme sur la capacité de séquestration de carbone dans les sols. En effet, plus un sol se retrouve « artificialisé », plus sa capacité de stockage est réduite.



Figure 122 : Variation des stocks de carbone organique selon l'affectation des sols en France

Différents types d'affectation ont été établis dans cette étude. Chacune de ces affectations est associée à un facteur de séquestration issu d'une moyenne française.



L'importance de préserver les sols riches en carbone

Lorsqu'un terrain est artificialisé, les sols déstockent du carbone et provoquent un **changement d'affectation**.

Ces « émissions » associées à ces changements d'affectation peuvent prendre différentes formes :

- *Surfaces défrichées* : Les forêts ou prairies converties en une autre affectation qui mécaniquement diminue la capacité de stockage des sols ;
- *Surfaces artificialisées en moyenne au cours de la dernière décennie* : Les terres converties par l'Homme afin de construire des infrastructures ;
- *Surfaces imperméabilisées* : Certaines surfaces artificialisées par l'Homme peuvent être considérées comme une perte de carbone plus importante, comme par exemple pour les surfaces goudronnées.

Dans une partie précédente, il est expliqué que les arbres, par le processus de la photosynthèse, séquestraient du CO₂. Inversement, lorsque l'on brûle un arbre, le carbone qui était stocké se restitue à l'atmosphère. Il est possible d'éviter l'émission de ce carbone dans l'atmosphère en le stockant dans des produits issus de la filière forêt bois, comme par exemple dans une maison à ossature bois.

Ce mode de consommation par le biais de matériaux biosourcés assure un cycle de vie durable et moins carboné tout en ayant des matériaux de bonne qualité.

La valorisation des produits bois est valable et vertueux à une seule condition, gérer de manière durable nos forêts.

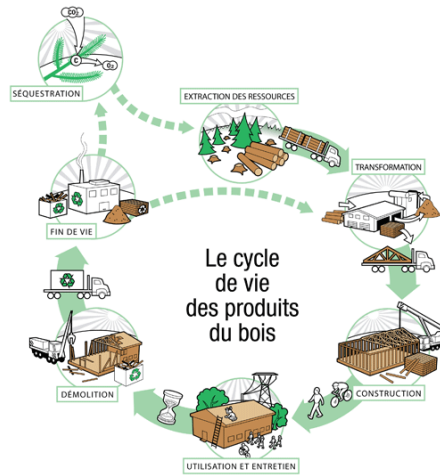


Figure 123 : Cycle de vie des produits bois

6.3.1.4. Effets de substitution

Comme évoqué dans la partie précédente, brûler du bois émet du CO₂, mais il est intéressant d'analyser la finalité de ces émissions de GES. Brûler du bois permet de produire de la chaleur et ainsi de se substituer à d'autres sources de production de chaleur plus « carbonées ». Il est ainsi important de valoriser ces effets de substitution afin de favoriser le recours aux produits et énergies biosourcés. Dans cette catégorie plusieurs postes ont été identifiés :

- Produits bois finis pour les effets dits de « substitution matériaux » : Lorsque l'on substitue l'utilisation d'un matériau pour un matériau bois ;
- Bois énergie brûlé par les ménages (« substitution énergie ») : Lorsque l'on consomme du bois afin de se substituer à un autre mode de chauffage (cheminée) ;
- GWh de chaleur produite, dans les secteurs industriels, collectifs et tertiaires (« substitution énergie ») : Lorsque l'on consomme du bois afin de se substituer à un autre mode de chauffage (chaudière à granulats) ;
- Electricité fournie au réseau à partir de biomasse solide (« substitution énergie ») : Energie dégagée par combustion de matériaux solides comme le bois ensuite transformée en électricité à l'aide d'une turbine ;
- Electricité fournie au réseau à partir de biogaz (« substitution énergie ») : Energie dégagée par combustion de matériaux d'origine organiques et ensuite transformée en électricité à l'aide d'une turbine. Ce biogaz s'obtient par fermentation de matières organiques en l'absence de dioxygène.

6.3.1.5. Le stockage du carbone par pompage

Des dispositifs mécaniques permettent de capter le CO₂ par le biais de station de pompage. Ce gaz est ensuite compressé, puis injecté via des gazoducs dans les sous-sols dans le but de ne pas laisser repartir le CO₂ dans l'atmosphère. Ces « poches carbonées » peuvent être par exemple d'anciens réservoirs de pétrole et de gaz, des mines de sel ou de charbon non utilisées, des lacs souterrains... En bref, tout type réservoir géologique étanche.

L'avantage est de moins perturber le climat avec une émission de CO₂ constante.

Mais cette façon non naturelle de stockage de carbone possède ses désavantages.

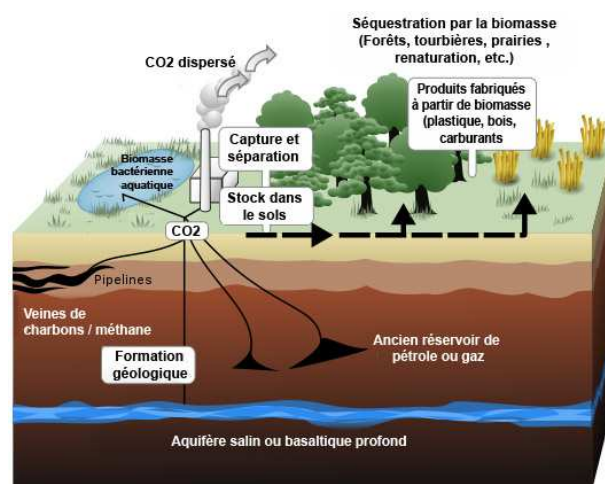


Figure 124 : Schéma du stockage carbone par pompage

Tout d'abord, cette technologie reste très peu développée et n'incite pas au développement d'énergie dites « alternatives ». De plus, ce processus requiert une énergie afin de capter et stocker.

6.3.1.6. La Neutralité Carbone

Atteindre la Neutralité Carbone implique de ne pas émettre plus de gaz à effet de serre que l'on ne peut en absorber. L'augmentation de la capacité d'absorption de ses puits naturels (type sols et forêts) permet de compenser les dernières émissions dites incompressibles d'une entité. Cet indicateur est indissociable de la Neutralité Carbone.

Prenons l'exemple de compensation de la construction et l'utilisation d'un bâtiment :

- La construction d'un bâtiment d'une surface de 10 ha représente une action ponctuelle sur un périmètre d'étude. Pour compenser l'empreinte carbone de cette construction, il convient de planter 10 ha de forêt. On comptabilisera ainsi la différence entre le stock carbone du type de sol des 10 ha initiaux et le stock carbone des 10 ha de forêt pour évaluer le stock carbone du sol séquestré ;
- Cependant, le bâtiment a une durée de vie beaucoup plus longue que la simple année de construction. Chaque année, la consommation d'énergie, les déplacements des usagers, la maintenance, etc. vont émettre du carbone. Il faudra donc avoir planté suffisamment de végétaux pour que la photosynthèse et donc la captation de carbone par les végétaux chaque année soit égale au carbone émis.

6.3.1.7. L'initiative 4 pour 1 000

Cette initiative internationale, lancée par la France lors de la COP21, consiste à démontrer que l'agriculture, et en particulier les sols agricoles, peuvent jouer un rôle important pour la sécurité alimentaire et le changement climatique.

Il est annoncé qu'une croissance annuelle du stock de carbone dans les sols de 0,4% par an permettrait de stopper l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère liée aux activités humaines. L'agriculture apparaît alors comme un moyen de lutter contre les changements climatiques. Cette augmentation de la quantité de carbone dans les sols contribuerait à stabiliser le climat mais également à assurer la sécurité alimentaire.

Les mesures qui en ressortent sont :

- Réduire la déforestation ;
- Encourager les pratiques agroécologiques qui augmentent la quantité de matière organique dans les sols répondant à l'objectif de 4% par an.

Une [vidéo de présentation](#) permet de comprendre cette démarche.

6.3.2. Actions permettant d'augmenter la séquestration

6.3.2.1. S'engager auprès de l'initiative 4 pour 1000

Pour rappel, le nom de cette initiative provient de l'idée suivante :

Un taux de croissance annuel du stock de carbone dans les sols de 0,4%, soit 4% par an, permettrait de stopper l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère liée aux activités humaines.

Augmenter le stock de carbone des sols agricoles (y compris des prairies et des pâtures), et des espaces forestiers est nécessaire pour conserver un sol fertile. A travers cette initiative, les actions mises en place permettent deux bénéfices :

- Non seulement restocker le carbone émit et contribuer à réduire notre impact carbone ;
- Assurer la sécurité alimentaire (fournir la nourriture en quantité suffisante et se sécuriser de la hausse des hydrocarbures grâce à l'augmentation de la résilience de son territoire quant à son approvisionnement alimentaire.

Trois leviers d'actions sont possibles concernant les sols agricoles :

- Lutter contre la dégradation des sols ;
- Participer à l'objectif de sécurité alimentaire ;
- Adapter l'agriculture au changement climatique.

Différentes solutions concrètes sont disponibles telles que la mise en œuvre d'agroécologie, d'agroforesterie, agriculture de conservation, gestion des paysages, ...

6.3.2.2. La création d'outil de suivi pour évaluer la biodiversité des zones agricoles, forestière et urbaines

Cette urbanisation doit se faire de manière raisonnée.

Un suivi de l'évolution plus précis et une vigilance au bon déroulement doivent être établis. Un suivi de la biodiversité doit également être mis en place.

Voici différentes actions pouvant être mises en place :

- Suivi des « surfaces de compensation écologique » pour maintenir une proportion constante ;
- Mettre en place une gestion durable des espaces verts en milieu urbain ;
- Développer un atlas de la biodiversité ;

- Identifier les trames vertes et bleues des territoires et veiller à l'articulation des différents documents de planification et projet (Scot, PLUi, ...) autour des actions importantes de ces trames.

6.3.2.3. La mise en place d'actions pour lutter contre l'étalement urbain.

L'étalement urbain de la CC Tarn Agout doit être accompagné d'actions qui limiteront ou cadreront de manière durable et responsable l'évolution du territoire en question.

Voici différentes actions pouvant être mises en place :

- Intégrer aux politiques d'urbanisme et documents cadres des objectifs du Plan Climat ;
- Travailler sur la densité, la compacité, la mixité et d'autres facteurs pour lutter contre l'étalement urbain. Le centre de ressources sur l'urbanisme durable permet d'accompagner les porteurs de projet ;
- Définir les trames vertes et bleues avec une articulation autour de différentes échelles territoriales. Ces dernières assurent la protection des habitats de certaines espèces animales et des systèmes végétaux fragilisés par les développements urbains ;
- Renforcer les objectifs en matière de consommation d'espace en protégeant le foncier agricole, forestier et naturel ;
- Etudier l'impact des orientations d'aménagement inscrites dans les documents de programmation.
- Des guides méthodologiques permettent d'accompagner les porteurs de projet dans une Approche Environnementale de l'Urbanisme (AEU) ;
- Réhabiliter les friches urbaines afin de permettre leur réutilisation ;
- Tenir compte de l'impact paysager et de la qualité des sols dans chaque opération d'aménagement.

6.3.2.4. Remplacer progressivement les surfaces imperméabilisées par des surfaces « respirantes »

Une limitation de la progression de l'imperméabilisation/artificialisation des sols est une réponse qui se développe de plus en plus, elle commence par recourir à des revêtements perméables, reprendre les espaces non utilisés de la ville pour les transformer en espace vert (le Canada utilise la neige pour observer les espaces non utilisés et les transformer), l'examen des taxes et subventions, ...

A noter que les surfaces imperméabilisées ont été intégrées en tant que surfaces artificialisées, une meilleure caractérisation des surfaces permettrait une meilleure évaluation.

Ci-dessous une présentation succincte des taxes et subventions limitant l'imperméabilisation/l'artificialisation :

Taxe : Le versement pour sous-densité

Cette taxe facultative peut être mise en place sur certain secteur ou parcelle, elle s'applique à la construction ne respectant pas un seuil minimal de densité. Encore peu utilisée par les communes, elle a pour but de lutter contre l'étalement urbain.

Taxe : La taxe d'aménagement

Cette taxe cible les projets de construction. Basée sur la surface de plancher (correspondant au m² intérieur sans tenir compte des murs) et non sur la totalité de la surface artificialisée. Elle varie considérablement d'une commune à l'autre et ne représente qu'une taxe peu incitative.

Taxe : La taxation des logements vacants

Cette taxe a l'avantage de lutter contre l'étalement urbain mais aussi de favoriser l'accès au logement.

Taxe : La taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines

Elle permet de taxer directement les surfaces imperméabilisées et donc de favoriser les espaces de pleine terre et les revêtements perméables. Ainsi, cela permet une meilleure infiltration des eaux sans les sols et un développement de la biodiversité. Cette taxe a pourtant été supprimée en 2015.

Externalité négative : Le prêt à taux « 0 »

Le prêt à taux « 0 », favorisant la maison individuelle, est par conséquent une cause favorisant l'étalement urbain.

Subvention : moyen positif d'action

Les subventions éco-conditionnelles permettraient à des projets de voir le jour en comblant un manque de moyen au niveau des communes (puisque celles-ci peuvent provenir de la Région, des Départements ou encore d'agences spécialisées). Elles permettent de plus un dialogue et d'instaurer des négociations autour de projets.

6.3.2.5. Développer le bois-construction sur le territoire

Construire en bois n'est pas encore un domaine très soutenu en France. Pour inverser cette tendance, il est nécessaire de sensibiliser et informer le grand public et l'ensemble des acteurs concernés (artisans, élus et services, constructeurs, etc.). Cette action permet de prolonger le stockage de CO₂ de la forêt et d'éviter l'emploi de matières qui peuvent se révéler énergivore.

D'autres actions peuvent être mises en œuvre telles que :

- Travailler avec des structures spécialisées sur le bois-construction ou les éco-matériaux ;
- Réaliser une opération de construction/rénovation de son propre patrimoine pour sensibiliser et montrer l'exemple ;
- Accompagner des acteurs pour soutenir différentes démarches, accompagner la modernisation et la commande publique ;
- Renforcer l'accompagnement et la mise en relation des acteurs de la filière bois.

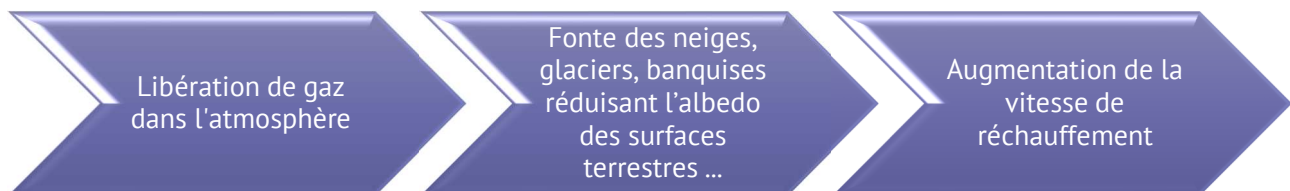
Il est important de noter qu'une création de filière bois-construction permet de valoriser la ressource locale et générer des emplois locaux.

6.4. METHODOLOGIE GENERALE ET FONDAMENTAUX – VULNERABILITE DU TERRITOIRE AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

6.4.1. Le changement climatique : explications et constat global

« Changement climatique », « réchauffement climatique », « dérèglement climatique », « changement global » sont autant d'expressions devenues courantes et préoccupantes dans l'esprit des hommes du 21^{ème} siècle. Ce sujet mobilise, depuis les années 1980 et plus encore aujourd'hui, tous les Etats du monde autour de grands événements tels que les Conférences des Parties (COP).

Depuis des milliards d'années, notre planète évolue, les habitants qui la peuplent et son climat aussi. La composition chimique et gazeuse de l'atmosphère a connu des variations permanentes, induisant des ères climatiques plus ou moins chaudes, froides et ainsi plus ou moins adaptées à la florescence des milieux et d'espèces vivantes. Or, il est maintenant reconnu qu'il existe un « réchauffement climatique », anormal pouvons-nous dire, concernant la Terre entière et se manifestant sur l'ensemble des écosystèmes par le biais de différents impacts (Chevillot, 2016).



Après avoir atteint ce que nous pourrions qualifier de point de « **rupture thermique** » dans les années 1980-1990 (Scheffer et al. 2003 ; Hoegh-Guldberg et John, 2010 ; Soletchnik et al. 2017), nous voilà engagés dans une **spirale à priori irréversible**. D'après de nombreuses études, l'accélération du réchauffement climatique est désormais attribuée à l'homme. Le poids démographique ainsi que l'accroissement exponentiel de nos activités durant l'ère industrielle ont largement concouru à l'émergence des déséquilibres climatiques actuels et jusqu'alors jamais observés depuis plusieurs millions d'années (GIEC, 2014 ; Chaalali et al. 2013 ; Hoegh-Guldberg et John, 2010).

Ce « réchauffement global impacte les services écosystémiques vitaux pour le bien être des hommes : en augmentant la vulnérabilité des écosystèmes, en provoquant des ruptures drastiques dans leur fonctionnement et en poussant ces écosystèmes à la limite de leur résilience » (Schroter et al. 2005 ; Gobberville et al. 2010 ; Doney et al. 2012 d'après Soletchnik, 2017).

Bien évidemment, ce qui change dans le climat n'est pas uniquement la température de l'air ou de l'eau (rivières, fleuves et océans).

Ce changement global implique :

- Une redistribution des précipitations et donc des débits fluviaux
- La modification des courants marins
- Des perturbations dans les logiques saisonnières
- Des changements dans les régimes de vents et de tempêtes.

De ce fait, le changement climatique est susceptible de se manifester de manière très différente selon les zones géographiques et les échelles considérées. Il agit aussi bien au niveau cellulaire des organismes qu'au niveau des grands

systèmes bioclimatiques. Il est alors indispensable d'appréhender et de se projeter sur la façon dont les territoires seront affectés par ces changements (GIEC, 2014).

6.4.1.1. A l'échelle planétaire

Dans le contexte mondial, le constat sur le réchauffement climatique est alarmant. En effet, en « 2017, le réchauffement global a atteint + 1 °C (± 0,2 °C) par rapport à la période préindustrielle et les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique provoquent une hausse moyenne des températures de l'ordre de 0,2 °C par décennie à l'échelle de la planète. À ce rythme, le seuil de 1,5 °C de réchauffement devrait être atteint dès 2040. »

Aussi, le GIEC, dans son dernier rapport publié en 2014, présente qu'une hausse de 1,5°C de la température aurait de « lourdes conséquences sur le climat mondial : les vagues de chaleur et les fortes précipitations seraient plus fréquentes dans de nombreuses régions du globe, les sécheresses plus fréquentes par endroit. Les calottes groenlandaises et antarctiques seraient possiblement déstabilisées, avec une possible élévation massive du niveau de la mer. »

L'évolution du climat mondial est fonction des émissions ou concentrations de gaz à effet de serre et d'aérosols dues aux activités humaines. Pour réaliser des projections climatiques, il faut donc émettre des hypothèses sur l'évolution de la démographie mondiale et des modes de vie à travers la planète. De fait, pour analyser le changement climatique à venir, les experts du GIEC ont utilisé une nouvelle approche. Ils ont défini « quatre trajectoires d'émissions et de concentrations de gaz à effet de serre, d'ozone et d'aérosols, ainsi que d'occupation des sols baptisés RCP (« Representative Concentration Pathways » ou « Profils représentatifs d'évolution de concentration »). »

Ainsi, grâce à ces RCP, les climatologues, hydrologues, agronomes, économistes etc... travaillent pour la première fois en parallèle.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du forçage radiatif (équilibre entre le rayonnement solaire entrant et les émissions de rayonnements infrarouges sortant de l'atmosphère) de 4 profils d'évolution des concentrations des gaz à effet de serre (RCP) à l'horizon 2300. Ils sont identifiés par un nombre, exprimé en W/m² (puissance par unité de surface), qui indique la valeur du forçage considéré. Plus cette valeur est élevée, plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe.

Ce graphique intègre, aux nouveaux scénarios RCP, les scénarios A2, A1B et B1 utilisés pour les rapports 2001 et 2007. On remarque que l'ensemble de ces scénarios se recouvre partiellement jusqu'en 2100 (période couverte par les anciennes versions). La nouvelle approche, utilisant les RCP, permet de couvrir une période plus importante : jusqu'à 2300.

Le profil RCP 8.5 est le plus extrême (pessimiste) et considère une croissance continue des émissions. Il est un peu plus fort que le scénario le plus marqué utilisé dans les simulations du rapport du GIEC 2007 (A2). Les profils RCP 6.0 et RCP 4.5 correspondent sensiblement et respectivement aux scénarios A1B et B1. Enfin, le profil RCP 2.6 est sans équivalent dans les anciennes propositions du GIEC. En effet, sa réalisation implique, et c'est une nouveauté importante, l'intégration des effets de politiques de réduction des émissions susceptibles de limiter le réchauffement planétaire à 2°C.

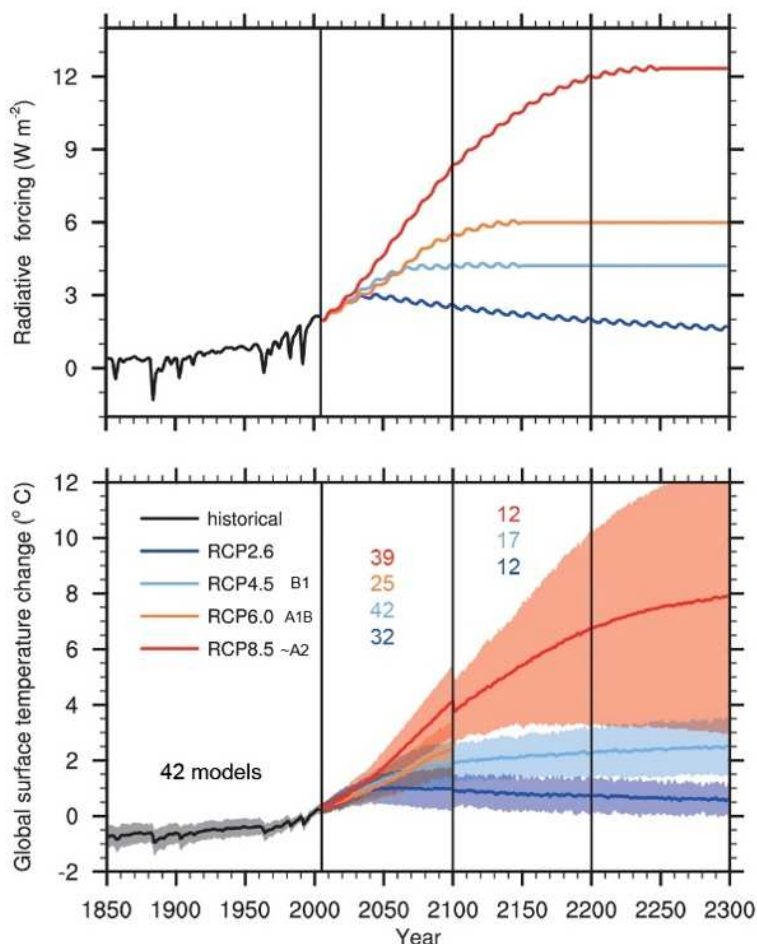


Figure 125 : Évolution du bilan radiatif de la terre ou « forçage radiatif » en W/m² sur la période 1850-2250 selon les différents scénarios. (GIEC)

L'augmentation des températures de l'air, moyennes et extrêmes, compte parmi les forçages climatiques les plus importants à prendre en compte. L'expertise du GIEC est formelle et de moins en moins discutable : la température moyenne du globe continuera de croître durant les prochaines décennies, indépendamment de toutes les mesures qui seront prises en matière d'atténuation. Ces mesures pourront certes limiter la hausse, mais elles n'infléchiront pas la courbe ou n'inverseront pas la tendance. Tous les scénarios d'émissions de GES proposés par le GIEC, y compris le plus optimiste (RCP 2.6), prévoient une évolution de la température moyenne de +0,3 à +0,7°C à l'échelle du globe entre 2016 et 2035. A l'horizon 2100, seul le scénario le plus optimiste d'émissions (RCP 2.6) pourrait nous faire atteindre l'objectif annoncé durant la COP 21 de limiter le réchauffement global à +2°C par rapport au niveau seuil de 1850.

Les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 qui ont été retenus pour les prévisions climatiques futures de cette étude, conduiront à un réchauffement d'en moyenne +1,1 à +4,8°C par rapport à la moyenne 1986-2005 (et donc jusqu'à +5,5°C par rapport à 1850). Les évolutions de la température seront toutefois variables selon les régions du globe et pourront également se manifester par l'accroissement des extrêmes chauds (jours estivaux, vagues de chaleur, canicules) et froids¹⁸.

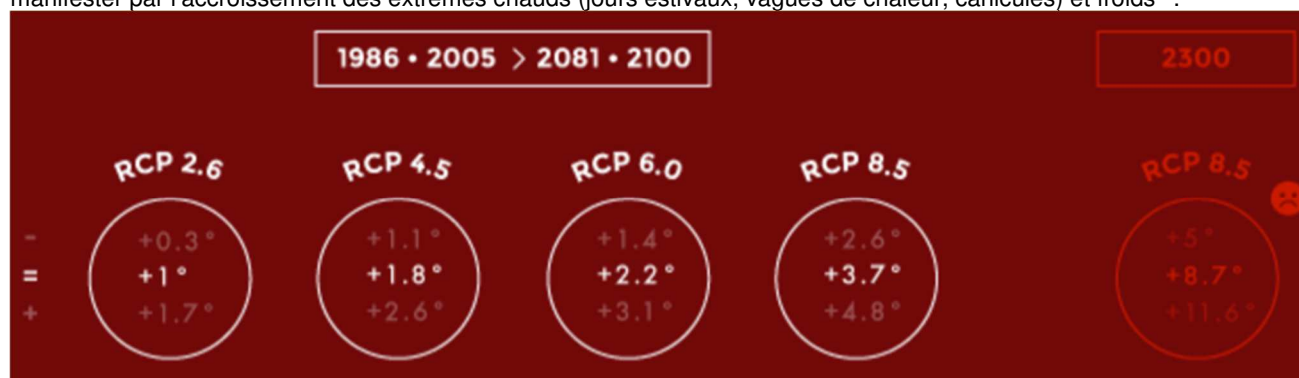


Figure 126 : Infographie présentant l'évolution des températures à l'échelle du globe en fonction des scénarios RCP 2.6, 4.5, 6.0 et 8.5 (extrait du rapport du GIEC, 2014)

La figure ci-dessous montre les projections régionalisées du réchauffement climatique jusqu'en 2100. Cette nouvelle approche tient compte de nombreux aléas climatiques (modifications des régimes et direction des vents, modification des précipitations, du taux d'ensoleillement, de certains phénomènes extrêmes, de l'élévation du niveau des océans...) tout en prenant également en compte l'effet des nouvelles politiques climatiques sur la réduction d'émission de gaz à effet de serre, et de tenir compte des évolutions du contexte socio-économique depuis la fin des années 1990.

¹⁸ GIEC, 2014

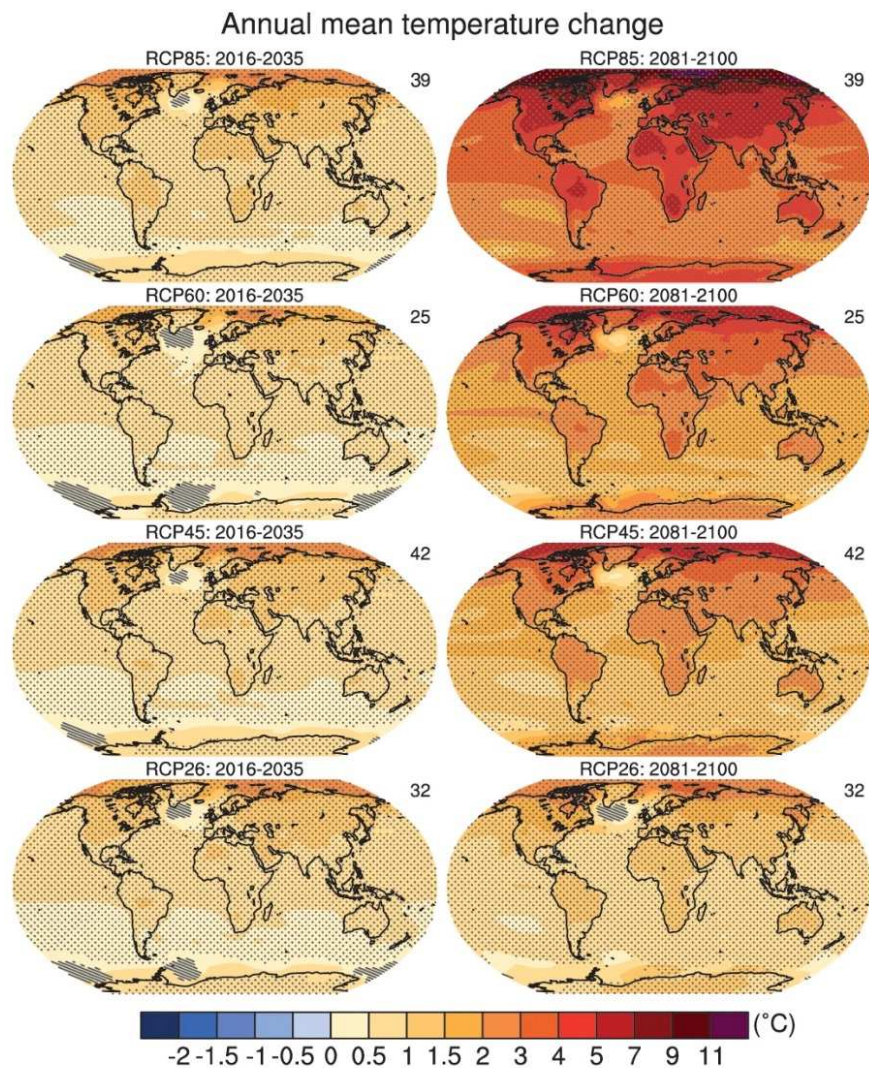


Figure 127 : Projections à l'échelle mondiale de l'évolution de la température annuelle moyenne entre 2016-2035 et 2081-2100 suivant les 4 profils RCP. (GIEC)

6.4.1.2. A l'échelle nationale

Les simulations récentes prévoient également de fortes modifications des climats nationaux pour la fin du XXI^e siècle (scénarios RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5 du GIEC).

Les résultats mettent en évidence une augmentation progressive de la température moyenne annuelle au cours des prochaines décennies, pour les trois horizons considérés.

Cette augmentation est croissante pour les scénarios RCP4.5 et RCP8.5, mais à tendance à se stabiliser, voire à diminuer en fin de siècle, pour le scénario RCP2.6.

Augmentation des températures moyennes annuelles :

- D'ici 2050 : + 1 à 2°C pour les régions d'influence Atlantique et Méditerranéenne, et + 2 à 3°C pour les territoires plus continentaux.
- Fin du XXI^e siècle : + 3 à 4°C pour la façade N-O, et + 4 à 5 °C pour le reste du territoire.

Ces modifications se traduisent en 5 points marquant d'ici la fin du siècle (Horizon lointain 2071/2100) :

- Forte hausse des températures moyennes : de 0,9°C à 1,3°C (RCP 2.6), mais pouvant atteindre de 2,6°C à 5,3°C en été pour le scénario de croissance continue des émissions (RCP 8.5)
- Augmentation du nombre de jours de vagues de chaleur qui pourrait dépasser les 20 jours au Sud-Est du territoire métropolitain (scénario RCP 8.5)
- Diminution des extrêmes froids
- Augmentation des épisodes de sécheresse, notamment dans la large partie sud du pays
- Renforcement des précipitations extrêmes sur une large partie du territoire

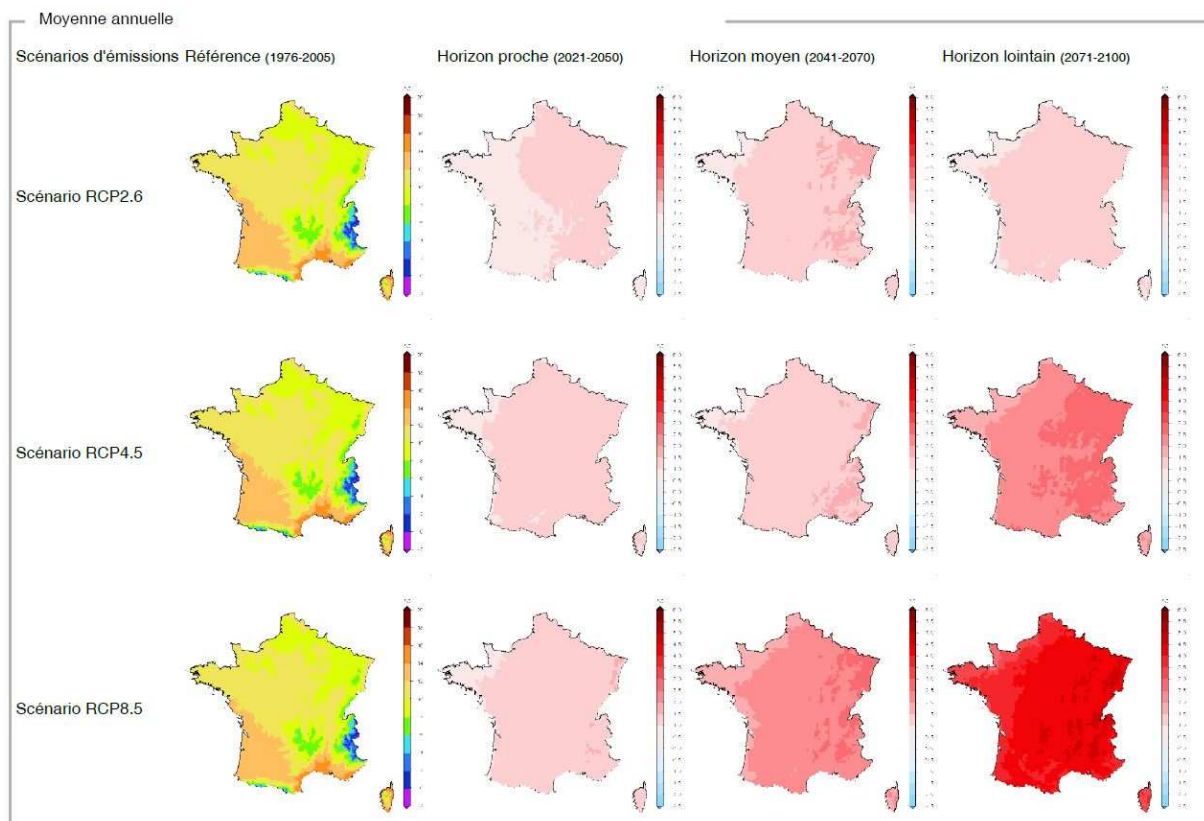


Figure 128 : Anomalie de température moyenne quotidienne : écart entre la période considérée et la période de référence [°C]. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

6.4.2. Les vulnérabilités actuelles pouvant être amplifiées par le changement climatique

6.4.2.1. Le risque de mouvements de terrain

Un mouvement de terrain est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol, il est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques. Il est dû à des processus lents de dissolution ou d'érosion favorisés par l'action de l'eau et de l'homme.

Selon la vitesse de déplacement, deux ensembles peuvent être distingués :

- Les **mouvements lents** pour lesquels la déformation est progressive et peut être accompagnée de rupture mais en principe d'aucune accélération brutale :
 - les affaissements consécutifs à l'évolution de cavités souterraines naturelles ou artificielles (carrières ou mines), évolution amortie par le comportement souple des terrains superficiels ;
 - les tassements par retrait de sols argileux et par consolidation de certains terrains compressibles (vases, tourbes) ;
 - le fluage (déformation sous l'effet de très fortes pressions) de matériaux plastiques sur faible pente ;
 - les glissements, qui correspondent au déplacement en masse, le long d'une surface de rupture plane, courbe ou complexe, de sols cohérents (marnes et argiles) ;
 - le retrait ou le gonflement de certains matériaux argileux en fonction de leur teneur en eau.
- Les **mouvements rapides** comprennent :
 - les effondrements, qui résultent de la rupture brutale de voûtes de cavités souterraines naturelles ou artificielles, sans atténuation par les terrains de surface ;
 - les chutes de pierres ou de blocs provenant de l'évolution mécanique de falaises ou d'escarpements rocheux très fracturés ;
 - les éboulements ou écroulements de berges ou d'escarpements rocheux selon les plans de discontinuité préexistants ;
 - certains glissements rocheux ;
 - les coulées boueuses, qui proviennent généralement de l'évolution du front des glissements. Leur mode de propagation est intermédiaire entre le déplacement en masse et le transport fluide ou visqueux.

Ce phénomène de mouvements de terrain est relatif au retrait-gonflement de certains sols argileux et des formations argileuses affleurantes. Il provoque des tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant le bâti individuel ainsi que les infrastructures routières.

Sur le territoire métropolitain, ces phénomènes, mis en évidence à l'occasion de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1976, ont pris une réelle ampleur lors des périodes 1989-1991, 1996-1997 et 2003. On parle communément de mouvement différentiel dû à la sécheresse ou simplement du phénomène " sécheresse ".

6.4.2.2. Le risque inondation

Chaque cours d'eau, du plus petit ruisseau aux grandes rivières, collecte l'eau d'un territoire plus ou moins grand, appelé son bassin versant. Lorsque des pluies abondantes et/ou durables surviennent, le débit du cours d'eau augmente et peut entraîner le débordement des eaux. Plusieurs facteurs interviennent dans ce phénomène :

- L'intensité et la répartition des pluies dans le bassin versant ;
- La pente du bassin et sa couverture végétale qui accélèrent ou ralentissent les écoulements ;
- L'absorption par le sol et l'infiltration dans le sous-sol qui alimente les nappes souterraines ;
- Un sol saturé par des pluies récentes n'absorbe plus ;
- L'action de l'homme : déboisement, feux de forêts qui rendent le sol plus propice au ruissellement. L'imperméabilisation, due au développement des villes : l'eau ne s'infiltré plus et surcharge les systèmes d'évacuation ;
- D'une manière générale, les obstacles aux écoulements de crue.

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque d'inondation est le résultat de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement, et l'homme qui s'installe dans l'espace alluviale pour y implanter des constructions, équipements et activités.

GLOSSAIRE

GLOSSAIRE

ABC	Association Bilan Carbone L'outil Bilan Carbone® de l'ABC permet d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre « énergétiques » et « non énergétiques » des secteurs d'activités tels que le résidentiel, l'industrie, le tertiaire, l'agriculture, les déchets, l'alimentation, la construction et la voirie et les transports.
Adaptation	Un concept défini par le Troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat comme « l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques. »
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AASQA	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
AEU	Approche environnementale de l'urbanisme Méthodologie au service des collectivités locales et des acteurs de l'urbanisme pour les aider à prendre en compte les principes et finalités du développement durable dans leurs projets.
AFPG	Association Française des Professionnels de la Géothermie
Agreste	Agreste est l'espace du service statistique du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.
Albédo	L'albédo du système Terre-atmosphère est la fraction de l'énergie solaire qui est réfléchi vers l'espace. Sa valeur est comprise entre 0 et 1. Plus une surface est réfléchissante, plus son albédo est élevé
Aléas	Le changement climatique est susceptible de provoquer des aléas, c'est-à-dire des événements pouvant affecter négativement la société. Ces aléas ont une certaine probabilité de se produire, variable suivant l'aléa considéré.
ALEC	Agence Locale de l'Energie et du Climat
AREC	Agence Régionale de l'Energie et du Climat
AVAP	Aire de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine Elle met en place une zone protégée pour des raisons d'intérêt culturel, architectural, urbain, paysager, historique ou archéologique. Il ne s'agit pas de documents d'urbanisme, mais d'un ensemble de prescriptions.
AZI	Atlas des Zones Inondables Ce sont des outils cartographiques de connaissance des phénomènes d'inondations susceptibles de se produire par débordement des cours d'eau. Ils sont construits à partir d'études hydro géomorphologiques à l'échelle des bassins hydrographiques.
B(a)P	benzo(a)pyrène
BEGES	Bilan des Émissions de Gaz à Effet de Serre Il s'agit d'un bilan réglementaire et de ce fait obligatoire pour de nombreux acteurs.

BILAN GES	Un bilan GES est une évaluation de la masse totale de GES émises (ou captées) dans l'atmosphère sur une année par les activités d'une organisation. Il permet d'identifier les principaux postes d'émissions et d'engager une démarche de réduction concernant ces émissions par ordre de priorité.
Bio GNV	Bio Gaz Naturel Véhicule Le bioGNV est une version renouvelable du GNV qui a les mêmes caractéristiques que ce dernier. Cependant le bioGNV est produit par la méthanisation des déchets organiques.
Biogaz	Le biogaz est un gaz combustible, mélange de méthane et de gaz carbonique, additionné de quelques autres composants.
Biométhane	Gaz produit à partir de déchets organiques.
Bois énergie	Bois énergie est le terme désignant les applications du bois comme combustible en bois de chauffage. Le bois énergie est une énergie entrant dans la famille des bioénergies car utilisant une ressource biologique. Le bois énergie est considéré comme étant une énergie renouvelable car le bois présente un bilan carbone neutre (il émet lors de sa combustion autant de CO ₂ qu'il n'en a absorbé durant sa croissance).
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BTEX	benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
CCTA	Communauté de Communes Tarn Agout
CESI	Chauffe-Eaux Solaires Individuels
CFC	Chlorofluorocarbure
CH₄	Méthane
CIRC	Centre international de recherche contre le cancer
Chaleur fatale	C'est une production de chaleur dérivée d'un site de production, qui n'en constitue pas l'objet premier, et qui, de ce fait, n'est pas nécessairement récupérée. Les sources de chaleur fatale sont très diversifiées. Il peut s'agir de sites de production d'énergie (les centrales nucléaires), de sites de production industrielle, de bâtiments tertiaires d'autant plus émetteurs de chaleur qu'ils en sont fortement consommateurs comme les hôpitaux, de réseaux de transport en lieu fermé, ou encore de sites d'élimination comme les unités de traitement thermique de déchets.
Changement d'affectation des sols	Lorsqu'un terrain est artificialisé, les sols déstockent du carbone et provoquent un changement d'affectation.
CNRM	Centre National de Recherches Météorologiques
CO	monoxyde de carbone
CO₂	dioxyde de carbone
COP	COefficient de Performance. Le COP d'un climatiseur ou d'une pompe à chaleur se traduit par le rapport entre la quantité de chaleur produite par celle-ci et l'énergie électrique consommée par le compresseur.
Corine Land Cover	Corine Land Cover est une base de données européenne d'occupation biophysique des sols. Ce projet est piloté par l'Agence européenne de l'environnement et couvre 39 États.
COV(NM)	Composé Organique Volatil (Non Méthanique)
Danger	Événement de santé indésirable tel qu'une maladie, un traumatisme, un handicap, un décès. Par extension, le danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire, organique ou physiologique, lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique (exemple : un polluant atmosphérique), physique (exemple : un rayonnement) ou biologique (exemple : un grain de pollen). Ces

dysfonctionnements peuvent entraîner ou aggraver des pathologies. Par extension, les termes « danger » et « effet sur la santé » sont souvent intervertis.

DISAR	Le DISAR est un outil d'affichage de tableau et de restitution des documents. Les données sont issues des enquêtes réalisées par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Elles sont présentées sous forme de tableaux. Les documents offrent des commentaires sur les données issues des enquêtes réalisées par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.
ECS	Eau chaude sanitaire
EEA	Agence européenne de l'Environnement
EF	Energie Finale La consommation énergétique des utilisateurs finaux, en d'autres termes, l'énergie délivrée aux consommateurs.
Enjeu	L'enjeu, ou l'exposition, comprend l'ensemble de la population et du patrimoine susceptible d'être affecté par un aléa. Il s'agit par exemple de la population, des bâtiments et infrastructures situés en zone inondable. Confronté à chacun de ces aléas, un territoire donné peut être plus ou moins affecté négativement, suivant son urbanisme, son histoire, son activité économique et sa capacité d'adaptation.
EnR	Énergie Renouvelable
EnR&R	Energie Renouvelable et de Récupération
Éolienne	Une éolienne est une machine tournante permettant de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie cinétique de rotation, exploitable pour produire de l'électricité.
EP	Energie Primaire La première énergie directement disponible dans la nature avant toute transformation. Comme exemple, on peut citer le bois, le pétrole brut, le charbon, etc. Si l'énergie primaire n'est pas utilisable directement, elle est transformée en une source d'énergie secondaire afin d'être utilisable et transportable facilement.
EPCI	Etablissement Public de Coopération Intercommunale
EqHab	Equivalent Habitants
Exposition	Désigne, dans le domaine sanitaire, le contact (par inhalation, par ingestion...) entre une situation ou un agent dangereux (exemple : un polluant atmosphérique) et un organisme vivant. L'exposition peut aussi être considérée comme la concentration d'un agent dangereux dans le ou les milieux pollués (exemple : concentration dans l'air d'un polluant atmosphérique) mis en contact avec l'homme.
FE	Facteur d'Émissions
Forçage climatique	Perturbation d'origine extérieure au système climatique qui impacte son bilan radiatif c'est-à-dire l'équilibre entre les pertes et les gains d'énergie du système climatique de la planète
GASPAR	La base de données GASPAR est un inventaire national des arrêtés de catastrophes naturelles.
Géothermie	La géothermie (du grec « gê » qui signifie terre et « thermos » qui signifie chaud) est l'exploitation de la chaleur du sous-sol. Cette chaleur est produite pour l'essentiel par la radioactivité naturelle des roches constitutives de la croûte terrestre. Elle provient également, pour une faible part, des échanges thermiques avec les zones internes de la Terre dont les températures s'étagent de 1 000°C à 4 300°C.
GES	Gaz à Effet de Serre La basse atmosphère terrestre contient naturellement des gaz dits « Gaz à Effet de Serre » qui permettent de retenir une partie de la chaleur apportée par le rayonnement solaire. Sans cet « effet de serre » naturel, la température à la surface de la planète serait en moyenne de -18°C contre +14°C actuellement. L'effet de serre est donc un phénomène indispensable à la vie sur Terre.

Bien qu'ils ne représentent qu'une faible part de l'atmosphère (moins de 0,5%), ces gaz jouent un rôle déterminant sur le maintien de la température. Par conséquent, toute modification de leur concentration déstabilise ce système naturellement en équilibre.

GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
GNV	Gaz Naturel Véhicule
	Le Gaz Naturel Véhicule est du gaz naturel utilisé comme carburant soit sous forme comprimé appelé Gaz Naturel Comprimé (GNC), soit sous forme liquide appelé Gaz Naturel Liquide (GNL). Sous forme comprimée, le GNV est délivré via des réseaux de distribution.
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
GWh	Gigawattheure. 1 GWh = 1 000 000 kWh
HAP	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
HCFC	Hydrochlorofluorocarbures
Hydroélectricité ou énergie hydraulique	L'énergie hydroélectrique est produite par transformation de l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique puis électrique.
IAA	Industrie Agroalimentaire
ICPE	Installation Classée pour l'Environnement
	Toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains est une installation classée.
ICU	Ilot de Chaleur Urbain
	Cette notion fait référence à un phénomène d'élévation de température localisée en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines
Impact sur la santé	Estimation quantifiée, exprimée généralement en nombre de décès ou nombre de cas d'une pathologie donnée, et basée sur le produit d'une relation exposition-risque, d'une exposition et d'un effectif de population exposée.
INIES	INIES est la base nationale de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires pour le bâtiment.
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
ISDND	Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux
kWc	Kilowatt crête
	C'est la puissance nominale, c'est-à-dire la puissance électrique fournie par un panneau ou une installation dans les conditions de test standard (STC= Standard Test Conditions). Cette puissance sert de valeur de référence et permet de comparer différents panneaux solaires.
LTECV	Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte
Méthanisation	La méthanisation (encore appelée digestion anaérobie) est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène (réaction en milieu anaérobie).
mNGF	mètres Nivellement Général de la France
	Cette unité constitue un réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire Français métropolitain, ainsi qu'en Corse.

Mouvement de terrain	Déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol. Ce mouvement est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques.
Mtep	Million de tonnes équivalent pétrole
MWh	Mégawattheure. 1 MWh = 1000 kWh
N₂	Azote
NégaWatt	Association fondée en 2011 prônant l'efficacité et la sobriété énergétique.
NH₃	Ammoniac
NO₂	Dioxyde d'azote
NOx	Oxydes d'azote
O₂	Dioxygène
O₃	Ozone
OMR	Ordures Ménagères Résiduelles
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
P.O.PE	Loi française de Programmation d'Orientation de la Politique Energétique
PAC	Pompe À Chaleur La pompe à chaleur est un équipement de chauffage thermodynamique dit à énergie renouvelable. La PAC prélève les calories présentes dans un milieu naturel tel que l'air, l'eau, la terre ou le sol, pour la transférer en l'amplifiant vers un autre milieu par exemple un immeuble ou un logement, pour le chauffer.
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durables
PAPI	Programmes d'Actions de Prévention des Inondations Ils ont pour objectif de promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondations en vue de diminuer les conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques ainsi que l'environnement.
PCAET	Plan Climat Air Energie Territorial
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur Quantité théorique d'énergie contenue dans un combustible. Le « PCI » désigne la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une unité de masse de produit (1kg) dans des conditions standardisées. Plus le PCI est élevé, plus le produit fournit de l'énergie.
PCIT	Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux
PER	Plan d'Exposition aux Risques Anciens documents d'urbanisme visant l'interdiction de nouvelles constructions dans les zones les plus exposées d'une part, et des prescriptions spéciales pour les constructions nouvelles autorisées dans les zones moins exposées, associées à la prescription de travaux pour réduire la vulnérabilité du bâti existant, d'autre part.
PHEC	Plus Hautes Eaux Connues
Phénologie	Etude de l'influence des climats sur l'évolution des règnes végétal et animal
Photosynthèse	Processus par lequel les plantes vertes synthétisent des matières organiques grâce à l'énergie lumineuse, en absorbant le gaz carbonique de l'air et en rejetant l'oxygène.
PLU	Plan Local d'Urbanisme

Document d'urbanisme qui détermine les conditions d'aménagement et d'utilisation des sols.

PLUi	Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
PM	Particules en suspension (particulate matter)
PM₁₀	Particules de diamètre inférieur à 10 microns
PM_{2,5}	Particules de diamètre inférieur à 2,5 microns
PNR	Parcs Naturels Régionaux
Poste de raccordement	Poste qui permet de raccorder l'énergie issue des différentes sources de production
PPR	Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles Document de l'État réglementant l'utilisation des sols à l'échelle communale, en fonction des risques auxquels ils sont soumis.
PPRi	Plan de Prévention du Risque d'Inondation
PREPA	Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global Unité qui permet la comparaison entre les différents gaz à effet de serre en termes d'impact sur le climat sur un horizon (souvent) fixé à 100 ans. Par convention, PRG100 ans (CO ₂) = 1.
ptam	Pression atmosphérique
Puits net ou séquestration nette	Quand le flux entrant est supérieur au flux sortant, les réservoirs forestiers représentent un puits net. Il s'agit donc d'une augmentation du stock de carbone. Ce processus permet de retirer (et séquestrer) du carbone de l'atmosphère.
PV	Photovoltaïque
Relation exposition-risque (ou relation dose-réponse)	Relation spécifique entre une exposition à un agent dangereux (exprimée, par exemple, en matière de concentrations dans l'air) et la probabilité de survenue d'un danger donné (ou « risque »). La relation exposition-risque exprime donc la fréquence de survenue d'un danger en fonction d'une exposition.
Réseau de distribution	Ce réseau est destiné à acheminer l'électricité à l'échelle locale, c'est-à-dire aux utilisateurs en moyenne et en basse tension. Son niveau de tension varie de 230 à 20 000 volts.
Réseau de transport et d'interconnexion	Ce réseau est destiné à transporter des quantités importantes d'énergie sur de longues distances. Son niveau de tension varie de 60 000 à 400 000 volts.
Réservoir de carbone	Système capable de stocker ou d'émettre du carbone. Les écosystèmes forestiers (biomasse aérienne et souterraine, sol) et les produits bois constituent des réservoirs de carbone.
Risque	Le risque est la résultante des trois composantes : aléa, enjeu et vulnérabilité.
Risque pour la santé	Probabilité de survenue d'un danger causée par une exposition à un agent dans des conditions spécifiées.
RMQS	Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols Il s'agit d'un outil de surveillance des sols à long terme.
RT	Réglementation Thermique
RTE	Réseau de Transport d'Électricité
S3REnR	Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables

SAU	Surface agricole utile Surface forestière déclarée par les exploitants agricoles comme utilisée par eux pour la production agricole
SCOT	Schéma de COhérence Territorial
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
Séquestration de carbone	La séquestration de carbone est le captage et stockage du carbone de l'atmosphère dans des puits de carbone (comme les océans, les forêts et les sols) par le biais de processus physiques et biologiques tels que la photosynthèse.
SME ISO 50001	Système de Management de l'Énergie selon la norme ISO 50001.
SNBC	Stratégie national Bas Carbone
SNIEBA	Système National d'Inventaire d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère
SO₂	Dioxyde de soufre
Solaire photovoltaïque	L'énergie solaire photovoltaïque transforme le rayonnement solaire en électricité grâce à des cellules photovoltaïques intégrées à des panneaux qui peuvent être installés sur des bâtiments ou posés sur le sol.
Solaire thermique	Le principe du solaire thermique consiste à capter le rayonnement solaire et à le stocker dans le cas des systèmes passifs (véranda, serre, façade vitrée) ou, s'il s'agit de systèmes actifs, à redistribuer cette énergie par le biais d'un circulateur et d'un fluide caloporteur qui peut être de l'eau, un liquide antigel ou même de l'air.
Solaire thermodynamique	L'énergie solaire thermodynamique produit de l'électricité via une production de chaleur.
Source nette	Quand le flux entrant est inférieur au flux sortant, les réservoirs forestiers représentent une source nette. Il s'agit donc d'une perte de stock dans les réservoirs forestiers. Ce processus rejette du carbone dans l'atmosphère.
SRCAE	Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie
SRE	Schéma Régional Eolien
SRES	Special Report on Emissions Scénarios Rapport public rédigé par le GIEC sur la thématique du réchauffement climatique.
SSC	Systèmes Solaires Combinés
SSP	Service de la Statistique et de la Prospective
STEP	STation d'ÉPuration des eaux usées
STEU	STation d'ÉPuration urbaine
Substitution matériau et énergie	Comparaison des émissions fossiles de la filière bois (exploitation de la forêt, chaîne de transformation, transport, etc.) par rapport aux émissions fossiles qui auraient été émises par d'autres filières lors de la production d'un même service.
Surfaces artificialisées en moyenne au cours de la dernière décennie	Les terres converties par l'Homme afin de construire des infrastructures.
Surfaces défrichées	Les forêts converties en une autre affectation qui mécaniquement diminue la capacité de stockage des sols.
Surfaces imperméabilisées	Certaines surfaces artificialisées par l'Homme peuvent être considérées comme provoquant une perte de carbone plus importante, comme par exemple pour les surfaces goudronnées.

t	tonne
TBE	Géothermie Très Basse Énergie
tCO_{2e}	Tonne équivalent CO ₂
tep	Tonne d'équivalent pétrole
	C'est la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une tonne de pétrole brut moyen. 1 tep = 42 x 10 ⁹ joules = 11 630 kWh ou 1 kWh = 0,086 tep.
TWh	Térawattheure. 1 GWh = 1 000 000 000 kWh
UFE	Union Française de l'Électricité
UIOM	Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères
Vulnérabilité	La vulnérabilité désigne le degré par lequel un territoire peut être affecté négativement par cet aléa (elle dépend de l'existence ou non de systèmes de protection, de la facilité avec laquelle une zone touchée va pouvoir se reconstruire etc.).
Wc	Watt Crête, c'est la puissance électrique maximale pouvant être fournie dans des conditions standards par un module photovoltaïque.
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté

ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le mécanisme de l'effet de serre - Source : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, 2013	5
Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique	8
Figure 3 : Synthèse - Consommation d'énergie de Bordeaux Métropole, 2019.....	9
Figure 4 : Synthèse - Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite et l'énergie récupérée sur le territoire de Bordeaux Métropole, 2019, Source : ALEC	11
Figure 5 : Synthèse - Autonomie énergétique du territoire en 2019, Source : ALEC.....	12
Figure 6 : Synthèse - Répartition des émissions de Bordeaux Métropole par polluant atmosphérique en 2018 en tonne, Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.2 – Année 2018	14
Figure 7 : Synthèse - Emissions par habitant et comparaison régional et nationale, Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.2 – Année 2018 – Bordeaux Métropole et Inventaire du CITEPA - Année 2018	14
Figure 8 : Synthèse - Emissions de gaz à effet de serres directes et indirectes du territoire de Bordeaux Métropole, 2019, ALEC et NEPSEN.....	16
Figure 9 : Synthèse - Ventilation surfacique du territoire selon les deux niveaux de catégories, Source : NAFU 2020 et IGN 2018.....	17
Figure 10 : Synthèse - Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, Source : ALEC, 2018	18
Figure 11 : Synthèse - Flux carbone du territoire, Source : AREC.....	18
Figure 12 : Synthèse des impacts aux changements climatique de Bordeaux métropole (Source : ACPP, NEPSEN)	20
Figure 13 : Synthèse des impacts et vulnérabilités au changement climatique de Bordeaux Métropole (Source : ACPP, NEPSEN).....	21
Figure 14 : Consommations d'énergie finale, Bordeaux Métropole en 2019, source : ALEC	28
Figure 15 : Figure 22 - Part relative des différents secteurs, 2019, Source : ALEC.....	28
Figure 16 : Répartition des consommations du territoire par habitant par commune, 2019, Source : ALEC... 29	29
Figure 17 : Evolution des émissions de GES de la métropole bordelaise entre 2016 et 2019, source : ALEC, NEPSEN.....	30
Figure 18 : Répartition des consommations du secteur Transports, Source : ALEC, 2019	30
Figure 19 : Répartition des consommations d'énergie par moyen de transport et par commune en 2019, Source : ALEC.....	31
Figure 20 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Transport par type d'énergie, Source : ALEC, 2019.....	31
Figure 21 : Consommation énergétiques des transports routiers par type de véhicules, Source : ALEC, 2019	32
Figure 23 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel en 2019 par type d'énergie, Source : ALEC.....	33
Figure 23 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel par commune, 2019, Source : ALEC	33
Figure 24 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel par commune ramenées à l'habitant, 2019, Source : ALEC et INSEE	34
Figure 25 : Répartition des consommations du secteur Tertiaire en 2019, Source : ALEC.....	34
Figure 26 : Répartition des consommations d'énergie du secteur tertiaire ramenées à l'actif par commune, 2019, Source : ALEC et INSEE.....	35
Figure 27 : Répartition des consommations du secteur Industrie en 2019 sur le territoire de Bordeaux Métropole, Source : ALEC	36
Figure 28 : Consommations énergétiques du secteur industriel par commune en 2019, Source : ALEC	36
Figure 29 : Répartition des consommations d'énergie du secteur industriel, 2019, Source : ALEC et Géorisque.....	37
Figure 30 : Répartition des consommations du secteur agricole en 2019, Source : ALEC.....	37
Figure 31 : Evolution des consommations d'énergie de Bordeaux Métropole, scénario potentiels de MDE, Source : SDE.....	38
Figure 32 : Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite et l'énergie récupérée sur le territoire de Bordeaux Métropole, 2019, Source : ALEC.....	40

Figure 33 : Evolution de la production énergétique renouvelable territoriale de Bordeaux Métropole entre 2010 et 2019 (hors biocarburants et énergies de récupération).....	43
Figure 34 : Evolution projetée de la production d'énergies renouvelable et de récupération territoriale, Source : NEPSSEN, ALEC, DDTM, SDE.....	44
Figure 35 : Ventilation du potentiel mobilisable par filière ENR.....	45
Figure 36 : Structure du productible en énergie renouvelable et de récupération atteignable à horizon 2050, Source : ALEC, Schéma Directeur Energie.....	46
Figure 37 : Autonomie énergétique du territoire en 2019, Source : ALEC.....	46
Figure 38 : Évolution des consommations et des productions entre 2019 et le développement de l'intégralité des potentiels en 2050.....	47
Figure 39 : Facture énergétique du territoire de la CCTA en 2016, Source : FACETE.....	47
Figure 40 : Facture énergétique du territoire de la Bordeaux Métropole en 2019, Source : FACETE.....	48
Figure 41 : Evolution du prix du baril de pétrole au cours des 20 dernières années, Source : http://www.fiches-auto.fr/articles-auto/prix-des-carburants/s-2287-evolution-du-prix-du-baril-de-petrole.php	48
Figure 42 : Répercussions de la hausse du prix des énergies sur les dépenses du territoire, Source : Bilan Carbone de territoire.....	49
Figure 43 : Fonctionnement du réseau électrique en France.....	52
Figure 44 : Réseau de transport très haute tension du territoire, Source : https://opendata.reseaux-energies.fr/pages/accueil/ , 2021.....	53
Figure 45 : Réseau de distribution haute tension du territoire, Sources : ENEDIS 2021.....	54
Figure 46 : Réseau de distribution basse tension du territoire, Sources : ENEDIS 2021.....	55
Figure 47 : Cartographie du réseau de transport, Source : https://opendata.reseaux-energies.fr/pages/accueil/ , 2021.....	56
Figure 48 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone centre, Source Agence ORE 2021.....	56
Figure 49 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone Nord-Ouest, Source Agence ORE 2021.....	57
Figure 50 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone Nord, Source Agence ORE 2021.....	57
Figure 51 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone Nord, Source Agence ORE 2021.....	58
Figure 52 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone Sud, Source Agence ORE 2021.....	58
Figure 53 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone Sud-Est, Source Agence ORE 2021.....	59
Figure 54 : Carte des réseaux de chaleur implantés ou en projet sur le territoire de la Métropole de Bordeaux.....	60
Figure 55 : Réseaux de chaleur implantés ou en projet et production 2020.....	60
Figure 56 : Capacité de raccordements des postes sources Source : Caparéseau consulté le 11.04.2022...	61
Figure 57 : Capacité d'accueil biométhane après renforcement en Nm ³ /h, source opendata.resau.energies2020	62
Figure 58 : Carte des besoins en chaleur (résidentiel) du territoire à la maille 200m*200m Source : CEREMA 2020.....	63
Figure 59 : Carte des besoins en chaleur (tertiaire) du territoire à la maille 200m*200m Source : CEREMA 2020.....	64
Figure 60 : Carte des emplacements des stations fixes de mesures d'ATMO Nouvelle Aquitaine - Source : https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/donnees/acces-par-station/31007	70
Figure 61 : Evolution des concentrations moyennes selon le polluant entre 2010 et 2019 en Gironde - Source : https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/actualite/qualite-de-lair-en-nouvelle-aquitaine-quel-bilan-en-2019	71
Figure 62 : Carte de pollution du NO ₂ en 2019 - Source : ATMO Nouvelle Aquitaine.....	71
Figure 63 : Carte de pollution des particules fines PM ₁₀ et PM _{2,5} en 2019 - Source : ATMO Nouvelle Aquitaine.....	72
Figure 64 : Carte de pollution des pesticides en 2019 - Source : ATMO Nouvelle Aquitaine - mes_int_20_030_bilanqa_2019_vf2021_01_21_d33 (version rectifiée).pdf	73
Figure 65 : Carte du cumul hebdomadaire moyen du nombre de grain de pollen à Bordeaux - Source : ATMO Nouvelle Aquitaine - mes_int_20_030_bilanqa_2019_vf2021_01_21_d33 (version rectifiée).pdf	73
Figure 66 : Répartition des émissions de Bordeaux métropole par polluant atmosphérique en 2018 en % et émissions totales en tonne, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2018 – Bordeaux Métropole ».....	75
Figure 67 : Emissions par habitant et comparaison régionale et nationale, Source : ATMO Nouvelle Aquitaine, 2018 et CITEPA.....	76
Figure 68 : Répartition par secteur des émissions de SO ₂ sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2018 – Bordeaux Métropole ».....	77
Figure 69 : Comparaison de la répartition des émissions de SO ₂ de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018.....	77
Figure 70 : Répartition par secteur des émissions de NO _x sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2018 – Bordeaux Métropole ».....	78
Figure 71 : Comparaison de la répartition des émissions de NO _x de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018.....	78
Figure 72 : Répartition par secteur des émissions de COVNM sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2018 – Bordeaux Métropole ».....	79

Figure 73 : Comparaison de la répartition des émissions de COVNM de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018.....	79
Figure 74 : Répartition par secteur des émissions de NH ₃ sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2018 – Bordeaux Métropole »	80
Figure 75 : Comparaison de la répartition des émissions de NH ₃ de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018.....	80
Figure 76 : Répartition par secteur des émissions de PM ₁₀ sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2018 – Bordeaux Métropole »	81
Figure 77 : Comparaison de la répartition des émissions de PM ₁₀ de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018.....	81
Figure 78 : Répartition par secteur des émissions de PM _{2,5} sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2018 – Bordeaux Métropole »	82
Figure 79 : Comparaison de la répartition des émissions de PM _{2,5} de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018.....	82
Figure 80 : Evolution des émissions de polluants atmosphériques de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2018 – Bordeaux Métropole »	83
Figure 81 : Evolution des émissions de SO ₂ de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Années 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	84
Figure 82 : Evolution des émissions de NOx de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Années 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	85
Figure 83 : Evolution des émissions de COVNM de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Années 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	86
Figure 84 : Evolution des émissions de NH ₃ de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Années 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	87
Figure 85 : Evolution des émissions de PM ₁₀ de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Années 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	88
Figure 86 : Evolution des émissions de PM _{2,5} de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Années 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	89
Figure 87 : Bilan carbone de Bordeaux Métropole, 2019	97
Figure 88 : Répartition des émissions de gaz à effet de serres du territoire de Bordeaux Métropole, à partir de la méthode de BCO ₂ , Sources multiples, 2019.....	98
Figure 89 : Bilan Carbone du territoire - poste consommation, 2019	98
Figure 90 : Bilan Carbone du territoire - poste consommation, émissions territoriales et hors territoire, 2019	99
Figure 91 : Evolution du Bilan Carbone du territoire - poste consommation, Source : BCO ₂ et E6	99
Figure 92 : Au cours d'une semaine normale, d'où proviennent les aliments des Bordelais ? Enquête "habitudes alimentaires", Cefil 2016	100
Figure 93 : Impact carbone pour un repas selon les différents types de repas, Source : Bilan Carbone, facteurs d'émissions.....	101
Figure 94 : Bilan Carbone du territoire - poste transport, 2019	101
Figure 95 : Bilan Carbone du territoire - poste transport, émissions territoriales et hors territoire, 2019.....	102
Figure 96 : Evolution du Bilan Carbone du territoire - poste transport, Source : BCO ₂ et E6.....	102
Figure 97 : Evolution de l'empreinte carbone associée aux déplacements des habitants de la Métropole ...	103
Figure 98 : Origine des touristes venant en Gironde, saison 2019 - 2020, source : Fréquentation touristique en Gironde – 2019/2020	103
Figure 99 : Mode de déplacement utilisés par les touristes pour rejoindre et quitter la Gironde, saison 2019 - 2020, source : Fréquentation touristique en Gironde – 2019/2020	104
Figure 100 : Emissions de gaz à effet de serre de différents modes de transport, Source : Base carbone de l'Ademe.....	104
Figure 101 : Bilan Carbone du territoire - poste habitat et activités, 2019.....	105
Figure 102 : Bilan carbone du territoire - poste habitat, activités et construction, émissions territoriales et hors territoire, 2019	105
Figure 103 : Evolution du Bilan Carbone du territoire - poste habitat et activités, Source : BCO ₂ et E6.....	106
Figure 104 : Répartition de l'empreinte carbone associée à l'habitat et aux activités, 2019, Source : NEPSN à partir des données ALEC.....	106
Figure 105 : Répartition des surfaces construites et de l'impact carbone associé, Source : Sit@Del2/base carbone, 2019	107
Figure 106 : BEGES du territoire, 2019, Source : ALEC	107

Figure 107 : Evolution des émissions de gaz à effet de serre territoriales de Bordeaux Métropole, scénario potentiels, Source : ALEC.....	108
Figure 108 : Ventilation surfacique du territoire selon les deux niveaux de catégories, Source : AREC, 2019	111
Figure 109 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, Source : AREC, 2019.....	111
Figure 110 : Ventilation du stock carbone selon les réservoirs, Source : Corine Land Cover et outil ALDO, 2018	112
Figure 111 : Ventilation du stock carbone selon les différentes typologies et des réservoirs, Source : ALEC, 2019	112
Figure 112 : Flux carbone du territoire, Source : ALEC, 2019.....	113
Figure 113 : Ventilation du stock carbone des produits bois, Source : ALEC, 2019.....	114
Figure 114 : Synthèse des vulnérabilités des activités du territoire aux changements climatique (Source : ACP, E6).....	121
Figure 115 : Synthèse des vulnérabilités des risques naturels aux changements climatique (Source : ACP, E6).....	121
Figure 116 : Exemple de rendu issu de Copernicus sur les contributions locales et externes des émissions de polluants atmosphériques	124
Figure 117 : Présentation des différents scopes dans le cadre d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre d'un territoire, Source NEPSSEN.....	127
Figure 118 : Flux nets de carbone	128
Figure 119 : Répartition moyenne du carbone stocké dans un arbre.....	129
Figure 120 : Schéma du cycle de l'exploitation des Landes, Source : Actionpin	129
Figure 121 : Schéma du cycle de succession écologique - source : florencedellerie	130
Figure 122 : Variation des stocks de carbone organique selon l'affectation des sols en France.....	130
Figure 123 : Cycle de vie des produits bois	131
Figure 124 : Schéma du stockage carbone par pompage.....	131
Figure 125 : Évolution du bilan radiatif de la terre ou « forçage radiatif » en W/m ² sur la période 1850-2250 selon les différents scénarios. (GIEC)	136
Figure 126 : Infographie présentant l'évolution des températures à l'échelle du globe en fonction des scénarios RCP 2.6, 4.5, 6.0 et 8.5 (extrait du rapport du GIEC, 2014)	136
Figure 127 : Projections à l'échelle mondiale de l'évolution de la température annuelle moyenne entre 2016-2035 et 2081-2100 suivant les 4 profils RCP. (GIEC)	137
Figure 128 : Anomalie de température moyenne quotidienne : écart entre la période considérée et la période de référence [°C]. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France).....	138

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Détail des productions d'énergie de la filière de l'électricité thermique.....	41
Tableau 2 : Détail des productions d'énergie qui alimentent les réseaux de chaleur.....	41
Tableau 3 : Liste des installations en projet recensées en 2019, source : ALEC, DDTM.....	42
Tableau 4 : Synthèse du potentiel mobilisable	44
Tableau 5 : Synthèse du productible atteignable à horizon 2050.....	45
Tableau 6 : Hypothèses prises pour modéliser la hausse de la vulnérabilité du territoire à la hausse du prix des énergies dans l'outil Bilan Carbone territoire	49
Tableau 7 : Bilan des émissions de polluants atmosphériques sur le territoire de Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2018 – Bordeaux Métropole ».....	74
Tableau 8 : Bilan des émissions de SO ₂ sur le territoire de Bordeaux Métropole depuis 2010 en tonne, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	84
Tableau 9 : Bilan des émissions de NO _x sur le territoire de Bordeaux Métropole depuis 2010 en tonne, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	84
Tableau 10 : Bilan des émissions de COVNM sur le territoire de Bordeaux Métropole depuis 2010 en tonne, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	85
Tableau 11 : Bilan des émissions de NH ₃ sur le territoire de Bordeaux Métropole depuis 2010 en tonne, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	86
Tableau 12 : Bilan des émissions de PM ₁₀ sur le territoire de Bordeaux Métropole depuis 2010 en tonne, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	87

Tableau 13 : Bilan des émissions de $PM_{2,5}$ sur le territoire de Bordeaux Métropole depuis 2010 en tonne, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Année 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »	88
Tableau 14 : Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques du territoire associé aux actions de réduction énergétiques et de gaz à effet de serre.....	92
Tableau 15 : Bilan du potentiel maximal de réduction des émissions de polluants atmosphériques.....	93
Tableau 16 : Synthèse de la ventilation du territoire selon les différentes typologies, Source : AREC.....	110
Tableau 17 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, Source : AREC, 2019.....	111
Tableau 18 : Principaux changements d'usage des sols.....	113
Tableau 19 : Origine des principaux polluants.....	123
Tableau 20 : Impact sanitaire des principaux polluants atmosphériques	125
Tableau 21 : Impact environnemental des principaux polluants atmosphériques	126
Tableau 22 : Objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques (source : décret n°2017-949 du 10 mai 2017).....	126
Tableau 23 : PRG des différents gaz à effet de serre, 5ème rapport du GIEC	128



NEPSEN

Résidence Managers, 23 Quai de Paludate
33800 BORDEAUX
05 56 78 56 50
contact@e6-consulting.fr
www.e6-consulting.fr

ACPP

200 rue Marie Curie,
33127 SAINT-JEAN D'ILLAC
06 73 60 30 07
contact@atelier-paysages.fr
www.atelier-paysages.fr
