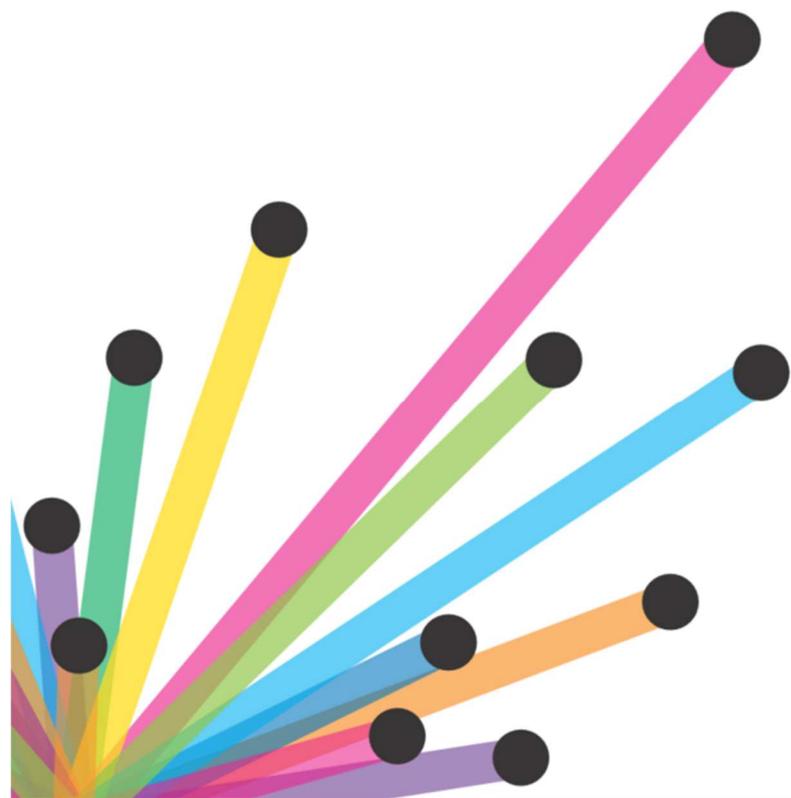


BORDEAUX METROPOLE

Plan Climat Air Energie
Diagnostic



Émetteur

NEPSEN

23, quai de Paludate
Résidence Manager
33 800 Bordeaux

Nom du contact : Gérald Dumas

Responsable de marché Territoires
Tél : 06 83 61 26 00
E-mail : gerald.dumas@nepesen.fr

Destinataire

Bordeaux Métropole

Esplanade Charles-de-Gaulle
33045 Bordeaux Cedex

Nom du contact : Virginie Mejri

Responsable du centre territoires et transitions
Pilotage stratégique
Chef de projet plan climat
Direction de l'énergie, de l'écologie et du développement durable
Direction Générale Haute Qualité de Vie
Tél : 06 43 73 99 48
E-mail : v.mejri@bordeaux-metropole.fr

Document

	Date	Intervenant	Action
V1	13/10/2021	Lucile Lespy (NEPSEN) Antoine Sachot (NEPSEN) Yacine Anbri (NEPSEN) Victor Marsat (NEPSEN) Laetitia Serveau (NEPSEN) Alexandre Colin (ACPP) Gérald Dumas (NEPSEN)	Rédaction Relecture

SOMMAIRE

1. CONTEXTE	5
1.1. Propos introductifs	5
1.2. Les objectifs du Plan Climat Air Energie Territorial	8
2. SYNTHÈSE DES ENJEUX DES DIAGNOSTICS.....	9
3. ENERGIE	27
3.1. Bilan des consommations énergétiques et potentiels de réduction.....	27
3.2. Production d'énergie Renouvelable et de Récupération sur le territoire .	39
3.3. État des réseaux de transport et de distribution d'énergie et potentiels de développement.....	51
4. AIR.....	67
4.1. Données sur la qualité de l'air et potentiels de réduction	67
5. CLIMAT	96
5.1. Bilan Carbone, émissions de gaz à effet de serre et potentiels de réduction	96
5.2. Séquestration de carbone du territoire	109
5.3. Vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique	117
6. ANNEXES	122
GLOSSAIRE.....	140
LISTE DES FIGURES	148
LISTE DES TABLEAUX	151

1. CONTEXTE

1.1. PROPOS INTRODUCTIFS

Les enjeux liés au changement climatique

Le changement climatique est défini par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) comme « *tout changement de climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou aux activités humaines* ». Cependant, il ne fait plus de doutes que ce sont les activités humaines, plus précisément par leurs émissions de gaz à effet de serre, qui sont en train de modifier le climat de la planète.

L'atmosphère est composée de nombreux gaz différents, dont moins de 1% ont la capacité de retenir la chaleur solaire à la surface de la Terre. Ce sont les gaz à effet de serre (GES) qui sont essentiels pour la vie sur Terre. En l'absence de ces gaz, la température du globe serait de -18°C . Cependant, les activités humaines de ces deux derniers siècles ont eu pour effet de modifier ce phénomène, principalement par l'utilisation des hydrocarbures qui résulte en l'émission de toujours plus de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et particulièrement de dioxyde de carbone (CO_2) (principal responsable du changement climatique d'origine anthropique)

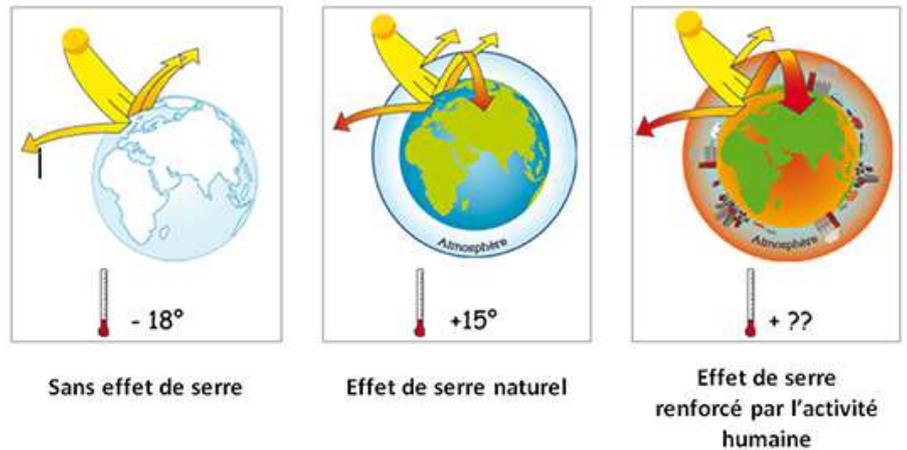


Figure 1 : Le mécanisme de l'effet de serre - Source : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 2013

La conséquence principale de cette augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère serait une élévation moyenne du globe de 2°C à 6°C en 2100, selon le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat. C'est ce qu'on appelle plus communément phénomène du « changement climatique ».

Compte tenu de la quantité de gaz à effet de serre déjà émise dans l'atmosphère, des modifications considérables du climat et de l'environnement sont inéluctables et certaines conséquences sont déjà visibles : hausse du niveau des mers, augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques violents, fonte des glaces, etc. Il s'agit à présent d'agir sans délai pour lutter et s'adapter au changement climatique.

La Prise en charge politique de la gestion climatique

La lutte contre le changement climatique revêt une dimension politique importante. Les principales étapes sont présentées ci-après.

Au niveau international

- **1992** : Les rencontres du sommet de la Terre à Rio ont lancé **la Convention Cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC)** qui a été signé par 153 pays (hormis les Etats Unis).
- **1997** : Un engagement planétaire a été pris par les états signataires du « **Protocole de Kyoto** » pour lutter contre le changement climatique et réduire les émissions de GES des pays industrialisés de 5% d'ici 2012.
- **2015** : **L'Accord de Paris** sur le climat a été conclu le 12 décembre 2015 à l'issue de la **21^{ème} Conférence des Parties (COP 21)** à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Il est entré en vigueur le 4 novembre 2016, moins d'un an après son adoption. L'objectif de l'Accord de Paris est de renforcer la réponse globale à la menace du changement climatique, dans un contexte de développement durable et de lutte contre la pauvreté.

Au niveau européen

- **1998** : **L'Europe a signé le « Protocole de Kyoto »** et s'est engagé à réduire ses émissions de GES de 8% par rapport au niveau de 1990, pour la période 2008-2012.
- **2008** : Soucieuse d'aller au-delà des engagements internationaux, le **paquet « énergie-climat »** a été proposé par l'Union européenne et il définit les objectifs « 3 x 20 » pour 2020 :
 - Réduire de 20% les émissions de GES ;
 - Améliorer de 20% l'efficacité énergétique ;
 - Augmenter jusqu'à 20% la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale ;
- **2011** : La **Commission européenne** a publié une « **feuille de route pour une économie compétitive et pauvre en carbone à l'horizon 2050** ». Celle-ci identifie plusieurs trajectoires devant mener à une réduction des émissions de GES de l'ordre de 80 à 95% en 2050 par rapport à 1990 et contient une série de jalons à moyen terme.
- **2021** : **La loi Européenne du 29 juillet 2021 renforce l'objectif** : atteindre l'objectif de neutralité climatique d'ici à 2050 à travers toutes les politiques, d'une manière qui soit socialement juste et économiquement viable en passant par une réduction des émissions de gaz à effet de serre Européennes de 55% d'ici 2030 par rapport à celles de 2050.

Au niveau national

- **2004** : Afin d'être cohérent avec le « Protocole de Kyoto », la France a travaillé sur un « Plan Climat » national et s'est fixée comme objectif de diviser par 4 ses émissions de GES enregistrés en 1990 d'ici 2050. Cet objectif a été inscrit dans la loi française de Programme d'Orientation de la Politique Energétique (POPE). Dans ce cadre, le **Plan Climat National** adopté en 2004 et révisé en 2006, fixe les orientations de lutte contre les émissions de GES et d'adaptation aux changements climatiques. Il détaille ainsi les mesures engagées par la France sur les principaux champs d'intervention possibles (exemple : le résidentiel-tertiaire, les transports, l'industrie, etc.).
- **2009 et 2010** : Les **lois Grenelle I et II** ont été adoptées en 2009 et 2010 respectivement et précisent le contexte de mise en œuvre des engagements pris par la France en matière de lutte contre le changement climatique et d'environnement.

- **2015** : La France s'est engagée avec une plus grande ambition par le biais de la **loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)** qui inclut les objectifs suivants :
 - Réduire les émissions de GES de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par quatre les émissions de GES entre 1990 et 2050 (facteur 4). La trajectoire est précisée dans les budgets carbone ;
 - Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à l'année de référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 ;
 - Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à l'année de référence 2012 ;
 - Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030.
- **2019** : La **loi énergie-climat** du 8 novembre 2019 vient consolider les objectifs de la LTECV. Le texte inscrit l'objectif de neutralité carbone en 2050 pour répondre à l'urgence climatique et à l'Accord de Paris.
- **2021** : La **loi climat et résilience** du 24 août 2021 propose des mesures opérationnelles sensées permettre l'atteinte des objectifs de neutralité carbone : Interdiction de mettre en location les logements mal isolés : les étiquettes G à compter de 2025, les F en 2028 et les E en 2034, Fin de vente des véhicules émettant plus de 95 gCO₂/km en 2030, interdiction des vols domestiques en cas d'alternative en train de moins de 2h30 et la compensation carbone obligatoire de tous les vols domestiques d'ici 2024, etc.

Au niveau régional

Le Schéma Régional D'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de la Région Nouvelle Aquitaine, approuvé en décembre 2019, s'inscrit dans la lignée de la loi énergie climat :

- Réduction des émissions de gaz à effet de serre de 75 % à horizon 2050 par rapport à 2010, qui s'appuie notamment sur des efforts importants dans l'ensemble du secteur du transport (- 94 % à horizon 2050 par rapport à 2010) et du bâtiment (- 90 % à horizon 2050 par rapport à 2010) ;
- Atteinte de la neutralité carbone en 2050 ;
- Réduction massive des besoins énergétiques finaux, de 50 % à horizon 2050 par rapport à 2010, qui s'appuie notamment sur des efforts importants dans les secteurs du transport (- 61 % à horizon 2050 par rapport à 2010) et du bâtiment (- 54 % à horizon 2050 par rapport à 2010). Ceux-ci sont cependant renforcés.

La Région vise également l'autonomie énergétique en 2050 via le développement des énergies renouvelables locales.

Au niveau territorial

La loi TECV consacre son Titre 8 à « La transition énergétique dans le territoire » et renforce donc le rôle des collectivités territoriales dans la lutte contre le changement climatique par le biais des plans climat-air-énergie territoriaux. Ainsi, toute intercommunalité à fiscalité propre (EPCI) de plus de 20 000 habitants doit mettre en place un plan climat à l'échelle de son territoire. Les enjeux de la qualité de l'air doivent aussi intégrer le plan climat. Pour Bordeaux Métropole, ce PCAET fait suite à un deuxième Plan Climat approuvé en 2017.

1.2. LES OBJECTIFS DU PLAN CLIMAT AIR ENERGIE TERRITORIAL

Qu'est-ce qu'un Plan Climat Air Energie Territorial ?

Un **Plan Climat Air Énergie Territorial** (PCAET) est un projet territorial de développement durable dont la finalité est la lutte contre le changement climatique et l'adaptation du territoire à ces évolutions. Le résultat visé est un territoire résilient, robuste et adapté, au bénéfice de sa population et de ses activités.

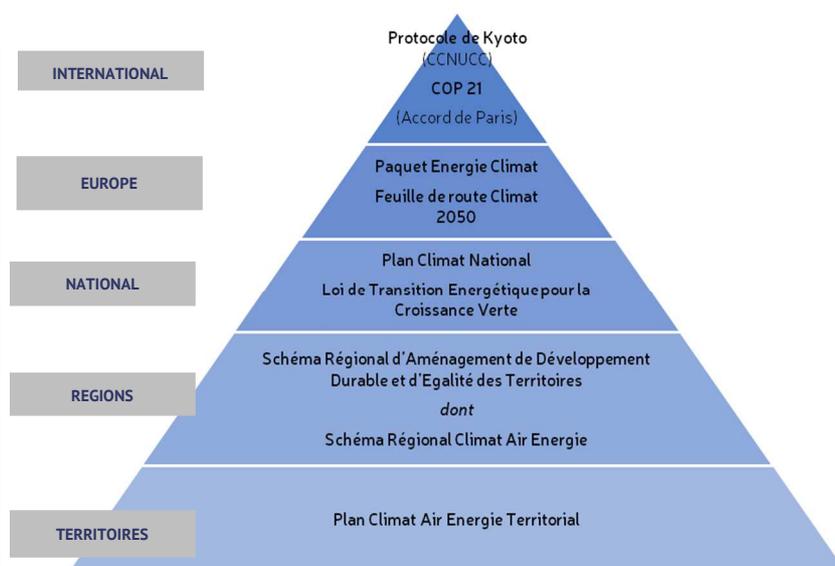


Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique

Le PCAET vise **deux principaux objectifs** dans un délai donné :

- *Atténuer / réduire les émissions de GES pour limiter l'impact du territoire sur le changement climatique ;*
- *Adapter le territoire au changement climatique pour réduire sa vulnérabilité.*

Le contenu et l'élaboration du PCAET sont précisés dans des textes de loi :

- Le décret n°2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial ;
- L'ordonnance du 3 août 2016 et le décret du 11 août 2016 ;
- L'arrêté du 4 août 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial.
- Art 85 loi LOM

Le Plan Climat est une démarche complète et structurée qui prend en compte de nombreux éléments :

- *Les émissions de gaz à effet de serre du territoire et le carbone stocké par la nature (sols, forêts) ;*
- *Les consommations énergétiques, la production d'énergie renouvelable et les réseaux associés ;*
- *Les émissions de polluants atmosphériques ;*
- *La vulnérabilité aux effets des changements climatiques.*
- *Plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques (loi LOM)*

Consciente des enjeux globaux, de leurs conséquences locales et des contributions qu'elle peut apporter, Bordeaux Métropole a décidé de s'engager dans l'élaboration d'un deuxième Plan Climat Air Énergie Territorial en 2017 (le Plan Haute Qualité de Vie) aujourd'hui évalué et mis à jour.

Engagement concret et structurant, la démarche Plan Climat vise à guider la Métropole à une prise en compte opérationnelle des questions liées à l'énergie, l'air et le climat dans leurs politiques publiques. Son élaboration pourra s'appuyer sur divers documents : le plan HQV ainsi que son évaluation, un diagnostic socioéconomique du territoire, un benchmark et une analyse des modes de gouvernance exemplaire en termes de transition écologique ainsi que le présent diagnostique. Le PCAET doit être compatible avec le Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) qui est co-piloté par le préfet, l'Agence de la transition écologique (ADEME) et le Conseil Régional. L'objectif de ce dernier est de définir des orientations régionales en matière de lutte contre la pollution atmosphérique, de maîtrise de la demande énergétique, de développement des énergies renouvelables, de réduction de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique. Il constitue donc un document cadre sur lequel doit s'appuyer le PCAET.

SYNTHESE DES ENJEUX

2. SYNTHÈSE DES ENJEUX DES DIAGNOSTICS

2.1. BILAN ÉNERGETIQUE DU TERRITOIRE

Le profil énergétique du territoire de Bordeaux Métropole, en termes d'énergie finale, c'est-à-dire l'énergie consommée directement par l'utilisateur, en 2019, est principalement marqué par les consommations énergétiques du secteur **des transports** (32% des consommations énergétiques du territoire) et du secteur **résidentiel** (28% des consommations énergétique du territoire). On retrouve ensuite le secteur tertiaire (21%) et industriel (19%). Les consommations du secteur agricole sont quant à elles négligeables sur le territoire.

Consommations d'énergie finale, Bordeaux Métropole, 2019, ALEC

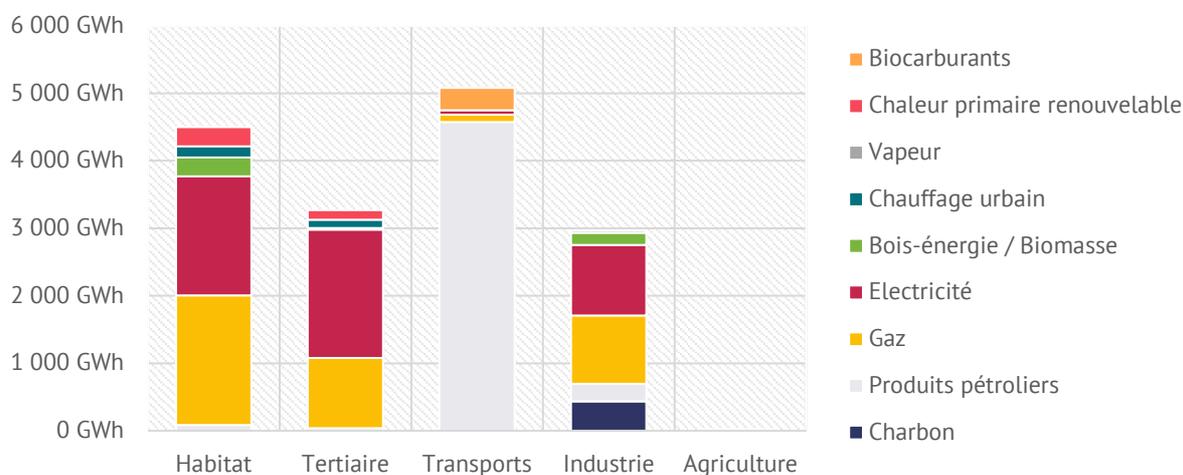


Figure 3 : Synthèse - Consommation d'énergie de Bordeaux Métropole, 2019

Chiffres-clé 2019 - Bilan énergétique

15 830 GWh d'énergie finale sont consommés en 2019 sur le territoire, soit 20 MWh par habitant (la moyenne nationale est de 25 MWh).

L'importance de ces consommations s'explique par diverses raisons :

- Une dépendance à la voiture malgré une offre de transports alternatifs importante : en 2017, 49% des déplacements des métropolitains étaient réalisés en voiture et le nombre de véhicules par foyer a augmenté, passant de 1,23 véhicule par ménage en 2009 à 1,25 (source : Enquête mobilité des ménages BM 2017).
- Une métropole qui attire : 1/4 des emplois est occupé par des habitants hors métropole qui effectuent 90 % de leurs trajets en voiture, 22 % des trajets routiers viennent de l'extérieur et représentent 58 % des km réalisés
- Les consommations associées au transport de marchandises et de transit sont importantes
- Un nombre relativement important de maisons individuelles pour une métropole (46 % des résidences principales sont des maisons) et des logements anciens (43% des logements construits avant 1970 et 13% avant 1920)
- Une activité économique particulièrement développée avec, entre autres, la présence sur la métropole de pôles industriels importants (à Bassens ou Ambès).

La dynamique locale en réponse aux enjeux identifiés

Les services et acteurs de la métropole mettent en œuvre divers actions visant la réduction des consommations locales, preuve d'une compréhension et d'une prise en compte des enjeux.

- **Mobilité**

Entre autres, la Métropole de Bordeaux a approuvé en 2019 une stratégie mobilité dont les principales actions sont :

- Pour optimiser les déplacements internes à la métropole : développer de nouvelles lignes de bus express sur le territoire (104 km), doubler le linéaire de couloir bus (+80 km) et créer un réseau express vélo (REVe) long de 250 km ainsi que les infrastructures de parking associées d'ici 2030, faciliter la marche à pieds (désencombrement des trottoirs, amélioration de l'accessibilité de la voirie), inciter au covoiturage (voies réservées, aires) et à l'autopartage (AMI autopartage, expérimentation dans les opérations immobilières d'une offre autopartage) ;
- Pour optimiser les déplacements avec les territoires voisins : développer significativement des cars express, création d'un RER métropolitain et augmenter les places disponibles en parking relais
- Pour optimiser le transport de marchandises : demander à l'État d'expérimenter une régulation du trafic des poids lourds sur la rocade par la modulation des tarifs de péages sur les autoroutes d'accès afin d'encourager le passage en dehors des heures de pointe, améliorer les conditions et règles d'accès et de livraisons au centre-ville pour une distribution des marchandises plus apaisée / propre et encourager le report modal, soutenir le fret ferroviaire (développement du site d'Hourcade, maintien des sillons fret en adéquation avec le RER métropolitain, soutien aux mesures en faveur du report modal de la route vers le ferroviaire)

- **Habitat**

La métropole accompagne les ménages pour la rénovation énergétique. En 2019, 4420 logements ont été conseillés et 1636 logements ont été accompagnés à la rénovation dans le cadre du dispositif Ma Rénov.

Elle propose également des opérations de sensibilisation (intervention auprès des scolaires, défis famille à énergie positive).

Une stratégie de rénovation de l'habitat dont le but est de renforcer les actions citées plus haut a également été construite au sein de la Métropole et récemment approuvée.

- **Tertiaire et Industriel**

La Métropole a élaboré une feuille de route économie dont un des volets porte sur « une économie métropolitaine en transition écologique et sociale ». De même, la Charte tertiaire climat énergie mise en place sur le territoire et qui comptabilise 17 entreprises signataires (Cette charte a vocation à mobiliser les acteurs qui s'engagent de manière volontaire pour améliorer l'efficacité énergétique de leur parc et le confort des occupants). Les signataires de cette charte se réunissent environ tous les 3 mois, et des webinaires ouverts à d'autres structures (majoritairement du secteur tertiaire) sont organisés autour de sujets tels que la mise en œuvre du décret tertiaire.

2.2. PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET DE RÉCUPÉRATION SUR LE TERRITOIRE

La production d'ENR&R (énergies renouvelables et de récupération) est en grande partie issue de la filière biocarburants (60% du total), notamment implantée à Bassens. La matière organique utilisée pour produire ces biocarburants provient en majorité de territoires extérieurs à la métropole. L'énergie produite par les Pompes à Chaleur (PAC) constitue la deuxième source renouvelable la plus utilisée du territoire avec 15% du total. La chaleur primaire renouvelable (géothermie, solaire thermique), le bois ainsi que les déchets fournissent l'énergie d'origine renouvelable des réseaux de chaleur. Ces derniers représentent 8% de la production ENR&R du territoire. Bien que ces productions prennent place sur le territoire, les ressources n'en sont pas nécessairement issues : une partie de l'électricité thermique (35%) et de la chaleur des réseaux (59%) est produite à partir de bois et de déchets provenant d'autres territoires. Au total, 37% de la production renouvelable du territoire est dite « locale », c'est-à-dire dont les ressources proviennent du territoire.

En complément, la vapeur industrielle (4% de la production ENR&R du territoire) est issue de la récupération de la chaleur fatale produite lors de l'incinération des DID et DASRI (déchets dangereux) à Bassens. Les CSR (1% de la production) sont des Combustibles Solides de Récupération, produits à Mérignac et essentiellement composés de plastiques et papiers/cartons.

Répartition par filière de l'énergie renouvelable et de récupération produite sur Bordeaux Métropole en 2019, Source : ALEC

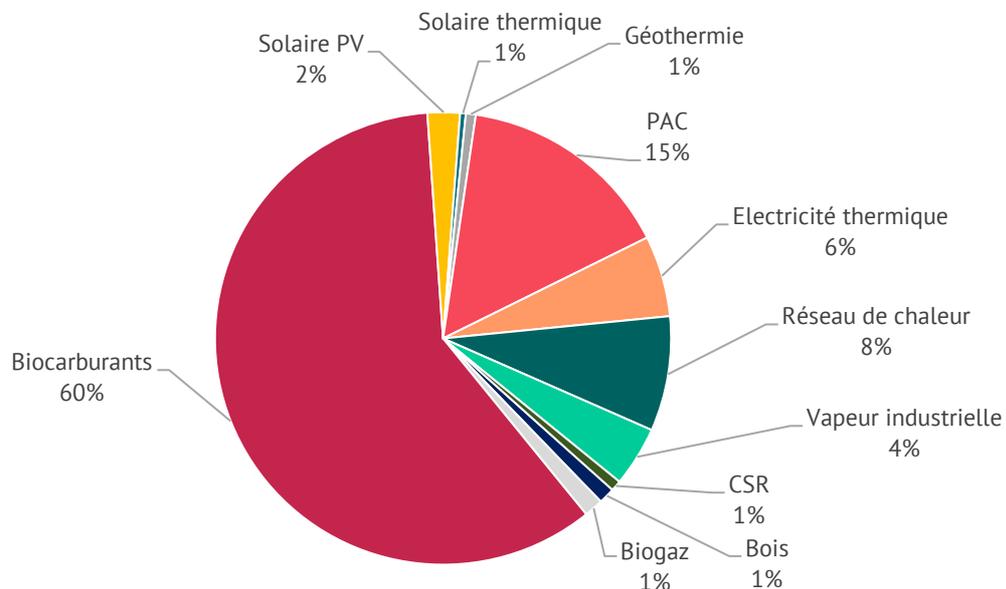


Figure 4 : Synthèse - Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite et l'énergie récupérée sur le territoire de Bordeaux Métropole, 2019, Source : ALEC

L'autonomie énergétique est calculée en comptabilisant, d'un côté, les consommations énergétiques, et de l'autre, la production énergétique locale renouvelable sur le territoire.

En 2019, le territoire a consommé 15 830 GWh et a produit 2 646 GWh de sources renouvelables et de récupération sur son territoire, **soit l'équivalent de 17% de sa consommation**. La production a couvert l'équivalent de 31% des besoins énergétiques pour la mobilité, 11% de la chaleur consommée (majoritairement via l'installation des pompes à chaleur et l'alimentation des réseaux de chaleur) et 7% de l'électricité consommée. **Sans prise en compte des biocarburants, le territoire a produit de source renouvelable seulement 1066 GWh et l'équivalent de 7% de ses besoins.**

Autonomie énergétique du territoire, 2019

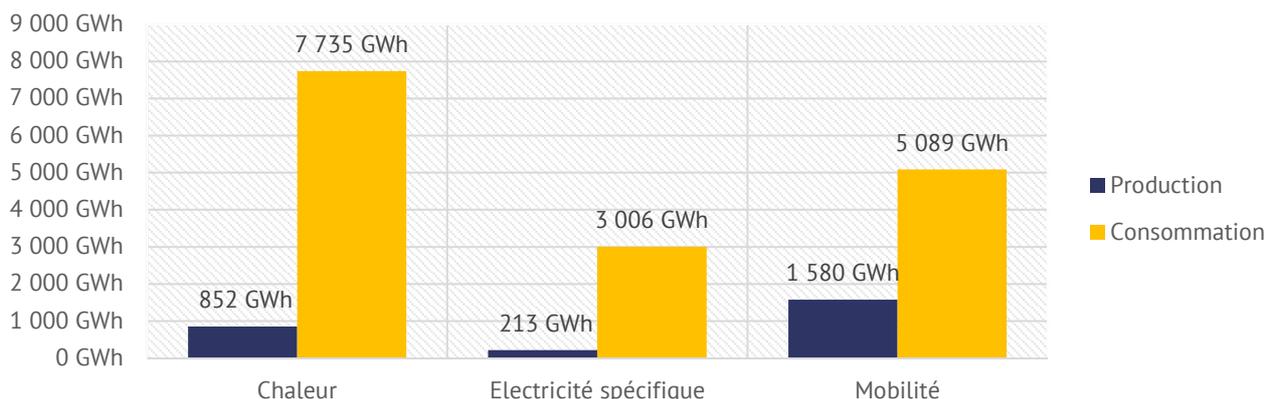


Figure 5 : Synthèse - Autonomie énergétique du territoire en 2019, Source : ALEC

Chiffres-clé 2019 – Production énergétique

Cette production couvre l'équivalent de 17% de la consommation du territoire.

On recense en 2019 plusieurs installations majeures de production d'énergie : l'usine SAIPOL (à Bassens) qui a produit plus 1500 GWh de diester (biocarburant) en 2019 ainsi que 4 incinérateurs de déchets (à Bègles, Cenon et 2 à Bassens) auprès desquels la chaleur fatale est récupérée et valorisée dans les réseaux de chaleur et pour produire de l'électricité (cogénération).

Ces installations de production, ainsi que l'ensemble des installations diffuses du territoire (solaire photovoltaïque ou thermique et pompes à chaleur) et les installations de plus faible puissance (production de biogaz, forages géothermiques, etc.) permettent de couvrir 31% des besoins en mobilité du territoire, 11% des besoins en chaleur et 7% des besoins en électricité.

En complément, différents projets photovoltaïques au sol, permettant d'augmenter la production locale, ont été recensés sur le territoire : 65 MW sur 2 anciennes décharges, 5 MW sur des parkings métropolitains, 10 MW sur un site industriel sur le port et 14 MW à Blanquefort pour une production totale attendue de 150 GWh. Le développement des réseaux de chaleur est également significatif : mise en œuvre de 4 projets entre 2020 et 2022 : Plaine de Garonne Energies, qui desservira en rive droite plusieurs quartiers des communes de Bordeaux, Floirac, Cenon et Lormont (géothermie), Bordeaux Les Aubiers (biomasse), Bordeaux Ginko (biomasse), Le Haillan Centre (biomasse). Le déploiement de ces équipements, qui témoigne d'une dynamique, permet de constater que d'ici à 2035, l'ensemble de ces réseaux de chaleur devrait délivrer environ 900 GWh par an avec un mix énergétique comprenant 80% d'énergies renouvelables équilibrées entre énergie géothermie, biomasse et énergie fatale.

La dynamique locale en réponse aux enjeux identifiés

- **Schéma Directeur de l'Énergie (SDE)**

Un SDE est en cours d'élaboration sur le territoire de Bordeaux Métropole. Il porte une démarche de planification énergétique et notamment de développement de la production et de l'importation d'énergies renouvelables sur le territoire. Ce document permettra de contribuer à l'animation territoriale dans le secteur de l'énergie et de créer une dynamique collective de l'ensemble des acteurs.

- **Bordeaux Métropole Energies (BME)**

La métropole bordelaise est accompagnée par sa Société d'Economie Mixte (SEM) Bordeaux Métropole Energies. L'une des quatre filiales de BME, Néomix, développe la méthanisation et l'électricité photovoltaïque sur le territoire. Cette filiale soutient l'ensemble des acteurs cherchant à développer des projets de ces deux filières renouvelables.

- **Réseaux de chaleur**

Les perspectives de développement des réseaux de chaleur ont été identifiées via plusieurs études. Certains projets sont déjà engagés, avec par exemple la réalisation du réseau de chaleur de Mérignac alimenté par une chaufferie biomasse, l'extension du réseau de chaleur du quartier du Grand Parc au moyen d'énergies renouvelables ou encore l'étude de développement d'un réseau de chaleur sur le sud de l'agglomération.

- **Solaire photovoltaïque**

Deux projets majeurs de centrale solaire au sol sont en cours d'élaboration. Bâties sur d'anciennes décharges, les centrales solaires du Bourgaillh à Pessac et de Labarde à Bordeaux permettront à la métropole d'augmenter sa production d'énergie renouvelable à partir de l'année 2021. Le projet de Labarde alimentera l'équivalent de 30 000 foyers, hors chauffage, soit environ 75 GWh chaque année.

- **Géothermie**

Des forages géothermiques ont été conduits en 2019 pour alimenter le réseau de chaleur Plaine de Garonne. Ce dernier desservira à terme le sud de Lormont jusqu'à Floirac couvrant près de 28 000 équivalents logements. Une chaufferie-bois alimentera le réseau de chaleur en complément.

- **Agence Locale du Climat et de l'Énergie (ALEC)**

L'ALEC est l'un des acteurs forts qui accompagne Bordeaux Métropole dans la mise en œuvre de sa transition énergétique. L'agence fournit les données de production d'énergie renouvelable nécessaires aux diagnostics, repère les gisements potentiels d'énergies renouvelables et intervient dans l'animation des filières EnR sur le territoire de la métropole.

2.3. QUALITE DE L'AIR SUR LE TERRITOIRE

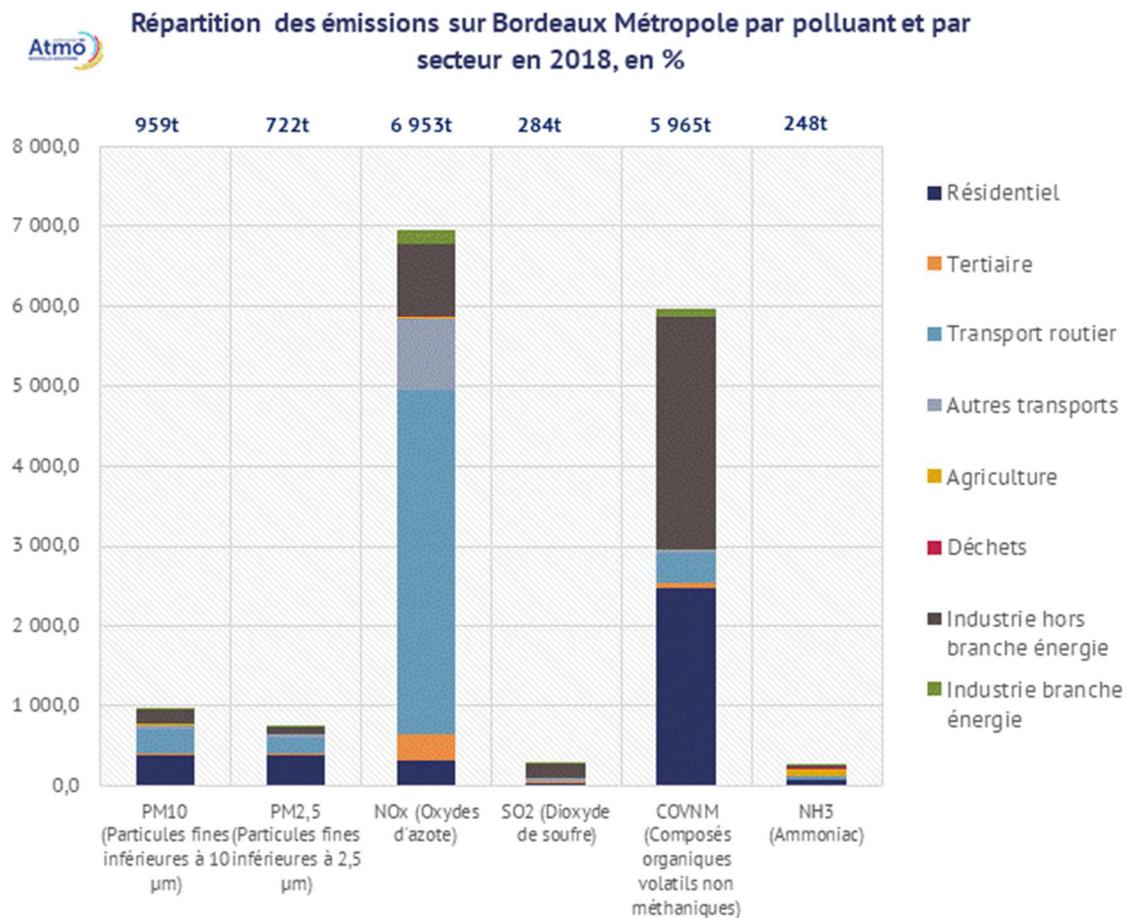


Figure 6 : Synthèse - Répartition des émissions de Bordeaux Métropole par polluant atmosphérique en 2018 en tonne, Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.2 - Année 2018

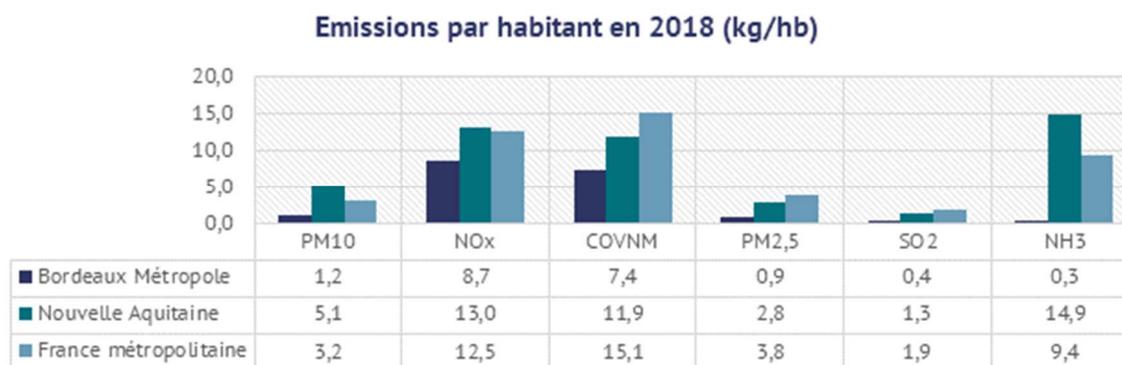


Figure 7 : Synthèse - Emissions par habitant et comparaison régionale et nationale, Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.2 - Année 2018 - Bordeaux Métropole et Inventaire du CITEPA - Année 2018

Chiffres clés 2018- Qualité de l'air du territoire

- La concentration des polluants atmosphériques est globalement en baisse depuis plusieurs années ;
- En 2019, des dépassements réglementaires en NO₂ sont mis en évidence à partir des outils de modélisation le long des axes routiers de l'agglomération bordelaise (rocade, A10, A63) et des axes majeurs du centre-ville de Bordeaux où se concentre la population ;
- En 2019, les recommandations de l'OMS sur les PM₁₀ et PM_{2,5} ne sont pas respectées et en particulier le long des grands axes routiers ;
- Le dioxyde de soufre (SO₂) est émis principalement par le secteur industriel (58%) et en particulier l'industrie chimique ;
- Les oxydes d'azote (NOx) sont émis majoritairement par le transport routier (62%), le secteur industriel (13%) puis par les autres modes de transport (fluvial et aérien) (13%);
- Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) sont issus de l'industrie (hors branche énergie) (49%) avec des activités industrielles bien particulières (industrie chimique, agro-alimentaire et construction) et du résidentiel (42%) (utilisation de biomasse dans des équipements domestiques, utilisation de produits solvantés et engins de jardinage) ;
- L'ammoniac (NH₃) est émis par plusieurs sources : secteur agricole (36%) en premier puis résidentiel (30%) entre autres ;
- Les particules fines (PM₁₀ et PM_{2,5}) proviennent du secteur résidentiel (40% et 52%) (essentiellement du fait de la combustion de la biomasse), du secteur des transports (36% et 33%) (échappement et abrasion/usure) et du secteur industriel (20% et 12%);
- 600 décès annuels sur Bordeaux Métropole liés à la pollution atmosphérique aux PM_{2,5} ;
- En 2019, plus de 98% des établissements sensibles de Bordeaux Métropole se situent dans des zones respectant les valeurs limites en moyenne annuelle pour les polluants étudiés (NOx, PM₁₀ et PM_{2,5}) ;
- Baisse relative du nombre d'établissements en dépassement des objectifs de qualité, des valeurs cibles et valeurs guide entre 2013 et 2019.

2.4. BILAN DES EMISSIONS DE GES

Bilan carbone du territoire de Bordeaux Métropole, émissions territoriales et hors territoire, 2019

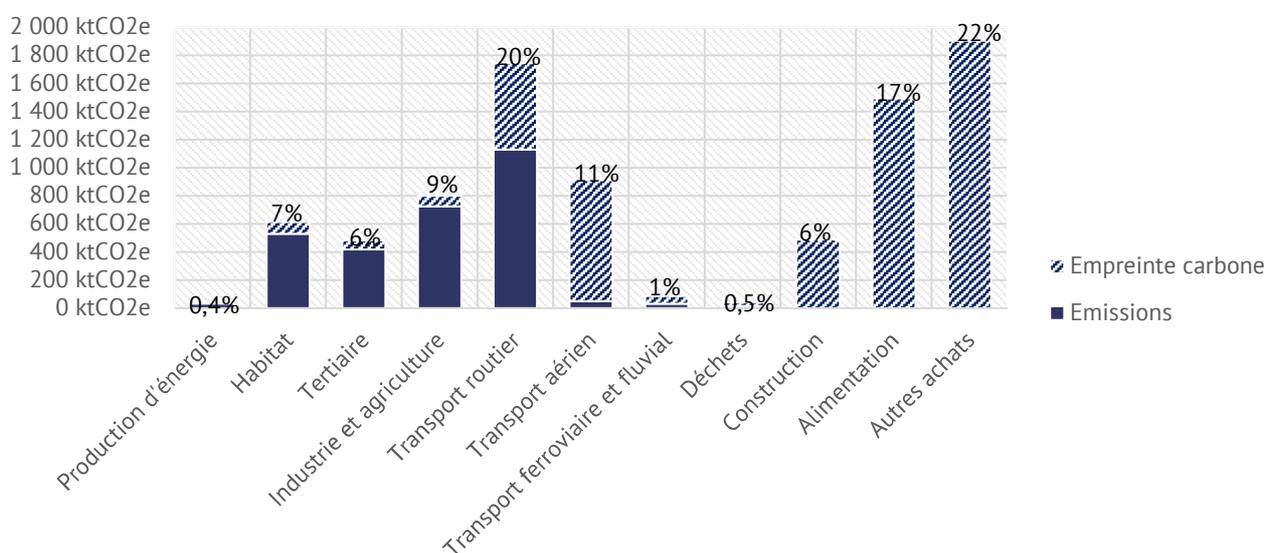


Figure 8 : Synthèse - Emissions de gaz à effet de serres directes et indirectes du territoire de Bordeaux Métropole, 2019, ALEC et NEPSN

On définit les émissions intramuros comme celles ayant lieu sur le territoire (scope 1) et pour produire l'électricité consommée sur le territoire (scope 2). Elles sont présentées en bleu foncé sur le graphique (Figure 22). Pour le territoire de la métropole, la grande majorité de ces émissions est associée à la combustion de combustibles fossiles (gaz naturel, fioul, charbon, essence, diesel, etc.). **Cette approche cadastrale représente le bilan des émissions de GES du territoire réglementaire exigé dans les PCAET.** Ainsi, **2 926 ktCO₂e ont été émises sur le territoire** en 2019 d'après l'ALEC.

Les émissions indirectes, en bleu hachuré, correspondent aux émissions générées sur d'autres territoires mais indispensables au fonctionnement du territoire considéré (scope 3). Cela prend en compte, par exemple, l'extraction, le transport et le raffinage des combustibles et carburants utilisés, la fabrication des véhicules et autres biens de consommation utilisés sur le territoire, la production des biens alimentaires importés, les déplacements des visiteurs pour venir jusqu'aux frontières du territoire, etc.

La somme de ces deux catégories d'émissions constitue l'empreinte carbone de la métropole, à savoir 8 561 ktCO₂e dont 34% intramuros.

Chiffres clés 2019 – Bilan Carbone du territoire (scopes 1,2 et 3)

- Le territoire émet annuellement 8 561 ktCO₂e, dont 34% intramuros ;
- Les émissions indirectes mettent en évidence un enjeu associé à la consommation des résidents (achats de nourriture : 17% de l'impact et achats de biens matériels : 22%) ;
- Le transport est responsable d'une part importante de l'empreinte carbone du territoire (32%) et de la majorité de ses émissions intramuros ;
- Les secteurs résidentiel (7% de l'impact), industriel (9%) et tertiaire (6%) sont également des postes à enjeux sur le territoire, en empreinte.

La dynamique locale en réponse aux enjeux identifiés

- **Energie**

Le Schéma Directeur Energie, en cours d'écriture au sein de Bordeaux Métropole, permettra d'identifier des solutions opérationnelles et locales permettant de réduire significativement les consommations d'énergie et d'augmenter la production, ainsi que la consommation, d'énergies renouvelables locales. De fait, ces actions permettront de réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre. L'ensemble des actions menées en ce sens par la métropole (accompagnement à la rénovation de l'habitat, développement des mobilités alternatives, etc.) vont dans ce sens.

- **Alimentation**

La stratégie agricole élaborée par la métropole identifier un panel d'actions opérationnelles permettant de développer l'agriculture urbaine et périurbaine et de faciliter la consommation de proximité. Cela permettra, entre autres, de réduire le transport de marchandise associé à l'importation de biens alimentaires.

- **Construction**

Des expérimentations de constructions bois sont menées notamment dans le secteur de l'EPA Euratlantique (25 000 m²). Le Label Bâtiment frugal bordelais favorise le recours aux matériaux biosourcés à Bordeaux. Enfin, le dispositif de soutien à la rénovation énergétique de l'habitat incite à leur utilisation.

2.5. SEQUESTRATION CARBONE SUR LE TERRITOIRE

Le volet Séquestration carbone vise à valoriser le stockage de carbone dans les sols, les forêts, les cultures, etc. En complément, les émissions de gaz à effet de serre engendrées par les changements d'usage des sols sont également comptabilisées.

Le territoire de Bordeaux Métropole est ainsi composé en 2019 :

Ventilation de l'occupation du sol - Bordeaux Métropole 2019

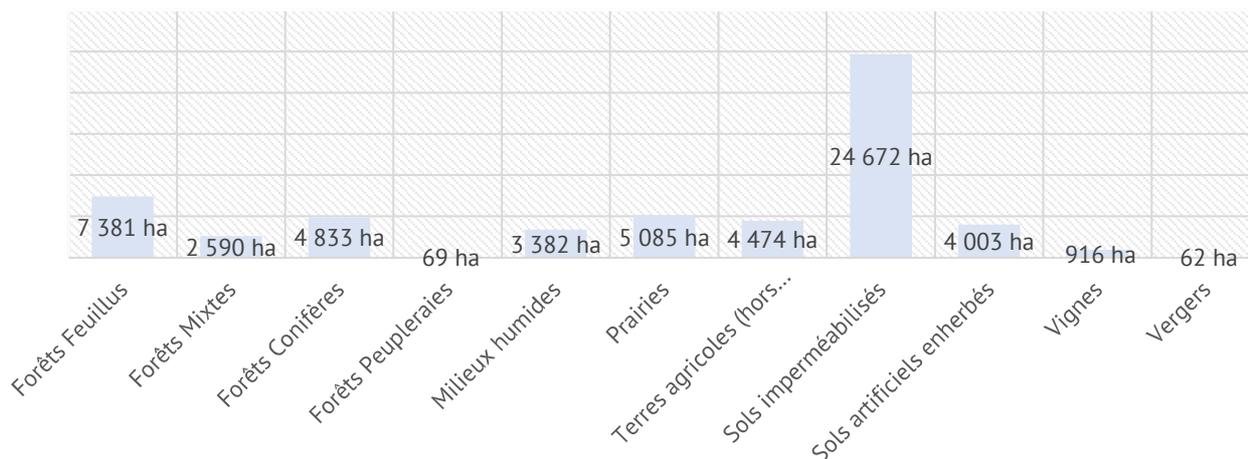


Figure 9 : Synthèse - Ventilation surfacique du territoire selon les deux niveaux de catégories, Source : NAFU 2020 et IGN 2018

Le territoire stocke environ 15 300 ktCO_{2e} de carbone grâce à son écosystème naturel. Cela se ventile comme suit :

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

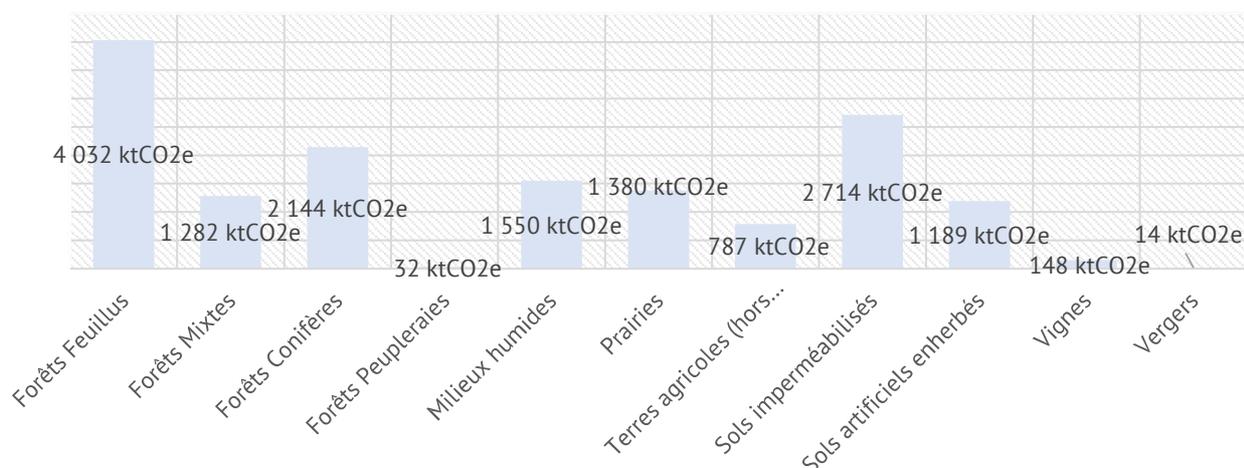


Figure 10 : Synthèse - Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, Source : ALEC, 2018

L'objectif est de conserver ce stock dans les sols et tenter de l'accroître naturellement pour répondre aux enjeux actuels et tendre vers la neutralité carbone.

Flux en ktCO_{2e}/an - Bordeaux Métropole

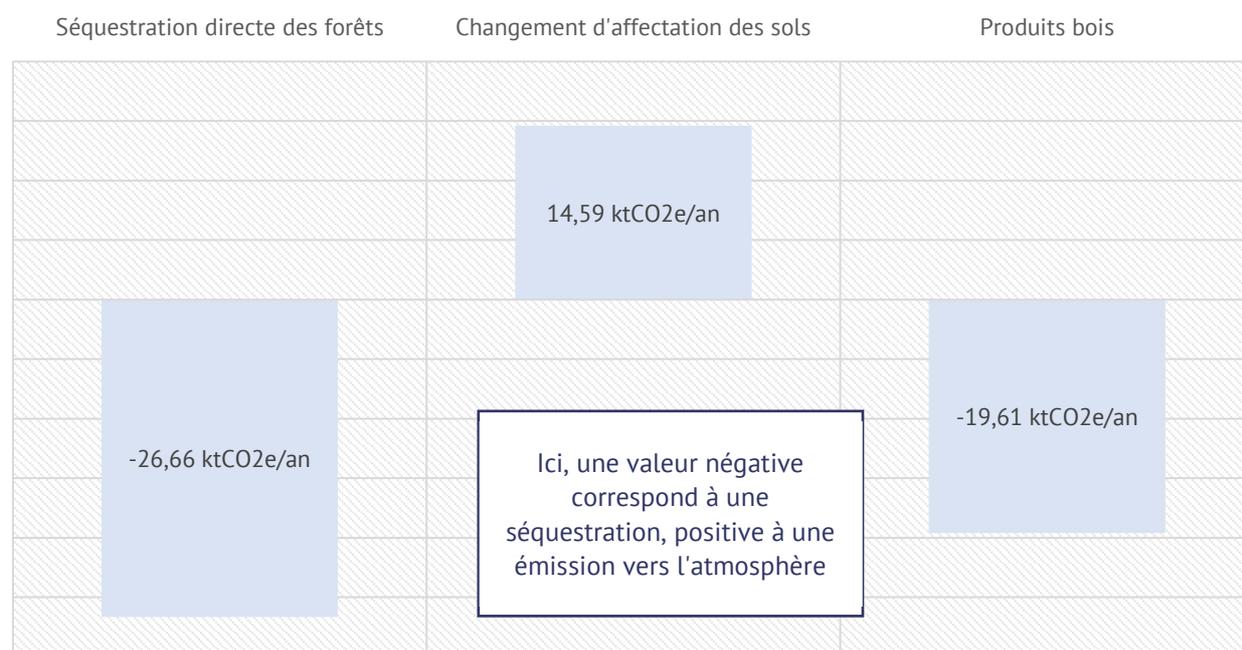


Figure 11 : Synthèse - Flux carbone du territoire, Source : AREC

Chiffres clés 2019 – Séquestration carbone du territoire

Actuellement, le territoire de Bordeaux Métropole stocke 15 300 ktCO_{2e}. Ce stock carbone est augmenté d'environ 12 ktCO_{2e} chaque année grâce à la photosynthèse, qui compense les émissions de carbone liées à l'artificialisation des terres naturelles. 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 20 ktCO_{2e}.

Les émissions de gaz à effet de serre directes de Bordeaux Métropole sont, en 2019, de 2 926 ktCO_{2e}. Ainsi, la séquestration annuelle (via la photosynthèse et la consommation de produits bois), permet de

compenser seulement 1% des émissions de GES directes du territoire (et 0,5% de la totalité des gaz à effet de serre émis par le territoire, en prenant en compte les émissions indirectes).

Malgré un potentiel important de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre et de développement du stockage carbone, le territoire pourra difficilement atteindre la neutralité carbone territoriale. Cependant, les actions menées pourront favoriser, grâce à une coopération avec les territoires voisins, l'atteinte de la neutralité carbone à l'échelle du SCoT ou de la Gironde.

La dynamique locale en réponse aux enjeux identifiés

La Métropole de Bordeaux s'est dotée d'un panel d'outils dont le but est d'améliorer sa connaissance de l'occupation des sols sur le territoire et d'identifier des leviers de préservation du stock carbone.

- Terres agricoles

En 2018, un diagnostic de l'agriculture sur le territoire a été réalisé afin d'identifier les enjeux locaux et les pistes de développement de l'agriculture locale et de la vente de proximité. Cette étude a abouti en l'élaboration d'un plan d'action organisé autour de 2 orientations stratégiques : Soutenir une production agricole diversifiée, multifonctionnelle et respectueuse de l'environnement et Soutenir une offre agricole et alimentaire de qualité, de proximité et pour tous.

- Forêt

En 2020, l'étude *Le massif forestier sur Bordeaux Métropole : quelle stratégie de valorisation ?* a été menée par l'A'urba sur le territoire de la métropole pour permettre une meilleure connaissance du massif forestier et définir d'une charte déclinée en plan d'actions pluriannuel. L'étude a notamment mis en évidence plusieurs acteurs locaux œuvrant pour la préservation de la forêt et le développement de la sylviculture sur le territoire (Le pôle de compétitivité Xylofutur, le FCBA -Institut technologique de la forêt, cellulose, bois-construction et ameublement-, Fibois Landes de Gascogne, l'Ademe, la DRAAF, le CRPF ou encore l'ONF).

- Zones Humides et biodiversité

La stratégie biodiversité, dont la version #2 a été approuvée par Bordeaux Métropole en 2021, fixe 3 objectifs principaux pour le territoire : Préserver les écosystèmes et corridors écologiques existants, Orienter au mieux les projets d'aménagement dans les zones à faibles enjeux écologiques et Identifier les zones dégradées pouvant servir à la compensation résiduelle tout en permettant le renforcement de la connectivité écologique. De manière concrète, elle est déclinée en 4 axes (suivre l'état de la biodiversité du territoire, préserver et restaurer les milieux naturels, faire de la nature urbaine un élément de la trame verte et bleue et sensibiliser grand public, élus et acteur du territoire), 29 actions et 53 fiches.

- Arbre

Bordeaux Métropole poursuit l'objectif de planter 1 million d'arbres sur son territoire au cours des prochaines années, soit une augmentation de 20 % de son patrimoine arboré. Pour se faire, les actions suivantes seront mises en œuvre : évolution du Plan Local d'Urbanisme (PLU) pour intégrer l'arbre et son écosystème dans les règles d'urbanisme, mobilisation des ressources foncières délaissées, constitution d'un fonds de 2 millions d'euros par an pour ce projet, mais également sensibilisation des habitants, des communes et des entreprises pour la poursuite de cet objectif.

2.6. VULNERABILITE DU TERRITOIRE FACE AUX EFFET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les cartes suivantes représentent les différents enjeux locaux associés au changement climatique :

Impact du changement climatique sur les activités de Bordeaux Métropole

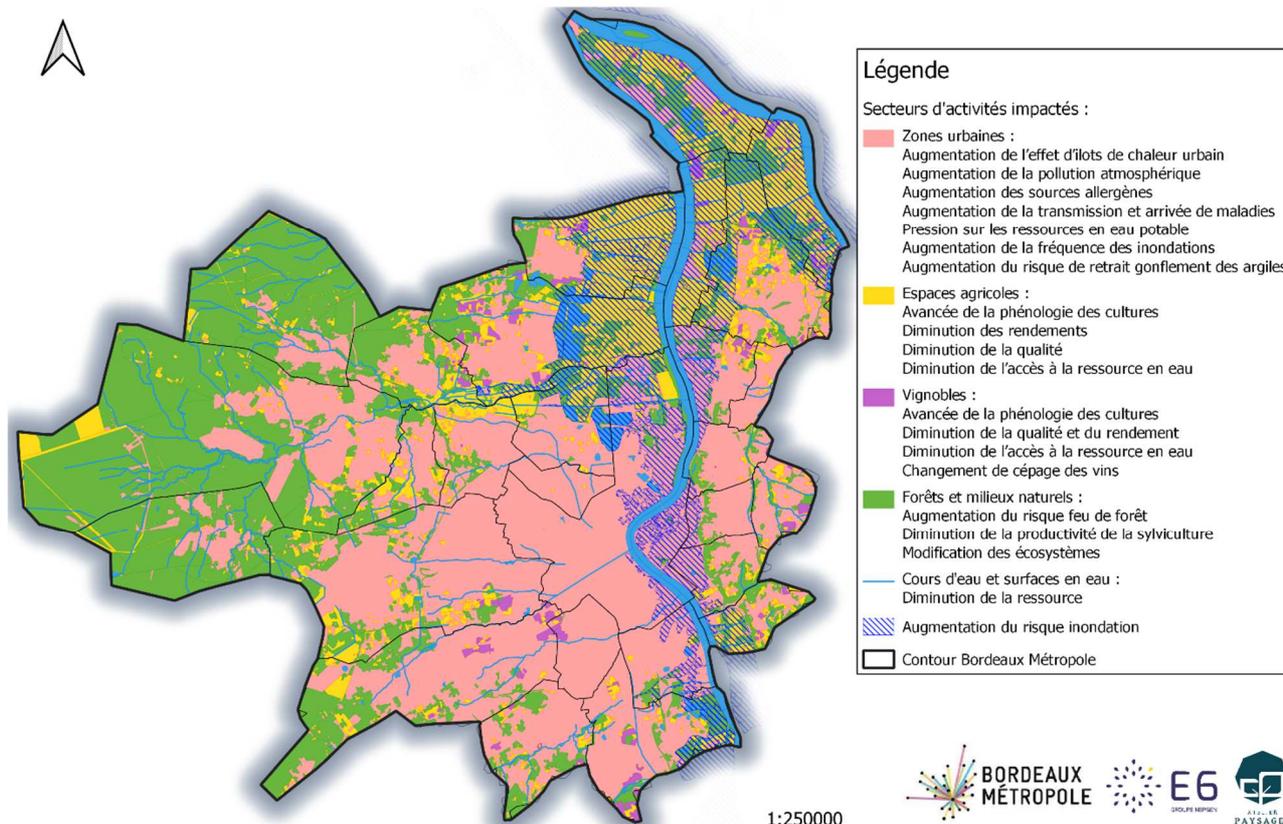


Figure 12 : Synthèse des impacts aux changements climatique de Bordeaux métropole (Source : ACPP, NEPSEN)

Les activités de Bordeaux Métropole sont impactées à différents degrés selon le type de secteur. La plupart des activités vont subir une pression suite à la diminution de la ressource en eau. Plus spécifiquement les zones urbaines vont être plus soumises au phénomène d'îlots de chaleur urbains et à l'augmentation des sources allergènes, et aux risques de dégâts matériels par l'augmentation des risques naturels. Concernant les différentes activités agricoles, les principaux impacts du changement climatique sur ces activités seront la baisse des rendements, de la qualité et l'augmentation des zones de sécheresse. La viticulture, patrimoine bordelais, subira les mêmes impacts que les autres activités agricoles mais cela pourrait faire perdre leurs spécificités aux vins bordelais par la modification des cépages. Enfin les milieux naturels devront faire face à un dépérissement des écosystèmes et à des risques plus importants de feux pour les forêts.

Vulnérabilité des risques naturels au changement climatique

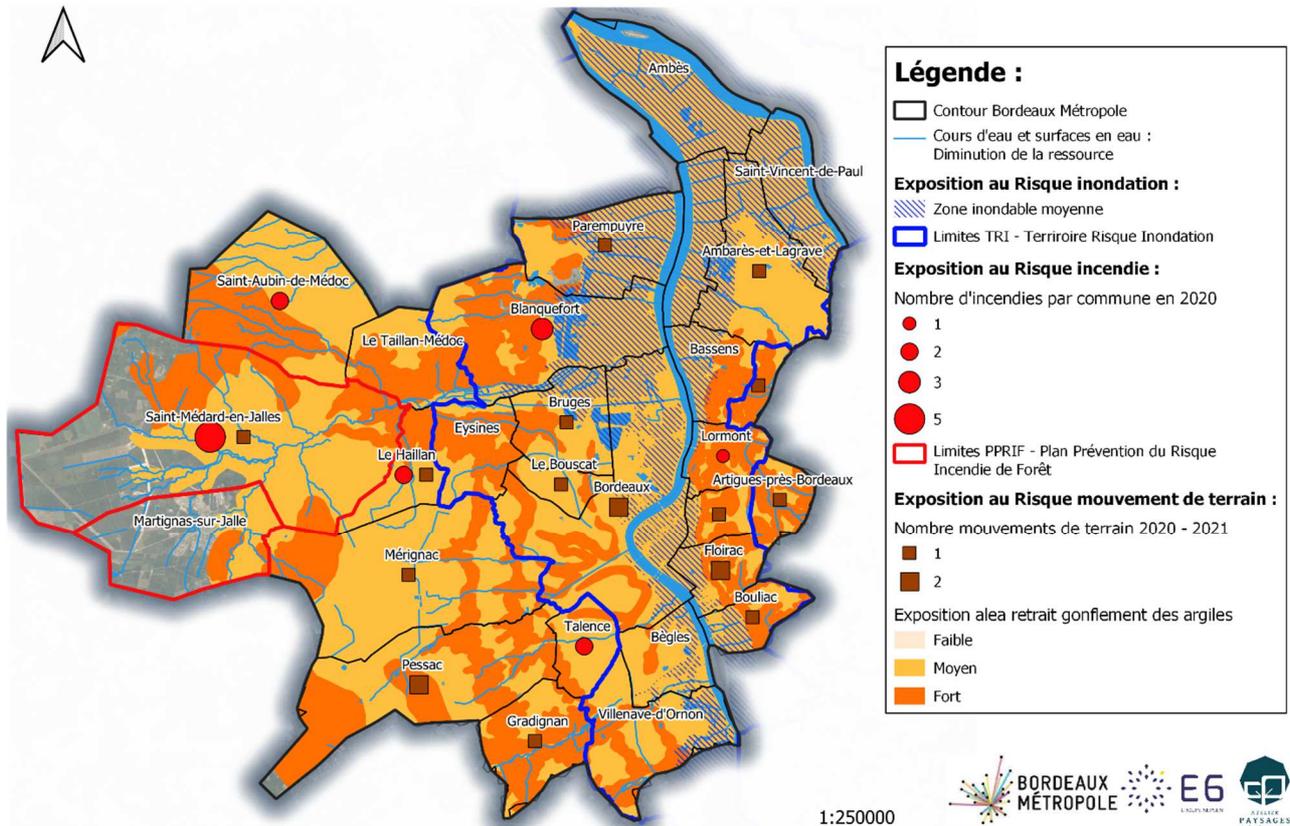


Figure 13 : Synthèse des impacts et vulnérabilités au changement climatique de Bordeaux Métropole (Source : ACPP, NEPSN)

Cette carte localise les principaux impacts et vulnérabilités du territoire liés au changement climatique. Le risque inondation touche ainsi principalement les communes le long de la Garonne, et notamment Bordeaux. Les mouvements de terrain et effondrements concernent quant à eux principalement les communes de Bordeaux, Floirac et Pessac. Le risque incendie est logiquement le plus élevé sur la commune de Saint Médard en Jalles qui est la commune la plus boisée du territoire. De plus, quasiment la totalité du territoire est concernée par une augmentation forte des risques liés au retrait et gonflement des argiles.

Principaux enjeux du territoire

- La ressource en eau du sol

Du fait de l'augmentation des températures, de la sécheresse des sols, la disponibilité en eau sera mise à mal avec le changement climatique. De plus, un effet de ciseau entre une demande qui augmente, notamment en agriculture et sous l'effet de l'augmentation de la population de la métropole, et une ressource moins abondante, notamment à l'étiage, entraînera une diminution de la qualité de l'eau, une dégradation des écosystèmes. Une tension pourrait s'exercer entre agriculteurs, forestiers et particuliers autour de cette ressource dont la qualité baissera ;

- Les inondations par débordement fluviale et submersion marine

La montée du niveau marin et la multiplication d'évènements exceptionnels (tempête, pluie torrentielle) vont augmenter la fréquence de ces inondations. D'importants dégâts physiques (glissements de terrains, ...) et socio-économiques pourraient affaiblir le territoire et ses activités ;

- Les mouvements et glissements de terrain qui s'intensifieront

Il pourrait y avoir des impacts matériels (habitations, infrastructures routière...) et également des impacts sur la biodiversité avec notamment la dégradation des berges ;

- L'agriculture

Les prairies et grandes cultures céréalières qui sont fortement sensibles à la ressource en eau et aux sécheresses plus importantes seront impactées par le changement climatique ; La viticulture sera également fortement impactée par le changement climatique avec non seulement une baisse de la qualité et des rendements mais aussi une avancée de la phénologie des vignes, la nécessité d'introduire des cépages méridionaux plus adaptés à la hausse des températures et l'avancée de la date des vendanges qui modifieront la typicité des vins bordelais.

- Les forêts

Le risque d'incendies de forêts augmentera avec les hausses de température et l'allongement des phénomènes de sécheresse, les habitations à proximité des massifs forestiers seront de plus en plus vulnérables. Les effets du changement climatique se feront aussi sentir avec des dépérissements sur certaines essence ;

- Les milieux urbains

La population urbaine sera la plus sensible aux canicules fréquentes, notamment à cause du phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) qui sera renforcé. Cette vulnérabilité sera accrue par la propagation de maladies infectieuses ou vectorielles qui pourront se développer plus facilement en milieu urbain. De plus le territoire de la métropole, majoritairement urbain, verra la majorité de sa population être exposée à l'augmentation des risques naturels (inondations, mouvements de terrain, retrait gonflement des argiles).

La dynamique locale en réponse aux enjeux identifiés

- La ressource en eau du sol

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) du Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) prévoit des dispositions dédiées à la gestion économes des ressources en eau.

La métropole travaille sur le projet « Champ captant des Landes du Médoc » : Mobilisation de la nappe de l'Oligocène comme ressource de substitution, afin de réduire la pression sur la nappe de l'Eocène, déjà sous pression.

- Les inondations par débordement fluviale et submersion marine

La métropole met en place plusieurs actions :

- Programme d'Action de Prévention du risque Inondation PAPI
- Stratégie Locale de Gestion du Risque Inondation SLGRI prévoyant notamment la prise en compte de la rehausse de l'océan (+60 cm) dans toutes les nouvelles constructions en zone inondable.
- Plan de prévention du Risque Inondation PPRI
- Plan d'Intervention Inondation P2I : Plan de gestion des mobilités routières en situation de crise, avec un plan de fermeture des voies et de déviation, une procédure de retour à la normale après la décrue.
- Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) du Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) dans le cadre de son orientation 2 - Respecter et consolider l'armature naturelle de la Métropole, tout en anticipant les risques et préservant les ressources – prévoit notamment un développement différencié du territoire selon le niveau d'aléa rencontré, la mise en place d'actions d'adaptation de l'habitat et des activités en zone inondable peu dense ou encore l'encadrement et la limitation de l'artificialisation des sols.

- Les mouvements et glissements de terrain qui s'intensifient

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) du Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) ne prend pas explicitement en compte cet impact du changement climatique. Toutefois, plusieurs dispositions contribuent implicitement à la prise en compte de l'aléa retrait-gonflement des argiles.

- L'agriculture

Bordeaux Métropole a défini une politique agricole, formalisée par un plan d'actions avec des actions susceptibles de réduire la vulnérabilité de l'agriculture irriguée

Un règlement d'intervention financier est en cours d'élaboration, en lien avec la Région, afin d'aider directement les exploitations agricoles dans leur adaptation au changement climatique et aux risques en général.

Aucun document-cadre ou action spécifique porté par Bordeaux Métropole n'existe sur l'adaptation spécifique des activités viti-vinicoles.

- Les forêts

Deux communes de Bordeaux Métropole sont couvertes par un Plan de Prévention contre le Risque Incendie de Forêt (PPRIF) : Martignas-sur-Jalle et Saint-Médard-en-Jalles.

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD) du Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) ne prend pas explicitement en compte cet impact du changement climatique. Toutefois, plusieurs dispositions relatives à la gestion des risques contribuent implicitement à l'adaptation à l'augmentation du risque feu de forêt dont la limitation de l'urbanisation en secteur forestier pour réduire le risque incendie de forêt.

- Les milieux urbains

La métropole a mis en place un Plan d'actions relatif à la réduction des îlots de chaleur urbain (ICU) : Proposition d'un ensemble de préconisations techniques destinées à réduire les îlots de chaleur en milieu urbain. Elle cherche également à promouvoir les solutions fondées sur la nature à l'échelle du projet d'aménagement. Le programme « Plantons 1 million d'arbres » opération de végétalisation de grande envergure qui a pour objectif la plantation d'un million d'arbres sur les 10 prochaines années permettra de lutter contre l'effet d'ICU et la pollution atmosphérique.

Le Contrat Local de Santé (CLS) métropolitain conclu avec l'Agence Régionale de Santé prends directement en compte cet effet du réchauffement climatique à travers l'objectif 1.2 relatif à la lutte contre les espèces invasives potentiellement vectrices de maladie, il intègre également une dimension qualité de l'air susceptible de contribuer à la lutte contre les pics de pollution.

2.7. GRILLE ATOUTS-FAIBLESSES-OPPORTUNITES-MENACES

Atouts	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none">De nombreuses actions menées et ciblées vers les secteurs les plus consommateurs d'énergie : stratégie mobilité et stratégie d'amélioration de la performance énergétique de l'habitat <p>Santé</p> <ul style="list-style-type: none">Plus de 98% des établissements recevant un public sensible en 2019 sur Bordeaux Métropole situés dans des zones respectant les valeurs limites de qualité de l'air en moyenne annuelle pour le dioxyde d'azote, et 100% pour les particules	<p>Résidentiel</p> <ul style="list-style-type: none">Plus de 4000 foyers chauffés au fioul sur le territoirePeu de projets photovoltaïque en toiture malgré un potentiel importantPrésence de bois utilisé dans des foyers ouverts ou anciens, parmi les plus de 10 000 foyers chauffés au bois, très émetteur de particules. Cette consommation est à l'origine de pics de pollutions aux particules fines en hiver <p>Transport</p> <ul style="list-style-type: none">Carburants peu diversifiés : produits pétroliers de très loin majoritaires, que ce soit pour les transports de marchandises ou de personnesRecours à la voiture individuelle important sur le territoire comparé à d'autres territoires de tailles similaires (49,7% des parts modales), malgré une densité urbaine importante et une offre de transport en commun développée, provoquant d'importantes consommations de carburant, émissions de GES et de polluants atmosphériques (PM et NO2) <p>Entreprises</p> <ul style="list-style-type: none">Entreprises du territoire, principalement industries, fortement consommatrices de produits pétroliers et de charbon (respectivement 9% et 15% des consommations du secteur)Part importante des émissions des GES du secteur industriel d'origine non énergétiques (33%, 233 ktCO2e en 2019) et donc difficiles à réduire car résultant directement du processus de production <p>Consommation</p> <ul style="list-style-type: none">Importations de produits transformés (biens alimentaires et de consommation) pesant fortement sur l'empreinte carbone du territoire : 40% de l'empreinte, 3400 ktCO2ePlus de la moitié des émissions ont lieu en dehors du territoire, rendant plus difficile leur réduction par les habitants et acteurs du territoire de Bordeaux Métropole <p>Occupation du sol</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Peu de forêt (12 000 ha et 21% de la surface du territoire) et très peu de prairie (5500 ha, 10%) sur le territoire, deux typologies de sols qui ont la capacité de stocker de grandes quantités de carbone • Forte augmentation des surfaces de zones imperméabilisées constatée au cours des dernières années • Potentiel de développement des ENR (énergies renouvelables) sur le territoire relativement faible et diffus (peu d'espace disponible pour installer des sites de production de grande puissance -éolien, PV au sol, etc.-) → ce potentiel pourrait couvrir 20% des consommations de 2019 (et 40% des besoins projetés en 2050).
<h2 style="text-align: center;">Opportunités</h2> <p>Transition et développement économique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consommation et production d'énergies renouvelables augmentant chaque année sur le territoire, notamment le solaire photovoltaïque et les pompes à chaleur, permettant de créer des débouchés • Réseaux de chaleur en fort développement et chaleur délivrée issue à plus de 80% des énergies renouvelables • Potentiels de réduction des consommations et des émissions de GES (gaz à effet de serre) et de polluants significatifs → les actions menées pour réduire ces impacts seront créatrices d'emplois et génératrices d'activité sur le territoire • Actuellement 3 stations délivrant du gaz pour véhicule (Gaz Naturel Véhicule ou Gaz Naturel Comprimé) sur le territoire et deux nouvelles stations à venir. → possibilité de développer ces carburants alternatifs en local <p>Coopération avec les territoires voisins</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importation de biens alimentaires et manufacturés • Importation d'énergies renouvelables • Mise en place de projets d'atténuation et de compensation carbone sur les territoires voisins • Coopération sur des projets, y compris d'innovation, dans un objectif gagnant-gagnant 	<h2 style="text-align: center;">Menaces</h2> <p>Vulnérabilité à la hausse du prix des énergies</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entreprises (industrie et tertiaire) à l'origine de 39% des consommations énergétiques → économie locale fortement vulnérable à la hausse du prix des énergies conventionnelles • Activité agricole économiquement très vulnérable à la hausse du prix des énergies fossiles • Potentiel de développement des ENR locales faible → le territoire restera importateur d'énergie <p>Attractivité et développement urbain</p> <ul style="list-style-type: none"> • Attractivité du territoire et développement urbain plus rapide que le développement des offres de transport → risque d'augmenter la congestion des communes et de la rocade, et d'augmenter les émissions et les concentrations préoccupantes en NO₂ et particules fines. • 600 décès annuels sur le territoire liés à l'exposition chronique aux PM_{2,5} • Emissions de gaz à effet de serre du poste construction en augmentation (+14% entre 2010 et 2019) → nécessité de limiter l'étalement urbain et de développer l'écoconstruction (le prix des matériaux biosourcés est en forte augmentation) • Artificialisation des sols (passée et à venir d'après les objectifs du SCoT) et consommation d'espaces naturels → nécessité de limiter l'étalement urbain et revaloriser les zones d'ores et déjà urbanisées

ENERGIE

3.1. Bilan des consommations énergétiques et potentiels de réduction.....	27
3.1.1. Contexte méthodologique.....	27
3.1.2. État des lieux des consommations énergétiques.....	28
3.1.3. Potentiel de réduction de la consommation d'énergie.....	38
3.1.4. Enjeux mis en évidence par l'étude.....	38
3.2. Production d'énergie Renouvelable et de Récupération sur le territoire .	39
3.2.1. Contexte méthodologique.....	39
3.2.2. État des lieux de la production d'énergie renouvelable actuelle.....	40
3.2.3. Potentiel de développement des énergies renouvelables.....	44
3.2.4. Autonomie énergétique.....	46
3.2.5. Facture énergétique du territoire.....	47
3.2.6. Enjeux mis en évidence par l'étude.....	50
3.3. État des réseaux de transport et de distribution d'énergie et potentiels de développement.....	51
3.3.1. Contexte méthodologique.....	51
3.3.2. État des lieux des réseaux de transport et de distribution.....	52
3.3.3. Potentiel de développement des réseaux.....	61
3.3.4. Enjeux mis en évidence par l'étude.....	65

3. ENERGIE

3.1. BILAN DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES ET POTENTIELS DE REDUCTION

3.1.1. Contexte méthodologique

3.1.1.1. Le périmètre étudié

Dans le cadre du décret n°2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial, l'état des lieux de la situation énergétique doit contenir une estimation des consommations d'énergie finale du territoire, pour les secteurs de référence suivants :

- Résidentiel : consommations liées au chauffage, à la production d'eau chaude sanitaire et aux usages spécifiques de l'électricité des résidences principales du territoire ;
- Tertiaire : consommations liées au chauffage, à la production d'eau chaude sanitaire et aux usages spécifiques de l'électricité des entreprises tertiaires du territoire ;
- Industrie : consommations liées aux procédés industriels ;
- Agriculture : consommations liées à l'usage de carburant des machines et véhicules agricoles, dans les bâtiments et dans les serres ;
- Transport routier : consommations liées aux déplacements de personnes et de marchandises sur les routes du territoire ;
- Transport non routier : consommations liées aux déplacements de personnes et marchandises hors route sur le territoire ;
- Déchets : consommations d'énergie des installations de traitement de déchets présentes sur le territoire.

Les sources d'énergie prises en compte dans cette étude sont les suivantes :

- Electricité ;
- Charbon ;
- Bois-énergie / Biomasse ;
- Produits pétroliers ;
- Gaz ;
- Chauffage urbain ;
- Vapeur ;
- Chaleur primaire renouvelable ;
- Biocarburants.

L'année de référence choisie est 2019. La réalisation du diagnostic est basée sur le bilan énergétique de l'Agence Locale de l'Energie et du Climat (ALEC) Métropole Bordelaise et Gironde.

A savoir

Le bilan énergétique du territoire permet :

- de situer la responsabilité du territoire vis-à-vis des enjeux énergie-climat ;
- de révéler ses leviers d'actions pour l'atténuation et la maîtrise de l'énergie ;
- de comprendre les déterminants de ses émissions et de hiérarchiser les enjeux selon les différents secteurs ou postes d'émissions.

3.1.1.2. Les notions clés

Les unités utilisées dans le cadre de ce diagnostic seront les GWh, les MWh ou les kWh :

1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kWh

1 GWh = 86 tep (tonne équivalent pétrole)

1 kWh = 3 600 000 J (Joules)

Les consommations sont exprimées en **énergie finale**, c'est-à-dire l'énergie qui est directement délivrée au consommateur, sans prendre en compte les pertes liées à son extraction, sa transformation et son transport. Le calcul de ces pertes permet de déterminer l'**énergie primaire** consommée.

Par convention, le coefficient de conversion entre énergie primaire et énergie finale est de 2,58 pour l'électricité et de 1 pour toutes les autres énergies.

Par défaut dans le présent rapport, sauf mention contraire, **les résultats concernent les consommations d'énergie finale.**

3.1.1.3. Les données utilisées

Les chiffres présentés dans ce rapport sont issus des travaux de l'ALEC (Agence Locale de l'Energie et du Climat) de Gironde.

3.1.2. État des lieux des consommations énergétiques

3.1.2.1. Consommations globales

Le graphique suivant représente les consommations d'énergie finale du territoire en 2019 pour chacun des secteurs de référence et par sources :

Consommations d'énergie finale, Bordeaux Métropole, 2019, ALEC

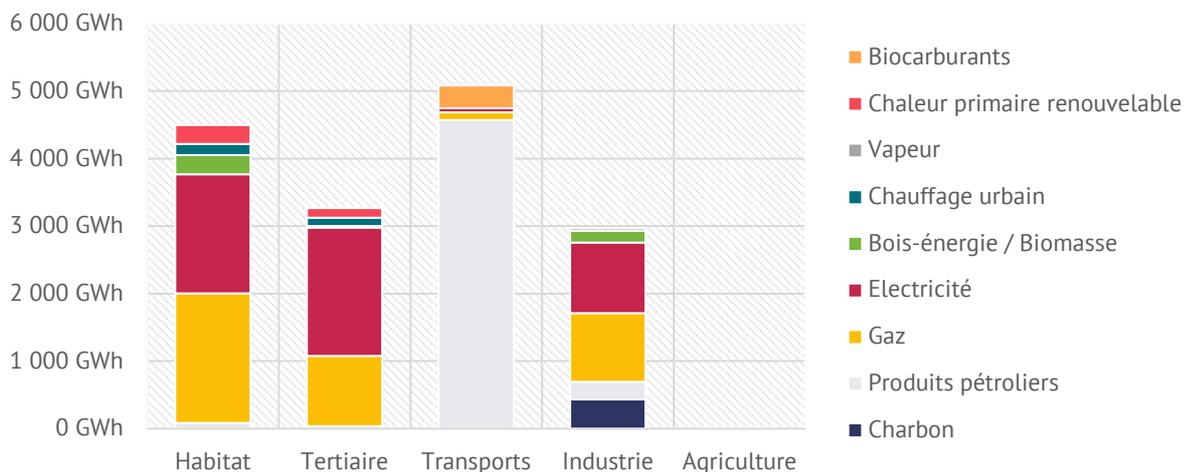


Figure 14 : Consommations d'énergie finale, Bordeaux Métropole en 2019, source : ALEC

Ventilation des consommations d'énergie, Bordeaux Métropole, 2019, ALEC

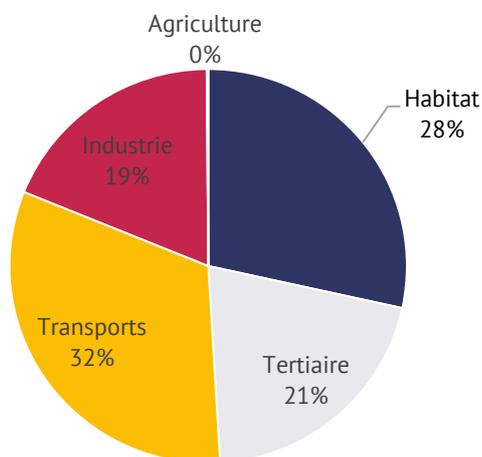


Figure 15 : Figure 22 - Part relative des différents secteurs, 2019, Source : ALEC

La consommation totale d'énergie finale est de 15 830 GWh sur le territoire en 2019, soit 20 MWh par habitant. Les secteurs du territoire les plus consommateurs sont les transports (32%) et l'habitat (28%).

Le graphique suivant représente les consommations d'énergie du territoire par commune :

Répartition des consommations du territoire par habitant par commune , 2019, Source : ALEC

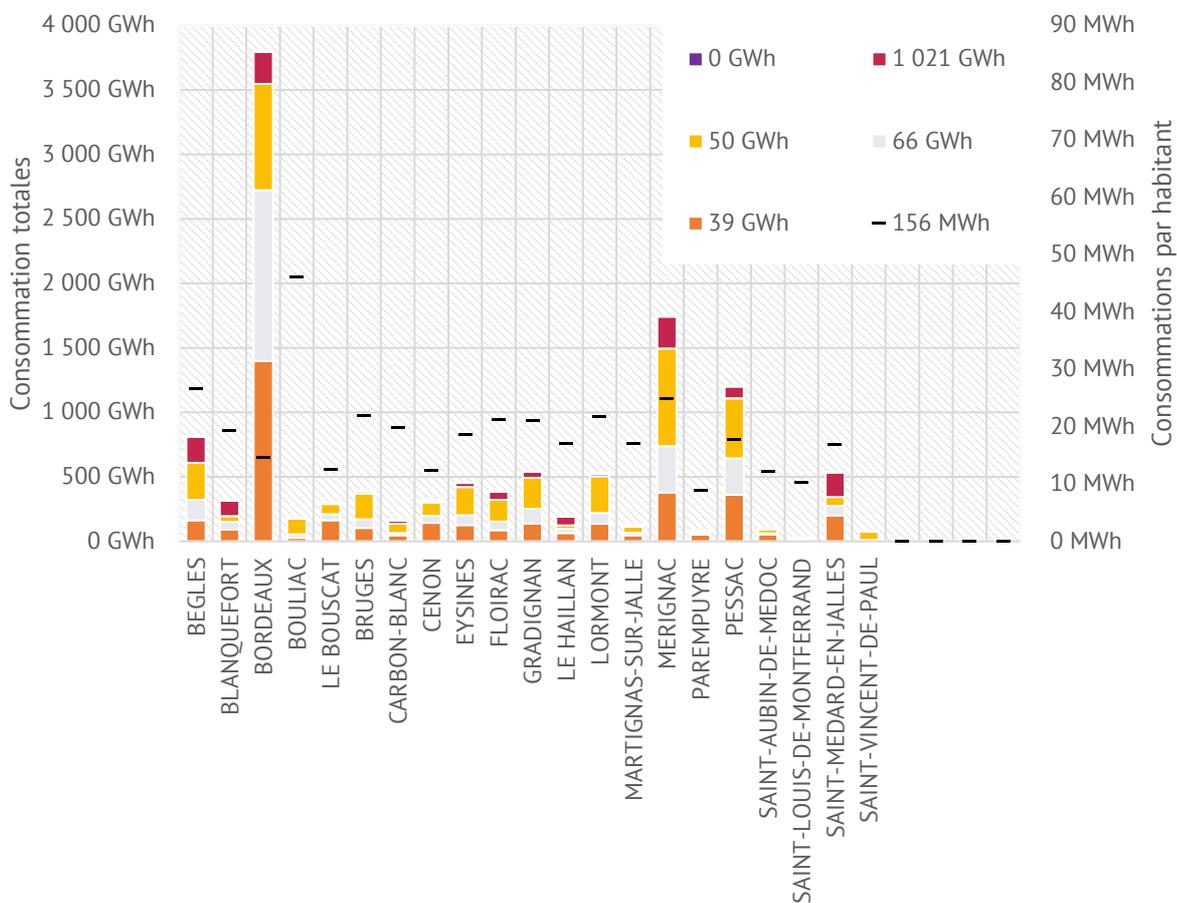


Figure 16 : Répartition des consommations du territoire par habitant par commune, 2019, Source : ALEC

La grande majorité des consommations a lieu sur la commune de Bordeaux, suivie par Mérignac, Pessac et Bassens. Sur la majorité des communes, les consommations sont comprises entre 15 MWh et 20 MWh par habitant et réparties de façon équivalente (la majorité des consommations sont associées aux transport et au résidentiel). Cependant, on constate que sur certaines communes (Bassens et Ambès), les consommations d'énergie liées à l'activité industrielle sont très importantes, faisant ainsi augmenter significativement les consommations par habitant.

3.1.2.2. Les évolutions depuis le dernier PCAET

Le graphique suivant présente l'évolution des émissions de gaz à effet de serre du territoire entre 2016 et 2019, à partir des données de l'ALEC, ainsi que les objectifs fixés par les documents cadres (SRADDET de la Région Nouvelle Aquitaine et loi Energie Climat) et par Bordeaux Métropole dans son précédent PCAET :

Evolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2019

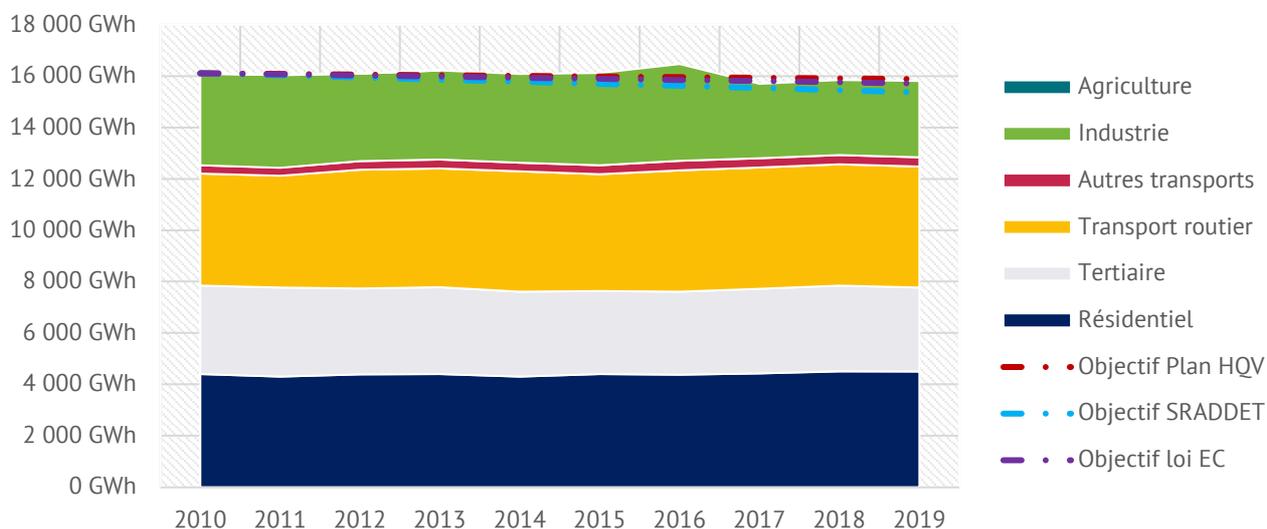


Figure 17 : Evolution des émissions de GES de la métropole bordelaise entre 2016 et 2019, source : ALEC, NEPSEN

Depuis 2010, les émissions de GES de la métropole ont diminué de 1,7% malgré une hausse significative de la population. Cette réduction ne permet pas d'atteindre les objectifs fixés par la Région Nouvelle Aquitaine dans son SRADDET, ni par l'Etat dans la loi Energie Climat.

3.1.2.3. Le transport (routier et non routier)

Le périmètre du secteur des transports inclut l'ensemble des déplacements effectués sur le territoire (pas les habitants, les visiteurs ainsi que les flux de transit). L'étude inclue le transport de personnes et le transport de marchandises effectués sur le territoire. Ces déplacements sont à l'origine d'une consommation de **5 080 GWh**, soit **32%** du bilan, en 2019. Parmi ces 5080 GWh, 2 811 GWh sont associées au transport de marchandise (55%) et 2 269 GWh au transport de personnes (45%). Elles sont réparties de la manière suivante :

Répartition des consommations d'énergie par moyen de transport en 2019, Source : ALEC

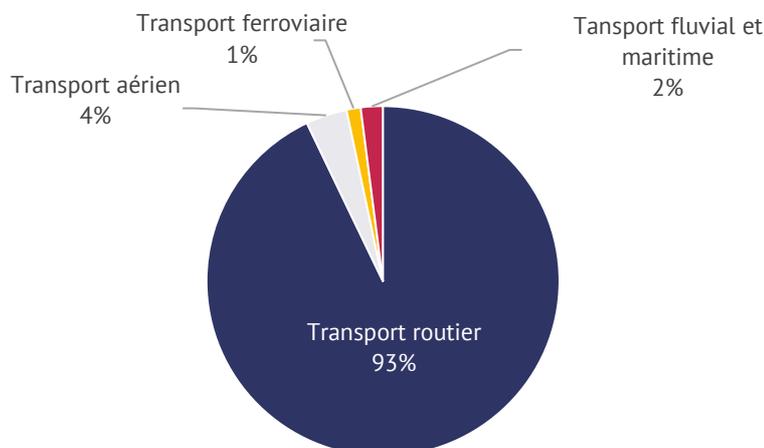


Figure 18 : Répartition des consommations du secteur Transports, Source : ALEC, 2019

Le transport routier est majoritaire en termes de consommations énergétiques, il représente 93% des consommations totales du secteur. Les consommations d'énergie associées au transport aérien et fluvial sont affectées aux communes sur lesquelles les infrastructures :

Répartition des consommations d'énergie par moyen de transport et par commune en 2019, Source : ALEC

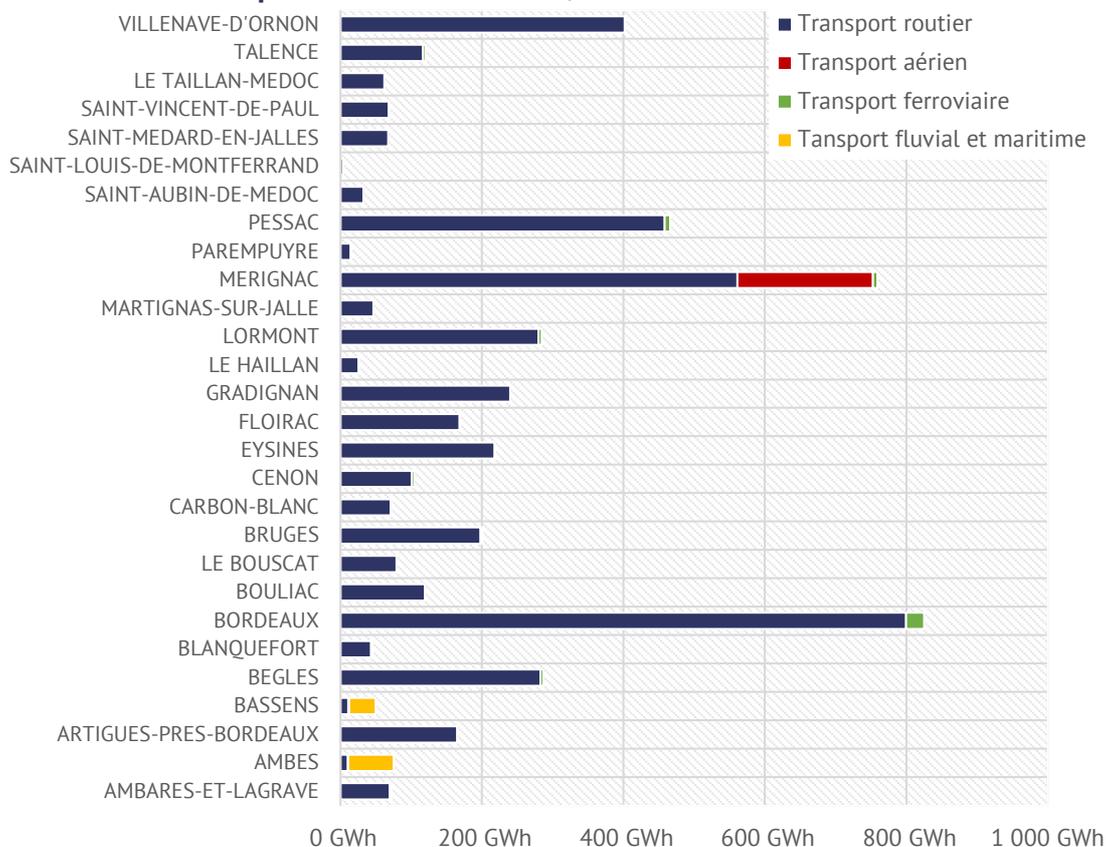


Figure 19 : Répartition des consommations d'énergie par moyen de transport et par commune en 2019, Source : ALEC

La répartition des consommations globales par type d'énergie est présentée sur la figure ci-après.

Répartition des consommations d'énergie des Transports par type de carburant, Source : ALEC, 2019

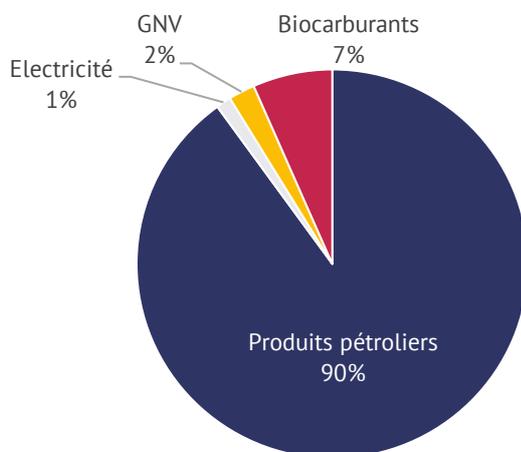


Figure 20 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Transport par type d'énergie, Source : ALEC, 2019

Ainsi, 90% de l'énergie consommée sur le territoire sont des produits pétroliers (essence, gazole pour transport routier ou alors le fioul et le kérosène pour le transport aérien et fluvial). On retrouve ensuite les biocarburants (part contenue dans mix nationale des carburants). Cette part a significativement augmenté depuis le premier PCAET car elle représentait seulement 4% de l'énergie consommée pour les transports sur le territoire. Les consommations de gaz (pour alimenter les bus de ville) et d'électricité (utilisées pour les trains et tramways) sont équivalentes aux données de 2016.

Le transport routier

Le transport routier sur le territoire est réparti de la manière suivante :

Ventilation des consommations énergétiques par type de transport routier

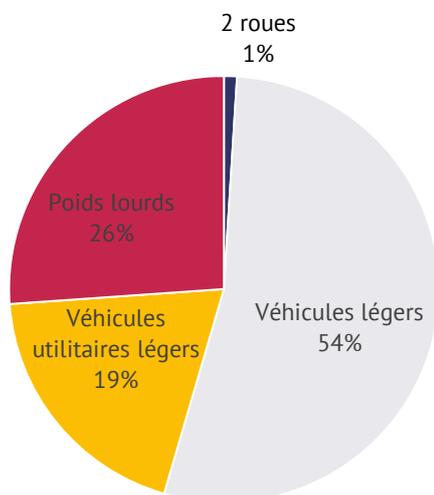


Figure 21 : Consommation énergétiques des transports routiers par type de véhicules, Source : ALEC, 2019

Sur le territoire, la voiture est le mode de déplacements majoritairement utilisé. 54 % des consommations énergétiques du transport routier sont effectués en voiture.

3.1.2.4. Le secteur résidentiel

Les usages du bâtiment étudiés sont le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'utilisation d'électricité spécifique (éclairage, télévision, réfrigérateur, etc.).

Les consommations du secteur résidentiel sont de **4 497 GWh**, soit **28%** du bilan énergétique de Bordeaux Métropole, en 2019. Elles sont réparties de la manière suivante :

**Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel, 2019,
Source : ALEC.**

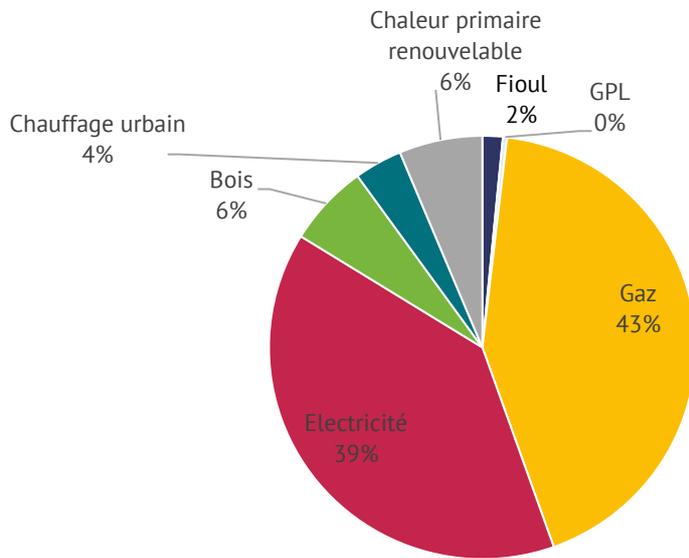


Figure 22 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel en 2019 par type d'énergie, Source : ALEC

Le gaz et l'électricité sont les deux énergies principalement utilisés sur le territoire de Bordeaux Métropole, représentant respectivement 43% et 39% des consommations énergétiques totales du territoire. C'est le cas sur la grande majorité des communes du territoire :

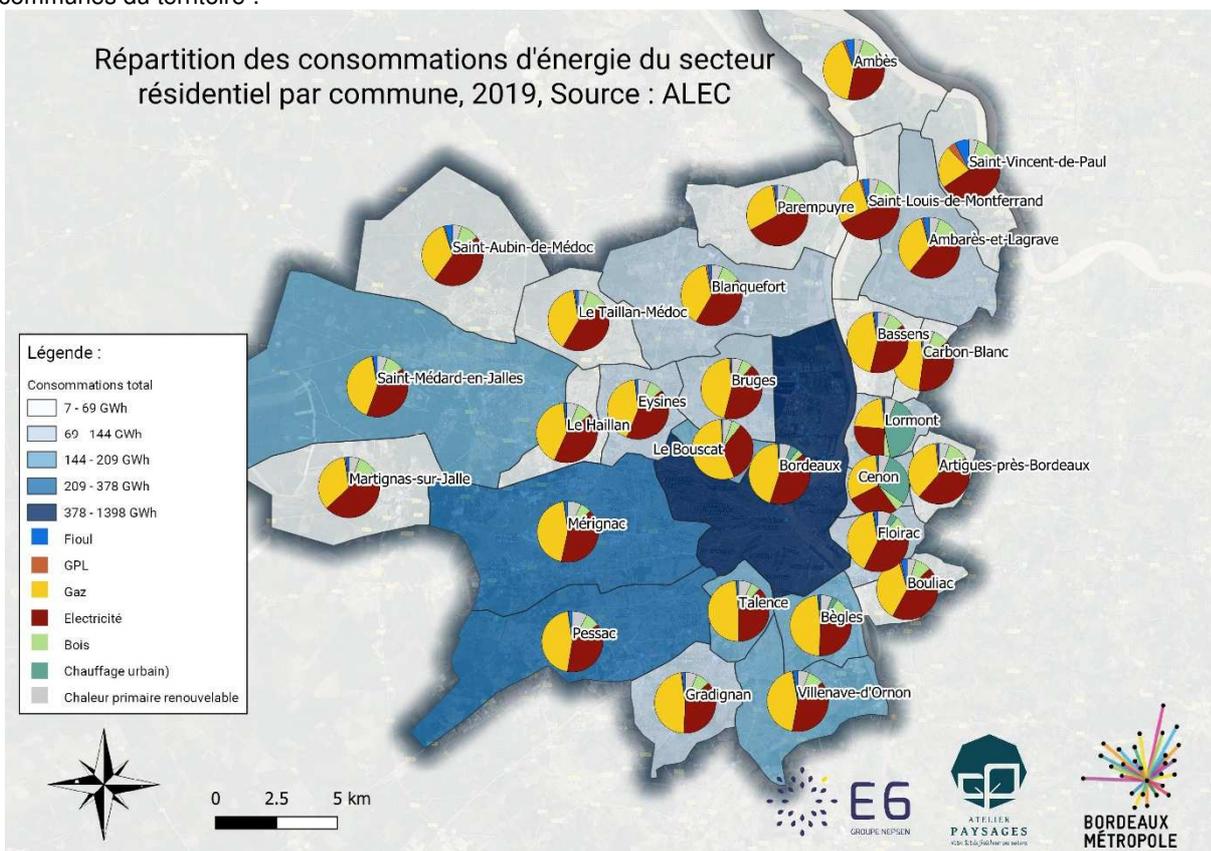


Figure 23 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel par commune, 2019, Source : ALEC

Si on s'intéresse aux consommations du secteur ramenées à l'habitant, on constate un enjeu sur les communes d'Ambès, Bouliac, le Bouscat, Saint Aubin du Médoc, Saint Vincent de Paul et la Taillan-Médoc où les consommations sont supérieures à 6,5 MWh par habitant en 2019 :

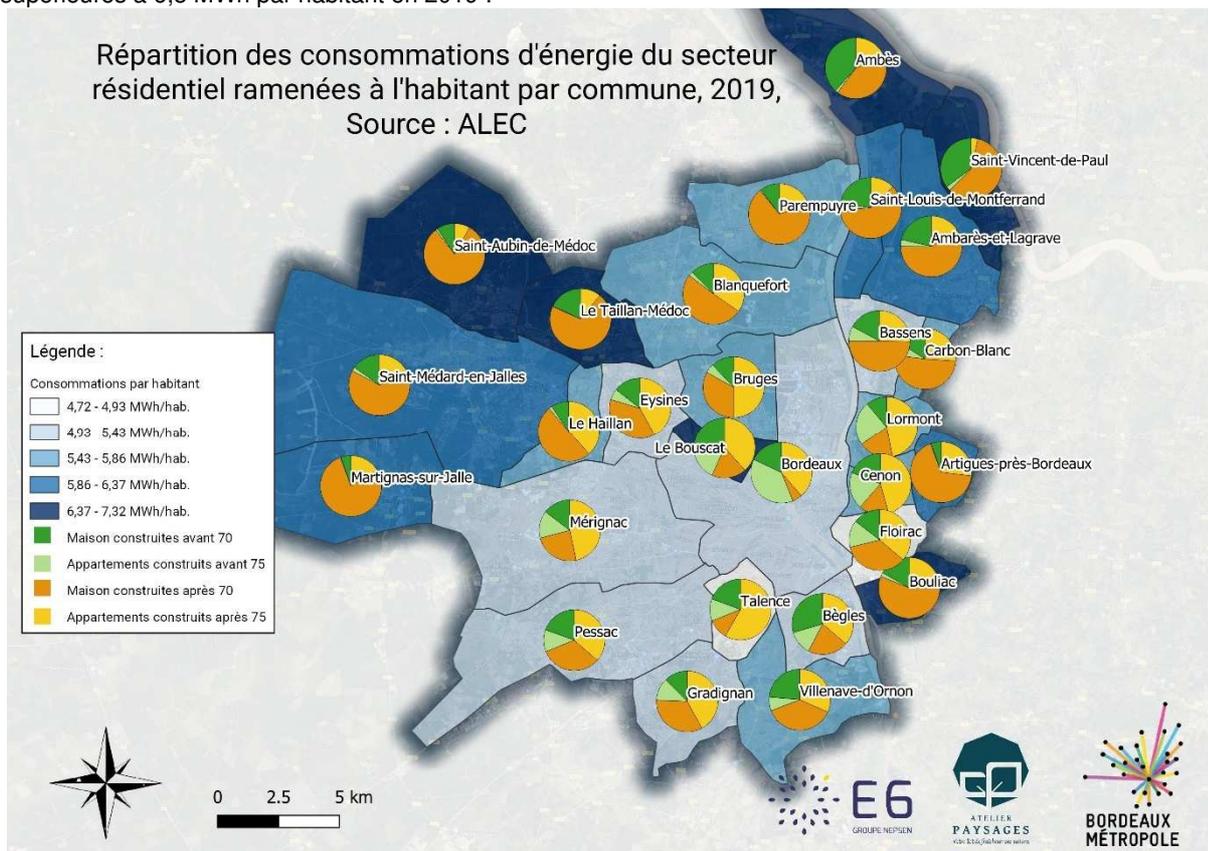


Figure 24 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel par commune ramenées à l'habitant, 2019, Source : ALEC et INSEE

On retrouve sur ces communes un nombre important de logements anciens potentiellement peu isolés.

3.1.2.5. Le secteur tertiaire

Le périmètre du secteur tertiaire prend en compte les consommations énergétiques nécessaires à l'activité : électricité et combustibles de chauffage dans les structures.

Les consommations du secteur tertiaire sont de **3 267 GWh**, soit **21%** du bilan, en 2019. Elles sont réparties de la manière suivante :

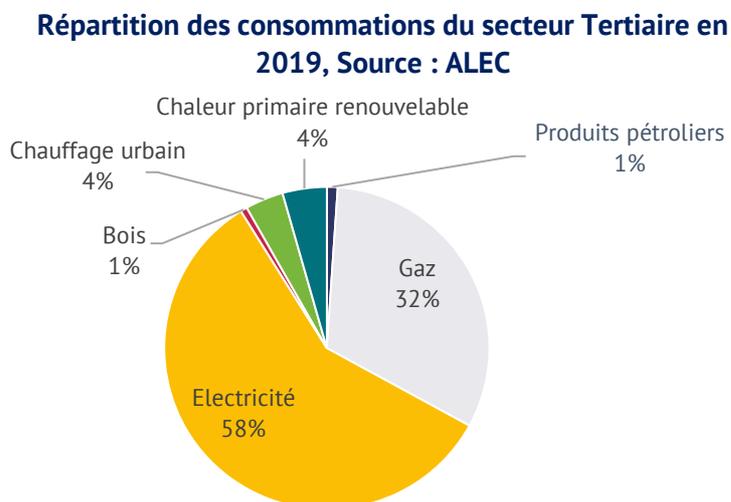


Figure 25 : Répartition des consommations du secteur Tertiaire en 2019, Source : ALEC

A nouveau, le gaz et l'électricité sont majoritairement consommés (respectivement 32% et 58%)
 La carte suivante représente les consommations réparties par communes et ramenées au nombre d'actifs travaillant sur la commune :

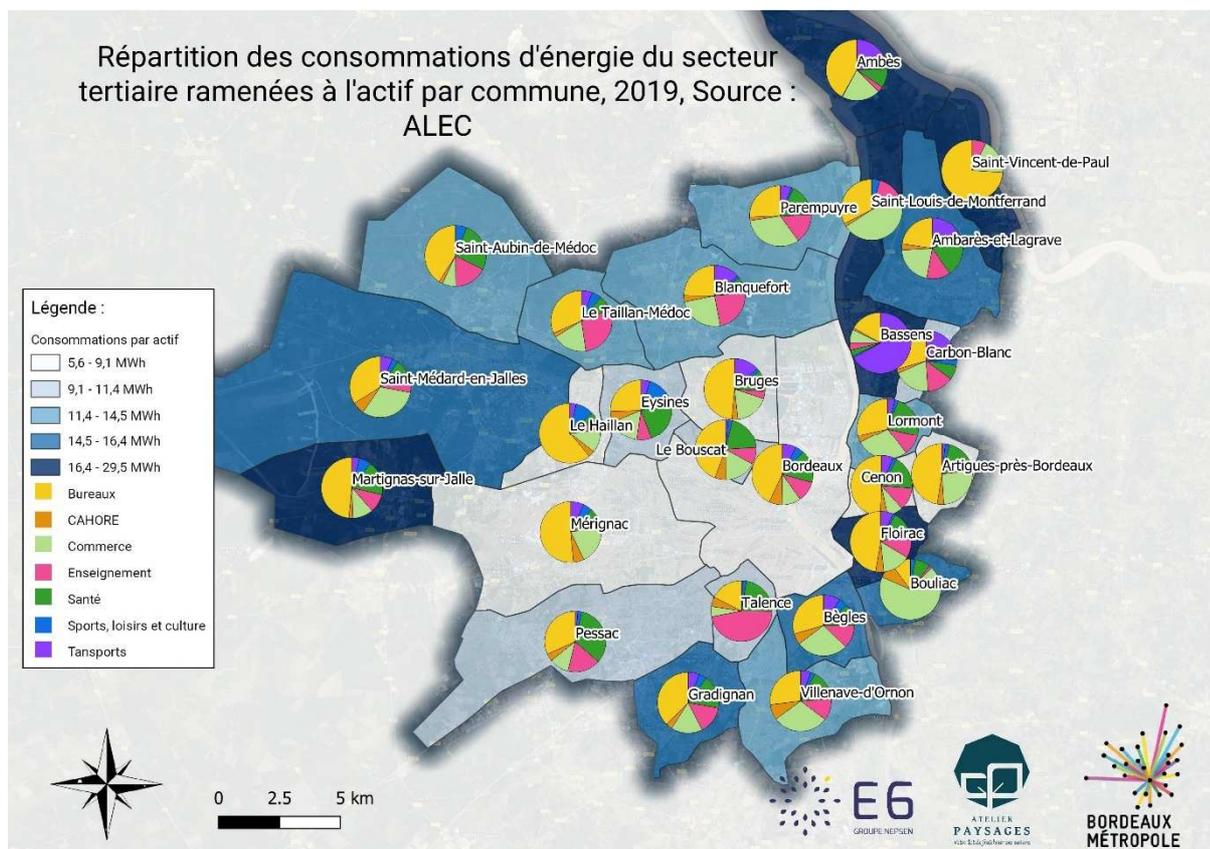


Figure 26 : Répartition des consommations d'énergie du secteur tertiaire ramenées à l'actif par commune, 2019, Source : ALEC et INSEE

Les communes de Bassens, Floirac, Martignas-sur-Jalles, Saint-Louis-de-Montferrand, Ambès et Saint-Vincent de Paul sont celles où les consommations énergétiques par actif sont les plus importantes (supérieures à 16MWh/actif).

3.1.2.6. L'industrie

Le périmètre du secteur industriel prend en compte les consommations énergétiques nécessaires à l'activité : électricité et combustibles de chauffage / refroidissement.

Les installations de production et de transport d'énergie ne sont pas intégrées dans l'étude. En effet, le **Décret n° 2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial** préconise d'exclure ces sites du bilan énergétique afin d'éviter le double compte entre l'énergie de réseau consommée pour chacun des secteurs et l'énergie primaire (charbon, gaz, bois, uranium, etc.) consommée afin de la produire.

Le secteur industriel est à l'origine d'une consommation de **2 967 GWh**, soit 19% du bilan, en 2019. Les sources utilisées sont réparties de la manière suivante :

Répartition des consommations du secteur industriel en 2019, Source : ALEC

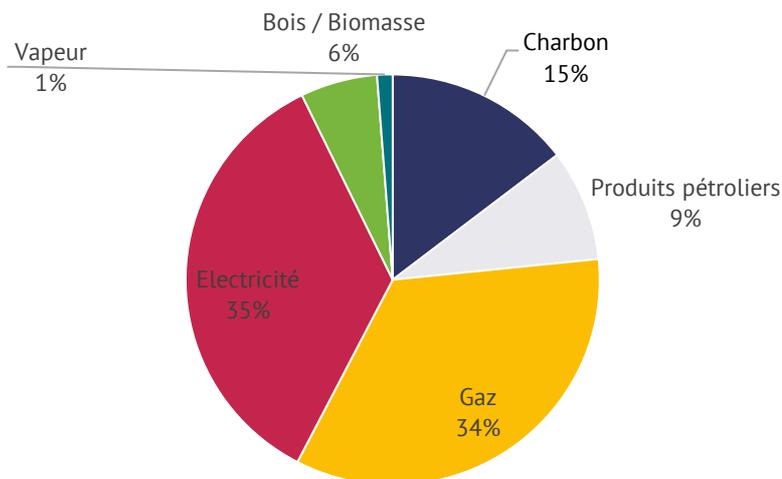


Figure 27 : Répartition des consommations du secteur Industrie en 2019 sur le territoire de Bordeaux Métropole, Source : ALEC

L'électricité et le gaz représentent respectivement un tiers des consommations d'énergie du secteur industriel sur le territoire de Bordeaux Métropole. Le charbon représente 15% de ces consommations (à 100% sur la communes de Bassens) et les produits pétroliers 9%. Le secteur industriel dépend donc fortement des énergies fossiles puisqu'elles sont à l'origine d'au moins 58% des consommations énergétiques du secteur.

Parmi les communes présentant les consommations énergétiques du secteur industriel les plus importantes, on retrouve les villes portuaires de Bassens (34% des consommations totales du secteur) et de Ambès (12%). Ces villes disposent de zones industrielles recevant des industries lourdes, ce qui explique des consommations plus élevées que sur le reste du territoire de Bordeaux Métropole.

Consommations énergétiques du secteur industriel par commune en 2019, Source : ALEC

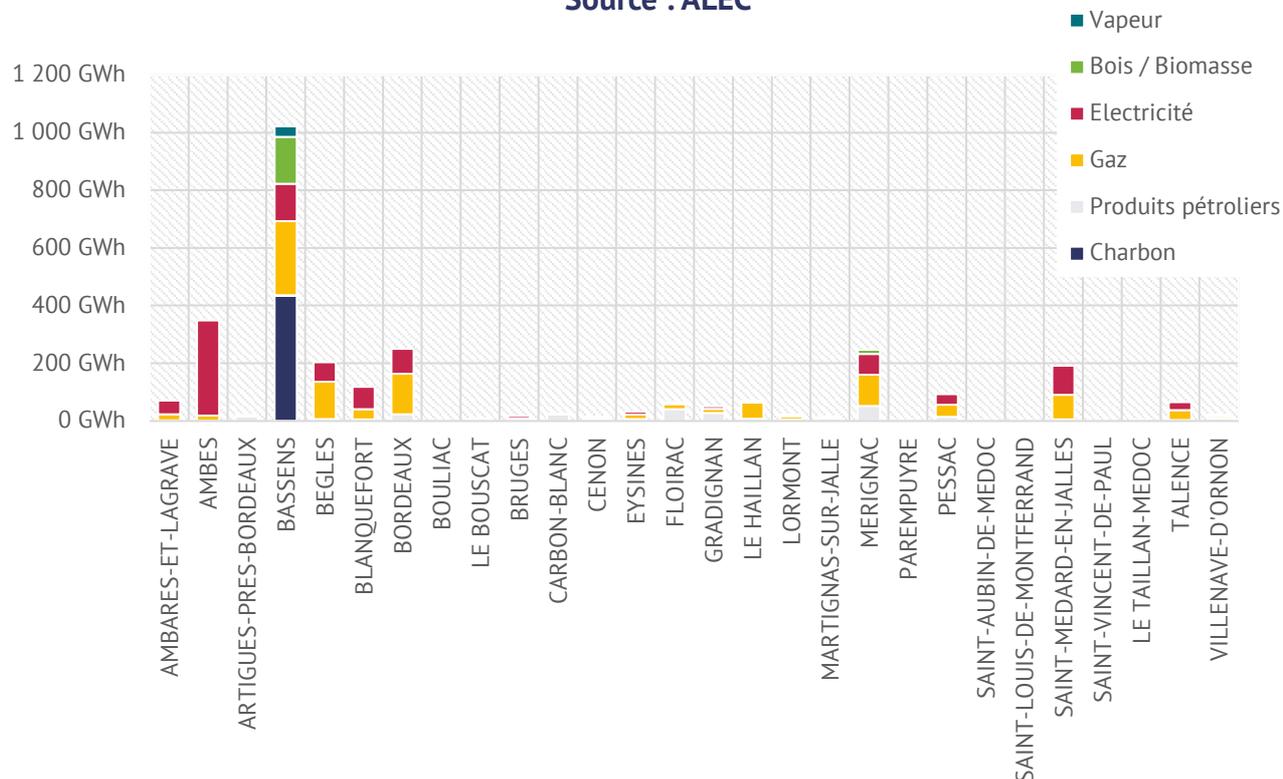


Figure 28 : Consommations énergétiques du secteur industriel par commune en 2019, Source : ALEC

Ainsi, la carte suivante présente les consommations d'énergie du secteur par communes ainsi que les principaux sites industriels :

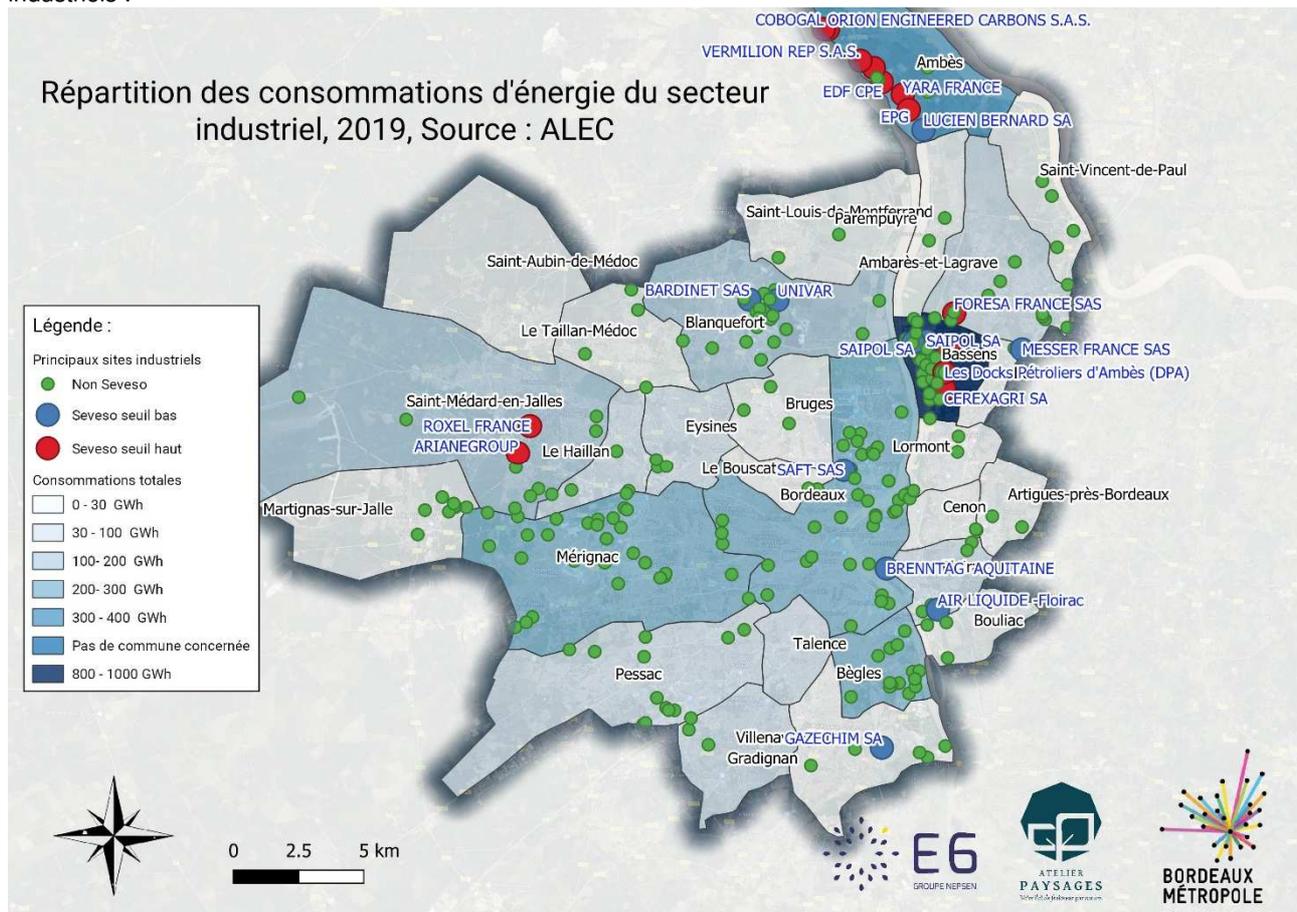


Figure 29 : Répartition des consommations d'énergie du secteur industriel, 2019, Source : ALEC et Géorisque

3.1.2.7. L'agriculture

Le périmètre du secteur agricole prend en compte les consommations énergétiques nécessaires à l'activité : électricité et combustible de chauffage dans les structures et carburant pour les engins agricoles.

Le secteur agricole est à l'origine d'une consommation de **19 GWh**, soit environ **0,1%** du bilan, en 2019.

Répartition des consommations du secteur agricole en 2019, Source : ALEC

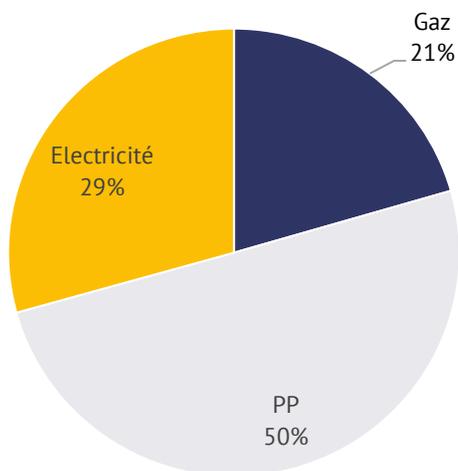


Figure 30 : Répartition des consommations du secteur agricole en 2019, Source : ALEC

3.1.3. Potentiel de réduction de la consommation d'énergie

Les potentiels de maîtrise de l'énergie du territoire de Bordeaux Métropole ont été évalués dans le cadre du **Schéma Directeur Energie**. Ainsi, il est possible de diviser par 2 les consommations par rapport à celles de 2019 et ainsi s'inscrire dans les objectifs de la loi énergie climat :

Evolution des consommations d'énergie de Bordeaux Métropole, scénario potentiels de MDE, Source : Schéma Directeur Energie

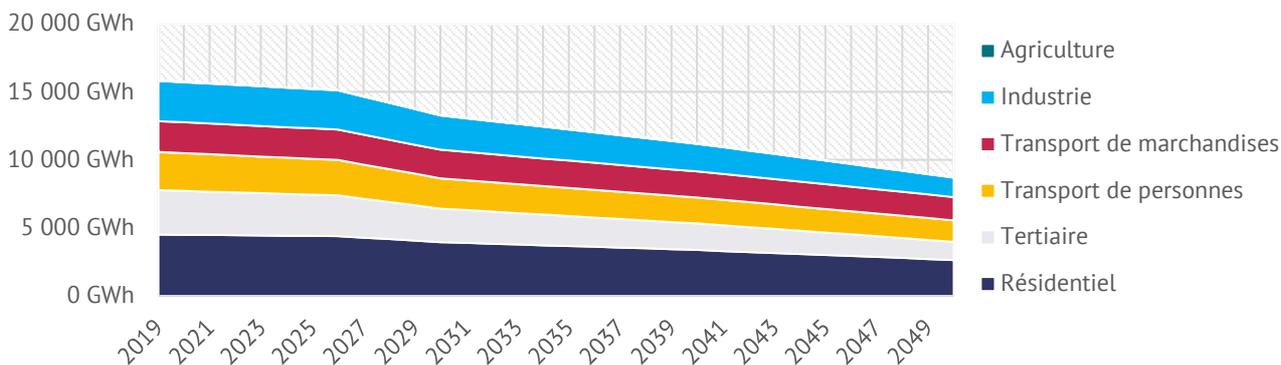


Figure 31 : Evolution des consommations d'énergie de Bordeaux Métropole, scénario potentiels de MDE, Source : SDE

3.1.4. Enjeux mis en évidence par l'étude

Atouts	Faiblesses
<p>La métropole bordelaise est consciente des enjeux énergétiques et des opportunités de son territoire. La collectivité est structurée et mènent déjà de nombreuses actions pour réduire les consommations des secteurs les plus importants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accompagnement des ménages pour la rénovation énergétique : En 2019, 4420 logements ont été conseillés et 1636 logements ont été accompagné à la rénovation (source : rapport développement durable 2020). Cela reste cependant en dessous des 9000 logements par an devant permettre au territoire d'atteindre des objectifs de la loi Energie Climat • Promouvoir les mobilités durables : les enjeux associés au transport de personnes ont été clairement identifiés et une stratégie 2020-2030 élaborée pour y répondre 	<ul style="list-style-type: none"> • Il y a encore sur le territoire plus de 4000 foyers chauffés au fioul • Les carburants utilisés sont peu diversifiés : les produits pétroliers sont de très loin majoritaires par rapport au gaz ou à l'électricité, que ce soit pour les transports de marchandises ou de personnes ; • Le recours à la voiture individuelle est important sur le territoire, malgré une densité urbaine importante et une offre de transport en commun développée. • Les entreprises du territoire, principalement les industries, sont fortement consommatrices de produits pétroliers et de charbon (respectivement 9% et 15% des consommations du secteur). L'offre de la métropole pour accompagner ce type de public est, à ce jour, peu étoffée.

Opportunités

- Les consommations d'énergies renouvelables augmentent chaque année sur le territoire. Les réseaux de chaleur sont également en fort développement (6 km supplémentaires en 2019 d'après le rapport développement durable) et la chaleur déléguée est issue à plus de 80% des énergies renouvelables.
- Le territoire a le **potentiel de réduire significativement ses consommations**. Les actions de maîtrise de l'énergie seront **génératrices d'activités économiques et d'emplois** sur le territoire d'après l'ALEC
- Il y a actuellement **3 stations délivrant du gaz pour véhicule** (GNV ou GNC) sur le territoire, dont une tout public au nord de Bordeaux. Avec deux nouvelles stations à venir, le **développement de ce carburant, pouvant être remplacé par du gaz renouvelable, sera facilité**. (source : <https://www.gaz-mobilite.fr/>)

Menaces

- Les **entreprises** (industrie et tertiaire) à l'origine de **39% des consommations** énergétique. L'économie locale est donc **fortement vulnérable à la hausse du prix des énergies conventionnelles** ;
- **L'activité agricole** du territoire, bien que peu consommatrice, est **économiquement très vulnérable à la hausse du prix des énergies fossiles** ;
- L'attractivité du territoire et le **développement urbain, plus rapide que le développement des offres de transport**, risque **d'augmenter la congestion** des communes et de la rocade

3.2. PRODUCTION D'ENERGIE RENOUVELABLE ET DE RECUPERATION SUR LE TERRITOIRE

3.2.1. Contexte méthodologique

3.2.1.1. Périmètre étudié

Le diagnostic de production d'énergies vise à estimer la production actuelle du territoire ainsi que le potentiel de développement des énergies renouvelables, pouvant être mobilisé annuellement à horizon 2050 en exploitant les ressources naturelles et issues d'activités anthropiques.

Les filières suivantes ont fait l'objet de l'étude :

Production d'électricité	Production de chaleur	Mobilité
<ul style="list-style-type: none">• Solaire photovoltaïque• Centrale thermique	<ul style="list-style-type: none">• Combustible Solide de Récupération (CSR)• Biomasse / bois-énergie• Méthanisation• Solaire thermique• Géothermie• Pompe à Chaleur (PAC)• Réseau de chaleur• Vapeur industrielle	<ul style="list-style-type: none">• Biocarburants

3.2.1.2. Notions clés

L'étude présente les résultats sous la forme de différentes notions qu'il est important d'explicitier dès à présent :

1. Production actuelle

La production d'énergie actuelle est présentée pour l'année référence 2019. Elle sert de situation initiale et de base aux calculs de potentiels.

2. Potentiel de développement mobilisable

Le potentiel de développement mobilisable correspond au potentiel estimé après avoir considéré certaines contraintes urbanistiques, architecturales, paysagères, patrimoniales, environnementales, économiques et réglementaires.

Il correspond donc à l'énergie que produiraient de nouvelles installations sur le territoire, sans la production actuelle. **Il permet d'identifier les filières EnR qui présentent le plus grand potentiel de mobilisation par rapport à la situation initiale.**

3. Productible atteignable à horizon 2050

Il s'agit de la production actuelle à laquelle est ajoutée le potentiel de développement mobilisable. C'est la valeur qui est retenue pour la définition des objectifs stratégiques du territoire concernant la planification énergétique.

Ce productible est estimé à horizon 2050 et permet de définir le mix énergétique potentiel du territoire à horizon 2050.

3.2.1.3. Source de données

Afin de mener à bien cette étude (production actuelle et potentielle), les sources de données suivantes ont été utilisées :

- Les données de l'Agence Local de l'Energie et du Climat de la Métropole Bordelaise et Gironde pour le diagnostic des productions d'énergie et les projets EnR sur lesquels l'ALEC a été amenée à travailler ;
- La liste des projets photovoltaïques au sol (localisation, surface de panneaux) instruits ou en cours d'instruction par la DDTM ;
- Le Schéma Directeur des Energies réalisé par le groupement d'études Algoé/BURGEAP pour le compte de Bordeaux Métropole.

3.2.2. État des lieux de la production d'énergie renouvelable actuelle

3.2.2.1. Production d'énergie renouvelable et de récupération à l'échelle du territoire

La production territoriale d'énergie renouvelable et de récupération s'élève à 2 645 GWh pour l'année de référence 2019 sur l'ensemble du territoire de Bordeaux Métropole. D'une manière générale, cette production est répartie entre différentes filières ENR&R :

Répartition par filière de l'énergie renouvelable et de récupération produite sur Bordeaux Métropole en 2019, Source : ALEC

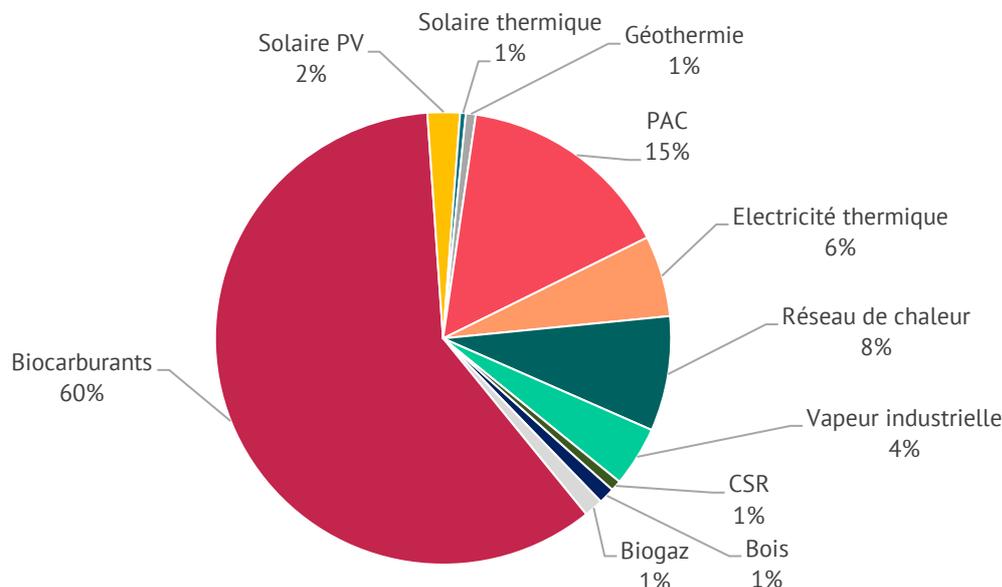


Figure 32 : Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite et l'énergie récupérée sur le territoire de Bordeaux Métropole, 2019, Source : ALEC

La production d'ENR&R est en grande partie issue de la filière biocarburants (60% du total), notamment implantée à Bassens. La matière organique utilisée pour produire ces biocarburants provient en majorité en dehors du territoire. L'énergie produite par les Pompes à Chaleur (PAC) constitue la deuxième production d'énergie renouvelable du territoire avec 15% du total. La chaleur primaire renouvelable (géothermie, solaire thermique), le bois ainsi que majoritairement les déchets fournissent l'énergie d'origine renouvelable des réseaux de chaleur. Ces derniers représentent 8% de la production ENR&R du territoire. Bien que ces productions prennent place sur le territoire, les ressources n'en sont pas nécessairement issues : une partie de l'électricité thermique (35%) et de la chaleur des réseaux (59%) est produite à partir de bois et de déchets provenant d'autres territoires. Au total, 37% de la production renouvelable du territoire est dite « locale », c'est-à-dire dont les ressources proviennent du territoire.

En complément, la vapeur industrielle (4% de la production ENR&R du territoire) est issue de la récupération de la chaleur fatale produite lors de l'incinération des DID et DASRI (déchets dangereux) à Bassens. Les CSR (1% de la production) sont des Combustibles Solides de Récupération, produits à Mérignac et essentiellement composés de plastiques et papiers/cartons.

Focus sur la filière de l'électricité thermique

L'incinération de déchets réalisée dans les UIOM du territoire permet de produire 148 GWh d'électricité. Par convention et selon l'article 2 de l'arrêté du 8 novembre 2007 relatif aux garanties d'origine de l'électricité produite à partir de sources d'énergies renouvelables ou par cogénération, seule la moitié de la production issue des UIOM est considérée comme renouvelable. Cette production renouvelable de 74 GWh s'ajoute aux 5 GWh d'électricité produite à partir de biogaz.

La seconde moitié de la production issue de l'incinération des déchets, soit 74 GWh, est considérée comme une énergie de récupération. Le reste des productions de la filière de l'électricité thermique n'est pas renouvelable (gaz) et s'élève à 155 GWh, représentant 50,5% de la production totale.

Type d'énergie	Production (GWh)	Part dans la filière électricité thermique
Renouvelable	79	25,5%
De récupération	74	24%
Sous-total (EnR&R)	153	49,5%
Fossile	155	50,5%
Total	308	100%

Tableau 1 : Détail des productions d'énergie de la filière de l'électricité thermique

Focus sur les réseaux de chaleur

Les réseaux de chaleur sont alimentés par des énergies fossiles, des énergies renouvelables et des énergies de récupération. Le tableau ci-après précise la part de production pour chaque type d'énergie.

Type d'énergie	Production (GWh)	Part dans la filière électricité thermique
Renouvelable	161	51,6%
De récupération	56	17,8%
Sous-total (EnR&R)	217	69,4%
Fossile	89	30,6%
Total	313	100%

Tableau 2 : Détail des productions d'énergie qui alimentent les réseaux de chaleur

La part d'énergie renouvelable et de récupération est obtenue en considérant la même hypothèse que celle prise pour la filière de l'électricité thermique : la moitié de la production issue des UIOM du territoire est considérée comme renouvelable tandis que l'autre est une énergie de récupération.

Liste des installations de production d'EnR&R en projet

Le tableau ci-dessous compile une liste non exhaustive des projets d'installations, en cours d'instruction ou de développement sur le territoire de Bordeaux Métropole.

Il est important de mentionner l'ensemble des installations (nouvellement raccordées ou en projet) car les zones où elles sont ou seront implantées doivent être déduites du potentiel mobilisable présenté à la suite.

Filière	Nom des installations	Surface (ha)	Puissance (kW EnR)	Production estimée (GWh/an)	État de la production (2019)
Centrale PV au sol	Martignas-sur-Jalle	3,8		9,7	Projet
Centrale PV au sol	Pessac	3,7		7,9	Projet
Centrale PV au sol	Bordeaux	39,5		75	Projet
Centrale PV au sol	Blanquefort	10,5		18,2	Projet

Centrale PV au sol	Ambès	4,8		11,5	Projet
RCU récupération de chaleur	Hauts de Garonne			130	120 produits en 2020
RCU géothermie	Bordeaux Mériadeck			10	5 produits en 2020
RCU biomasse	Bordeaux Ginko			18	10 produits en 2020
RCU biomasse et récupération de chaleur	Bordeaux Bassins à Flots			35	27 produits en 2020
RCU biomasse	Bordeaux Centres hospitaliers			50	Installé en 2020
RCU récupération de chaleur	Saint-Jean Belcier			68	10 produits en 2020
RCU géothermie	Plaine de Garonne Energies			130	18 produits en 2020
RCU biomasse	Les Aubiers - Le Lac			15	Installé en 2020
RCU biomasse	Mérignac centre			30	Mise en œuvre programmée en 2022
RCU biomasse	Le Haillan centre			5	Mise en œuvre programmée en 2022
RCU	Grand Parc			64	
Géothermie	Construction d'équipements publics à la Glacière (Mérignac)		76	0,025	Projet
Bois-énergie	Institut thérapeutique et Pédagogique Bellefonds (Ambarès et Lagrave)		395	0,417	Projet
Bois-énergie	Ecostructure (Le Bouscat)		60	0,056	Projet
Bois-énergie	84 logements Pitch Promotion (Bordeaux)		256	0,230	Projet
Géothermie	Collège (Haillan)		210	0,156	Projet
Bois-énergie	Groupe scolaire E4C2 (Bruges)		60	0,046	Projet
Géothermie	Rénovation énergétique école maternelle Île Bleue (Saint Loubès)			0,031	Projet

Tableau 3 : Liste des installations en projet recensées en 2019, source : ALEC, DDTM

La production d'EnR&R cumulée en tenant compte des installations EnR&R en phase projet en 2019 atteint 2 769 GWh. Cette évolution à venir est présentée ci-dessous.

3.2.2.2. Évolution de la production

Évolution 2010 – 2019

Seule l'évolution de la production territoriale d'énergie renouvelable est ici étudiée. Elle comprend les énergies renouvelables produites à partir d'une ressource primaire d'origine locale et à partir d'une énergie primaire non locale transformée sur le territoire (biocarburants, électricité thermique et réseau de chaleur). Les éléments fournis par l'ALEC ne permettent pas de suivre dans le temps l'évolution de la production d'énergies de récupération (liée à l'incinération de déchets ou à la production de CSR). L'étude des données de l'ALEC montre que la production d'énergie renouvelable sur le territoire fluctue depuis 2010 entre 1 644 GWh, au plus bas en 2011, et 2 927 GWh en 2014. Ces valeurs prennent en considération les biocarburants, dont la production est très fluctuante d'une année sur l'autre et efface les tendances.

Si l'on étudie l'évolution sans prendre en compte la production de biocarburant, la production d'énergie renouvelable sur le territoire a progressé d'environ 9% (entre 4% et 20% selon les années) chaque année entre 2010 et 2019.

Evolution de la production ENR territoriale de Bordeaux Métropole entre 2010 et 2019 (hors biocarburants)

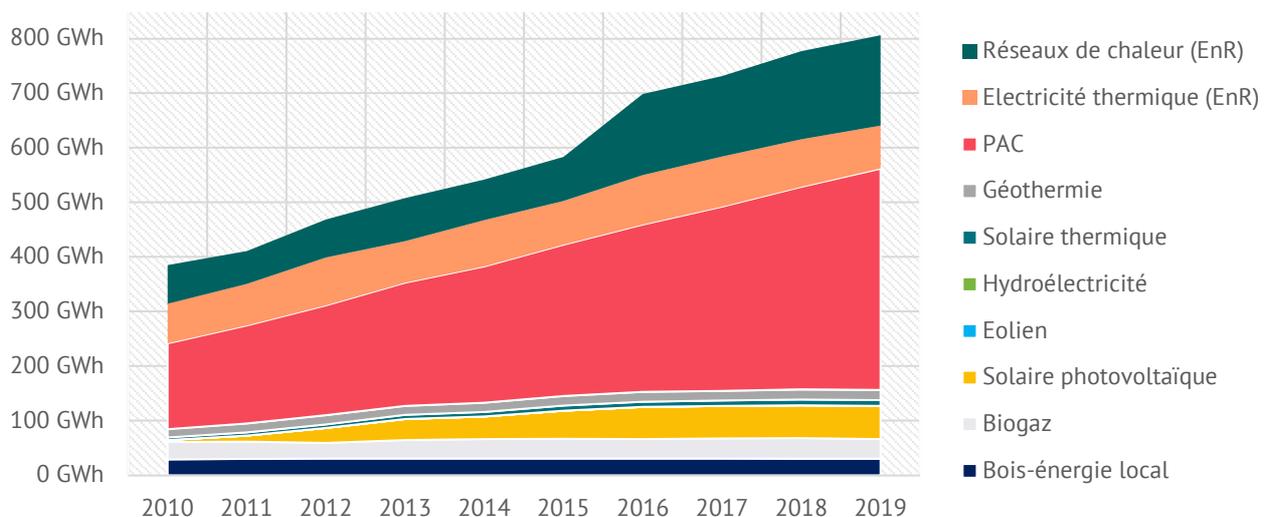


Figure 33 : Evolution de la production énergétique renouvelable territoriale de Bordeaux Métropole entre 2010 et 2019 (hors biocarburants et énergies de récupération)

Évolution de la production depuis le dernier PCAET (2017 – 2019)

Depuis 2017 et l'approbation du PCAET de Bordeaux Métropole, la production d'énergie renouvelable territoriale, hors biocarburants, a augmenté de 10,2% passant de 731 GWh en 2017 à 806 GWh en 2019.

Évolution à venir

L'évolution projetée de la production d'énergie renouvelable territoriale est présentée sur la figure suivante. La production projetée tient compte des projets d'installations listés précédemment. Elle ne fait pas apparaître la production issue de la filière biocarburant ou de CSR puisqu'aucun projet n'a été recensé et ces filières n'ont pas été étudiées dans le Schéma Directeur des Energies de Bordeaux Métropole.

Production EnR&R territoriale 2019 et en développement

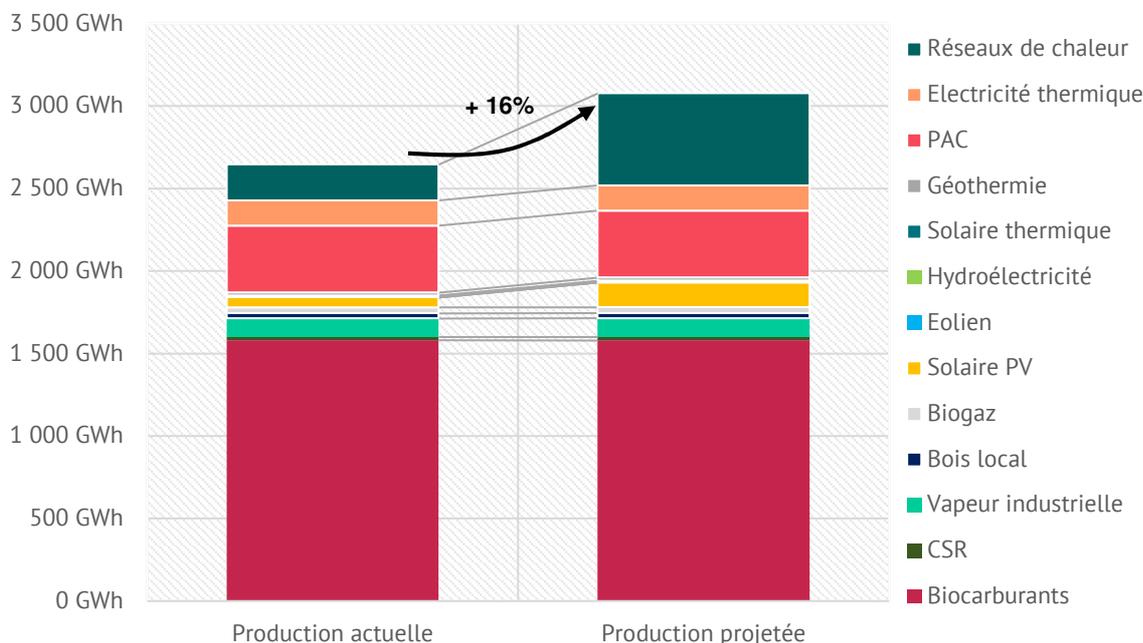


Figure 34 : Evolution projetée de la production d'énergies renouvelable et de récupération territoriale, Source : NEPSEN, ALEC, DDTM, SDE

La plus grande progression recensée porte sur les réseaux de chaleur (mise en service ou extension de 11 réseaux qui devraient permettre de fournir 341 GWh de chaleur renouvelable supplémentaire). On retrouve ensuite les panneaux solaires au sol. Les 5 projets de centrale solaire (Martignas-sur-Jalle, Pessac, Bordeaux, Blanquefort et Ambès) devraient ajouter une production d'environ 122 GWh, soit près de 5% d'augmentation de la production d'énergie renouvelable totale du territoire de Bordeaux Métropole.

3.2.3. Potentiel de développement des énergies renouvelables

Potentiel de développement mobilisable

Le potentiel mobilisable de développement en énergies renouvelables du territoire de Bordeaux Métropole est détaillé ci-dessous. Il permet de mettre en avant les ordres de grandeur des potentialités de développement de chacune des énergies renouvelables et de récupération. Les projets en construction ou en instruction présentés dans la partie précédente sont considérés comme déjà mobilisés et ne sont donc pas inclus ici.

Filières	Potentiel de développement mobilisable (GWh)	Source de données
Biomasse bois locale	35	ALEC
Méthanisation - Biogaz	144	SDE
Biocarburants	Non connu	
CSR	Non connu	
Solaire Photovoltaïque	650	SDE
Grand Éolien	40	SDE
Hydroélectrique	20	SDE
Solaire Thermique	29	SDE
Géothermie	22	SDE
PAC	426	SDE
Electricité thermique (ENR)	Non connu	
Réseaux de chaleur (ENR)	162	SDE
Vapeur industrielle	Non connu	
TOTAL	1 529	

Tableau 4 : Synthèse du potentiel mobilisable

On observe que les deux principaux leviers de développement sont le solaire photovoltaïque, avec 650 GWh de potentiel mobilisable et les pompes à chaleur, avec 426 GWh. La méthanisation et la chaleur issue des réseaux représentent également des potentiels mobilisables importants (environ 150 GWh chacun).

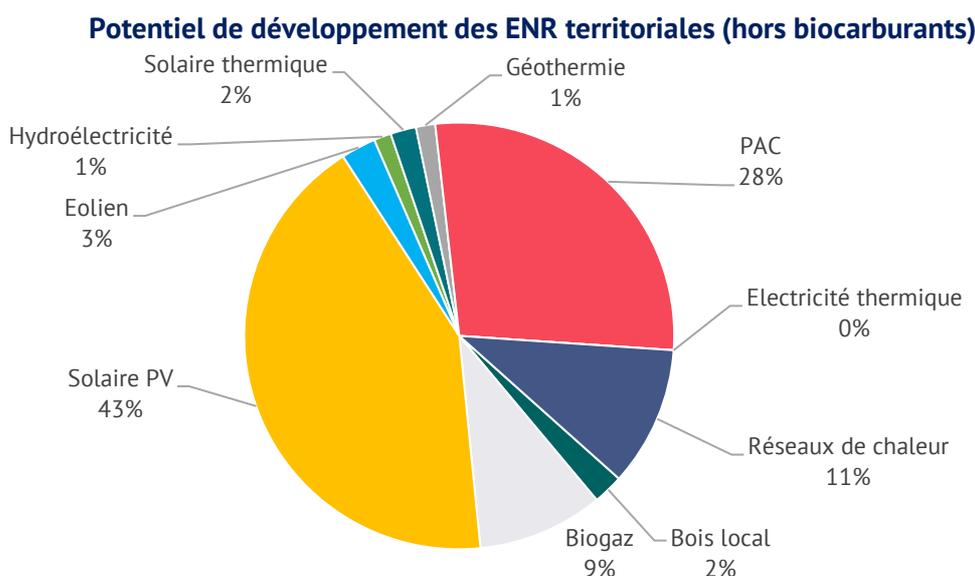


Figure 35 : Ventilation du potentiel mobilisable par filière ENR

Productible en énergies renouvelables à horizon 2050

Le productible 2050 tient compte de la production initiale 2019 et du potentiel mobilisable. La production maximale en énergies renouvelables estimée atteignable à horizon 2050 pour le territoire de métropole de Bordeaux est présentée ci-dessous :

Filières	Productible atteignable (GWh)
Biomasse bois locale	67
Méthanisation - Biogaz	180
Biocarburants	1 580*
Solaire Photovoltaïque	800
Grand Éolien	40
Hydroélectrique	20
Solaire Thermique	40
Géothermie	41
PAC	831
Electricité thermique (ENR)	153*
Réseaux de chaleur (ENR) dont chaleur de récupération	720
Vapeur industrielle	114*
CSR	20*
TOTAL	4 606 GWh

Tableau 5 : Synthèse du productible atteignable à horizon 2050

*Valeurs non connues, hypothèse valeurs égales aux productions 2019

Le développement des potentiels sur le territoire permettrait d'atteindre à horizon 2050 une production d'environ 4 606 GWh et correspond à une multiplication par 1,7 de la production actuelle.

Le graphique ci-dessous permet de comprendre plus précisément, pour chaque filière, la production actuelle et le potentiel de production à développer :

Production EnR&R territoriale 2019, en développement et potentiel de développement

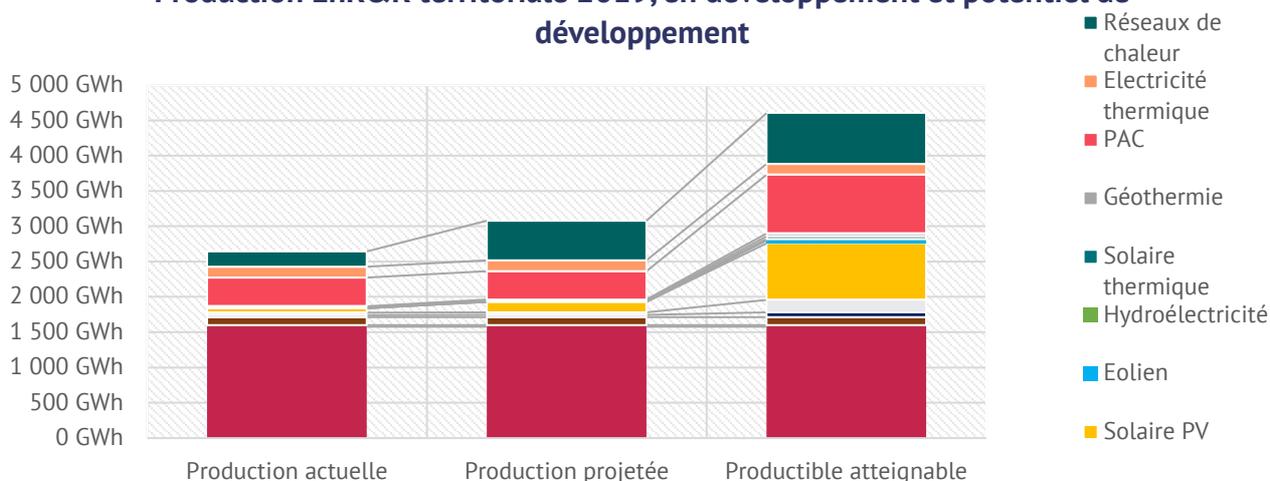


Figure 36 : Structure du productible en énergie renouvelable et de récupération atteignable à horizon 2050, Source : ALEC, Schéma Directeur Energie

3.2.4. Autonomie énergétique

3.2.4.1. Autonomie énergétique en 2019

L'autonomie énergétique se définit comme la part que représente la production d'énergie d'un territoire par rapport à sa consommation d'énergie. La Métropole a pour ambition de produire l'équivalent d'un tiers de sa consommation d'énergie grâce aux énergies renouvelables locales. Elle souhaite atteindre l'autonomie énergétique par la contractualisation de productions d'énergies renouvelables avec les territoires voisins. La production EnR locale est ici mise en parallèle avec la consommation. Il est cependant important de noter que les productions d'énergie locales ne sont pas nécessairement consommées au niveau local. Par exemple, bien qu'elles contribuent au calcul de l'autonomie énergétique, l'électricité produite localement est injectée dans le réseau national et le biocarburant n'est que partiellement consommé sur le territoire.

En 2019, le territoire a consommé 15 830 GWh et a produit 2 645 GWh de sources renouvelable et de récupération provenant du territoire, **soit l'équivalent de 17% de sa consommation**. La production a couvert l'équivalent de 32% des besoins énergétiques pour la mobilité, 14% de la chaleur consommée (majoritairement via l'installation des pompes à chaleur et l'alimentation des réseaux de chaleur) et 4% de l'électricité consommée.

Autonomie énergétique du territoire, 2019



Figure 37 : Autonomie énergétique du territoire en 2019, Source : ALEC

3.2.4.2. Autonomie énergétique projetée en 2050

La mobilisation de l'intégralité du potentiel en énergie renouvelable estimé représenterait, à horizon 2050, 29% de la consommation du territoire de l'année 2019 contre 17% en considérant la production 2019.

Cela signifie que, même en exploitant la totalité du potentiel de développement en énergie renouvelable, le territoire de Bordeaux Métropole ne parviendrait pas à couvrir ses besoins en énergie actuels. Le développement de la production énergétique doit donc s'accompagner d'une réduction des besoins de consommations. Le graphique ci-dessous montre qu'un développement de l'intégralité du potentiel ENR combiné à une réduction des consommations selon le scénario du SDE (-49% de consommations d'énergie d'ici 2050 par rapport à 2019) permettrait une autonomie énergétique de 57%. De ce fait, un travail sur l'importation d'énergie (bois, gaz et électricité) doit être engagé notamment avec les territoires girondins.

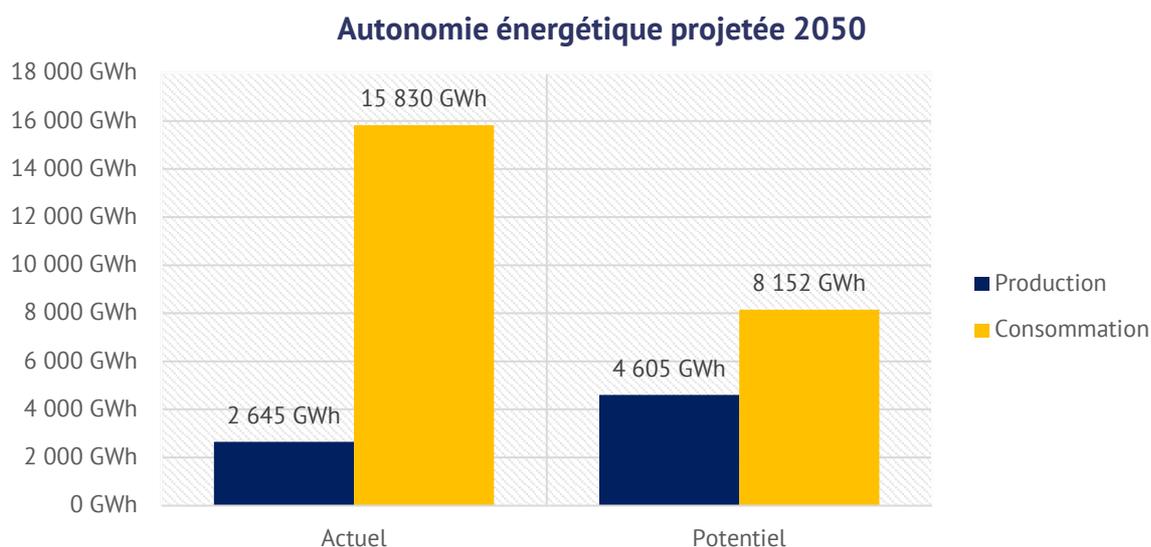


Figure 38 : Évolution des consommations et des productions entre 2019 et le développement de l'intégralité des potentiels en 2050

3.2.5. Facture énergétique du territoire

3.2.5.1. Facture en 2019

On peut ainsi représenter la facture énergétique du territoire selon l'outil FACETE¹

- Somme de l'ensemble des dépenses du territoire liées à l'énergie : 1569 millions d'euros soit environ 7% du PIB local
- Somme des productions locales : 240 M€, qui correspondent ainsi à des dépenses réinvestis localement
- Dépenses qui sortent du territoire : 1329 M€

Ramenée par habitant, la facture énergétique est de 1938 €/an/habitant (1284 € par habitant en prenant seulement des dépenses associées au logement et au transport de personnes), dont 85% « sortent » du territoire.

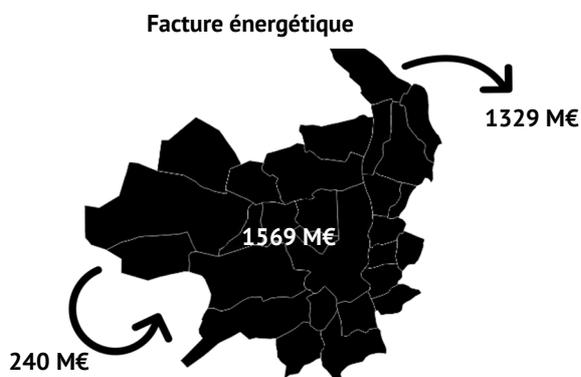


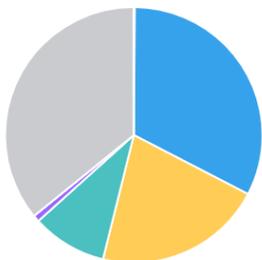
Figure 39 : Facture énergétique du territoire de la CCTA en 2016, Source : FACETE

¹ Source Outil FACETE, développé par AUXILIA et transitions : <https://www.outil-facete.fr/simulation/>

Les graphiques suivants représentent la répartition de cette facture par secteur d'activité et par source d'énergie :

RÉPARTITION DE LA FACTURE BRUTE PAR SECTEURS

■ Agriculture ■ Résidentiel ■ Tertiaire ■ Industrie ■ Industrie de l'énergie
■ Gestion des déchets ■ Transport routier ■ Autres transports



RÉPARTITION DE LA FACTURE BRUTE PAR SOURCES D'ÉNERGIE

■ Pétrole ■ Gaz ■ Charbon & minéraux ■ Electricité ■ Carburants
■ Autres (déchets, ENR thermiques)

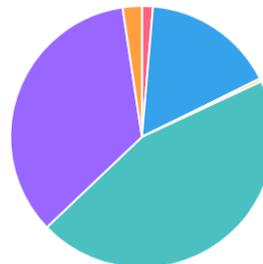


Figure 40 : Facture énergétique du territoire de la Bordeaux Métropole en 2019, Source : FACETE

3.2.5.2. Vulnérabilité du territoire à la hausse du prix des énergies

Le graphique suivant représente le prix du baril de pétrole, en dollars, au cours des 20 dernières années :

Evolution du prix du pétrole par semestre au cours des 20 dernières années

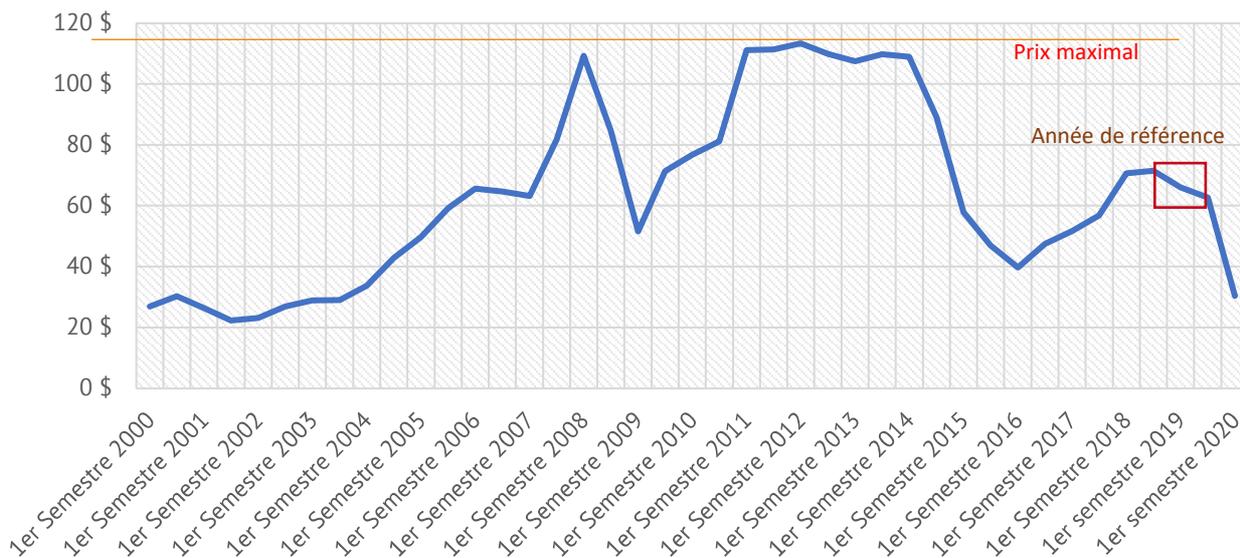


Figure 41 : Evolution du prix du baril de pétrole au cours des 20 dernières années, Source : <http://www.fiches-auto.fr/articles-auto/prix-des-carburants/s-2287-evolution-du-prix-du-baril-de-petrole.php>

En 2019, année de référence du diagnostic, le prix du baril de pétrole était compris entre 60 et 65 €. Il était à 70\$ en 2018 et plus de 100\$ de 2011 à 2014. Afin d'estimer la vulnérabilité du territoire à la hausse du prix des énergies, 3 scénarios ont été étudiés à partir de l'outil bilan Carbone :

		Référence	Scénario 1	Scénario 2
Pétrole	Prix du baril de pétrole	62\$	70\$ + 13%	110\$ +77%
	Volume d'un baril	159 L	159 L	159 L
	FE du pétrole	2,75 kgCO2e/L	2,75 kgCO2e/L	2,75 kgCO2e/L
	Surcout	/	15 €/tCO2e	92 €/tCO2e
Gaz	Prix du MWh de gaz	45\$	51\$	80\$
	FE du gaz	235 kgCO2e/MWh	235 kgCO2e/ MWh	235 kgCO2e/ MWh
	Surcout	/	25 €/tCO2e	149 €/tCO2e
Charbon	Prix de la tonne de charbon	80	90	142
	FE du charbon	2706 kgCO2e/tonne	2706 kgCO2e/tonne	2706 kgCO2e/tonne
	Surcout	/	3 €/tCO2e	19 €/tCO2e
Electricité	% de fossiles dans la production électrique	10%	10%	10%
	Part du charbon dans le CO2 électrique	75%	75%	75%
	Part du gaz dans le CO2 électrique	20%	20%	20%

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

Cette hausse du prix des énergies aura des répercussions financières, tant sur les dépenses énergétiques que sur les achats de biens matériels ayant nécessité de l'énergie pour leur production (véhicules, produits alimentaires, engrais, matériaux de construction, etc.). Le graphique suivant illustre la hausse des dépenses par secteur suivant les deux scénarios :

Répercution de la hausse du prix des énergies sur les dépenses du territoire, Source : Bilan Carbone de territoire

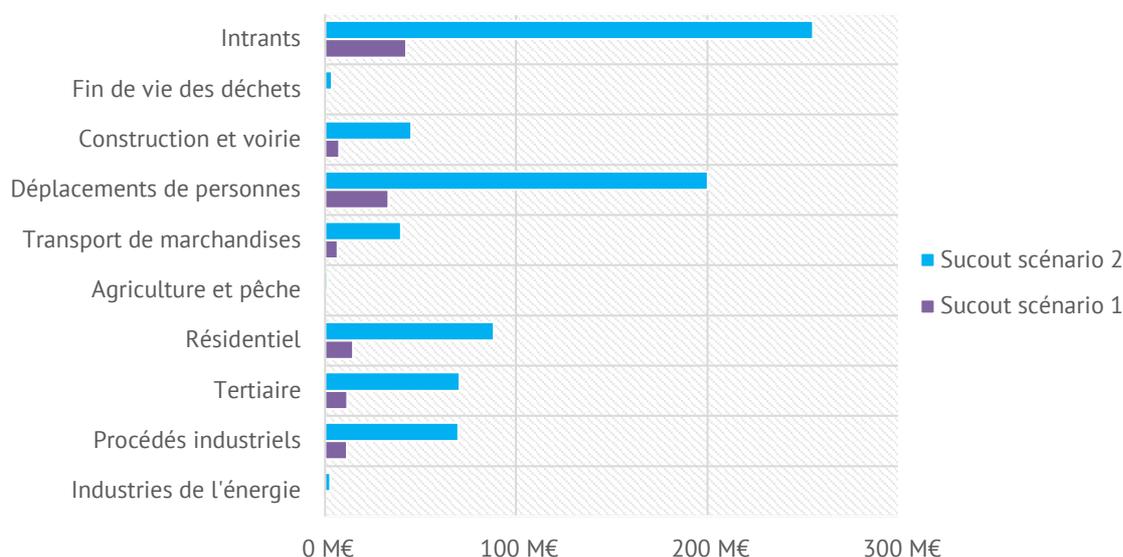


Figure 42 : Répercussions de la hausse du prix des énergies sur les dépenses du territoire, Source : Bilan Carbone de territoire

3.2.6. Enjeux mis en évidence par l'étude

<p style="text-align: center;">Atouts</p> <ul style="list-style-type: none">• Depuis 2010, les énergies renouvelables sur sont largement diffusées sur le territoire, notamment le solaire photovoltaïque et les pompes à chaleur. Les accompagnements proposés par la Métropole à destination des particuliers et des entreprises sur la maîtrise de leurs consommations d'énergie devront être couplés d'une réflexion sur les ENR pour prolonger la tendance	<p style="text-align: center;">Faiblesses</p> <ul style="list-style-type: none">• Le potentiel de développement des ENR sur le territoire est relativement faible et diffus. En effet, de par son caractère urbain et dense, le territoire n'a pas d'espace disponible pour installer des sites de production de grande puissance (éolien, PV au sol, etc.)
<p style="text-align: center;">Opportunités</p> <p>Les réseaux de chaleur sont largement diffusés sur le territoire, permettant d'alimenter les habitants et entreprises en énergie renouvelable et de récupération à moindre coût. La Métropole pourra se baser sur ces infrastructures pour développer les énergies renouvelables thermiques.</p>	<p style="text-align: center;">Menaces</p> <ul style="list-style-type: none">• Sans prise en compte de la production de biocarburant, dont les ressources proviennent de l'extérieur du territoire, le territoire ne produit, de façon renouvelable, que 7% de ses besoins. Aux vues du faible potentiel de développement des ENR locales, le territoire restera fortement importateur. Il est donc fortement vulnérable à la fluctuation du prix des énergies.

3.3. ÉTAT DES RESEAUX DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION D'ENERGIE ET POTENTIELS DE DEVELOPPEMENT

3.3.1. Contexte méthodologique

3.3.1.1. Le périmètre étudié

Le plan climat Air Energie Territorial impose de prendre en compte l'analyse des réseaux énergétiques dans le cadre du transport et de la distribution d'électricité, du gaz et de la chaleur. Au-delà de l'aspect réglementaire, cette analyse a pour but d'offrir une vision d'amélioration des réseaux de distribution et de transport en prenant en compte au mieux les options de développement.

Que dit le décret du PCAET à propos des réseaux de transport et de distribution ?

Décret n°2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat air-énergie territorial ; Art R. 229-51, °

« Le plan climat-air-énergie territorial prévu à l'article L. 229-26 est l'outil opérationnel de coordination de la transition énergétique sur le territoire. Il comprend un diagnostic, une stratégie territoriale, un programme d'actions et un dispositif de suivi et d'évaluation. »

« I.

- Le diagnostic comprend :

- [...]

- 4° La présentation des réseaux de distribution et de transport d'électricité, de gaz et de chaleur, des enjeux de la distribution d'énergie sur les territoires qu'ils desservent et une analyse des options de développement de ces réseaux. »

L'année de référence choisie est 2019. En effet, la réalisation du diagnostic est basée en grande partie sur les données fournis par les gestionnaires de réseaux, et les dernières données portent sur l'année 2019.

A savoir

Le diagnostic des réseaux du territoire permet :

- de faire un état des lieux sur le positionnement des réseaux ;
- de révéler l'état de charge des réseaux de manière simplifiée ;
- de comprendre les enjeux de la distribution d'énergie et analyser ses options de développement.

3.3.1.2. Les notions clés

La Haute Tension A ou HTA (ou Moyenne Tension) concerne les lignes comprises entre 1 000 volts (1 kV) et 50 000 volts (50 kV). En principe, elle est en France de 20 kV.

La Basse Tension ou BT concerne les lignes comprises entre 230 volts et 400 volts.

Un poste source est un ouvrage électrique qui se trouve à la jonction des lignes électriques de haute et moyenne tension. Il permet de réduire la tension pour qu'elle s'adapte aux différents réseaux.

Le poste de transformation HTA/BT s'appelle aussi poste de livraison et modifie la tension à la hausse. Il modifie la tension électrique à la hausse (par exemple de 20 kV à 400 kV en sortie de centrales pour le transport de l'énergie électrique) ou à la baisse (par exemple de 63 kV à 20 kV pour livrer l'énergie aux réseaux de distribution).

Les unités utilisées dans le cadre de ce diagnostic seront les kVA, les MW ou les Nm³/h :

1 kVA = 1 000 VA (puissance électrique apparente)

Le voltampère est le produit de la tension est du courant

Si la tension est de 230 volts alors 1 kVA = 1 KW

1 GW = 1 000 MW = 1 000 000 W (unité de puissance)

Un appareil d'une puissance de 1 kW consomme 1 kWh d'énergie sur une heure de temps.

Les débits d'injection de gaz sont exprimés en Nm³/h, c'est-à-dire la quantité de gaz délivrée au réseau en 1 heure soit 3 600 secondes.

3.3.1.3. Les données utilisées

Afin de mener à bien l'étude, de multiples données ont été utilisées :

- La cartographie des réseaux de distribution d'électricité fournis par le gestionnaires de réseau (Enedis);
- Les cartographie des réseaux de distribution de gaz, fournies par les gestionnaires de réseau (Régaz), issues des données en accès libre sur la plateforme open data de l'Agence ORE (Opérateurs Réseau Energie)² ;
- La cartographie des réseaux haute pression géré par TEREQA, issues des données en accès libre sur la plateforme open data de l'Agence ORE (Opérateurs Réseau Energie)³ ;
- Les données relatives aux postes sources issues des données en accès libre sur la plateforme CAPARARESEAU⁴
- Les données relatives aux consommations de chaleur, issues des données en accès libre sur l'open data du CEREMA⁵ et Viaséva.

3.3.2. État des lieux des réseaux de transport et de distribution

3.3.2.1. Le réseau électrique du territoire

Avant de s'intéresser à l'étude du réseau électrique du territoire, il est important de comprendre comment il fonctionne en France.

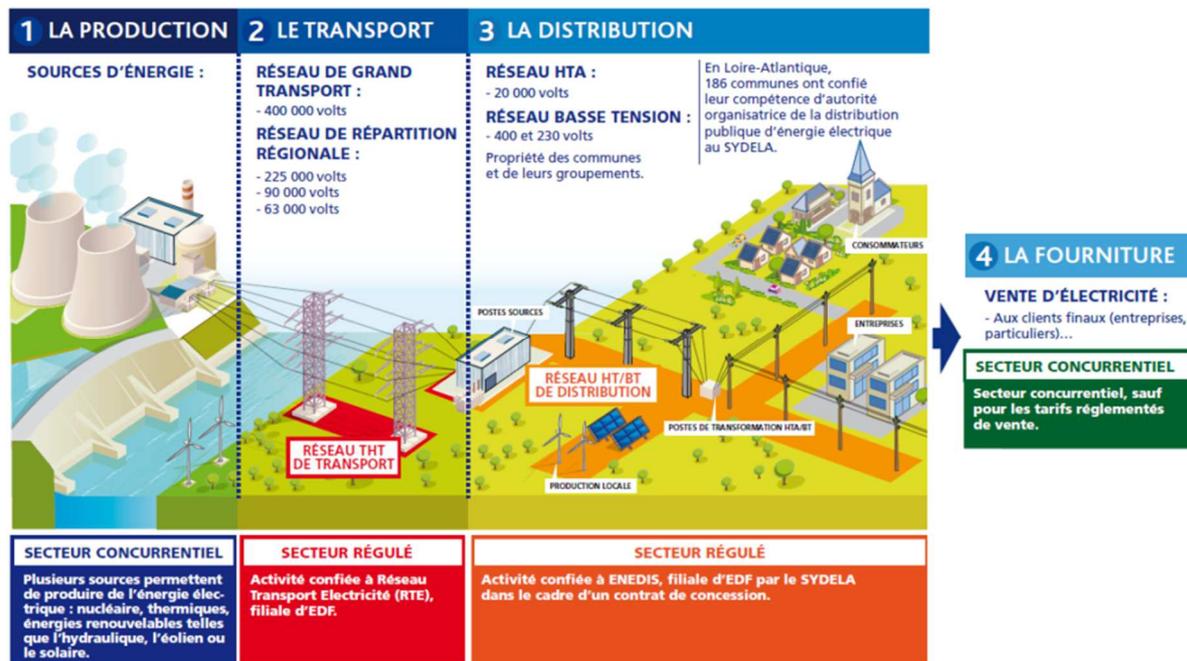


Figure 43 : Fonctionnement du réseau électrique en France

² <https://opendata.agenceore.fr/explore/?sort=modified>

³ <https://opendata.agenceore.fr/explore/?sort=modified>

⁴ <https://www.capareseau.fr/>

⁵ <http://reseaux-chaleur.cerema.fr/carte-nationale-de-chaleur-france>

A savoir

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs.

Il est nécessaire de discerner la production centralisée, produite en grande quantité par les grands producteurs (EDF, ...) des productions décentralisées, qui sont produites en plus petite quantité (éolienne, solaire ...).

Le réseau de transport 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.

Le réseau de distribution est lui destiné à acheminer l'électricité à l'échelle locale, c'est-à-dire aux utilisateurs en moyenne et basse tension. Son niveau de tension varie de 230 à 20 000 volts.

Le maillage électrique français se compose de **lignes aériennes** et **souterraines** et de postes permettant d'acheminer l'énergie depuis les installations de production vers les sites de consommation.

Les lignes (aériennes ou souterraines) sont des câbles/conducteurs qui varient en section selon le niveau de tension.

Les postes électriques sont des plateformes de transition qui permettent, par le biais de transformateurs, de passer d'un niveau de tension à un autre. Il existe deux types de poste :

- **Les postes sources** qui raccordent le réseau de transport au réseau haute tension ;
- **Les postes HTA /BT** qui comme leurs noms l'indiquent, raccordent le réseau haute tension au réseau basse tension.

Dans le cas de la métropole de Bordeaux, RTE et ENEDIS sont les gestionnaires de ces réseaux.

Le réseau très haute tension du territoire (réseau de transport)

Le territoire de la métropole est traversé par des **lignes très haute tension de 63 kV, 90 kV, 225 kV et 400 kV**. Ce réseau est géré par la société RTE et s'organise de la façon suivante :

Réseau de transport d'électricité sur le territoire

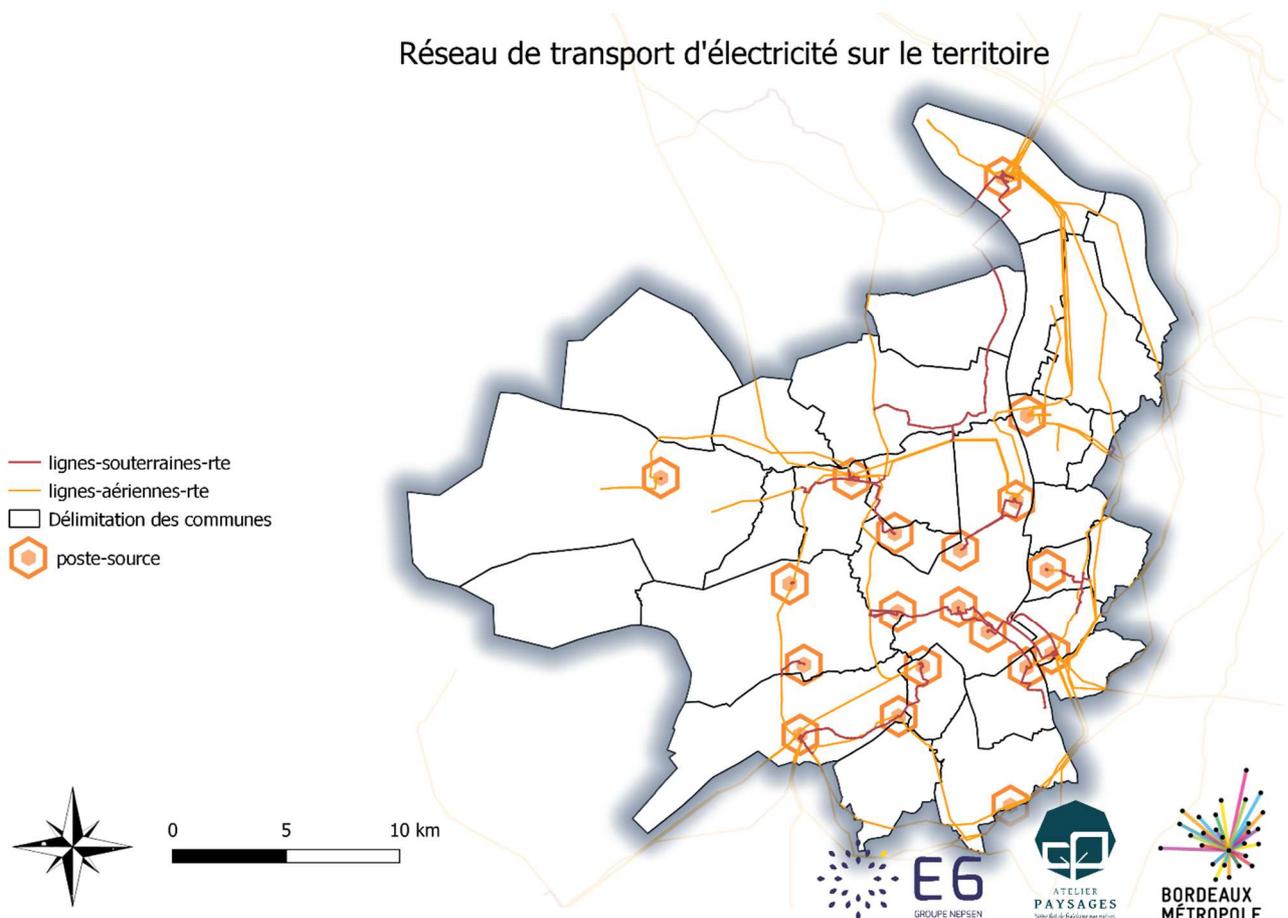


Figure 44 : Réseau de transport très haute tension du territoire, Source : <https://opendata.reseaux-energies.fr/pages/accueil/>, 2021

Les installations de production centralisées se raccordent au présent réseau de transport.

Le réseau haute tension A (HTA) du territoire

Le réseau haute tension (réseau de distribution) est géré par ENEDIS. L'ensemble du territoire urbain est desservi via ce réseau tension.

Ce réseau raccorde les clients C1, C2 et C3 (usagers ayant souscrit un contrat de puissance supérieur à 36 kVA, ils correspondent généralement à des contrats d'entreprises ou de bâtiment publics).

Les installations de production avec une puissance inférieure à 12 MVA (centrales hydrauliques, installations éoliennes, parcs photovoltaïques et autres) sont généralement raccordées sur le réseau HTA présenté ci-dessous.

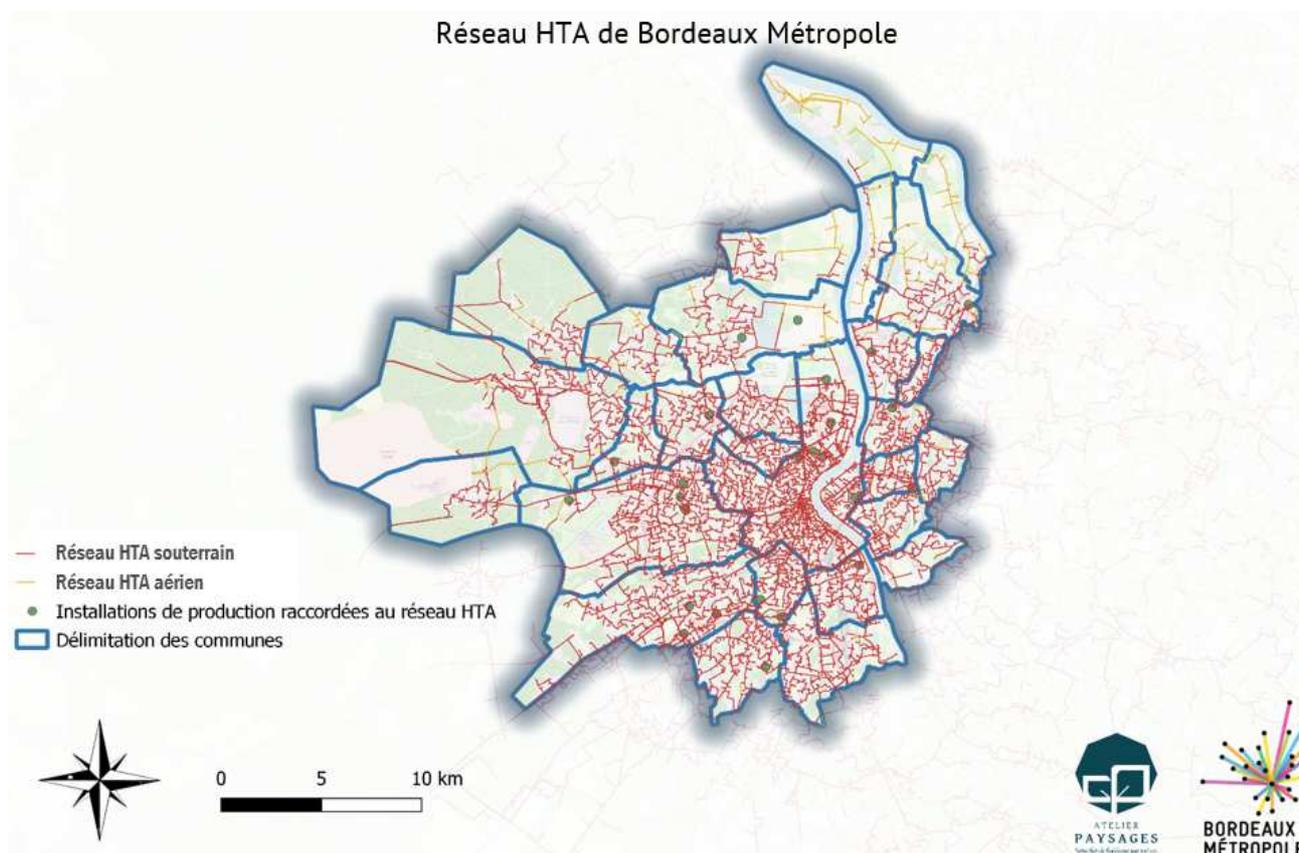


Figure 45 : Réseau de distribution haute tension du territoire, Sources : ENEDIS 2021

Le territoire métropolitain compte 19 postes sources, qui alimentent le réseau HTA et, par conséquent, une très large partie des consommateurs du territoire. De plus, 8 postes sources sont à proximité immédiate du territoire de Bordeaux Métropole.

De manière générale, dès lors qu'une section du réseau a atteint un certain taux de saturation, des opérations de renforcement sont effectuées sur la section concernée. Un renforcement est une modification des ouvrages existants qui fait suite à l'accroissement des demandes en énergie électrique (augmentation de la section des câbles, création de postes de transformation HT/BT ou remplacement de transformateurs de puissance insuffisante). Des extensions des réseaux dans le but de répondre à l'accroissement des demandes sont également effectuées. La technique utilisée pour effectuer ce type de travaux consiste à remplacer les câbles aériens (généralement section ancienne du réseau) par des câbles de section supérieure généralement enfouis dans le sol.

Une majorité du réseau haute tension de la métropole est **souterrain** et par conséquent moins vulnérable aux intempéries et aux dégradations.

Les extensions du réseau sont réalisées tout au long de l'année afin de raccorder les nouveaux usagers. De manière générale, la coordination des investissements des gestionnaires avec les travaux prévus par l'autorité concédante est nécessaire pour en optimiser l'efficacité.

Le réseau basse tension

Le réseau BT (Basse Tension) fait partie du réseau de distribution.

Ce réseau raccorde les clients C4 et C5 (usagers ayant souscrit un contrat de puissance inférieure ou égale à 36 kVA, ils correspondent généralement aux petits et moyens usagers).

Les installations de production avec une puissance inférieure à 250 kVA (production photovoltaïque en général) sont raccordées sur le réseau BT présenté ci-dessous.

Réseau HTA de Bordeaux Métropole

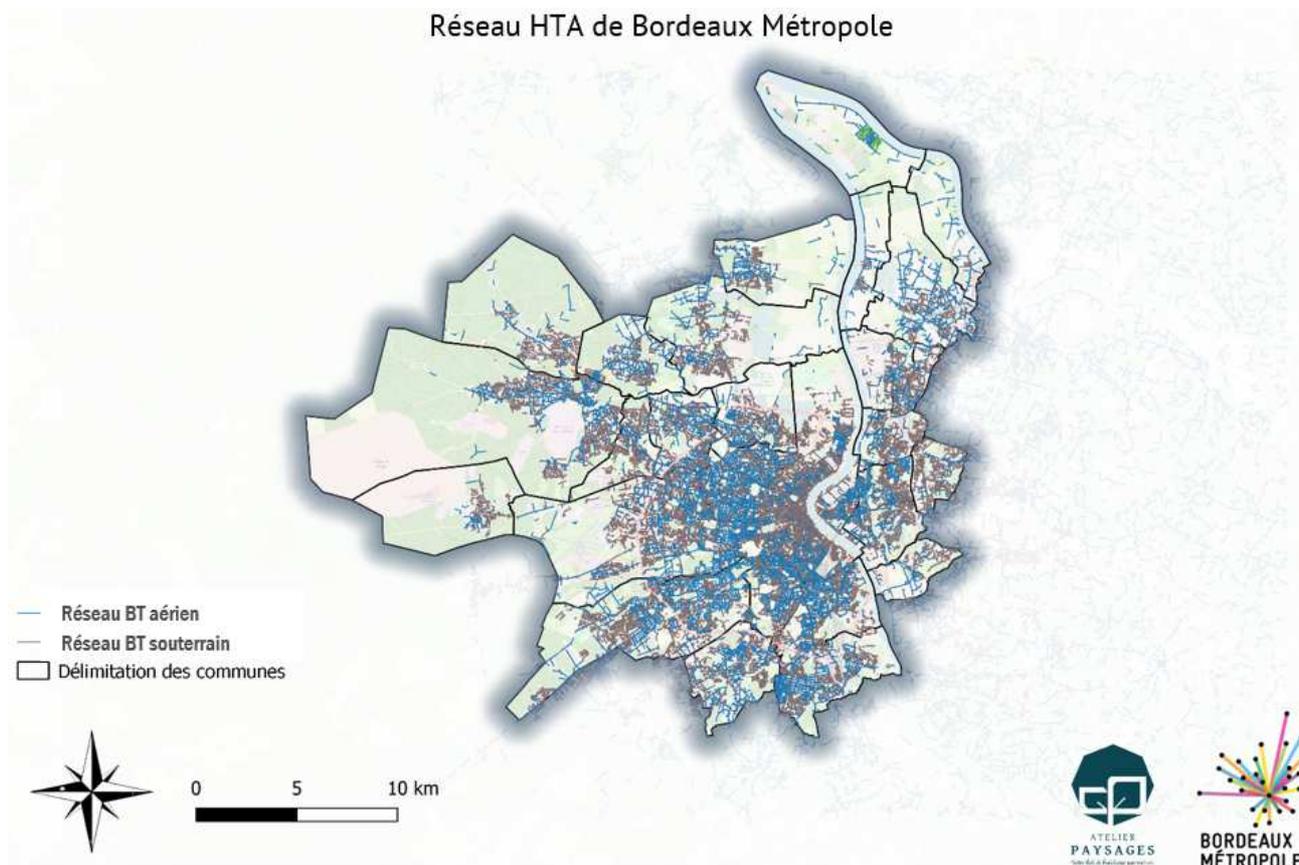


Figure 46 : Réseau de distribution basse tension du territoire, Sources : ENEDIS 2021

Le réseau basse tension s'étend sur tout le territoire de la Métropole.

A la différence des réseaux haute et très haute tension, le réseau BT est bien moins manœuvrable à distance (réseau non maillé) et il nécessite donc l'intervention de technicien sur le terrain.

3.3.2.2. Cartographie du réseau de gaz du territoire

Les infrastructures gazières qui permettent d'importer le gaz et de l'acheminer sont essentielles pour le bon fonctionnement du marché et la sécurité d'approvisionnement :

1. Les terminaux méthaniers permettent d'importer du gaz naturel liquéfié (GNL) et ainsi de diversifier les sources d'approvisionnement compte tenu du développement du marché du GNL au niveau mondial ;
2. Les installations de stockage de gaz contribuent à la gestion de la saisonnalité de la consommation de gaz et apportent plus de flexibilité ;
3. Les réseaux de transport permettent l'importation du gaz depuis les interconnexions terrestres avec les pays adjacents et les terminaux méthaniers. Ils sont essentiels à l'interaction du marché français avec le reste du marché européen ;
4. Les réseaux de distribution permettent l'acheminement du gaz depuis les réseaux de transport jusqu'aux consommateurs finaux qui ne sont pas directement raccordés aux réseaux de transport.

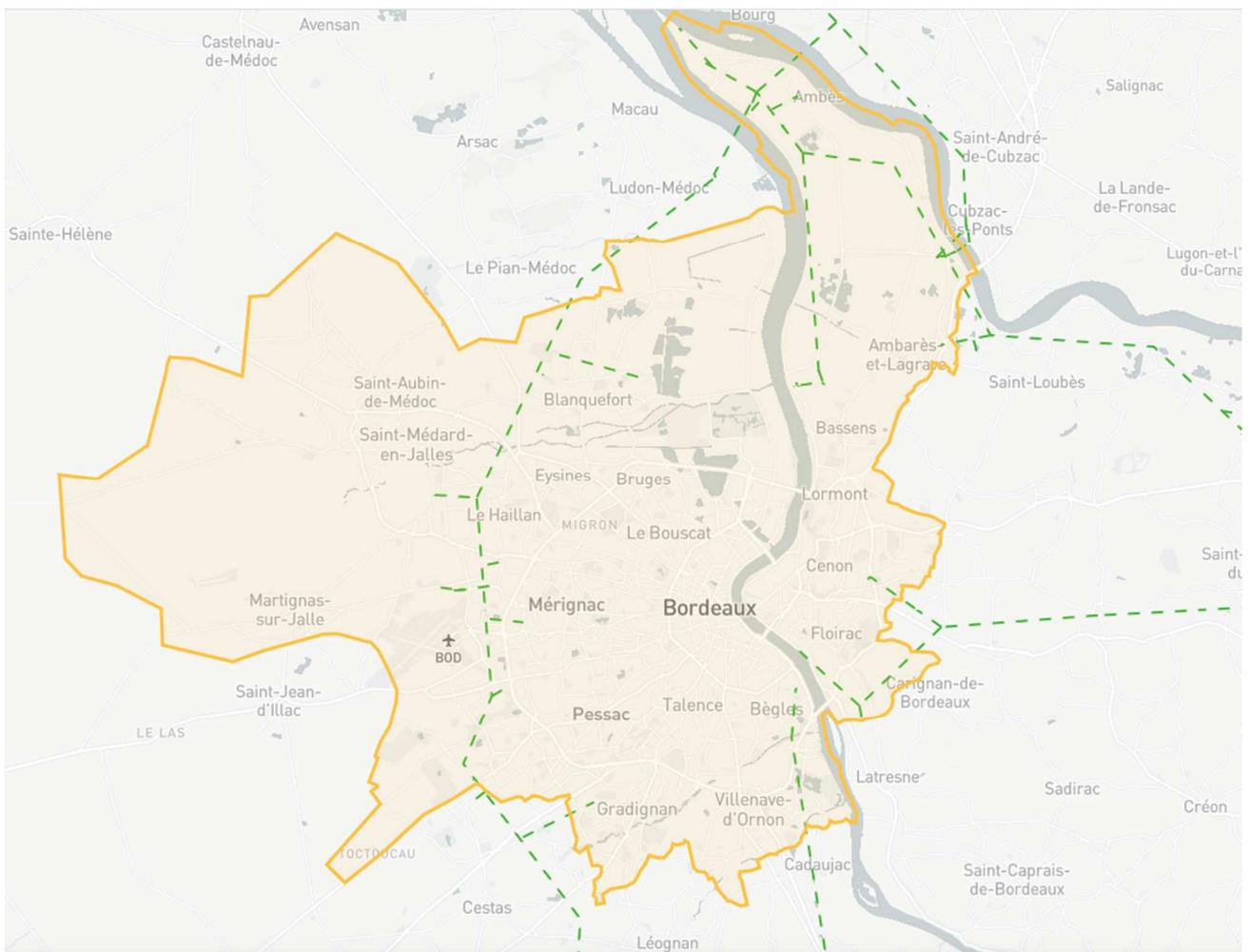


Figure 47 : Cartographie du réseau de transport, Source : <https://opendata.reseaux-energies.fr/pages/accueil/>, 2021

Le réseau de distribution de gaz

Toutes les communes sont raccordées au réseau de distribution de gaz. Ces consommations sont principalement liées à un usage résidentiel et industriel sur le territoire.

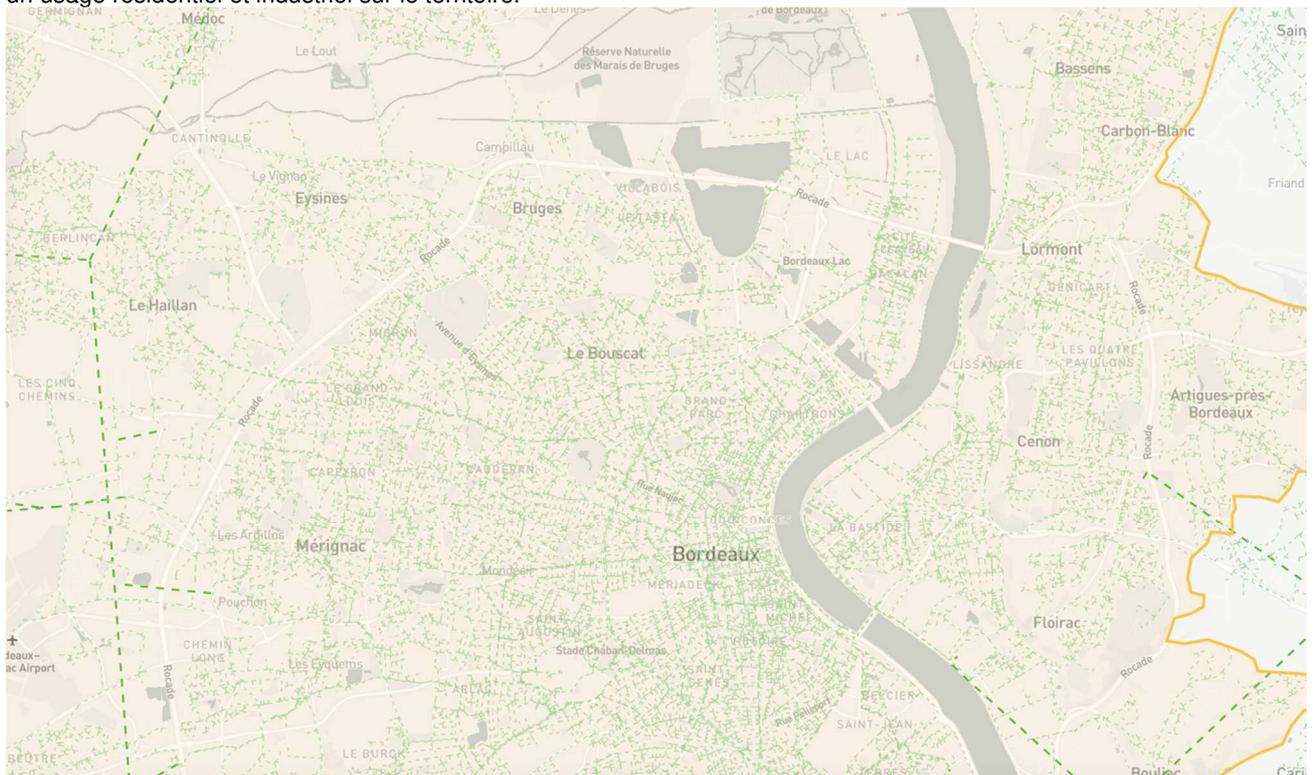


Figure 48 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone centre, Source Agence ORE 2021

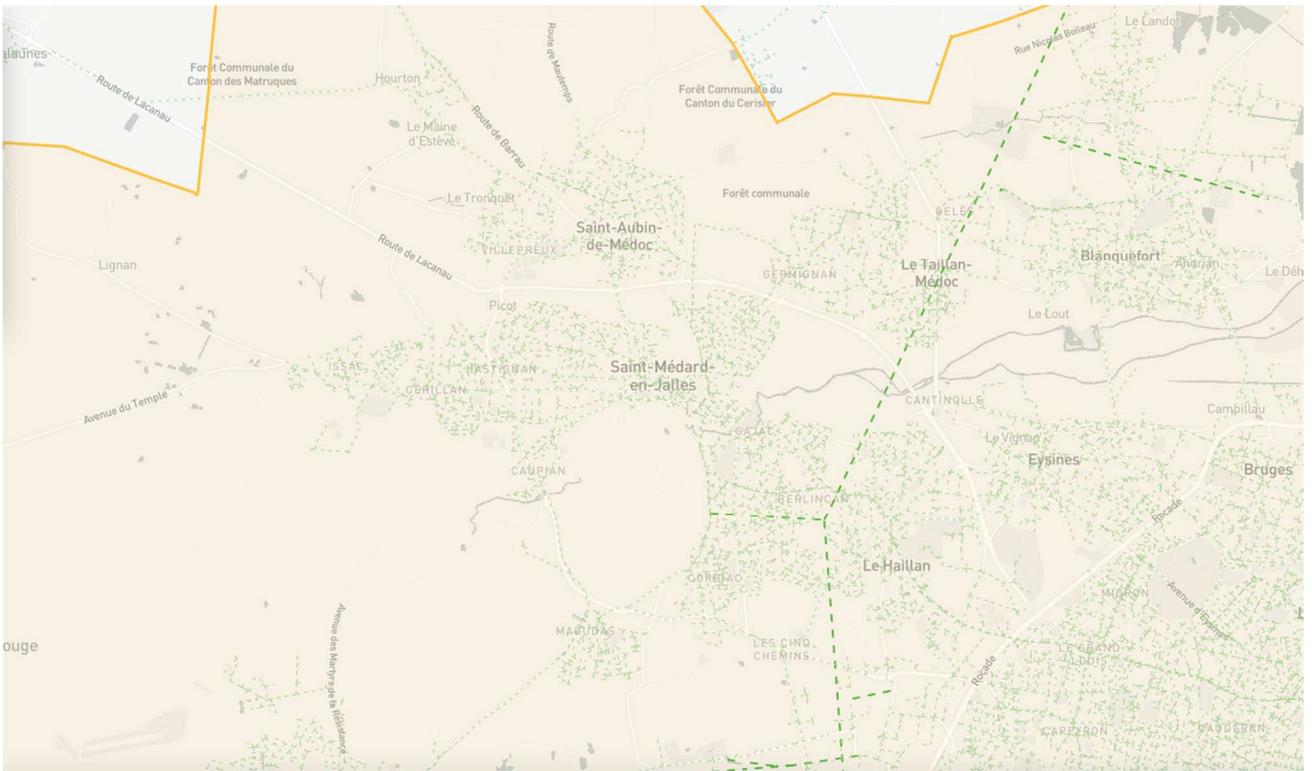


Figure 49 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone Nord-Ouest, Source Agence ORE 2021



Figure 50 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone Nord, Source Agence ORE 2021

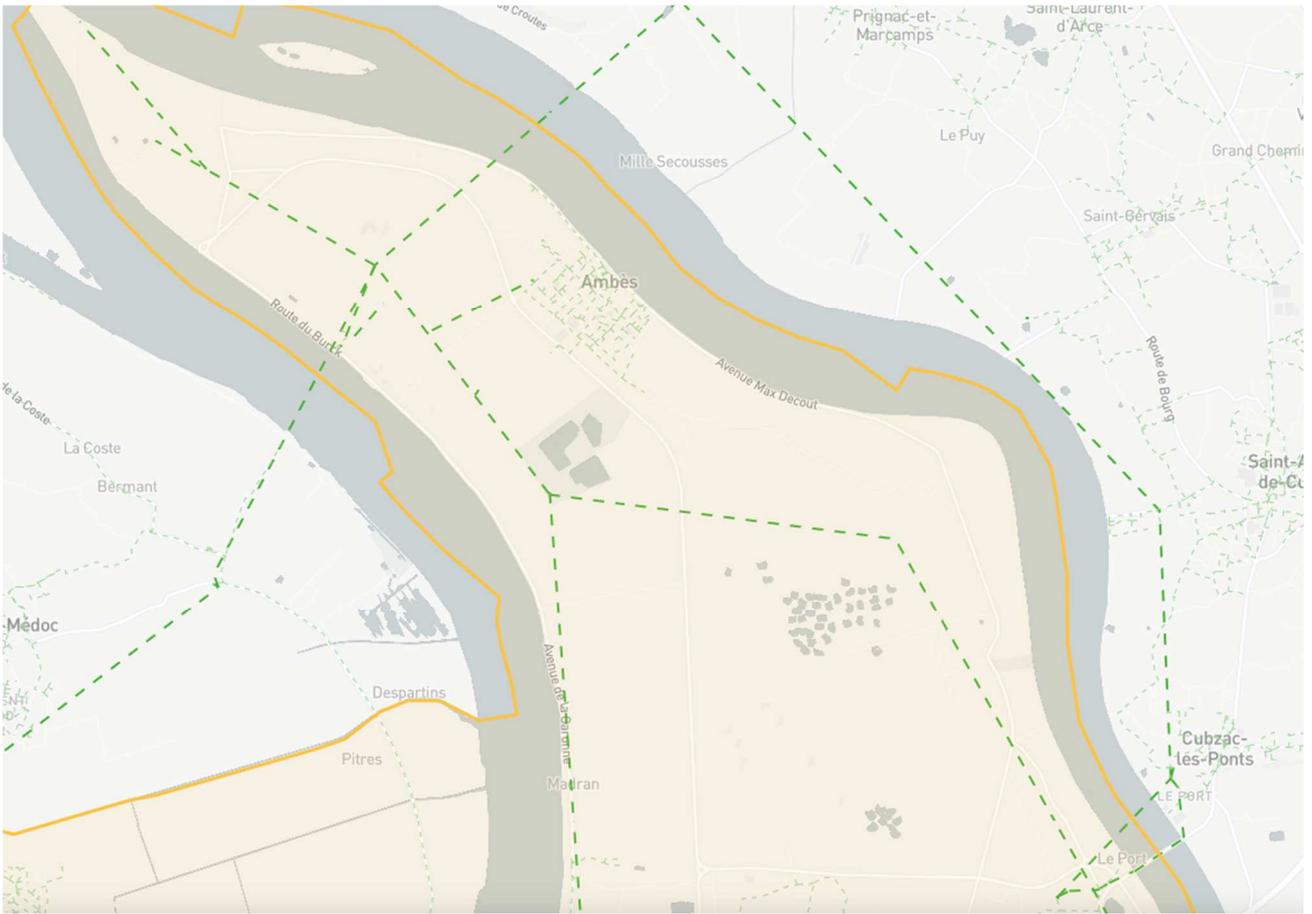


Figure 51 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone Nord, Source Agence ORE 2021

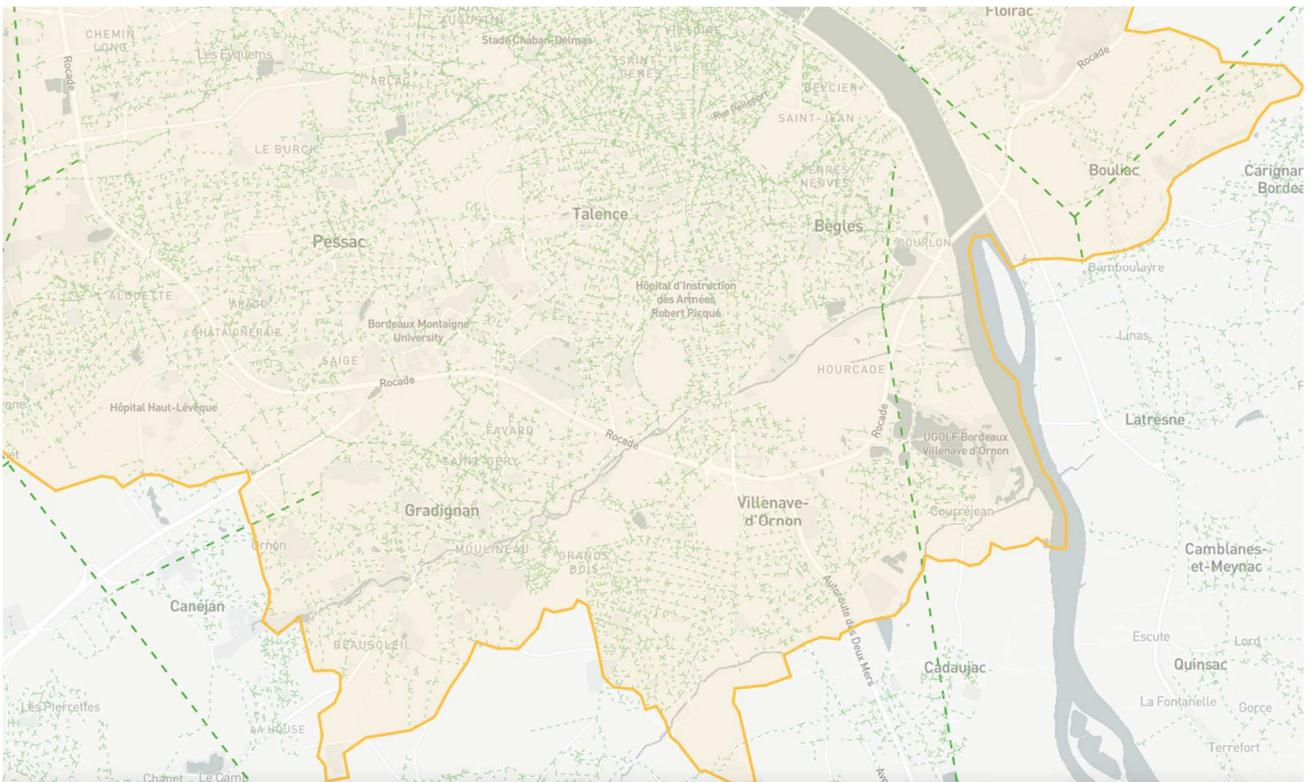


Figure 52 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone Sud, Source Agence ORE 2021

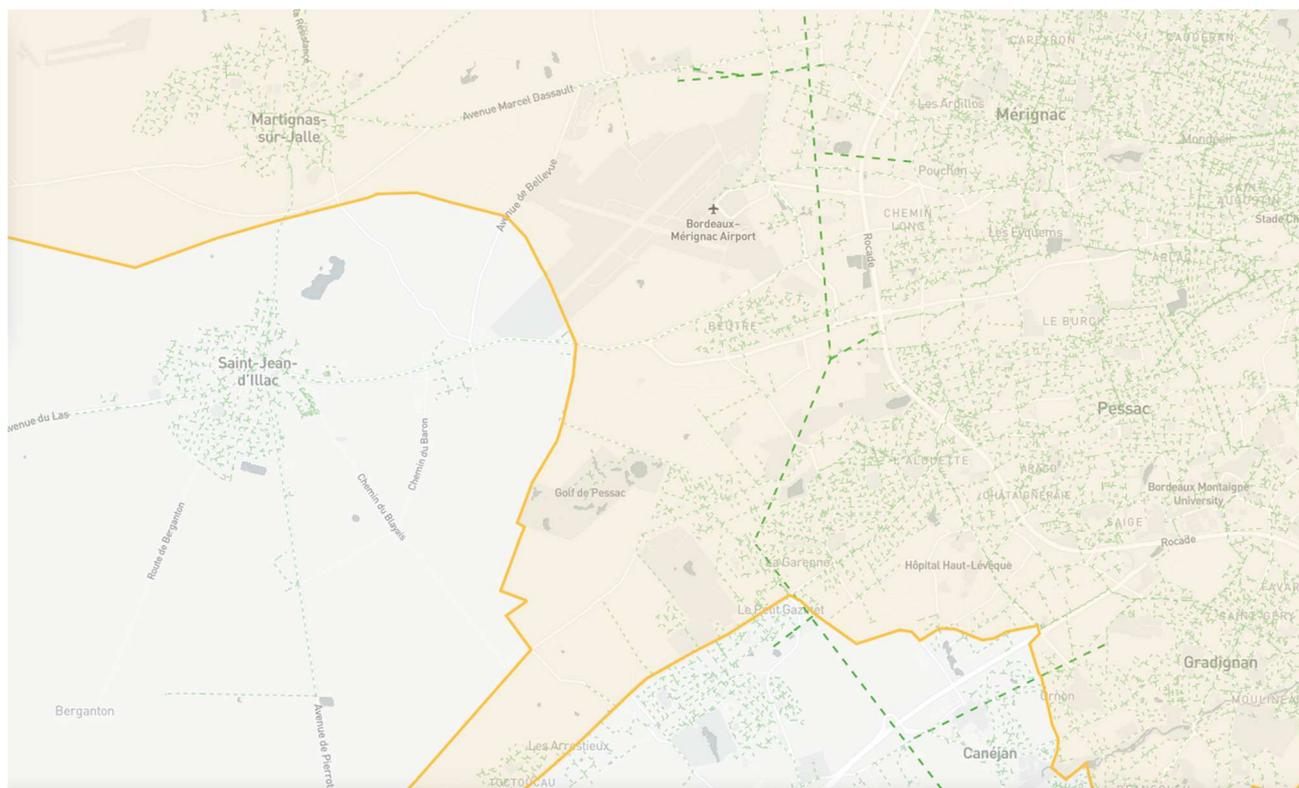


Figure 53 : Réseau de distribution de gaz REGAZ zone Sud-Est, Source Agence ORE 2021

On observe une diminution des longueurs de réseaux exploités en Basse Pression (BP) au profit de la Moyenne Pression (MP). Cela va dans le sens de l'amélioration de la qualité de desserte des clients, grâce à une plus grande capacité du réseau et une exploitation facilitée.

3.3.2.3. Cartographie des réseaux de chaleur du territoire

Un réseau de chaleur est un système de distribution de chaleur à partir d'une installation de production centralisée afin de desservir plusieurs consommateurs. Les réseaux de chaleur sont utilisés à des fins de chauffage (secteur résidentiel, bureaux, centres commerciaux) et de fourniture d'eau chaude sanitaire.

Le loi énergie-climat a fixé des objectifs très ambitieux en matière d'énergie, ce qui influence fortement le développement des réseaux de chaleur. Un réseau de chaleur va permettre d'une part de valoriser la biomasse, la géothermie ainsi que la chaleur de récupération et d'autre part, d'exprimer la volonté d'une collectivité de se saisir, sur son territoire, des enjeux liés à l'énergie.

Sur le territoire métropolitain, 16 réseaux de chaleur sont implantés ou en projet :

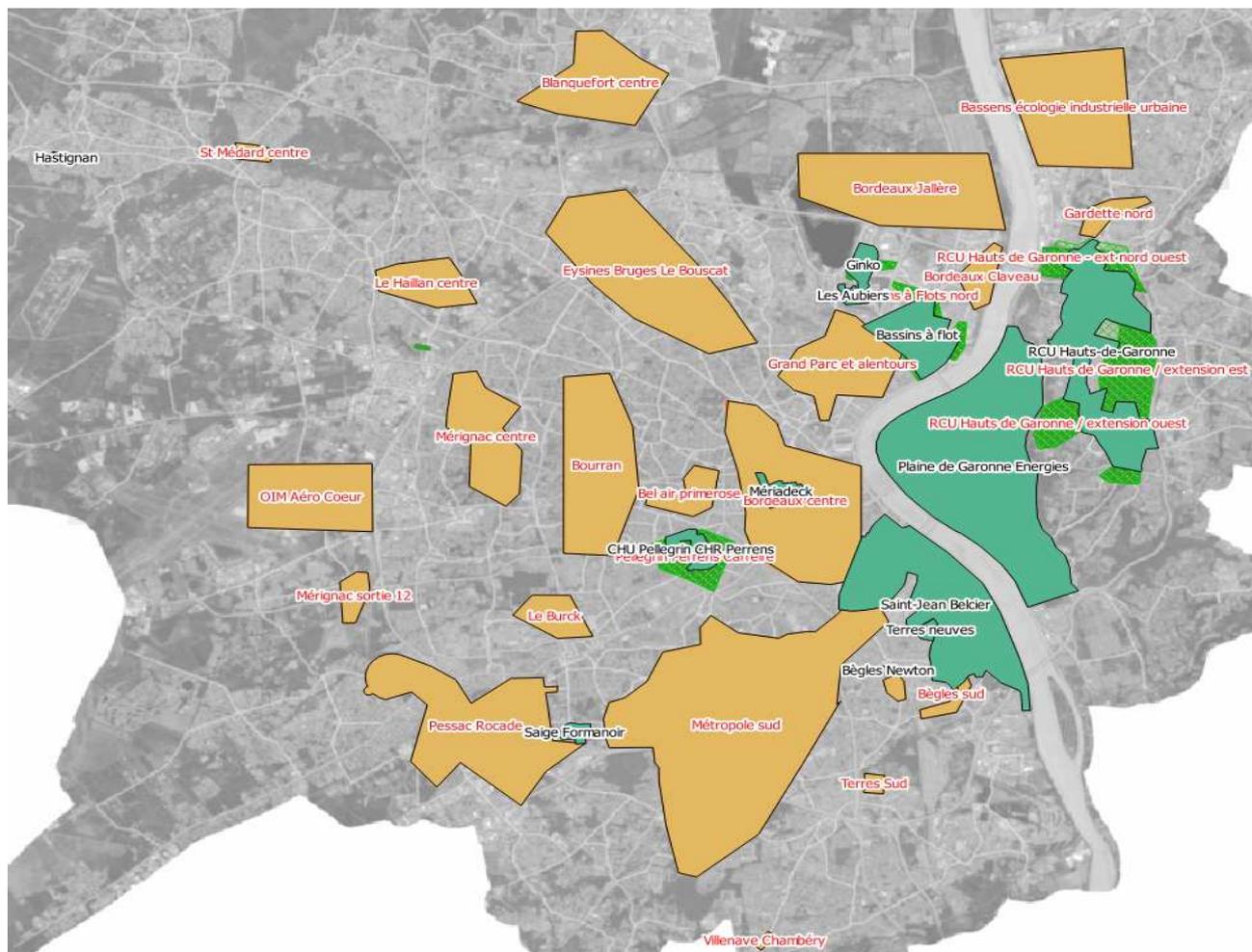


Figure 54 : Carte des réseaux de chaleur implantés ou en projet sur le territoire de la Métropole de Bordeaux

Réseaux	Production
Hauts de Garonne	120 GWh
Pessac Saige Formanoir	13 GWh
Bordeaux Mériadeck	5 GWh
St Médard Hastignan	2 GWh
Bègles Terres Neuves	5 GWh
Bordeaux Ginko	10 GWh
Bordeaux Bassins à Flots	20 GWh
Bordeaux Centres hospitaliers	50 GWh
Saint-Jean Belcier	10 GWh
Plaine de Garonne Energies	18 GWh
Les Aubiers - Le Lac	15 GWh
Bègles Newton	1 GWh
Mérignac centre	0 GWh
Le Haillan	0 GWh
Grand Parc	0 GWh
Métropole Sud (en étude avancée)	0 GWh
Total (projets actés)	269 GWh

Figure 55 : Réseaux de chaleur implantés ou en projet et production 2020

3.3.3. Potentiel de développement des réseaux

Les résultats présentés ci-dessous ne se substituent pas à une étude de faisabilité précise et localisée de raccordement.

3.3.3.1. Analyse du réseau de transport et de distribution d'électricité

Le réseau HTA et la capacité des postes sources

Il est possible de raccorder une installation de production d'électricité au réseau HTA (de 250 kVA à 12 MW) de deux manières :

- Création d'un départ dédié direct HTA depuis le poste source (pour les installations de quelques MW à 12MW) ;
- Création d'un nouveau poste de transformation HTA sur le réseau HTA existant (pour les installations de quelques MW).

Pour chacun des postes sources, les données relatives aux puissances raccordables sont issues du S3REnR (Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables).

Les Schémas Régionaux de Raccordement des Réseaux des Energies Renouvelables permettent aux gestionnaires de réseaux de réserver des capacités de raccordement sur une période de dix ans.

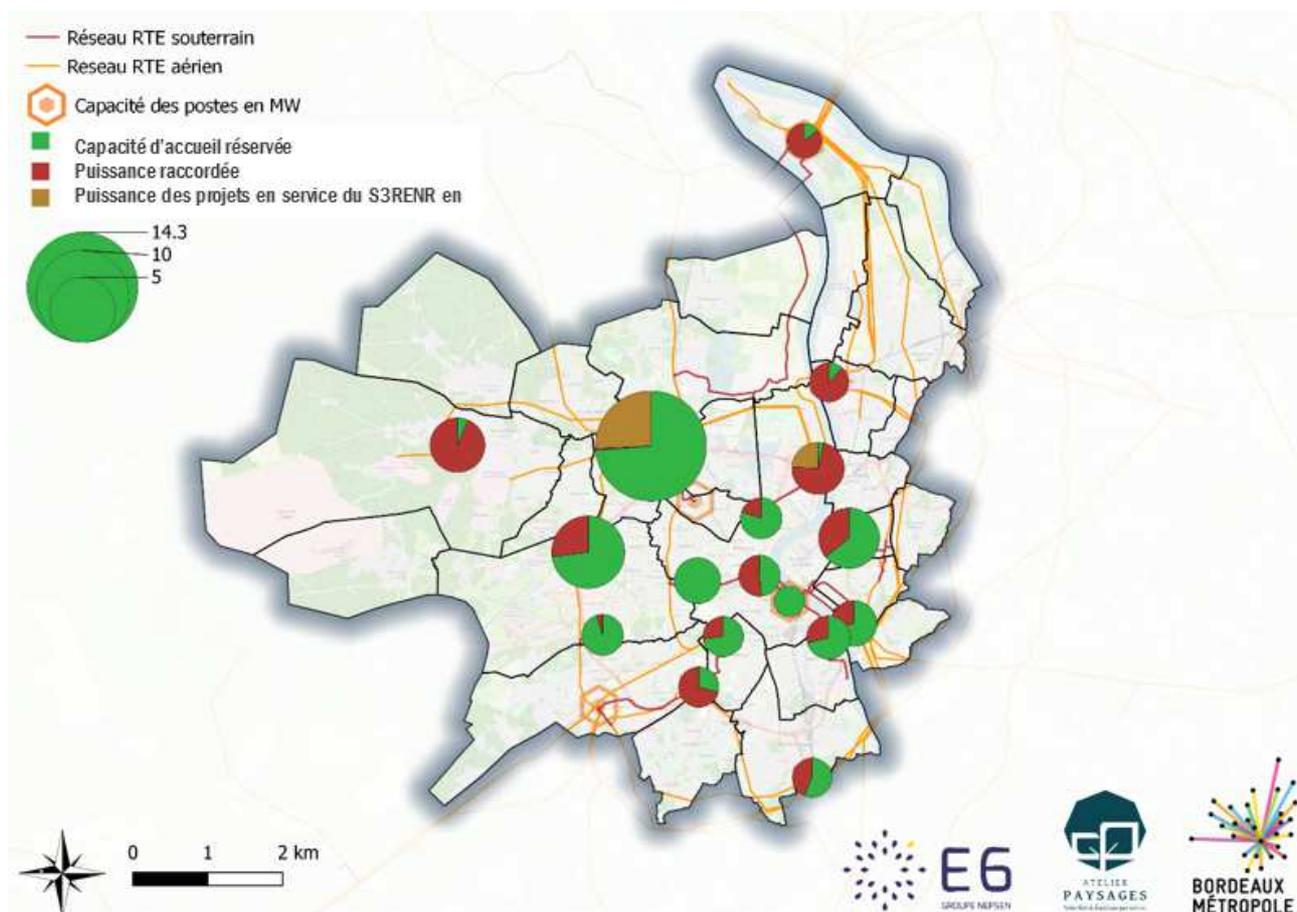


Figure 56 : Capacité de raccordements des postes sources Source : Caparéseau consulté le 11.04.2022

56 MW sont disponibles le poste source du territoire (capacité réservée au titre du S3REN) pour raccorder les installations de production supérieure à 250 kVA.

162,4 MW de projet ENR sont en développement sur les postes sources du territoire.

22,4 MW sont en file d'attente pour être raccordés sur les postes sources du territoire.

Le calcul de potentiel d'énergie renouvelable a mis en évidence un potentiel de développement (photovoltaïque notamment) important.

La contrainte liée aux postes sources dans le cadre du S3REN du territoire est donc limitante pour le développement des EnR du territoire.

Le réseau BT

Il est possible de raccorder une installation de production d'électricité au réseau BT (jusqu'à 250 kVA) de différentes façons :

- Création d'un nouveau poste de transformation HTA/BT et d'un réseau BT associé (installations jusqu'à 250 kVA) ;
- Création d'un départ direct BT du poste de transformation HTA/BT (installations jusqu'à 250 kVA) ;
- Raccordement sur le réseau BT existant (installations de petite puissance, notamment photovoltaïque jusqu'à 36 kVA).

Il est possible de faire une étude des capacités d'injection d'électricité sur le réseau BT et des coûts de raccordement associés en considérant que le site de production BT est rattaché au poste HTA/BT par un départ dédié.

De manière générale, on constate que la capacité d'injection diminue et que le coût de raccordement augmente lorsque l'on s'éloigne du poste HTA/BT (en suivant le tracé routier). L'injection au niveau d'un départ BT étant trop restreinte en termes de plan de tension (seulement 1,5% de marge). La création d'un départ BT est plus favorable.

3.3.3.2. Analyse du réseau de gaz

Les réseaux de distribution de gaz ont la possibilité d'être alimenté par :

- Le réseau de transport par le biais des postes de détente ;
- Les petites productions de biogaz par le biais des postes d'injection.

C'est cette dernière possibilité que nous étudions dans le cadre de cette étude. Cette injection consiste pour le moment en la compression et l'injection dans le réseau. Cette solution est encore en développement et son coût est important.

L'injection sur le réseau de distribution repose alors sur :

- La création d'une canalisation de distribution entre le réseau de distribution de gaz existant et l'unité de méthanisation.
- La construction d'un poste d'injection sur le réseau de distribution, regroupant les fonctions d'odorisation, d'analyse du gaz, un système anti-retour et le comptage.

La modélisation des consommations gazières sur les réseaux de distribution permet d'estimer les capacités d'injection de biogaz (4 180 GWh de gaz consommé sur le territoire de la métropole). Le réseau de gaz du territoire est constitué d'une unique poche d'injection.

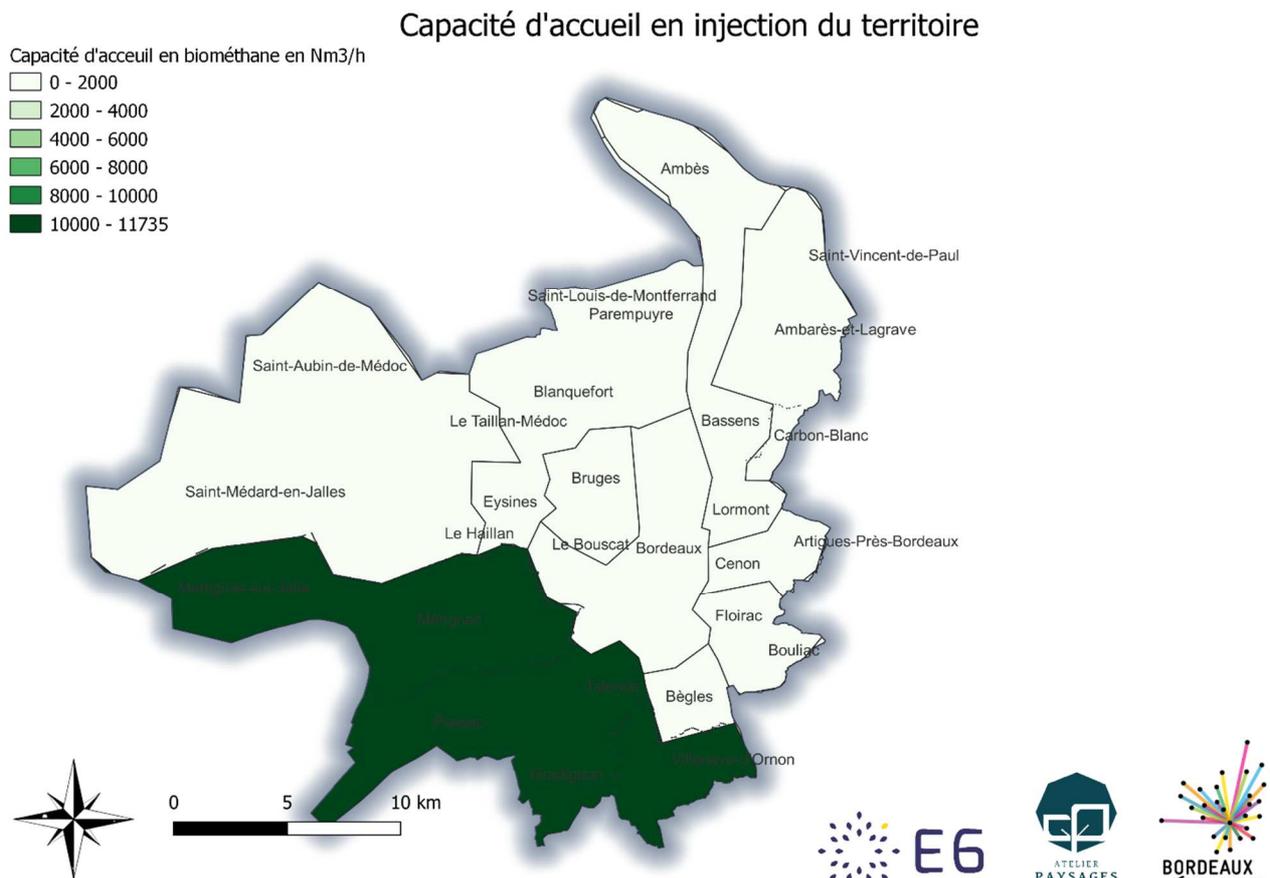


Figure 57 : Capacité d'accueil biométhane après renforcement en Nm³/h, source opendata.resau.energies 2020

La cartographie biométhane d'accès au réseau met en évidence une capacité de **11 735 Nm³/h** au sud du territoire et une capacité intéressante de 890 Nm³/h au nord de la commune d'Ambès à proximité du territoire.

La quantité totale de biométhane injectée dans le réseau de distribution de gaz naturel par tous les projets doit être, à toute heure de la journée et à toute période de l'année, inférieure au débit de gaz naturel consommé sur la zone concernée.

Le réseaux de distribution présentent un débit disponible en injection de biométhane intéressant. Les possibilités de projets d'injection de biogaz sur le territoire sont à étudier.

Il est également possible de se raccorder sur le réseau de transport de gaz, avec des débits injectables très élevés. Pour cela il est nécessaire :

- De comprimer le gaz pour porter sa pression au niveau de celle du réseau de transport. Les compresseurs sont des équipements relativement coûteux ;
- De construire une canalisation de transport entre le compresseur et le poste d'injection ;
- De construire un poste d'injection sur le réseau de transport qui est très couteux.

3.3.3.3. Analyse des besoins en chaleur du territoire

Les réseaux de chaleur sont un outil au service de la transition énergétique et environnementale, surtout lorsqu'ils sont alimentés par une énergie renouvelable. La création d'un réseau de chaleur est un projet assez lourd mais structurant d'un point de vue énergétique. Un tel projet se caractérise par plusieurs éléments :

- Un porteur de projet ;
- Des zones demandeuses en chaleur ;
- Les motivations du porteur de projet :
 - Economies escomptées sur la facture énergétique des bâtiments concernés ;
 - Valorisation d'une ressource locale et offre d'un débouché pour des sous-produits d'industries locales ;
 - Renforcement d'emplois locaux (approvisionnement et exploitation des équipements) ;
 - Contribution à la réduction des impacts sur l'environnement de la production d'énergie.

Les besoins en chaleur du territoire (200m*200m) sont illustrés ci-dessous. Cette carte présente différents usages. Elle permet de mettre en évidence les zones sur lesquelles des études de faisabilité de réseau de chaleur devraient être menées (zones de plus de 30 000 MWh et concentrées) et identifier les zones à fort besoin en chaleur situés à proximité d'un site industriel rejetant de la chaleur.

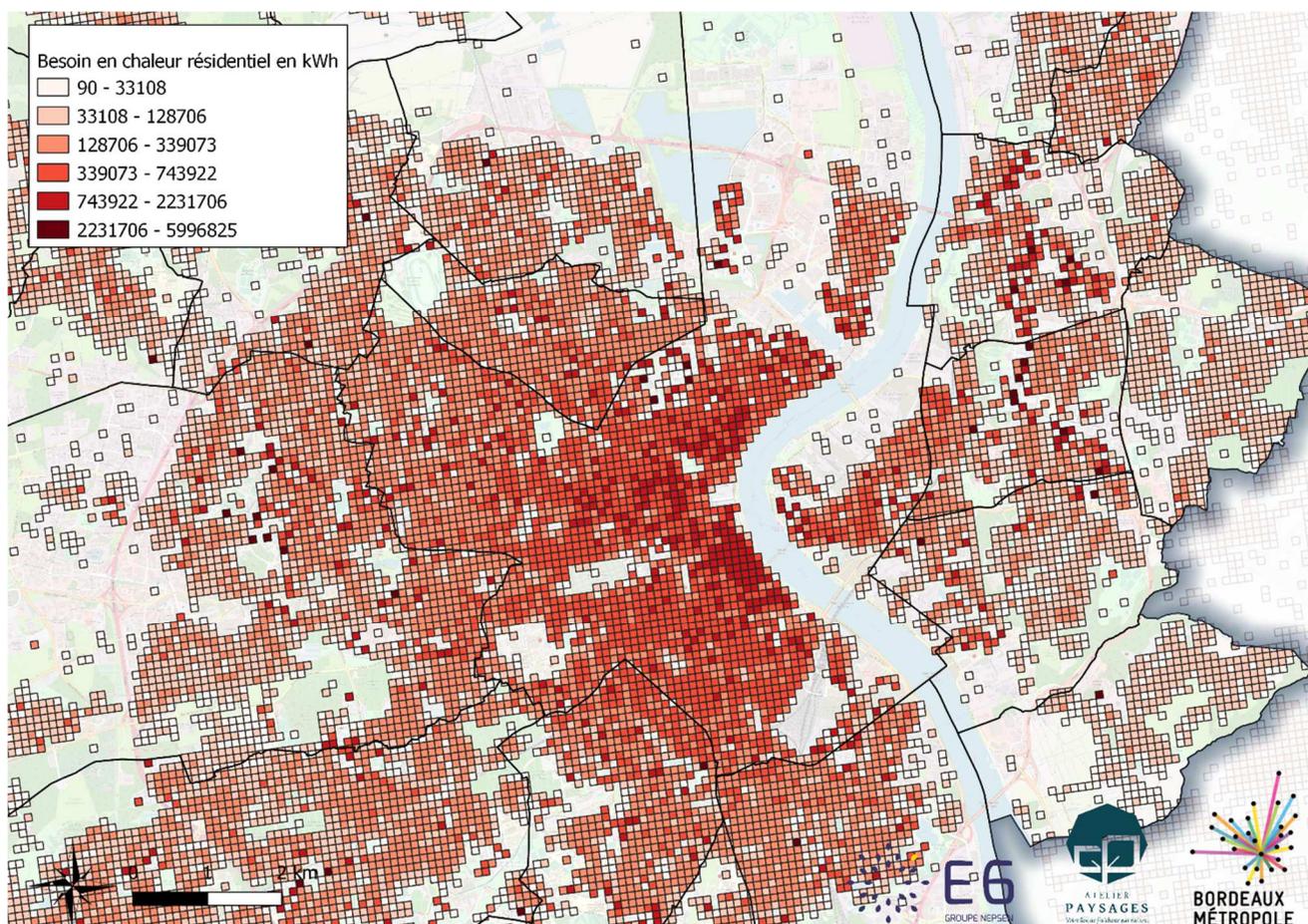


Figure 58 : Carte des besoins en chaleur (résidentiel) du territoire à la maille 200m*200m Source : CEREMA 2020

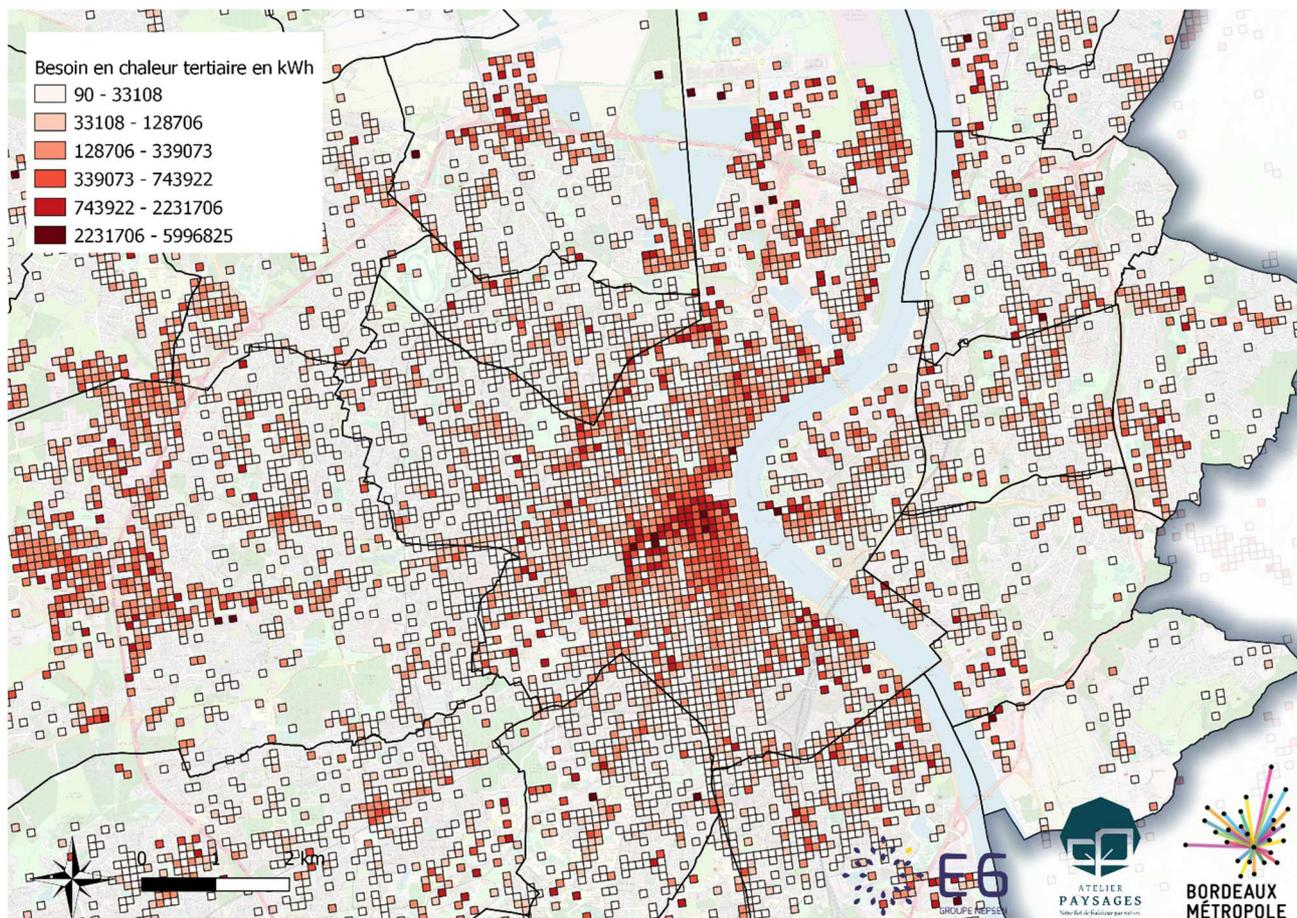


Figure 59 : Carte des besoins en chaleur (tertiaire) du territoire à la maille 200m*200m Source : CEREMA 2020

La carte besoins en chaleur du territoire met en évidence des besoins en chaleur tertiaires et résidentiels sur une large partie du territoire.

Sans surprise, le territoire métropolitain est une zone dense et la solution des réseaux de chaleur est une relation relativement pertinente pour ces profils de zone. Le potentiel de développement est d'un facteur 2 (en termes d'équivalents logements raccordés) si l'on prend en compte que la densité énergétique linéaire minimum de 4.5MWh/ml.an et même si l'on prend en compte qu'à moyen terme le potentiel est plus faible du fait de la rénovation thermique es logements.

3.3.4. Enjeux mis en évidence par l'étude

<p style="text-align: center;">Atouts</p> <ul style="list-style-type: none">• L'ensemble du territoire est couvert par le réseau électrique BT, via lequel peuvent être raccordées les installations PV de faible puissance (potentiel important sur le territoire)• L'ensemble du territoire est couvert par le réseau électrique HTA, via lequel peuvent être raccordées les installations PV de forte puissance (potentiel important sur le territoire)• Tout le territoire est desservi par le gaz et l'extension et le renforcement permet de toucher un maximum d'utilisateurs• Plusieurs réseaux de chaleur de taille sur le territoire	<p style="text-align: center;">Faiblesses</p> <ul style="list-style-type: none">• Les capacités réservées au titre du S3REnR au niveau des postes sources mettent en avant la nécessité d'investir au niveau du réseau de transport RTE et en particulier sur les postes sources
<p style="text-align: center;">Opportunités</p> <ul style="list-style-type: none">• Les réseaux HTA, dans leur configuration sont susceptibles d'accueillir des projets de forte puissance (>12MW) sur une large partie du territoire• Des besoins en chaleur résidentiel et tertiaire présent de larges zones du territoire notamment au niveau des centres ville des communes et des zones d'activités tertiaires	<p style="text-align: center;">Menaces</p> <ul style="list-style-type: none">• Le développement des installations de production d'électricité de grande puissance pourrait être freiné si ceci n'est pas fait en adéquation avec le développement des réseaux

AIR

4.1. Données sur la qualité de l'air et potentiels de réduction	67
4.1.1. Contexte méthodologique.....	67
4.1.2. Etat des lieux de la qualité de l'air sur le territoire de Bordeaux Métropole.....	69
4.1.3. Chiffres clés du territoire en termes d'émissions de polluants atmosphériques	74
4.1.4. Impact de la pollution atmosphérique sur la santé des habitants de Bordeaux Métropole.	89
4.1.5. Exposition des établissements sensibles à la pollution de l'air sur Bordeaux Métropole	90
4.1.6. Potentiel maximal théorique de réduction des émissions de polluants atmosphériques...	92
4.1.7. Enjeux mis en évidence par l'étude.....	94

4. AIR

4.1. DONNEES SUR LA QUALITE DE L'AIR ET POTENTIELS DE REDUCTION

4.1.1. Contexte méthodologique

4.1.1.1. Périmètre étudié

Dans le cadre du PCAET, seuls certains polluants atmosphériques sont à quantifier pour une année (la plus récente possible) :

- Les oxydes d'azote (NO_x) ;
- Les particules fines : PM₁₀ et PM_{2,5} ;
- Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) ;
- Le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- L'ammoniac (NH₃).

Dans le cadre du PCAET, seules les émissions exprimées en unité massique (exemple tonne - t) sont chiffrées sur le territoire.

Les secteurs d'activités à cibler sont :

- Le résidentiel ;
- Le tertiaire ;
- Le transport routier ;
- Les autres transports ;
- L'agriculture ;
- Les déchets ;
- L'industrie hors branche énergie ;
- L'industrie branche énergie.

4.1.1.2. Notions clés

Origine des polluants

Point de vigilance

Deux notions sont à bien différencier : émissions et concentrations.

Les **émissions** correspondent aux quantités de polluants (exprimées en unité massique par an) directement rejetées dans l'atmosphère sur le territoire local. Les émissions sont calculées à partir de méthodologies reconnues.

La **concentration** est la quantité de polluants par volume d'air, exprimée par exemple en µg/m³. Les mesures de concentration caractérisent la qualité de l'air que l'on respire.

La qualité de l'air résulte d'un équilibre complexe entre la quantité de polluants rejetée dans l'air (émissions) et les différents phénomènes auxquels ces polluants vont être soumis une fois dans l'atmosphère sous l'action de la météorologie : transport, dispersion sous l'action du vent et de la pluie, dépôt ou réactions chimiques des polluants entre eux ou sous l'action des rayons du soleil. C'est pour cela que certains polluants sont dits **secondaires**, comme par exemple l'ozone (O₃) : ils ne sont pas directement émis dans l'atmosphère mais sont formés à partir de polluants primaires (directement issus des sources d'émission).

Les polluants dans l'air extérieur ont deux origines possibles : origine naturelle ou induite par l'homme.

Sources de pollution induite par l'activité humaine

Les sources de pollution induite par l'activité humaine sont :

- les transports et notamment le trafic routier ;
- les bâtiments (chauffage en particulier le bois et le fioul) ;
- l'agriculture du fait de l'utilisation d'engrais azotés, de pesticides et les émissions gazeuses d'origine animale ;
- le stockage, l'incinération et le brûlage à l'air libre des déchets ;
- les industries et la production d'énergie.

Sources naturelles de pollution

Les sources naturelles de pollution sont :

- les éruptions volcaniques qui envoient dans l'atmosphère d'énormes quantités de gaz (SO₂) et de particules ;
- les plantes qui produisent des pollens, dont certains sont responsables d'allergies respiratoires, et des substances organiques volatiles qui contribuent à la formation de l'ozone troposphérique ou qui participent à la réactivité entre polluants par contact avec les feuilles ;
- la foudre qui émet des oxydes d'azote (NOx) et de l'ozone ;
- les embruns marins et les déserts de sable ;
- les incendies qui produisent des particules fines (par exemple des particules de suie) et des gaz (NOx, CO, CO₂...), etc.

A savoir

La pollution atmosphérique locale est impactée de manière plus ou moins forte par des émissions provenant d'autres régions et pays et il est nécessaire d'agir sur l'ensemble des territoires en diminuant les émissions locales, d'une part, afin d'éviter les pics de pollution lors des apports de polluants atmosphériques transfrontaliers mais également, d'autre part, pour éviter tout export de pollution atmosphérique vers d'autres régions car, sur l'ensemble de la zone européenne, la pollution est souvent d'origine étrangère en fonction des vents.

Enjeux relatifs à la qualité de l'air

Enjeux sanitaires

Selon une enquête d'ATMO Nouvelle Aquitaine réalisée en septembre 2021, 69% des Néo-Aquitains se considèrent plutôt satisfaits de la qualité de l'air de la commune où ils résident, mais sont préoccupés par les enjeux associés et les impacts de certaines activités : les déplacements routiers (74% du panel), les activités industrielles (67%), les polluants venus d'ailleurs (62%) et les activités agricoles (56%)⁶.

Une étude Santé publique France⁷ sur la période 2016-2019 estime que 40 000 décès prématurés par an seraient attribuables à la pollution aux particules fines (PM_{2,5}).

Les particules fines ne sont pas les seuls polluants à effets sanitaires, d'autres composés ont des effets sur la santé dont certains sont réglementés : les oxydes d'azote (NOx), le dioxyde de soufre (SO₂), l'ozone (O₃). Il est important de ne pas négliger l'impact sur la santé des polluants non réglementés : les pesticides, l'ammoniac, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), le sulfure d'hydrogène (H₂S), etc.

Si les effets de la pollution sont plus importants dans les grandes villes, les villes moyennes et petites ainsi que les milieux ruraux sont également concernés.

Les effets des polluants atmosphériques sont classés en 2 groupes :

- les effets immédiats (suite à une exposition de courte durée) : réactions qui surviennent dans des délais rapides après des variations journalières (très fortes doses) des niveaux ambiants de pollution atmosphérique ; irritations oculaires ou des voies respiratoires, crises d'asthmes ;
- les effets à long terme (après des expositions répétées ou continues tout au long de la vie) : ils contribuent au développement ou à l'aggravation de maladies chroniques : cancers, pathologies cardiovasculaires et respiratoires, troubles neurologiques...

L'exposition de fond (sur la durée) est à l'origine d'un impact plus important sur la santé que des épisodes de pollution ponctuels⁸.

La pollution de l'air a des impacts particulièrement importants sur les personnes vulnérables ou sensibles (enfants, personnes âgées, femmes enceintes, fumeurs, malades du cœur ou des poumons, asthmatiques). En cas de pics de pollution, il est conseillé à ces personnes de limiter les efforts physiques d'intensité élevée (jogging, sports collectifs...).

Enjeux environnementaux

Les polluants atmosphériques participent à l'acidification des milieux naturels, à l'eutrophisation des eaux et ainsi à une altération de la végétation et de la biodiversité.

La pollution induit de la corrosion due au dioxyde de soufre, des noircissements et encroûtements des bâtiments par les poussières, ainsi que des altérations diverses en association avec le gel, l'humidité et les micro-organismes.

Les dépôts atmosphériques peuvent affecter la production et la qualité des produits agricoles.

⁶ <https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/sites/aq/files/atoms/files/communique-presse-resultats-enquete-opinion-vf.pdf>

⁷ <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/pollution-de-l-air-ambiant-nouvelles-estimations-de-son-impact-sur-la-sante-des-francais>

⁸ Corso M., Medina S., Tillier C., Quelle est la part des pics de pollution dans les effets à court terme de la pollution de l'air sur la santé dans les villes de France ? Santé Publique France, 2016

L'ozone à forte quantité a un impact sur les cultures et entraîne une baisse des rendements.

Les composés organiques volatils et les oxydes d'azote participent à la formation de gaz à effet de serre.

Enjeux économiques

En 2015, la commission d'enquête du Sénat⁹ a évalué jusqu'à environ 100 milliards d'euro par an le coût total de la pollution de l'air dont 20 à 30 milliards sont liés aux dommages sanitaires causés par les particules.

Les effets non sanitaires (dégradation des bâtiments, baisse des rendements agricoles, perte de biodiversité, coût de la réglementation, de la taxation ou encore des politiques de prévention) représenteraient un coût d'au moins 4,3 milliards d'euros.

La France est actuellement visée par deux procédures, l'une contentieuse qui porte sur les dépassements persistants des valeurs limites horaires et annuelles de NOx dans 12 territoires (Bordeaux Métropole ne fait pas partie de ces 12 territoires) et l'autre, pré-contentieuse, qui porte sur les dépassements des particules fines sur 10 zones (Bordeaux Métropole ne fait pas partie de ces 12 territoires). Par ailleurs, une sanction a été récemment infligée par le Conseil d'Etat à la France à payer une astreinte de 10 millions d'euros par semestre suite à la plainte de plusieurs associations.

Une présentation plus détaillée de la pollution atmosphérique et de ses effets est présentée en annexe 6.1.

4.1.1.3. Sources de données utilisées

Les données relatives à la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire de Bordeaux Métropole proviennent du réseau ATMO Nouvelle Aquitaine.

Les chiffres présentés ci-après sont les émissions de polluants atmosphériques qui ont été estimées pour l'année 2018 par le réseau ATMO Nouvelle Aquitaine. Des données complémentaires relatives aux années 2010, 2014 et 2016 ont également été transmises.

Les émissions de polluants atmosphériques ne sont pas mesurées mais calculées. Elles sont issues de la dernière version de l'inventaire spatialisé des émissions des réseaux ATMO. Cet inventaire recense, à un instant donné, la quantité de polluants émis dans l'atmosphère.

L'inventaire est construit sur la base d'une méthodologie de référence formalisée par le Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux (PCIT), prévu par l'arrêté relatif au Système National d'Inventaires d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère (SNIEBA). Cette méthodologie, utilisée par l'ensemble des régions françaises, permet des comparatifs nationaux et locaux. Elle précise les bases de données et les facteurs d'émission utilisés, les sources d'informations nécessaires et disponibles pour la description des activités, ainsi que les modalités de calcul des émissions.

Cette méthodologie est compatible avec celle utilisée par le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) qui est en charge de réaliser les inventaires d'émission nationaux pour le compte du Ministère de l'Ecologie.

Des comparaisons des émissions de ce territoire avec le niveau régional (Nouvelle-Aquitaine) et national sont également réalisées. Les données régionales sont relatives à l'année 2018 et proviennent d'ATMO Nouvelle-Aquitaine (<http://emissions-polluantes.atmo-nouvelleaquitaine.org/>) et les données nationales (France métropolitaine) relatives à l'année 2018 proviennent du CITEPA¹⁰. La méthodologie de calcul entre ces différents organismes est commune et repose sur la méthodologie définie dans le PCIT. Les valeurs peuvent donc être comparées.

4.1.2. Etat des lieux de la qualité de l'air sur le territoire de Bordeaux Métropole

Le texte et les données présentés dans cette section sont issus des travaux d'ATMO Nouvelle Aquitaine.

Comme mentionné précédemment, l'Agence nationale de santé publique a estimé en 2021 l'impact sanitaire de la qualité de l'air à 40 000 décès prématurés par an, ce qui correspond à 7% de la mortalité en France. Sur Bordeaux Métropole¹¹, pour le scénario « sans pollution induite par l'activité humaine », **il est estimé que 600 décès seraient liés chaque année à l'exposition chronique aux particules fines PM_{2,5} au sein de Bordeaux Métropole**. On peut considérer ce chiffre comme un ordre de grandeur du poids que les particules fines d'origine anthropique font peser sur la santé. Il correspond à 11,2% de la mortalité totale des plus de 30 ans au sein de la Métropole. De plus, un scénario plus réaliste consiste à estimer les impacts de la pollution si les niveaux moyens annuels de particules fines PM_{2,5} de la Métropole étaient ramenés à la valeur guide préconisée par l'OMS pour protéger la santé (soit 10 µg/m³ pour les PM_{2,5}). Sur la période 2013-2015, la concentration annuelle moyenne en PM_{2,5} était de 13,4 µg/m³ sur le territoire de Bordeaux Métropole. **En prenant en compte ce scénario pour les impacts à long terme, il est estimé que ce sont environ 250 décès qui pourraient être évités chaque année sur le territoire de Bordeaux Métropole**. Cela représente 4,6% de la mortalité totale des plus de 30 ans. Enfin, d'autres scénarios ont été testés pour les effets à long terme de la pollution aux PM_{2,5}, notamment des scénarios de baisse de 30% et 45% de la concentration annuelle moyenne observée sur la période 2013-2015. Il est ainsi estimé que ce sont respectivement 300 décès et 440 décès par an qui pourraient être évités si la concentration annuelle

⁹ Commission d'enquête sur le coût économique et financier de la pollution de l'air, Pollution de l'air : Le coût de l'inaction, 2015

¹⁰ CITEPA – inventaire SECTEN, édition 2021

¹¹ Selon une étude réalisée en 2021 sur Bordeaux Métropole par l'Observatoire Régional de la santé de Nouvelle-Aquitaine.

moyenne en PM_{2,5} était ramenée à 9,4 µg/m³ ou 7,3 µg/m³ sur le territoire métropolitain. Pour information en 2019, la concentration annuelle moyenne de PM_{2,5} sur la Métropole est de 9,5 µg/m³ (donc proche du scénario d'une baisse de 30% de la valeur 2013-2015).

4.1.2.1. Une qualité de l'air extérieur juste conforme à la réglementation et qui reste à améliorer

Le dispositif de surveillance de la qualité de l'air est géré par l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) ATMO Nouvelle-Aquitaine, à laquelle Bordeaux Métropole est adhérente. Ce dispositif s'appuie sur 3 stations urbaines de fond (Bordeaux Grand Parc, Bassens et Talence), 3 stations urbaines de proximité trafic (Bordeaux boulevard Gautier depuis 2018, Bordeaux Bastide et Mérignac) et 1 station périurbaine industrielle à Ambès. Les polluants traqués sont nombreux : particules fines PM₁₀ et PM_{2,5}, dioxyde d'azote NO₂, dioxyde de soufre SO₂, benzène C₆H₆, benzo(a)pyrène B(a)P, métaux lourds (Plomb, Arsenic, Nickel, Cadmium), et ozone O₃. Des outils numériques de modélisation complètent le dispositif : ils permettent d'obtenir une information sur la qualité de l'air en tout point du territoire. Les résultats de ces outils numériques sont vérifiés grâce aux mesures des stations fixes.

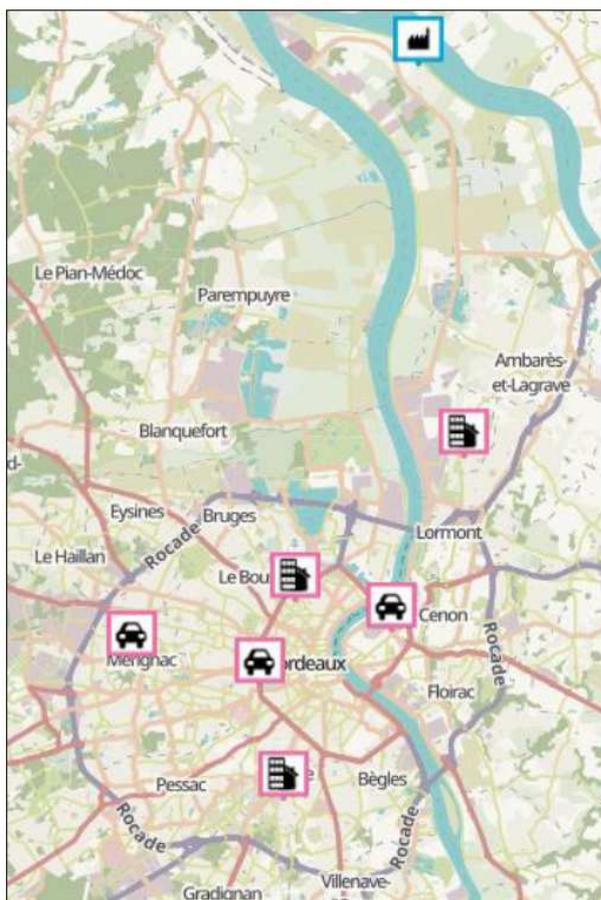


Figure 60 : Carte des emplacements des stations fixes de mesures d'ATMO Nouvelle Aquitaine - Source : <https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/donnees/acces-par-station/31007>

La concentration de ces polluants est globalement à la baisse depuis plusieurs années.

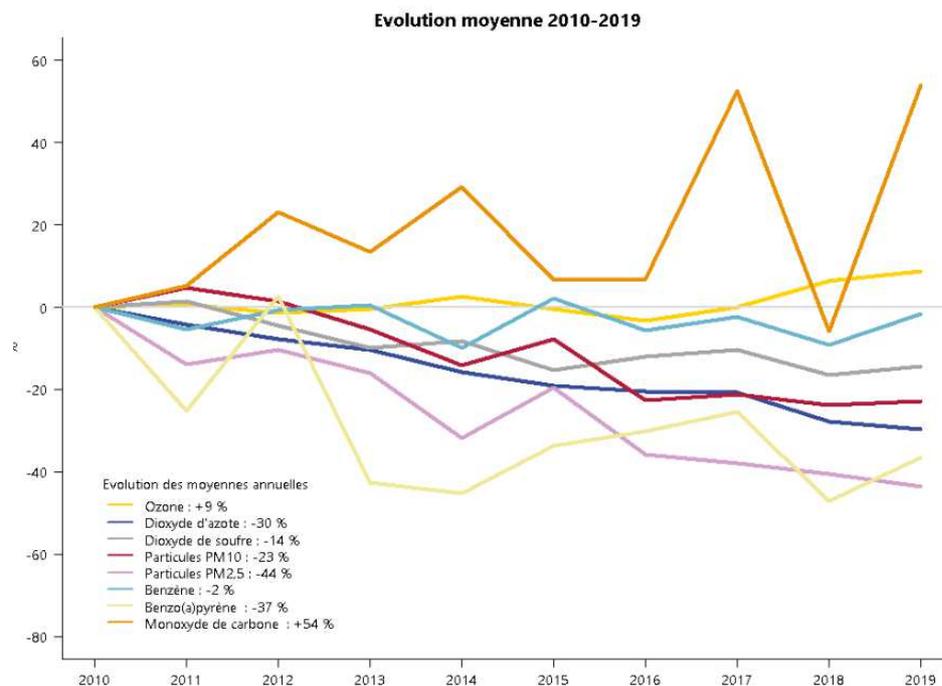


Figure 61 : Evolution des concentrations moyennes selon le polluant entre 2010 et 2019 en Gironde - Source : <https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/actualite/qualite-de-lair-en-nouvelle-aquitaine-quel-bilan-en-2019>

NO₂

Le NO₂ est mesuré dans l'ensemble des stations fixes de la Métropole, qu'elles soient sous influence trafic, industrielle, ou fond. Les niveaux en NO₂ mesurés en proximité trafic restent très proches des valeurs limites (40 µg/m³ en moyenne annuelle) : la concentration moyenne annuelle mesurée en 2019 à Bordeaux boulevard Gautier atteint cette valeur sans la dépasser. Il est probable que cette limite soit dépassée dans les bilans des prochaines années. De plus, des dépassements réglementaires en NO₂ sont mis en évidence à partir des outils de modélisation, le long des principaux axes routiers de l'agglomération bordelaise (rocade, A10, A63) et des axes majeurs du centre-ville de Bordeaux (boulevards, cours, quais) où se concentre la population.

Le secteur des transports représente à lui seul 75% des émissions de NO₂ sur le territoire métropolitain. Le confinement du printemps 2020, lié à la crise sanitaire, a ainsi eu un impact très marqué sur les concentrations de NO₂.

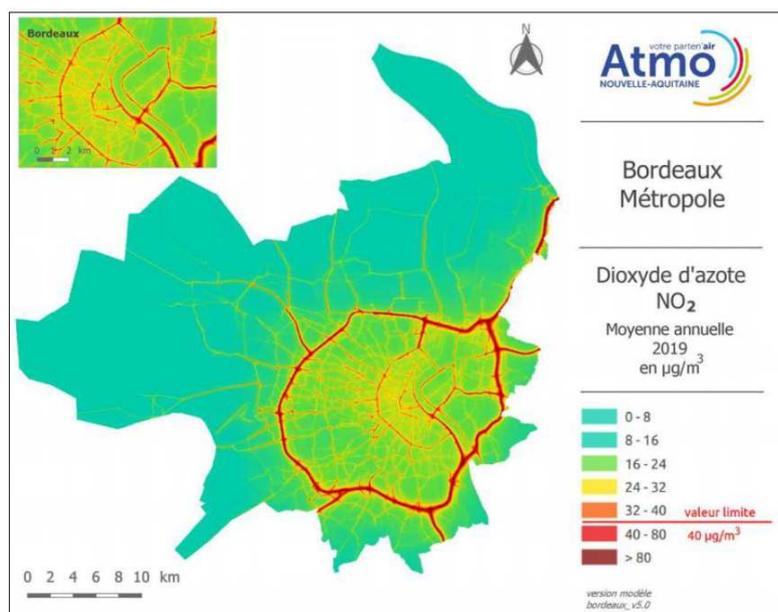


Figure 62 : Carte de pollution du NO₂ en 2019 - Source : ATMO Nouvelle Aquitaine

Particules

On comprend dans cette appellation les particules en suspension (PM₁₀), qui ont un diamètre inférieur à 10 µm et pénètrent dans les poumons, et les particules fines (PM_{2,5}), dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm, et rentrent dans les alvéoles

pulmonaires. Il existe un enjeu fort sur le territoire métropolitain vis-à-vis de ces polluants, en raison des niveaux de fond élevés, et de la fréquence des épisodes de pollution en période hivernale.

En 2019, les recommandations de l'OMS sur les PM₁₀ n'ont pas été respectées sur la station de Bordeaux boulevard Gautier, tant pour la pollution de fond que pour la pollution ponctuelle. Pour cette dernière catégorie, deux autres stations atteignent la limite du nombre de jours de dépassement du seuil fixé par l'OMS, et 4 stations ont fait l'objet d'un dépassement du seuil d'information/recommandation et du seuil d'alerte pour la station Bordeaux boulevard Gautier.

De même, pour les PM_{2,5}, les recommandations de l'OMS sont largement dépassées. De plus, les modélisations faites par ATMO, permettent d'établir que les valeurs limites, objectifs cibles, objectifs de qualité, ne sont pas respectés le long des grands axes routiers.

Le secteur résidentiel/tertiaire représente 42% des émissions de PM₁₀, et 54% des émissions de PM_{2,5} sur le territoire métropolitain. En période hivernale, les analyses effectuées au niveau de la station urbaine de fond de Talence révèlent que la contribution du chauffage au bois, lorsqu'il est utilisé dans de mauvaises conditions, est majoritaire dans les émissions de particules fines (86% des émissions de PM₁₀ et 87% PM_{2,5}) de ces deux secteurs. Les transports représentent quant à eux plus d'un tiers des émissions annuelles de PM₁₀ et de PM_{2,5} ; l'industrie 20% (PM₁₀) et 12% (PM_{2,5}).

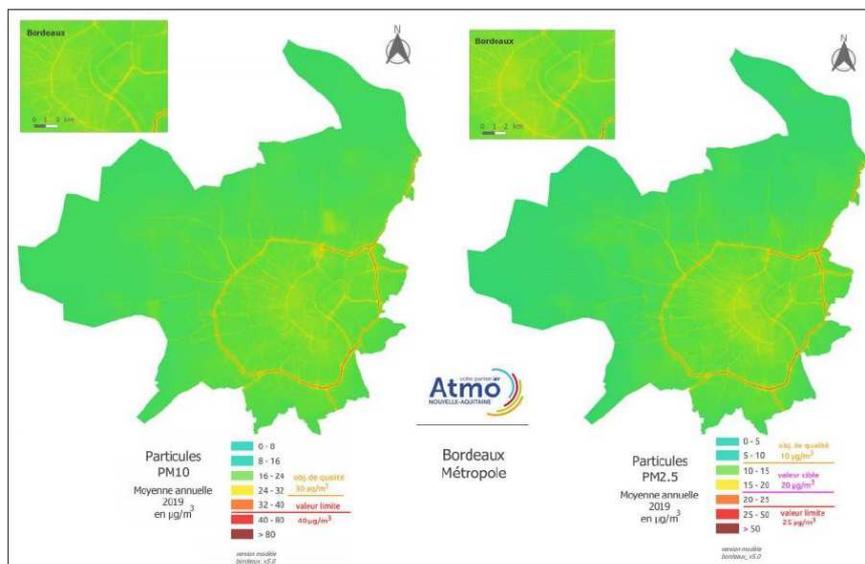


Figure 63 : Carte de pollution des particules fines PM₁₀ et PM_{2,5} en 2019 - Source : ATMO Nouvelle Aquitaine

Indice qualité de l'air

Les indices de qualité de l'air, qui sont diffusés chaque jour et permettent d'indiquer à la population quelle est la qualité de l'air que l'on respire, se dégradent depuis 2017 : passage de 76,7% d'indices "bons à très bons" à 73,1% en 2019, au profit de davantage d'indices "moyens à médiocre".

Pesticides

Cette section est extraite du bilan annuel de la qualité de l'air 2019 en Nouvelle Aquitaine – extrait départemental Gironde¹² (janvier 2021).

Les mesures permanentes de pesticides dans l'air sont effectuées au jardin botanique à Bordeaux. Le site de mesure est un site urbain dans un environnement agricole dominé par les grandes cultures et les vignes.

¹² mes_int_20_030_bilanqa_2019_vf2021_01_21_d33 (version rectifiée).pdf

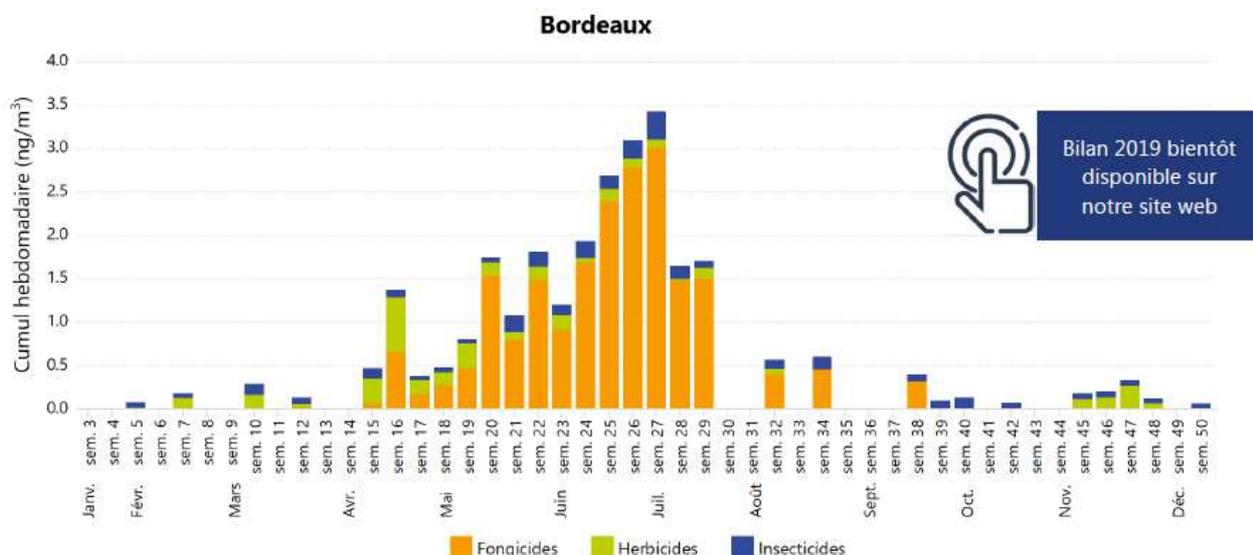


Figure 64 : Carte de pollution des pesticides en 2019 - Source : ATMO Nouvelle Aquitaine - mes_int_20_030_bilanqa_2019_vf2021_01_21_d33 (version rectifiée).pdf

Répartition des molécules selon les saisons

Les traitements fongicides sur les vignes sont perçus à travers les concentrations mesurées au printemps et l'été. L'influence des grandes cultures est visible sur les traitements herbicides au printemps et sur les céréales en fin d'année (désherbage).

Les concentrations en fongicides et en herbicides sont en baisse en 2019 par rapport à l'année 2018. Deux molécules en particulier ont nettement diminué : le folpel (fongicide de la vigne) et le prosulfocarbe (herbicide principalement utilisé sur les céréales d'hiver).

En complément de la surveillance permanente, une surveillance ponctuelle des pesticides dans l'air est réalisée autour de Parempuyre en 2019.

Pollens

Cette section est extraite du bilan annuel de la qualité de l'air 2019 en Nouvelle Aquitaine – extrait départemental Gironde¹³ (janvier 2021).

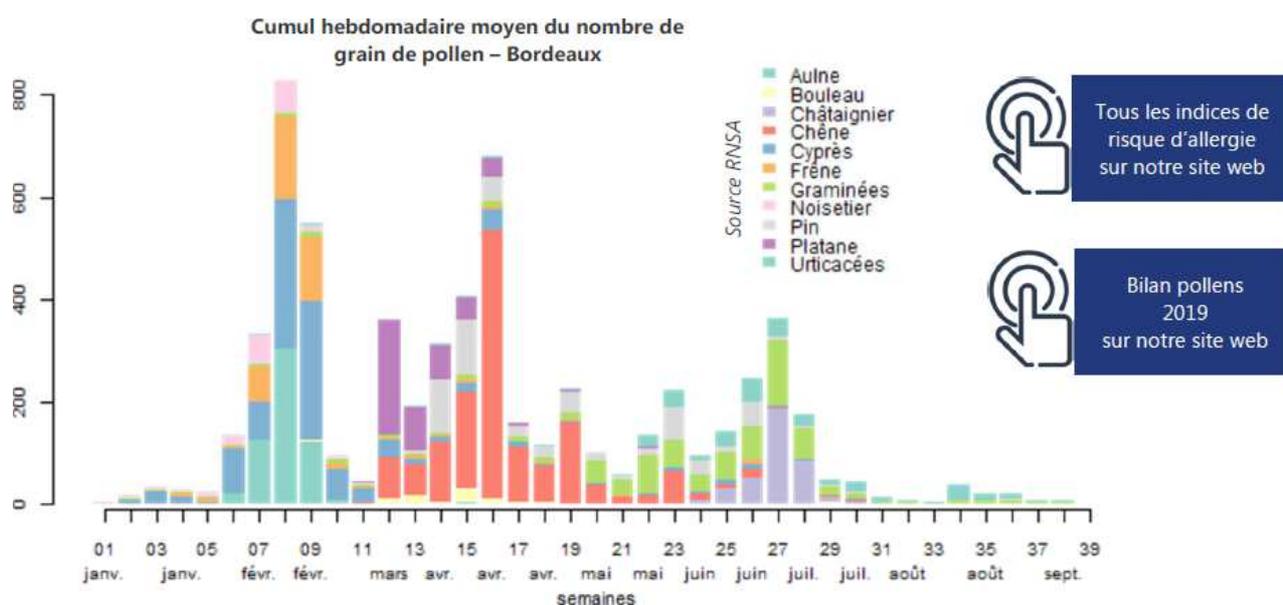


Figure 65 : Carte du cumul hebdomadaire moyen du nombre de grain de pollen à Bordeaux - Source : ATMO Nouvelle Aquitaine - mes_int_20_030_bilanqa_2019_vf2021_01_21_d33 (version rectifiée).pdf

¹³ mes_int_20_030_bilanqa_2019_vf2021_01_21_d33 (version rectifiée).pdf

Les principaux pollens dans l'air observés sur le capteur de Bordeaux sont variés. Trois périodes importantes de pollinisation sont visibles.

- **Février et mars** : cyprès, aulne et frêne
- **Avril** : chêne, platane et pin
- **Mai à juillet** : graminées, châtaigner et urticacées

4.1.3. Chiffres clés du territoire en termes d'émissions de polluants atmosphériques

4.1.3.1. Bilan en 2018

Bilan en 2018 - émissions

Les résultats du diagnostic réglementaire sur le territoire de Bordeaux Métropole pour l'année 2018 pour les six polluants atmosphériques sont présentés dans le tableau suivant.

Ces données d'émissions sont fournies par Atmo Nouvelle-Aquitaine et l'exploitation et l'interprétation de ces données relèvent du Bureau d'Etudes NEPSSEN.



	Emissions (t) - Bordeaux Métropole - Année 2018					
	PM10 (Particules fines inférieures à 10 µm)	PM2,5 (Particules fines inférieures à 2,5 µm)	NOx (Oxydes d'azote)	SO2 (Dioxyde de soufre)	COVNM (Composés organiques volatils non méthaniques)	NH3 (Ammoniac)
	t	t	t	t	t	t
Résidentiel	379,5	372,0	316,8	27,7	2 483,0	73,0
Tertiaire	24,9	20,2	321,4	17,7	57,1	3,7
Transport routier	303,3	209,2	4 304,2	9,4	368,8	32,6
Autres transports	42,2	28,3	905,2	33,3	37,3	0,0
Agriculture	11,4	3,0	10,4	0,1	4,3	88,4
Déchets	0,1	0,0	30,3	8,5	1,1	35,4
Industrie hors branche énergie	193,7	86,5	893,0	165,8	2 911,2	10,9
Industrie branche énergie	3,8	3,2	172,1	21,9	102,0	3,7
TOTAL	959	722	6 953	284	5 965	248

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 »

Dans ce bilan, conformément aux calculs des émissions nationales (protocole de Göteborg), les sources naturelles ne sont pas prises en compte.

Répartition des émissions sur Bordeaux Métropole par polluant et par secteur en 2018, en %

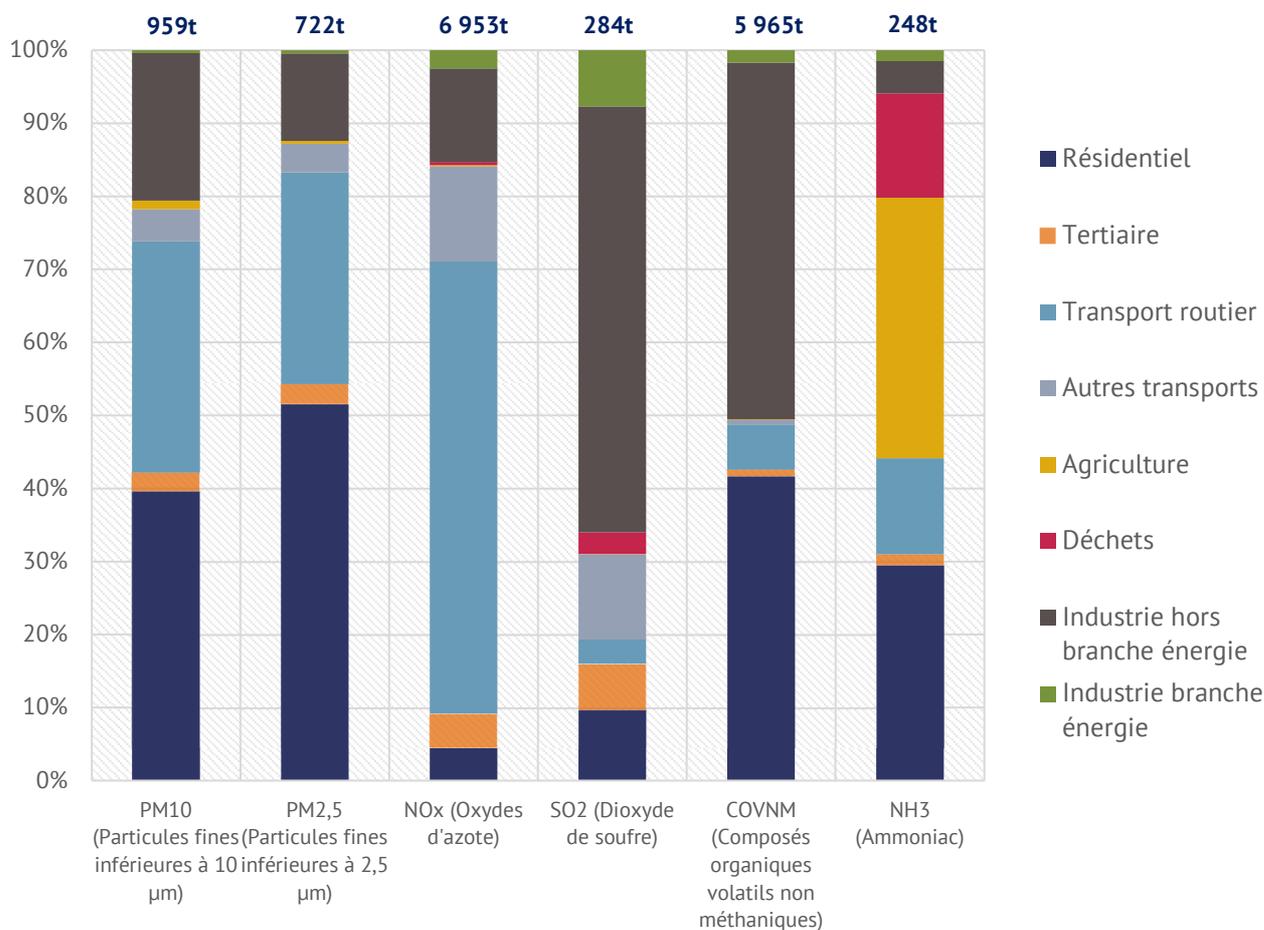


Figure 66 : Répartition des émissions de Bordeaux métropole par polluant atmosphérique en 2018 en % et émissions totales en tonne, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Année 2018 - Bordeaux Métropole »

La figure ci-dessus permet ainsi d'illustrer le fait que chaque polluant a un profil d'émissions différent. Il peut être émis par une source principale ou provenir de sources multiples.

Ainsi, on notera que les oxydes d'azote (NOx) proviennent essentiellement du trafic routier. Le dioxyde de soufre (SO₂), ainsi qu'une part majeure des COVNM sont issus de l'industrie. L'ammoniac (NH₃), d'ordinaire fortement liée au secteur agricole, est émis par les secteurs de l'industrie, des déchets et l'agriculture, du fait d'une activité agricole peu développée sur le territoire, hormis pour la partie viticulture. Les particules sont multi-sources et sont originaires du résidentiel, du transport routier et de l'industrie.

Lorsque les émissions sont rapportées au nombre d'habitants, les poids des secteurs d'activité de l'agglomération peuvent présenter des différences notables avec ceux de la région ou ceux nationaux.

La figure suivante présente les émissions de polluant atmosphérique par habitant en 2018 selon trois échelles : Bordeaux Métropole, la région Nouvelle-Aquitaine et la France métropolitaine.

Emissions par habitant en 2018 (kg/hb)

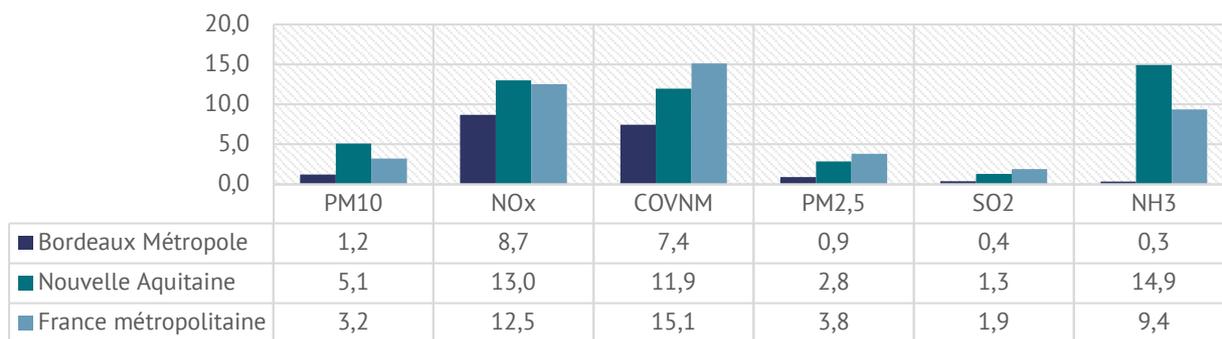


Figure 67 : Emissions par habitant et comparaison régionale et nationale, Source : ATMO Nouvelle Aquitaine, 2018 et CITEPA

La région Nouvelle-Aquitaine est la plus vaste région de France métropolitaine. La région est traversée par de nombreuses autoroutes reliant Bordeaux au reste de la France ou à l'Espagne. Le trafic généré par l'agglomération bordelaise y est très important ainsi que le trafic de transit en direction de l'Espagne. Dans le monde agricole, la viticulture est fortement représentée. Les secteurs prédominants de l'industrie sont l'aéronautique, l'agroalimentaire et l'industrie du papier et l'imprimerie.

Les émissions pour les 6 polluants analysés à savoir les oxydes d'azote, les particules, les composés organiques volatils non méthaniques, le dioxyde de soufre et l'ammoniac par habitant, de Bordeaux Métropole, sont plus faibles que sur la région et la France Métropolitaine. Il est à noter que la densité de population en 2018 est nettement plus élevée sur Bordeaux Métropole (1 385 hab./km²) que sur la région (71 hab./km²) ou la France métropolitaine (119 hab/km²) et contribue à diminuer les émissions par habitant.

Concernant les oxydes d'azote (NOx), les émissions sont principalement dues au transport routier. En effet, Bordeaux Métropole est le carrefour de nombreuses infrastructures routières et génère beaucoup de trafic du fait de son activité économique. L'offre de transport en commun sur le territoire est importante et variée. Elle permet ainsi de limiter les émissions sur l'agglomération. Ainsi, Bordeaux Métropole représente 9% des émissions de la région alors que sa population représente 13,4% de la population régionale et 1,2% de la population nationale. De fait, les émissions par habitant sont plus faibles.

Les particules sont multi-sources et proviennent, pour Bordeaux Métropole, des secteurs résidentiel/tertiaire, transport routier et énergie, industrie et déchets. Les émissions plus faibles par habitant s'expliquent, pour le secteur résidentiel/tertiaire, par une consommation de gaz naturel plus importante que pour le bois. Or, ce dernier est nettement plus émetteur de particules. Pour le secteur routier, il s'agit des mêmes éléments que pour les oxydes d'azote. Pour les secteurs de l'énergie, de l'industrie et des déchets, Bordeaux Métropole compte moins d'industrie génératrice de particules comme le travail du bois, les carrières ou les chantiers/BTP comparé à la région ou à la France métropolitaine. Les émissions de particules par habitant de Bordeaux Métropole sont donc plus faibles.

Les COVNM sont liés principalement aux secteurs de l'énergie, de l'industrie et des déchets et du résidentiel/tertiaire. Le tissu industriel est très dense sur Bordeaux Métropole et il est à l'origine d'une grande part des émissions de la région. De plus, le secteur résidentiel/tertiaire qui, comme pour les oxydes d'azote, voit ses consommations de gaz naturel majoritaires par rapport aux consommations de bois. Encore une fois, le bois est nettement plus émetteur de COVNM que le gaz naturel, ce qui a tendance à limiter les émissions sur le territoire. Ainsi les émissions par habitant sont plus faibles que celles régionales et nationales.

Le SO₂ est majoritairement émis par le secteur de l'industrie. Comme cela a été évoqué précédemment, le tissu industriel est très dense sur Bordeaux Métropole. De plus, le secteur résidentiel/tertiaire de Bordeaux Métropole ne représente que 0,2% des émissions nationales de même secteur.

Enfin, au niveau national, l'ammoniac est émis presque exclusivement par le secteur agricole. Le secteur agricole est moins développé sur Bordeaux Métropole. Aussi, les émissions par habitant sont nettement plus faibles que pour la région ou la France métropolitaine.

4.1.3.2. SO₂

Bilan des émissions sur le territoire

Les émissions de SO₂ (dioxyde de soufre) sur le territoire représentent 284 t en 2018, soit 3,7% des émissions de la Nouvelle Aquitaine.

La répartition des émissions de SO₂ sur le territoire de Bordeaux Métropole est présentée sur la figure suivante.

Il en ressort que la principale source d'émission de SO₂ sur Bordeaux Métropole est le secteur industriel (66% des émissions totales). En effet, le tissu industriel est très dense sur Bordeaux Métropole, en particulier l'industrie chimique.

Répartition des émissions SO₂ - Bordeaux Métropole - 2018 (%)

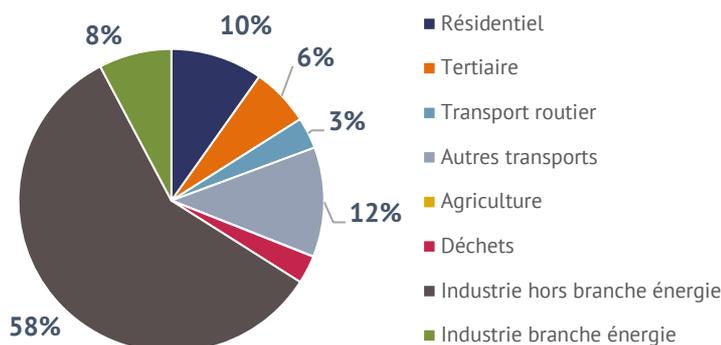


Figure 68 : Répartition par secteur des émissions de SO₂ sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Année 2018 - Bordeaux Métropole »

Comparaison avec les données régionales et nationales

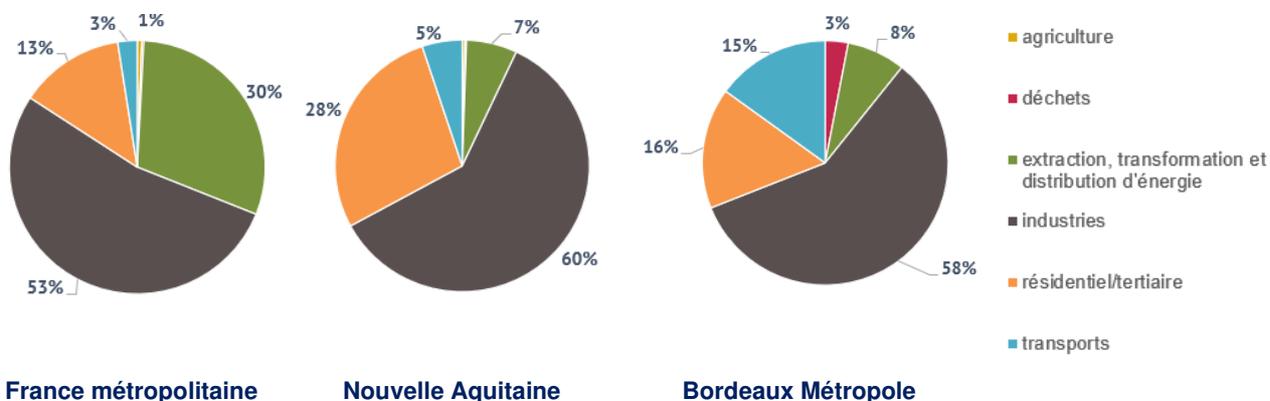


Figure 69 : Comparaison de la répartition des émissions de SO₂ de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018

Tout d'abord, en 2018, le niveau des émissions de SO₂ sur le territoire représente 3,7% des émissions régionales et 0,2% des émissions nationales du fait de la présence d'industries chimiques sur Bordeaux Métropole.

Les répartitions des différentes sources d'émissions comparées entre Bordeaux Métropole et les données régionales et nationales sont assez différentes même si le poste « industries » reste la 1^{ère} source d'émission, du fait, d'une part, d'une industrie chimique bien implantée sur Bordeaux Métropole et d'autre part, d'une consommation plus importante de gaz dans le secteur résidentiel/tertiaire et d'un poste « extraction, transformation et distribution d'énergie » moins présent sur Bordeaux Métropole et la Nouvelle-Aquitaine.

Points clés - SO₂

Le polluant SO₂ est émis sur le territoire principalement par le secteur industriel et en particulier par l'industrie chimique.

4.1.3.3. NOx

Bilan des émissions sur le territoire

Les émissions de NOx (oxydes d'azote) sur le territoire représentent, en 2018, 6 953 t, soit 8,9% des émissions de Nouvelle-Aquitaine.

La répartition des émissions de NOx sur le territoire de Bordeaux Métropole est présentée sur la figure suivante.

Les émissions de NOx proviennent principalement des phénomènes de combustion. Le transport routier est le premier secteur émetteur de NOx sur le territoire avec 62% des émissions du territoire en particulier du fait des véhicules diesel, en seconde position se trouve le secteur de l'industrie hors branche de l'énergie (13%) ainsi que le secteur des autres transports (13%) qui est dominé par les activités du Grand Port Maritime de Bordeaux et de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac.

Répartition des émissions NOx - Bordeaux Métropole - 2018 (%)

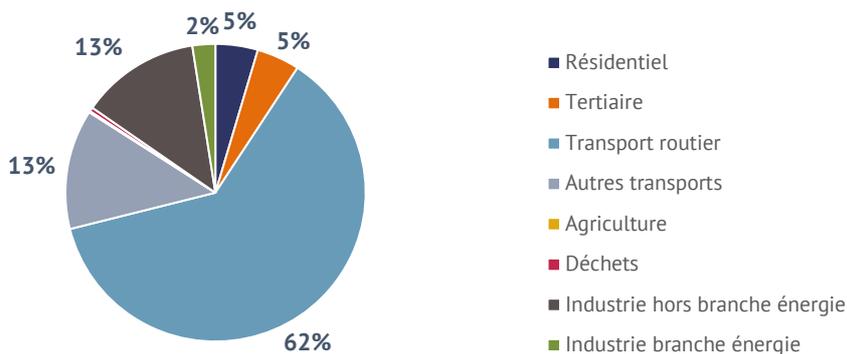


Figure 70 : Répartition par secteur des émissions de NOx sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Année 2018 - Bordeaux Métropole »

Comparaison avec les données régionales et nationales

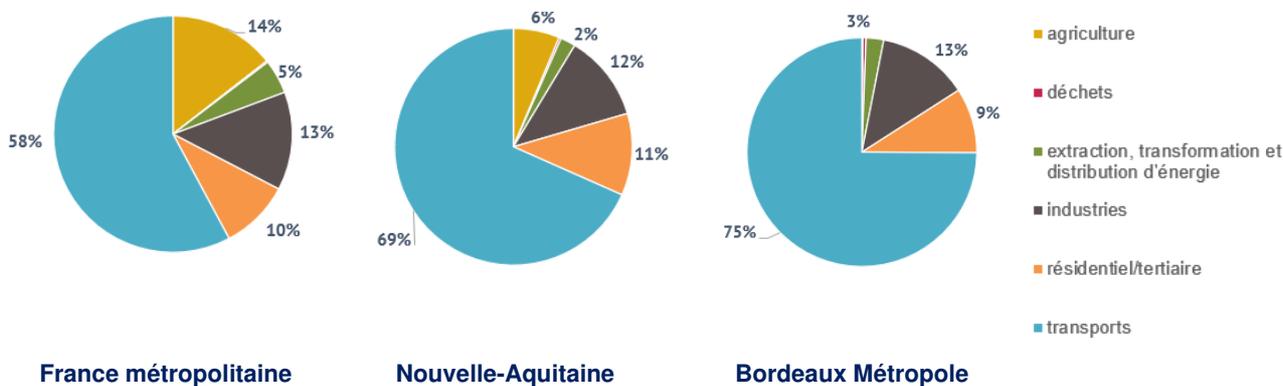


Figure 71 : Comparaison de la répartition des émissions de NOx de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018

La répartition des émissions de NOx par secteur d'activité de Bordeaux Métropole est différente de celle observée au niveau de la Nouvelle-Aquitaine et de la France métropolitaine. En effet, sur Bordeaux Métropole, même si les transports représentent aussi une part importante, l'agriculture est très peu présente.

Points clés - NOx

Le polluant NOx est émis très majoritairement sur le territoire par le transport routier, par le secteur industriel et par le secteur des autres transports (Grand Port Maritime de Bordeaux et aéroport de Bordeaux-Mérignac).

4.1.3.4. COVNM

Bilan des émissions sur le territoire

Le niveau des émissions de COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques) sur le territoire est, en 2018, de 5 965 t, soit 8,4% des émissions de Nouvelle-Aquitaine.

La répartition des émissions de COVNM sur le territoire de Bordeaux Métropole est présentée sur la figure suivante.

Le secteur industriel (hors branche énergie) est le premier secteur émetteur de COVNM sur le territoire avec 49% des émissions du territoire. Les émissions sont principalement induites par l'industrie chimique, l'industrie agroalimentaire et l'industrie de la construction (production et utilisation de peinture/solvant notamment).

En seconde position se trouve le secteur résidentiel (42% des émissions du territoire). Ces émissions proviennent, d'une part, des émissions induites par l'utilisation de biomasse dans les équipements domestiques (chaudières, inserts, etc.), d'autre part, des émissions issues de l'utilisation des produits solvantés (colle, peinture, solvant, etc.) et enfin des engins de jardinage.

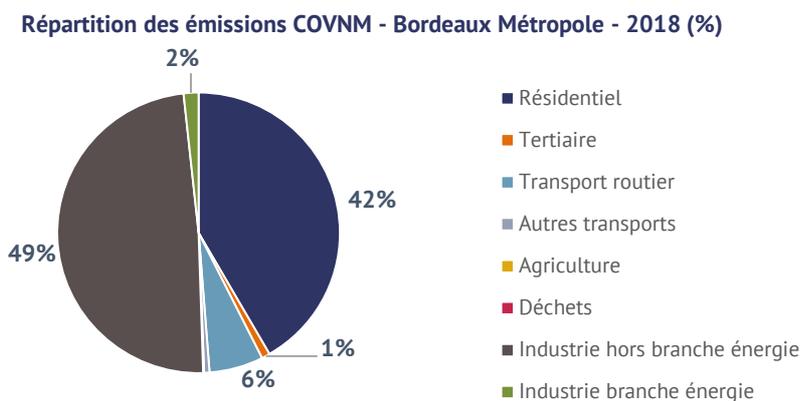


Figure 72 : Répartition par secteur des émissions de COVNM sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Année 2018 - Bordeaux Métropole »

Comparaison avec les données régionales et nationales

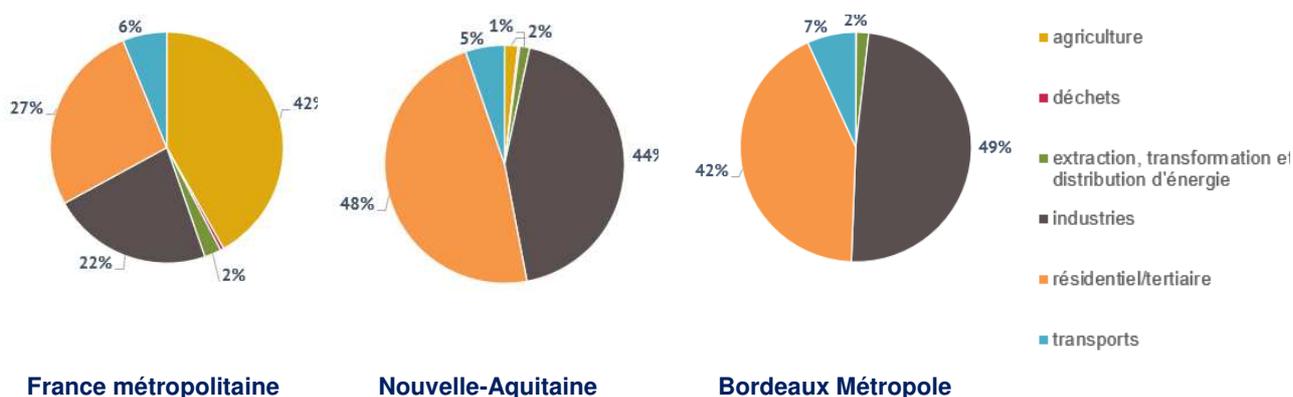


Figure 73 : Comparaison de la répartition des émissions de COVNM de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018

L'agriculture étant très peu présente sur le territoire, la répartition des émissions de COVNM sur Bordeaux Métropole est donc différente de celle observée au niveau national. De plus, la répartition entre gaz et bois du secteur résidentiel/tertiaire étant différente entre la Nouvelle Aquitaine et Bordeaux Métropole, la répartition des émissions de COVNM entre ces deux entités diffère un peu.

Le niveau des émissions de COVNM sur le territoire représente 8,4% des émissions de Nouvelle-Aquitaine et 0,6% des émissions de la France métropolitaine.

Points clés – COVNM

Le polluant COVNM est émis majoritairement sur le territoire par le secteur industriel (hors branche de l'énergie) du fait d'activités industrielles bien particulières (industrie chimique, agro-alimentaire et construction) et par le secteur résidentiel (consommation de biomasse dans des équipements domestiques, utilisation de produits solvantés et engins de jardinage).

4.1.3.5. NH₃

Bilan des émissions sur le territoire

Les émissions de NH₃ (ammoniac) sur le territoire représentent, en 2018, 248 t, soit seulement 0,3% des émissions de Nouvelle-Aquitaine et 0,04% des émissions en France métropolitaine.

La répartition des émissions de NH₃ sur le territoire de Bordeaux Métropole est présentée sur la figure suivante. Celle-ci montre une répartition multi-sectorielle en l'absence d'un secteur agricole dominant. Les émissions de NH₃ proviennent quand même principalement de l'agriculture (36% des émissions totales du territoire) puis du secteur résidentiel (30%), du secteur des déchets (14%), du transport routier (13%) et du secteur industriel (6%). Les autres secteurs ont une contribution inférieure à 2%.

Répartition des émissions NH₃ - Bordeaux Métropole - 2018 (%)

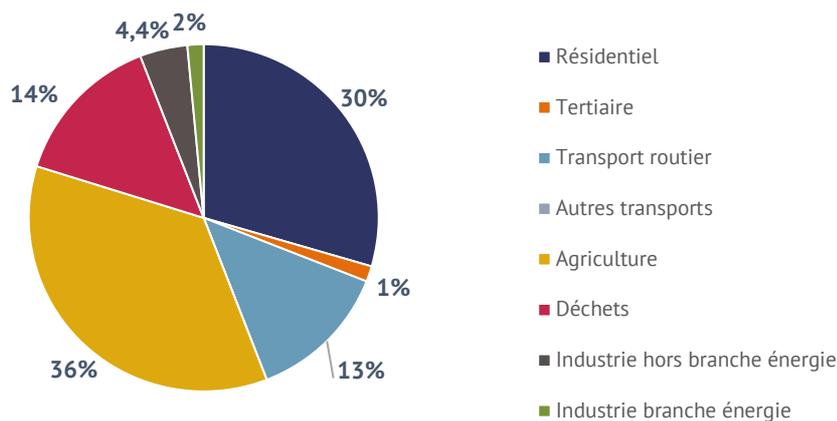


Figure 74 : Répartition par secteur des émissions de NH₃ sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Année 2018 - Bordeaux Métropole »

Comparaison avec les données régionales et nationales

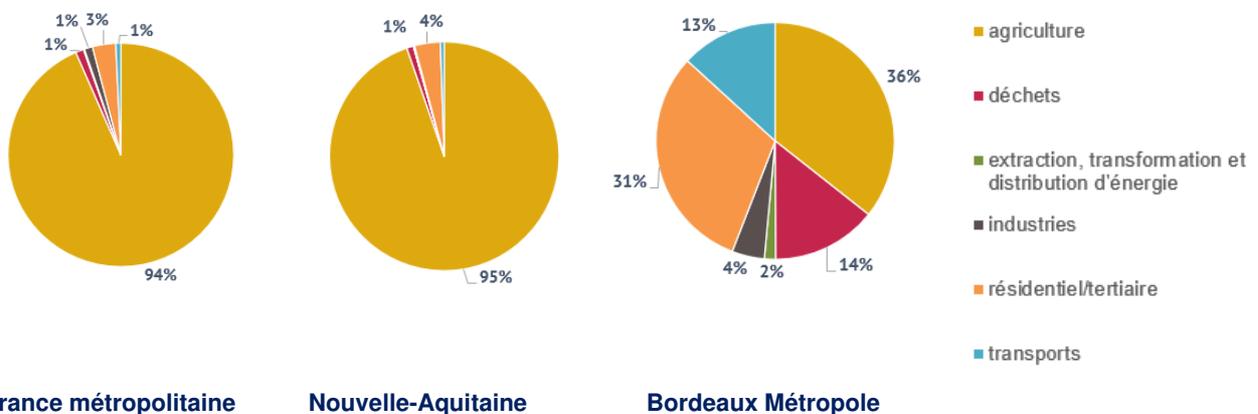


Figure 75 : Comparaison de la répartition des émissions de NH₃ de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018

La répartition des émissions de NH₃ du territoire est très différente de celle observée aux niveaux régional et national du fait d'un secteur agricole peu présent sur le territoire de Bordeaux Métropole. Les émissions de NH₃ par habitant sont donc faibles sur Bordeaux Métropole (0,3 kg/hab) au regard du niveau national (9,6 kg/hab).

Points clés – NH₃

Les émissions de NH₃ sont multi-sectorielles sur le territoire avec le secteur agricole comme premier émetteur puis le secteur résidentiel/tertiaire, les déchets, les transports et le secteur de l'industrie hors branche énergie. Les autres secteurs représentent moins de 2% des émissions.

4.1.3.6. PM₁₀

Bilan des émissions sur le territoire

Les émissions de PM₁₀ (particule de diamètre inférieur à 10 microns) sur le territoire sont, en 2018, de 959 t, soit 3,2% des émissions de Nouvelle-Aquitaine et 0,5% des émissions de la France métropolitaine.

La répartition des émissions de PM₁₀ sur le territoire de Bordeaux Métropole est présentée sur la figure suivante.

Les émissions de PM₁₀ sont principalement induites par le secteur résidentiel (40% des émissions totales du territoire) du fait de la combustion de la biomasse et en particulier dans des équipements peu performants. En seconde position se trouve le secteur du transport routier (32%) dont les émissions, proviennent, d'une part, de l'échappement et, d'autre part, de l'usure des routes et de certains organes des véhicules. Le troisième secteur concerne le secteur de l'industrie (hors branche énergie) avec 20% dont les émissions sont essentiellement induites par les carrières et les chantiers/BTP. Le secteur agricole peu présent sur le territoire génère peu d'émissions de particules PM₁₀.

Répartition des émissions PM₁₀ - Bordeaux Métropole - 2018 (%)

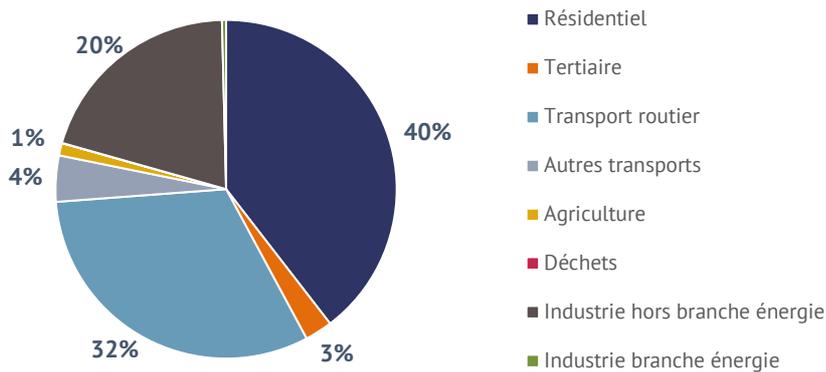


Figure 76 : Répartition par secteur des émissions de PM₁₀ sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Année 2018 - Bordeaux Métropole »

Comparaison avec les données régionales et nationales

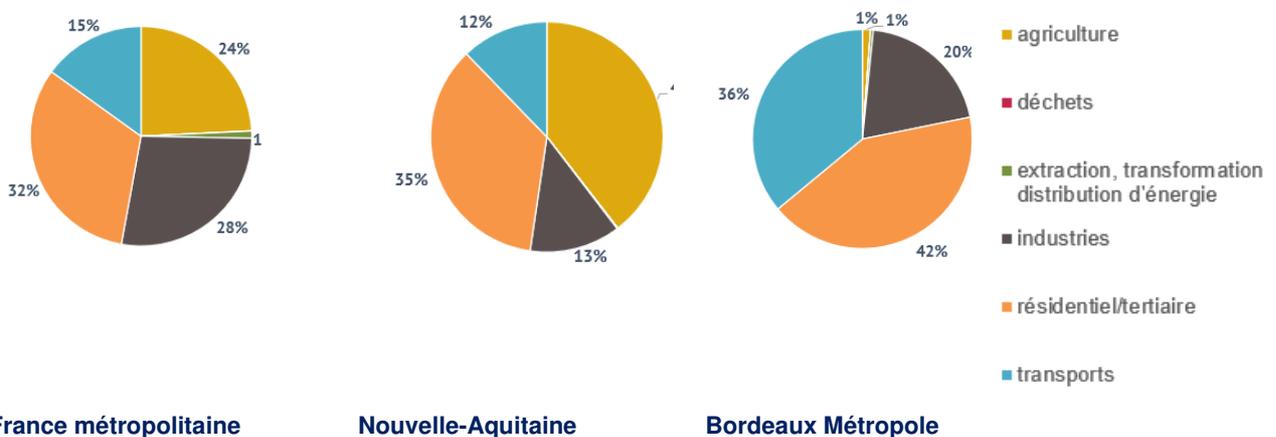


Figure 77 : Comparaison de la répartition des émissions de PM₁₀ de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018

La répartition des sources d'émissions de PM₁₀ sur le territoire de Bordeaux Métropole est différente de celle observée pour la région Nouvelle-Aquitaine et pour la France métropolitaine dans la mesure où le territoire est très peu agricole : on retrouve donc une part très faible pour ce secteur au niveau du territoire.

Points clés – PM₁₀

Les émissions de PM₁₀ proviennent principalement du secteur résidentiel/tertiaire (principalement combustion biomasse), du secteur transports (échappement et abrasion/usure) puis du secteur industriel.

4.1.3.7. PM_{2,5}

Bilan des émissions sur le territoire

Les émissions de PM_{2,5} (particule de diamètre inférieur à 2,5 microns) sur le territoire représentent, en 2018, de 722 t, soit 4,3% des émissions de Nouvelle-Aquitaine et 0,3% des émissions de la France métropolitaine.

La répartition des émissions de PM_{2,5} sur le territoire de Bordeaux Métropole est présentée sur la figure suivante.

Le secteur résidentiel est la première source d'émission de PM_{2,5} avec 52% des émissions du territoire. La principale source d'émission est la combustion de la biomasse dans les équipements domestiques. Les autres sources sont le brûlage des déchets verts. La seconde source d'émission avec 29% est le secteur du transport routier dont les émissions, proviennent, d'une part, de l'échappement et, d'autre part, de l'usure des routes et de certains organes des véhicules.

Répartition des émissions PM_{2,5} - Bordeaux Métropole - 2018 (%)

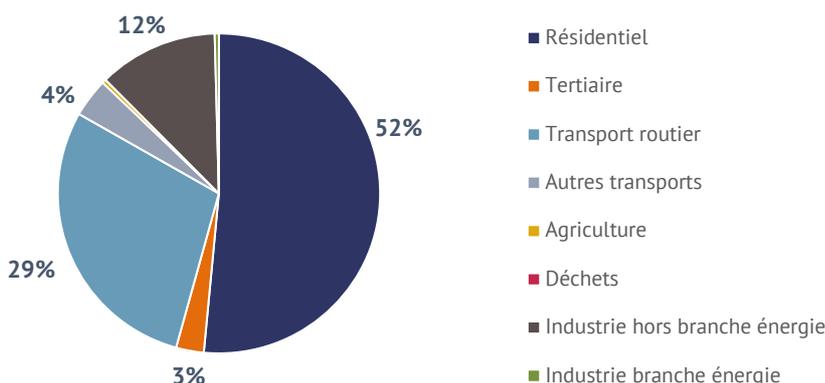


Figure 78 : Répartition par secteur des émissions de PM_{2,5} sur Bordeaux Métropole, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Année 2018 - Bordeaux Métropole »

Comparaison avec les données régionales et nationales

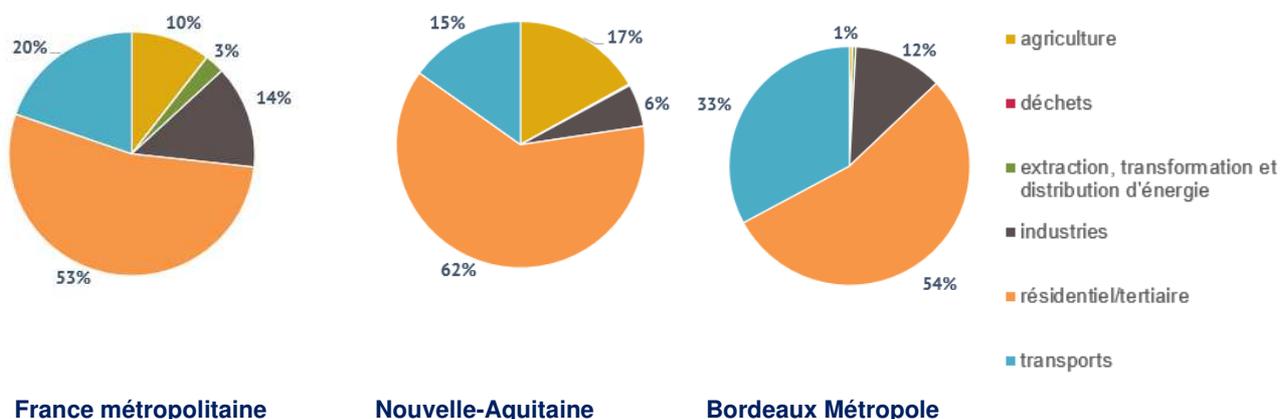


Figure 79 : Comparaison de la répartition des émissions de PM_{2,5} de Bordeaux Métropole avec les données régionales et nationales, Source : ATMO Nouvelle-Aquitaine et CITEPA, 2018

Le profil des sources d'émissions de PM_{2,5} sur le territoire de Bordeaux Métropole est différent de celui de Nouvelle-Aquitaine et de la France métropolitaine dans la mesure où le territoire est très peu agricole. On retrouve donc une part plus faible d'émissions pour ce secteur par rapport à d'autres territoires de la région Nouvelle-Aquitaine.

Points clés – PM_{2,5}

Concernant les émissions de PM_{2,5}, elles proviennent principalement du secteur résidentiel/tertiaire (principalement combustion biomasse dans de mauvaises conditions), du secteur transports (échappement et abrasion/usure) puis du secteur industriel.

4.1.3.1. Evolution des émissions depuis 2010

Sur la base du dernier inventaire disponible d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, les données antérieures à 2018 ont également été mises à jour et elles annulent et remplacent les données précédentes en particulier les données fournies dans l'ancien diagnostic du PCAET. Les données transmises concernent les années 2010, 2014 et 2016 (ainsi que 2018).

Les graphiques et les tableaux suivants présentent les évolutions des émissions dans le temps par polluant. L'exploitation et l'interprétation de ces données relèvent du Bureau d'Etudes NEPSSEN.

Evolution dans le temps des émissions de Bordeaux Métropole (t)

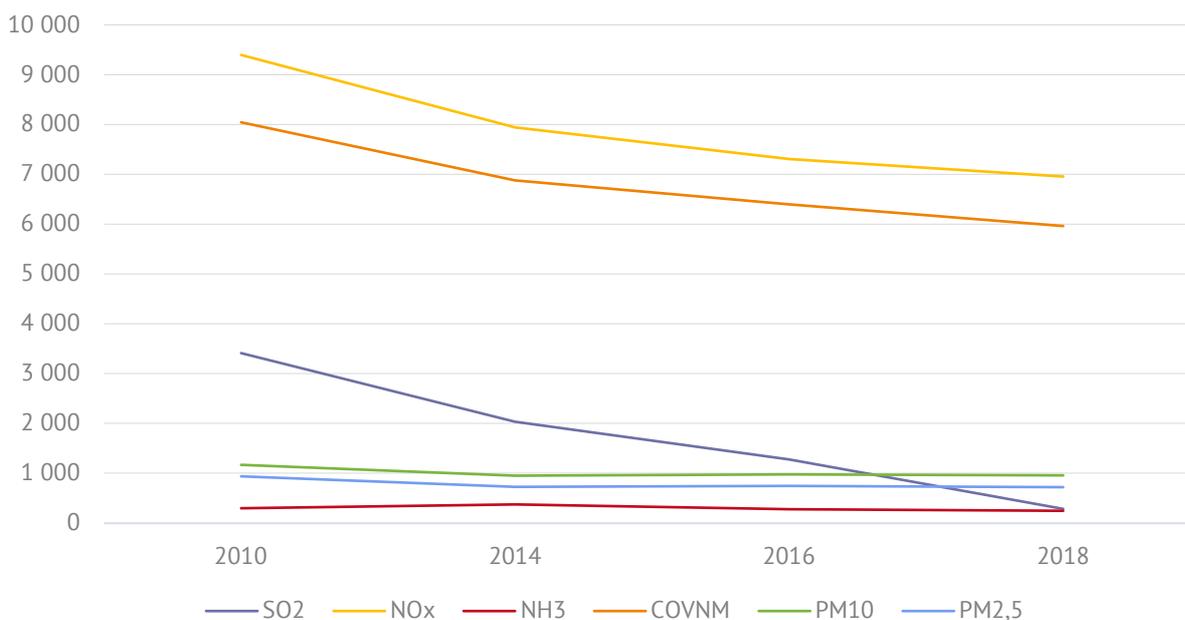


Figure 80 : Evolution des émissions de polluants atmosphériques de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Année 2018 - Bordeaux Métropole »

Pour l'ensemble des 6 polluants étudiés dans le PCAET, les émissions depuis 2010 de Bordeaux Métropole sont orientées à la baisse avec cependant de légères fluctuations à la hausse certaines années comme par exemple pour le NH₃ en 2014. Une baisse des émissions de SO₂ est très marquée entre 2014 et 2018 (-86%).

SO₂

SO ₂	2010	2014	2016	2018
Résidentiel	36	28	27	28
Tertiaire	23	19	17	18
Routier	10	8	8	9
Autres Transports	30	31	33	33
Agriculture	1	0	0	0
Déchets	1	2	3	9
Industriel	3302	1927	1166	166
Energie	11	20	20	22
TOTAL	3 414t	2 035t	1 274t	284t

Tableau 8 : Bilan des émissions de SO₂ 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 »

Evolution des émissions de SO₂ de Bordeaux Métropole (t)

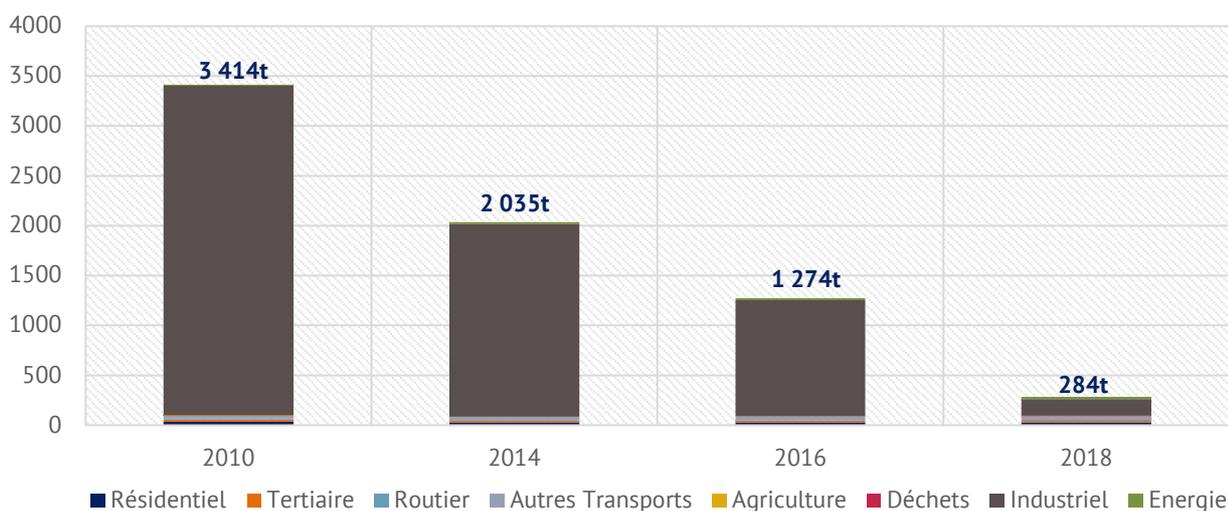


Figure 81 : Evolution des émissions de SO₂ de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Années 2010, 2014, 2016 et 2018 - Bordeaux Métropole »

Les émissions de SO₂ ont baissé de 91% entre 2014 et 2018 (-3 129 t). La très forte baisse des émissions de SO₂ est observée dans le secteur industriel (-95%, soit - 3 136 t).

NO_x

NO _x	2010	2014	2016	2018
Résidentiel	471	323	335	317
Tertiaire	372	299	315	321
Routier	6167	4894	4275	4304
Autres Transports	911	897	945	905
Agriculture	26	17	13	10
Déchets	12	18	30	30
Industriel	1240	1329	1222	893
Energie	201	161	173	172
TOTAL	9 400t	7 938t	7 307t	6 953t

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 »

Evolution des émissions de NOx de Bordeaux Métropole (t)

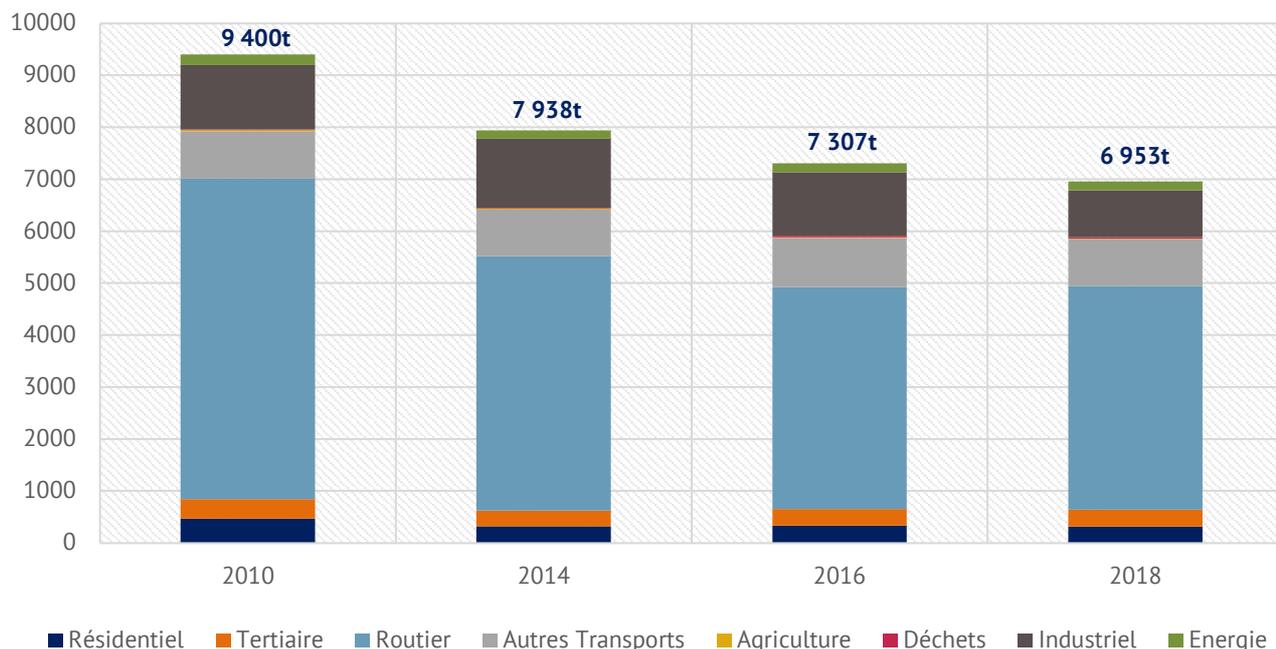


Figure 82 : Evolution des émissions de NOx de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Années 2010, 2014, 2016 et 2018 - Bordeaux Métropole »

Les émissions de NOx sur le territoire de Bordeaux Métropole ont baissé de 26% entre 2010 et 2016, soit une réduction de 2 446 t. La baisse des émissions de NOx la plus marquée concerne le transport routier (-30% ; soit -1 863 t) et le secteur industriel (-28%, -347 t).

COVNM

COVNM	2010	2014	2016	2018
Résidentiel	2765	2489	2410	2483
Tertiaire	92	43	57	57
Routier	1179	375	354	369
Autres Transports	38	36	38	37
Agriculture	10	6	5	4
Déchets	1	1	1	1
Industriel	3806	3811	3415	2911
Energie	154	118	117	102
TOTAL	8 046t	6 879t	6 397t	5 965t

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 »

Evolution des émissions de COVNM de Bordeaux Métropole (t)

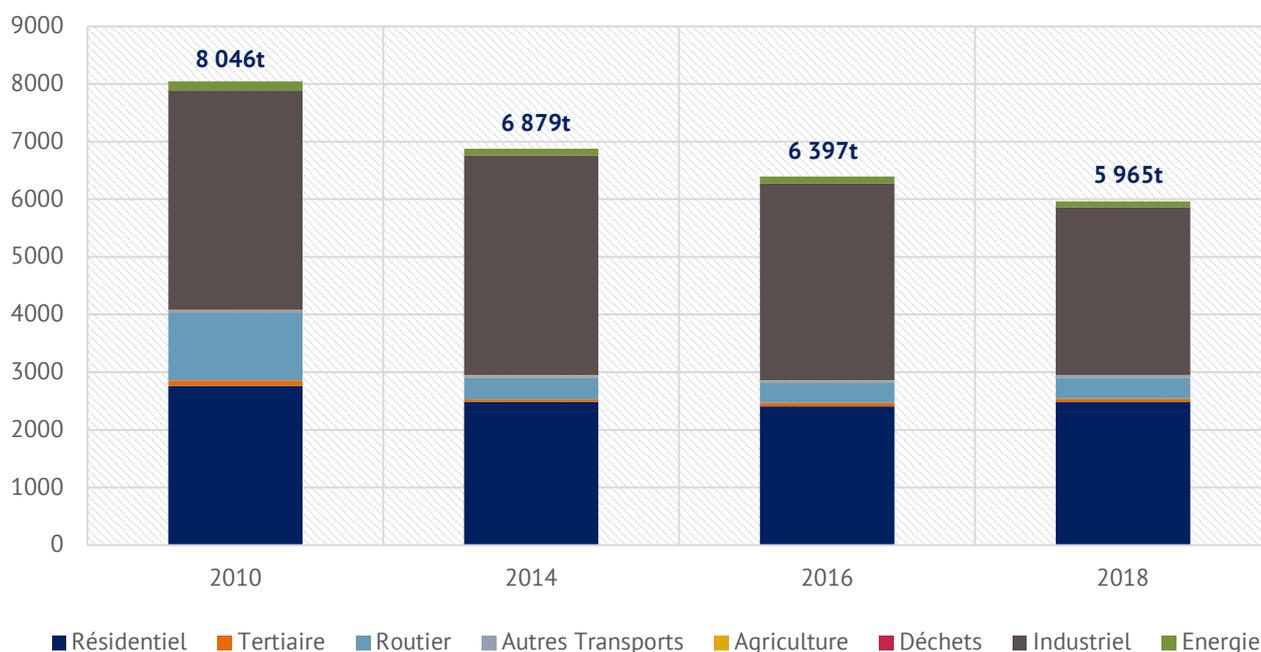


Figure 83 : Evolution des émissions de COVNM de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Années 2010, 2014, 2016 et 2018 - Bordeaux Métropole »

Depuis 2010, les émissions de COVNM sont orientées à la baisse passant de 8 046 t en 2010 à 5 965 t en 2018, soit une baisse de 26% environ (-2 081 t). La baisse la plus importante en valeur absolue est observée pour le secteur industriel (-895 t, soit -23,5%). Le transport routier a également réduit ses émissions de COVNM de 69% (-810 t) et le secteur résidentiel de 10% (-282 t).

NH₃

NH ₃	2010	2014	2016	2018
Résidentiel	87	67	75	73
Tertiaire	2	4	5	4
Routier	64	37	30	33
Autres Transports	0	0	0	0
Agriculture	82	87	95	88
Déchets	17	28	33	35
Industriel	41	149	33	11
Energie	1	1	3	4
TOTAL	294t	374t	275t	248t

Tableau 11 : Bilan des émissions de NH₃ 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 »

Evolution des émissions de NH₃ de Bordeaux Métropole (t)

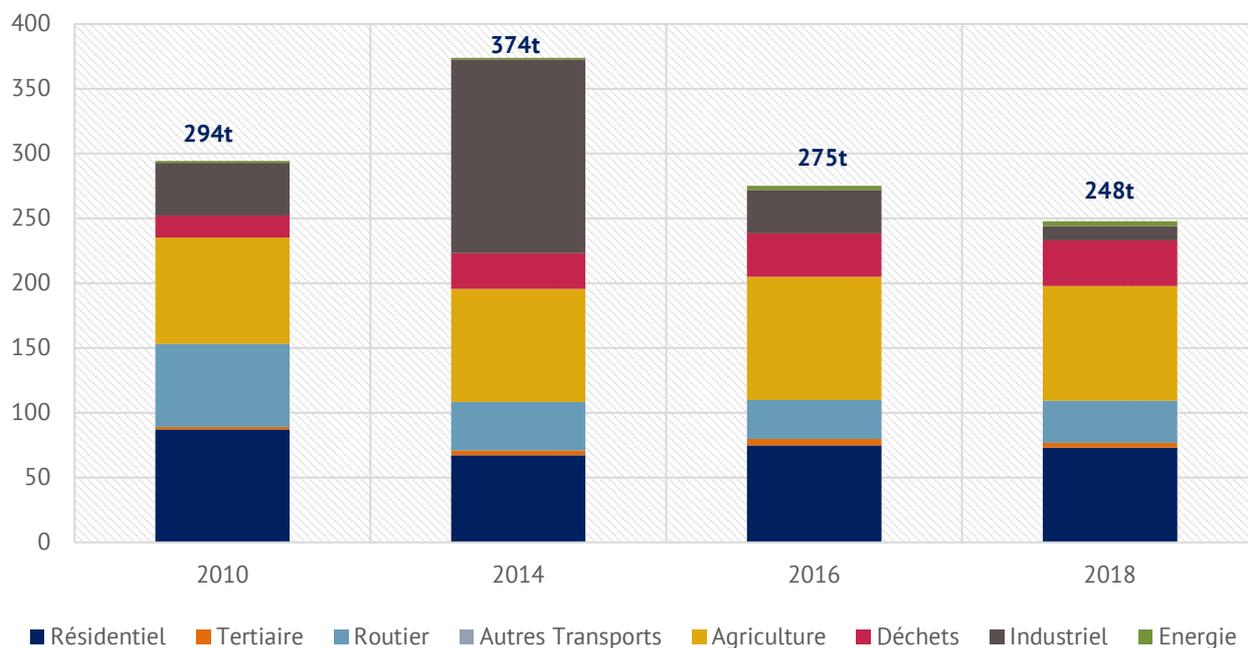


Figure 84 : Evolution des émissions de NH₃ de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine – ICARE 3.2.3 – Années 2010, 2014, 2016 et 2018 – Bordeaux Métropole »

Les émissions de NH₃ de Bordeaux Métropole ont diminué de 16% environ entre 2010 et 2018 passant de 294 t à 248 t, soit une réduction de 47 t. La réduction la plus marquée en valeur absolue concerne deux secteurs : le transport routier avec -32 t et le secteur industriel avec -30 t. Le secteur des déchets a quant à lui vu ses émissions augmenter de 18 t.

PM₁₀

PM ₁₀	2010	2014	2016	2018
Résidentiel	448	350	386	380
Tertiaire	24	26	28	25
Routier	472	305	284	303
Autres Transports	37	40	41	42
Agriculture	13	13	12	11
Déchets	1	1	1	0
Industriel	175	215	222	194
Energie	1	3	5	4
TOTAL	1 171t	952t	978t	959t

Tableau 12 : Bilan des émissions de PM₁₀ 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 »

Evolution des émissions de PM10 de Bordeaux Métropole (t)

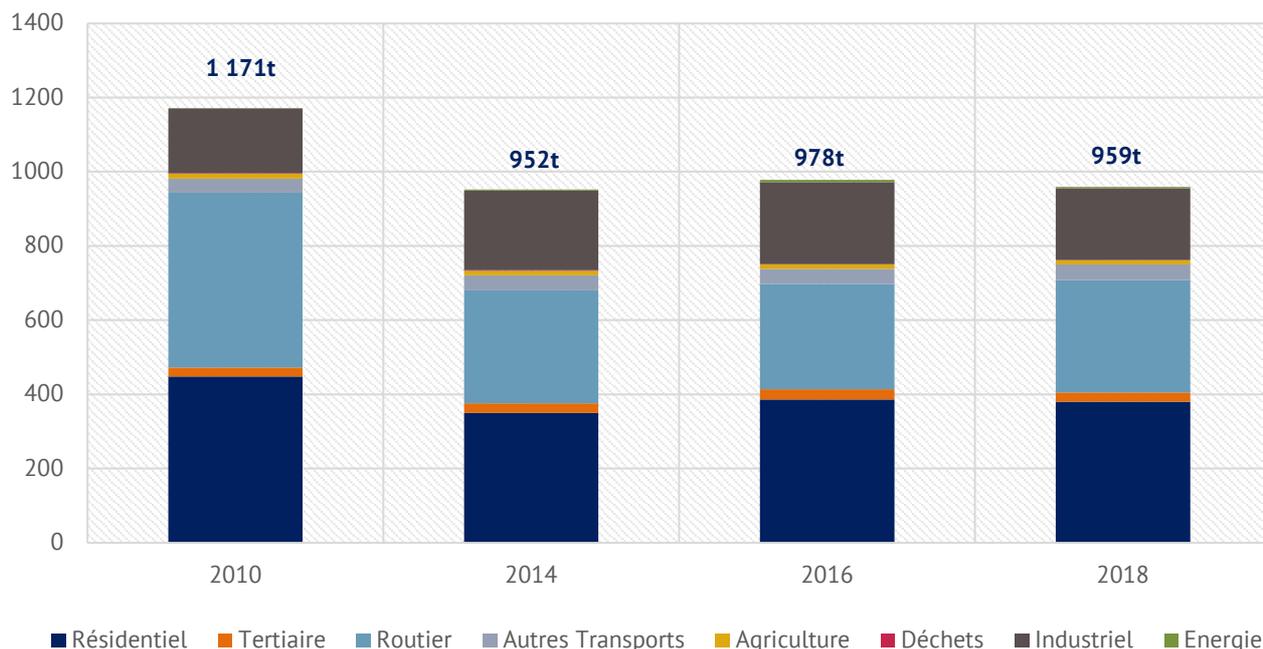


Figure 85 : Evolution des émissions de PM₁₀ de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Années 2010, 2014, 2016 et 2018 - Bordeaux Métropole »

Sur la période 2010-2014, les émissions de PM₁₀ de Bordeaux Métropole ont été réduites de 212 t, soit une baisse de 18%. La baisse la plus marquée en valeur absolue concerne le secteur du transport routier (-169 t, soit -36%). Le secteur résidentiel a quant à lui réduit ses émissions de 15% (-68 t). Par contre, les émissions du secteur industriel ont augmenté de 19 t, soit une hausse de 10%.

PM_{2,5}

PM _{2,5}	2010	2014	2016	2018
Résidentiel	439	343	378	372
Tertiaire	20	21	23	20
Routier	378	228	204	209
Autres Transports	26	27	28	28
Agriculture	5	4	3	3
Déchets	1	1	0	0
Industriel	74	102	106	86
Energie	0	2	5	3
TOTAL	942t	728t	747t	722t

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 »

Evolution des émissions de PM_{2,5} de Bordeaux Métropole (t)

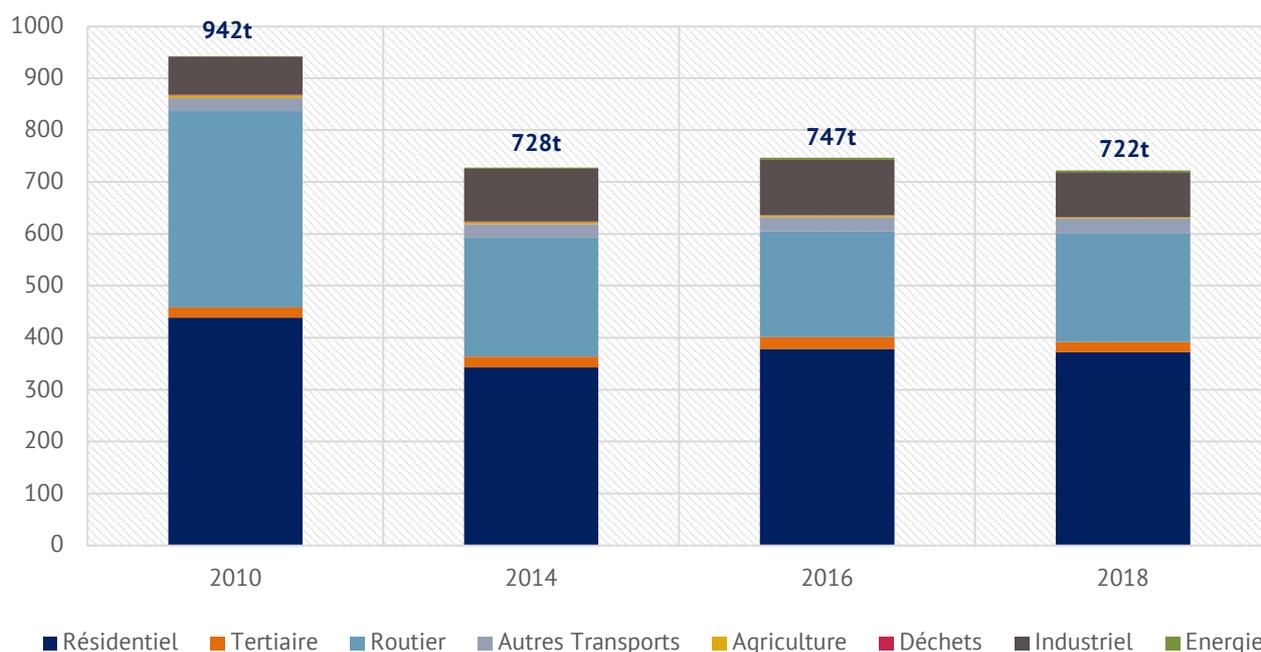


Figure 86 : Evolution des émissions de PM_{2,5} de Bordeaux Métropole, tous secteurs d'activité confondus pour les années 2010, 2014, 2016 et 2018, Source : « Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE 3.2.3 - Années 2010, 2014, 2016 et 2018 - Bordeaux Métropole »

Les émissions de PM_{2,5} ont diminué de 23% entre 2010 et 2018, soit une réduction de 220 t. Sur cette même période, le transport routier a réduit ses émissions de 45%, soit une baisse de 169 t. Quant au secteur résidentiel, celui-ci a diminué ses émissions de 15% (-67 t). Par contre, les émissions du secteur industriel ont augmenté de 13 t, soit une hausse de 17%.

4.1.4. Impact de la pollution atmosphérique sur la santé des habitants de Bordeaux Métropole

Les analyses et chiffres présentées dans cette section sont issus d'une étude quantitative d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique réalisée par l'Observatoire Régional de la Santé de Nouvelle-Aquitaine en mars 2021¹⁴. Cette étude repose sur des données de qualité de l'air et de santé des années 2013 à 2015.

Comme cela a déjà été montré dans plusieurs études, la majeure partie des impacts de la pollution atmosphérique sur la santé résulte surtout d'une exposition au jour le jour, à long terme même en dessous des seuils réglementaires. C'est donc sur la mortalité de la population âgée de 30 ans ou plus (impact à long terme) que les effets observés de la pollution sont les plus importants.

Pour le scénario « sans pollution induite par l'activité humaine », **il est estimé que 600 décès seraient liés chaque année à l'exposition chronique aux particules fines PM_{2,5} au sein de Bordeaux Métropole.** On peut considérer ce chiffre comme un ordre de grandeur du poids que les particules fines d'origine anthropique font peser sur la santé. Il correspond à 11,2% de la mortalité totale des plus de 30 ans au sein de la Métropole. **Pour la ville de Bordeaux, le fardeau de la pollution atmosphérique liée aux particules fines PM_{2,5} est estimé à environ 200 décès par an, soit 11,5% de la mortalité totale des plus de 30 ans.**

Par ailleurs, si l'estimation du fardeau de la pollution atmosphérique est importante pour quantifier l'impact de la qualité de l'air sur la santé, il est difficilement possible pour une zone urbaine, notamment une Métropole, d'avoir une concentration annuelle moyenne de polluants aussi faible qu'une zone rurale, peu habitée. Ainsi, un scénario plus réaliste consiste à estimer les impacts de la pollution si les niveaux moyens annuels de particules fines PM_{2,5} de la Métropole étaient ramenés à la valeur guide préconisée par l'OMS pour protéger la santé (soit 10 µg/m³ pour les PM_{2,5}). Sur la période 2013-2015, la concentration annuelle moyenne en PM_{2,5} était de 13,4 µg/m³ sur le territoire de Bordeaux Métropole.

¹⁴ Impact de la pollution atmosphérique sur la santé des habitants de Bordeaux Métropole – Mars 2021 – Observatoire Régional de la Santé de Nouvelle-Aquitaine (ORS_NA_Synthese_AirQ+_Bordeaux_Metropole_VF_2021.pdf)

En prenant en compte ce scénario pour les impacts à long terme, il est estimé que ce sont environ 250 décès qui pourraient être évités chaque année sur le territoire de Bordeaux Métropole. Cela représente 4,6% de la mortalité totale des plus de 30 ans. En comparaison à d'autres motifs de décès évitables, le tabac apparaît certes comme la principale cause de décès évitables avec 770 décès annuels mais la pollution atmosphérique est en seconde place et bien au-dessus du nombre de décès potentiellement liés à l'alcool ou du nombre de décès par suicides ou accidents de la circulation.

D'autres scénarios ont été testés pour les effets à long terme de la pollution aux PM_{2,5}, notamment des scénarios de baisse de 30% et 45% de la concentration annuelle moyenne observée sur la période 2013-2015. Il est ainsi estimé que ce sont respectivement 300 décès et 440 décès par an qui pourraient être évités si la concentration annuelle moyenne en PM_{2,5} était ramenée à 9,4 µg/m³ ou 7,3 µg/m³ sur le territoire métropolitain. Pour information en 2019, la concentration annuelle moyenne de PM_{2,5} sur la Métropole est de 9,5 µg/m³ (donc proche du scénario d'une baisse de 30% de la valeur 2013-2015).

Pour la ville de Bordeaux, ce sont environ 90 décès qui pourraient être évités chaque année si la concentration annuelle moyenne en PM_{2,5} était ramenée à la valeur guide préconisée par l'OMS.

Enfin, les impacts sanitaires à court terme liés à la pollution atmosphérique par les particules fines PM_{2,5} ont été estimés pour les décès non accidentels, les hospitalisations pour causes respiratoires ou cardiovasculaires (tous âges pour ces trois indicateurs) et les passages aux urgences pour asthme pour les jeunes de moins de 18 ans.

Comme attendu, les effets à court terme sont relativement faibles et représentent moins de 15 décès évitables par an sur la Métropole et environ 50 hospitalisations pour chaque cause quel que soit le scénario étudié (respect des valeurs guides OMS ou baisse de 30 % des concentrations annuelles moyennes observées en 2013-2015). La part attribuable liée à la pollution aux PM_{2,5} la plus importante est celle relative aux passages aux urgences pour asthme (3 % de l'ensemble de ces passages avec le scénario de respect de la valeur guide OMS).

Concernant les impacts à court terme de la pollution aux PM₁₀ et NO₂, on estime à environ une dizaine les décès non accidentels qui pourraient être évités chaque année sur la Métropole pour chaque situation selon le scénario d'une baisse de 30 % des concentrations annuelles moyennes observées sur la période 2013-2015.

Enfin, pour les impacts à long terme concernant le NO₂ (mortalité totale des 30 ans ou plus), près de 40 décès annuels pourraient être évités (0,7% des décès) si la concentration annuelle moyenne de NO₂ était 30 % plus faible que celle observée en 2013-2015 (soit 11,0 µg/m³ versus les 14,7 µg/m³ mesurés sur la période 2013-2015). Cet impact est beaucoup plus faible que celui observé pour les PM_{2,5} mais n'est cependant pas négligeable.

Chiffres clés (2013 à 2015)

- **600 décès annuels** : Fardeau de la pollution par les particules fines PM_{2,5} sur Bordeaux Métropole
- **250 décès évitables chaque année** : Scénario de respect des seuils OMS pour les PM_{2,5} (10 µg/m³)

4.1.5. Exposition des établissements sensibles à la pollution de l'air sur Bordeaux Métropole

Les analyses et chiffres présentés dans cette section sont extraits d'un rapport réalisé par ATMO Nouvelle Aquitaine en Février 2021 et relatif à l'année 2019 intitulé « Exposition des établissements sensibles à la pollution de l'air sur Bordeaux Métropole ».

L'objectif de cette étude est de mettre à jour l'étude réalisée en 2013 sur le territoire du Plan de Protection de l'Atmosphère sur Bordeaux en l'adaptant au territoire de Bordeaux Métropole avec une base de données des établissements sensibles plus récente sur la métropole et en se concentrant uniquement sur le croisement de ces établissements sensibles avec les modélisations des concentrations en polluants de l'année 2019.

Les polluants pris en compte sont les particules fines : PM₁₀ et PM_{2,5} ainsi que les NOx.

Cette étude montre que sur les 1 618 établissements sensibles considérés sur le territoire de Bordeaux Métropole, **31 établissements au maximum sont exposés à des niveaux supérieurs aux valeurs limites en 2019**, ce qui représente seulement 2% des établissements sensibles considérés sur la métropole et environ 4 500 personnes concernées soit 3% de la population totale estimée. L'ensemble de ces 31 établissements est exposé à des dépassements de la valeur limite fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle (VL40) pour le NO₂ uniquement sans qu'aucun d'entre eux ne soit exposé à des dépassements des valeurs limites pour les particules PM₁₀ (VL40) et PM_{2,5} (VL25).

En analysant les résultats par type d'établissements, on remarque que les terrains de sport représentent la moitié des cas en situation de dépassement soit 15 au total. Les établissements concernant la petite enfance et les écoles primaires/secondaires représentent la quasi-totalité de l'autre moitié soit 13 au total.

Contrairement aux résultats précédents sur les valeurs limites, on observe des établissements sensibles en dépassements des objectifs de qualité, valeurs cibles et valeurs guides pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}.

Pour les particules PM₁₀, **seul un terrain de sport est en dépassement de l'objectif de qualité fixé à 30 µg/m³ (OQ30) représentant ainsi moins de 1% des établissements**, aucun autre type d'établissement n'étant en dépassement de cet objectif par ailleurs. En revanche, **41 établissements sont en dépassement de la valeur guide fixée à 20 µg/m³ (VG20 OMS) pour ces mêmes particules, soit environ 3% du total des établissements sensibles**, dont plus de la moitié sont des établissements liés à la petite enfance et aux écoles primaires/secondaires et environ un tiers sont des terrains de sport. Cela représente environ 8 500 personnes potentiellement exposées à un dépassement de cette valeur guide, soit 5% de la population estimée.

En ce qui concerne les particules PM_{2,5}, de la même manière que pour l'OQ30 sur les particules PM₁₀, **seul un terrain de sport est en dépassement de la valeur cible fixée à 20 µg/m³ (VC20) représentant ainsi moins de 1% des établissements**, aucun autre type d'établissement n'étant en dépassement de cet objectif par ailleurs. **La plus forte exposition concerne les établissements en dépassement de l'objectif de qualité (OQ10) ou valeur guide OMS (VG10 OMS), valeur fixée à 10 µg/m³ où 672 établissements sont concernés** soit presque la moitié de l'ensemble des établissements sensibles (42%). En termes de répartition par type d'établissement, les deux tiers de ces 672 établissements sont des établissements liés à la petite enfance et aux écoles et un peu moins d'un quart sont des terrains de sport. En analysant les résultats au sein même de chaque type d'établissement, on note que les trois quarts des établissements de santé, plus de la moitié des établissements de la petite enfance, des écoles primaires/secondaires et des établissements accueillant des personnes âgées ainsi que plus du tiers des établissements accueillant des enfants et adultes handicapés sont en dépassement de cet objectif de 10 µg/m³. Au global, **96 400 personnes sont en dépassement de cet objectif de qualité sur les particules PM_{2,5} soit 56% de la population estimée.**

A titre de comparaison avec l'étude RESPIR'Bordeaux, on observe une **baisse relative du nombre d'établissements en dépassement de ces objectifs de qualité, valeurs cibles et valeurs guides entre 2013 et 2019**, résultats logiques étant donné qu'une baisse des concentrations moyennes en situation de fond et en situation de proximité automobile a été observée sur cette période pour les particules PM₁₀ et PM_{2,5}.

Chiffres clés

- **En 2019, plus de 98% des établissements sensibles considérés de Bordeaux Métropole se situent dans des zones respectant les valeurs limites en moyenne annuelle ;**
- **41 établissements sont en dépassement de la valeur guide fixée à 20 µg/m³ (VG20 OMS) pour les PM₁₀, soit environ 3% du total des établissements sensibles**, dont plus de la moitié sont des établissements liés à la petite enfance et aux écoles primaires/secondaires et environ un tiers sont des terrains de sport ;
- **La plus forte exposition concerne les établissements en dépassement de la valeur guide OMS (VG10 OMS), valeur fixée à 10 µg/m³ où 672 établissements sont concernés** soit presque la moitié de l'ensemble des établissements sensibles (42%)

4.1.6. Potentiel maximal théorique de réduction des émissions de polluants atmosphériques

Dans un premier temps, les choix faits pour déterminer le potentiel maximal théorique de réduction de la consommation énergétique du territoire (cf section 3.1.3) et des émissions de gaz à effet de serre (cf section 5.1.3) ont une répercussion sur les émissions de polluants atmosphériques. En effet, la réduction des consommations et le développement d'énergies renouvelables en remplacement du fioul ou du gaz naturel permettent de réduire les émissions de polluants atmosphériques.

Le potentiel de réduction associé aux choix énergétiques et de réduction des émissions de gaz à effet de serre est présenté dans le tableau suivant :

Unité = tonne	PM10	PM2,5	NOx	SO2	COVNM	NH3
Potentiel associé aux actions de réduction des consommations énergétique	353	291	2 597	86	1 385	44
Potentiel associé aux actions de réduction des émissions de GES – substitution d'énergies fossiles par des énergies moins carbonées	18	15	1 764	8	0	7

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

A cela s'ajoutent des actions supplémentaires sur les secteurs dont les émissions sont principalement non énergétiques, à savoir l'agriculture, ainsi que sur l'amélioration des performances des chaudières à bois et sur les émissions de COVNM induites par l'utilisation de produits solvantés.

Le choix qui a été fait est de calculer un potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques sur le territoire, sans réduction de l'activité agricole et viticole.

Les actions complémentaires sont les suivantes :

Augmentation du temps passé au pâturage

Cette action, décrite dans le PREPA, vise à prolonger le temps de pâturage de 20 jours pour les bovins. Cette technique permet de soustraire une partie des excréments azotés du continuum bâtiment-stockage-épandage présentant des émissions plus fortes qu'au pâturage. Cette mesure permet de réduire sur le territoire les émissions de NH₃ du secteur agricole de 2,8% en 2030. La réduction maximale attendue sur le territoire est **de 3 t NH₃**.

Incorporation post-épandage des lisiers et/ou fumiers immédiate

La présente mesure proposée dans le PREPA vise au déploiement de l'épandage par incorporation immédiate (i.e. dans les 6h). L'incorporation consiste à introduire le lisier ou le fumier dans le sol, au moyen d'une seconde opération, annexe à l'épandage. La technique consiste à faire entrer dans le sol, le plus rapidement possible après l'épandage, le fumier ou le lisier répandu sur la surface, afin de réduire le temps de contact entre l'air et le produit. Plus l'incorporation est réalisée rapidement après l'épandage, plus la réduction des émissions d'ammoniac est importante. Cette mesure permet de réduire les émissions de NH₃ du secteur agricole de 13,1% en 2030. Cette mesure correspond à une réduction maximale des émissions de NH₃ de **12 t NH₃** sur le territoire.

Réduire les émissions de particules de l'élevage

D'après une étude de l'ADEME¹⁵, la majorité des particules primaires et près de la moitié des émissions d'ammoniac des élevages porcins, bovins et de volailles sont produites au bâtiment. Plusieurs facteurs en sont responsables : l'activité et l'alimentation des animaux, la litière, la gestion et la composition des effluents ainsi que les caractéristiques des bâtiments (taille, type de sol, gestion de l'ambiance).

En considérant qu'en 2050 tous les élevages seront équipés de système de lavage de l'air, la réduction maximale des émissions de cette mesure est de **5 t PM₁₀ et de 1 t PM_{2,5}** sur le territoire.

¹⁵ ADEME - Les émissions agricoles de particules dans l'air état des lieux et leviers d'action

Renouvellement du parc des engins agricoles/sylvicoles

Le renouvellement du parc des engins agricoles/sylvicoles va permettre de réduire les émissions de particules. On suppose que la réduction des émissions de particules associées est de 50%. La réduction maximale de cette mesure est de **0,5 t PM₁₀ et 0,4 t PM_{2,5}**.

Par ailleurs, concernant les émissions de COVNM, celles-ci proviennent en partie de l'utilisation de produits solvantés dans les secteurs de l'industrie et du résidentiel essentiellement.

Utilisation de produits contenant moins de solvants

En considérant qu'à l'horizon 2050 30% les produits solvantés seront réduits, cela représente une réduction de 30% des émissions de COVNM de ce poste. La réduction maximale de cette mesure (industrie et résidentiel) correspond ainsi à **910 t COVNM**.

Enfin, d'autres actions sont également envisagées :

Amélioration des performances des chaudières bois

Il est envisagé que les chaudières au bois seront, en 2050, toutes de niveau flamme verte 7 étoiles donc avec une moindre émission de particules et de COVNM. La réduction maximale de cette mesure est de **320 t COVNM, 159 t PM₁₀ et 155 t PM_{2,5}**.

Passage à des véhicules plus performants

Via le renouvellement du parc automobile à l'horizon 2050, les véhicules seront plutôt des véhicules de norme Euro 6 avec un niveau de NOx moindre. La réduction maximale de cette mesure est de **183 t NOx**.

Bilan

Unité en tonne	2018	Potentiel maximal de réduction	Emissions en 2050 avec potentiel
SO ₂	284	-95 t / - 33%	190
NOx	6 953	-4 544 t / - 65%	2 409
COVNM	5 964	-2 612 t / - 44%	3 351
NH ₃	248	- 65 t / - 26%	182
PM ₁₀	959	-535 t / - 56%	423
PM _{2,5}	722	-461 t / - 64%	261

Tableau 15 : Bilan du potentiel maximal de réduction des émissions de polluants atmosphériques

4.1.7. Enjeux mis en évidence par l'étude

<p style="text-align: center;">Atouts</p> <ul style="list-style-type: none">• Baisse des émissions de polluants entre 2010 et 2018 avec cependant quelques pics observés certaines années et pour certains polluants• Territoire peu agricole donc un niveau de NH₃ associé à ce secteur faible• Pas de fortes concentrations en pesticide sur le site de Bordeaux mais l'influence d'environnements viticoles et de grandes cultures à proximité est visible via la présence de certains pesticides spécifiques• Plus de 98% des établissements sensibles en 2019 de Bordeaux Métropole se situent dans des zones respectant les valeurs limites en moyenne annuelle	<p style="text-align: center;">Faiblesses</p> <ul style="list-style-type: none">• Dégradation des indices de qualité de l'air depuis 2017• Trafic routier relativement dense (point de départ A10, A63, A62, A65, N89 et A89 et point de passage pour le trafic de transit vers l'Espagne) donc des niveaux de NO₂ mesurés à proximité du trafic très proches de la valeur limite en moyenne annuelle (valeur 40 µg/m³)• En termes de particules fines, enjeu fort sur le territoire métropolitain en raison des niveaux de fond élevés et de la fréquence des épisodes de pollution en période hivernale essentiellement induites par l'utilisation du chauffage au bois• Trafic maritime et aérien important avec le Grand Port Maritime de Bordeaux et l'aéroport de Bordeaux Mérignac• Une industrie bien implantée en particulier l'industrie chimique, agro-alimentaire, construction (niveau assez élevé de SO₂ et de COVNM)
<p style="text-align: center;">Opportunités</p> <ul style="list-style-type: none">• Des actions de maîtrise de l'énergie, de développement des énergies renouvelables, de changement de pratique sur le territoire permettraient de poursuivre la réduction des émissions de polluants atmosphériques.	<p style="text-align: center;">Menaces</p> <ul style="list-style-type: none">• 600 décès annuels sur le territoire liés à la pollution aux PM_{2,5}

CLIMAT

5.1. Bilan Carbone, émissions de gaz à effet de serre et potentiels de réduction 96

5.1.1. Contexte méthodologique.....	96
5.1.2. Bilan Carbone du territoire.....	97
5.1.3. Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre	108
5.1.4. Enjeux mis en évidence par l'étude.....	108

5.2. Séquestration de carbone du territoire109

5.2.1. Contexte méthodologique.....	109
5.2.2. Bilan du stock carbone du territoire et de son évolution.....	110
5.2.3. Les potentiels d'augmentation du stock carbone.....	115
5.2.4. Enjeux mis en évidence par l'étude	116

5.3. Vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique 117

5. CLIMAT

5.1. BILAN CARBONE, EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE ET POTENTIELS DE REDUCTION

5.1.1. Contexte méthodologique

5.1.1.1. Le périmètre de l'étude

Conformément au décret, un Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) a été réalisé par l'ALEC sur l'ensemble du territoire pour les postes cités : Industrie, Résidentiel, Tertiaire, Agriculture, Transport routier, Transport non routier et Déchets. Afin de mettre en évidence de nouveaux enjeux liés aux activités du territoire, ce bilan a été complété en réalisant le Bilan Carbone® du territoire. Celui-ci inclut également les émissions de GES réalisées à l'extérieur du territoire pour permettre le fonctionnement de celui-ci.

5.1.1.2. Notions clés

Le diagnostic de gaz à effet de serre (GES) porte sur l'estimation des émissions de GES de l'ensemble des activités du territoire. Il permet :

- de situer la responsabilité du territoire vis-à-vis des enjeux énergie-climat ;
- de révéler ses leviers d'actions pour l'atténuation et la maîtrise de l'énergie ;
- de comprendre les déterminants de ses émissions et de hiérarchiser les enjeux selon les différents secteurs ou postes d'émissions.

L'année de référence du diagnostic est l'année 2019. Il est réalisé en parallèle du bilan des consommations et des productions d'énergie. Les données d'entrée et hypothèses sont identiques.

A savoir

“Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et ainsi contribuent à l'effet de serre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est l'un des facteurs majeurs à l'origine du réchauffement climatique.”

5.1.2. Bilan Carbone du territoire

5.1.2.1. Les résultats globaux

Les émissions de Gaz à Effet de Serre du territoire sont réparties de la manière suivante par secteur d'activité :

Bilan carbone du territoire de Bordeaux Métropole, émissions territoriales et hors territoire, 2019

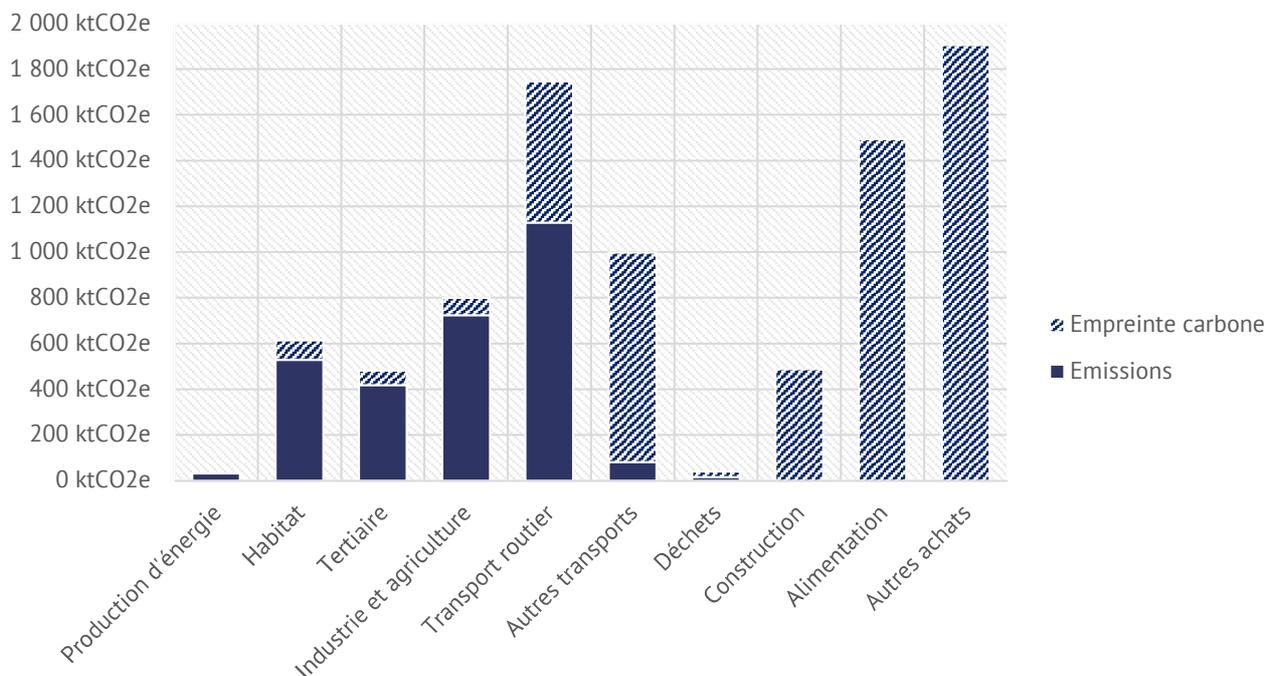


Figure 87 : Bilan carbone de Bordeaux Métropole, 2019

Le Bilan Carbone de Bordeaux Métropole est organisé autour des 10 postes de la méthode :

- **Transport (routier et non routier)** : on retrouve dans cette parties les émissions de gaz à effet de serre directes et indirectes liées aux déplacements de personnes sur le territoire, à l'importation et à l'exportation de biens ainsi que la venue des touristes sur le territoire ;
- **Habitat, activité économiques (Tertiaire, Industrie, Agriculture) et construction** : cette partie intègre les émissions de gaz à effet de serre des secteurs Résidentiel, tertiaire, industrie et agriculture (associées aux consommations d'énergie, aux fuites de fluides frigorigènes et aux gaz de process) ainsi que celles associées aux nouvelles constructions ;
- **Consommation et gestion des déchets** : cette partie prend en compte les émissions de gaz à effet de serre indirectes associées à la production des biens alimentaires et de consommations consommés sur le territoire (mais produits en dehors) ainsi que la gestion des déchets locaux.

Le territoire est à l'origine de **8 561 ktCO₂e** émises annuellement, soit 10 tCO₂e par habitant. La consommation de bien et l'alimentation est à l'origine de la majorité des émissions de gaz à effet de serre du territoire (42%), suivi par le secteur des transports (32%).

Parmi cette empreinte, **2926 ktCO₂e** sont émises directement sur le territoire ou associées à ses consommations d'électricité, soit **34%** de l'empreinte carbone.

La répartition par poste est la suivante :

Répartition par poste du Bilan Carbone, Bordeaux Métropole, 2019, E6

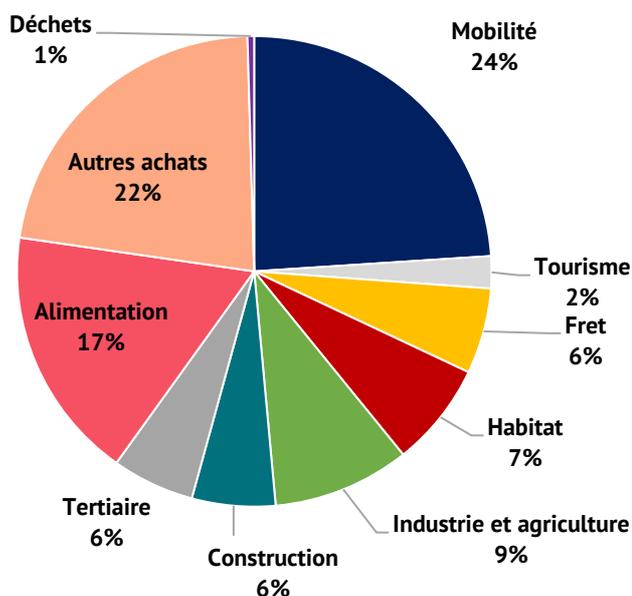


Figure 88 : Répartition des émissions de gaz à effet de serres du territoire de Bordeaux Métropole, à partir de la méthode de BCO2, Sources multiples, 2019

5.1.2.2. Consommation et gestion des déchets

Le graphique suivant présente les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation par les habitants de Bordeaux Métropole. Seule la production des biens alimentaires et de consommation ainsi que leur élimination en fin de vie sont prises en compte ici. L'impact associé au transport de ces produits a été déduit pour éviter tout double compte :

Bilan Carbone du territoire - poste consommation, 2019

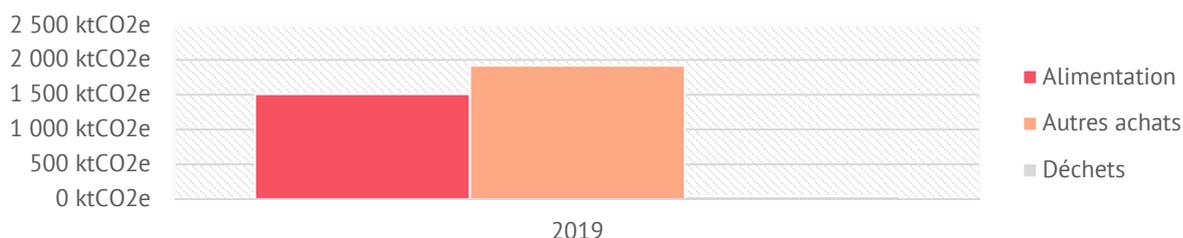


Figure 89 : Bilan Carbone du territoire - poste consommation, 2019

L'empreinte carbone associée à l'**achat de biens** des habitants du territoire est de **1 900 ktCO2e**, soit **22%** du bilan global et **55%** du poste consommation. Les émissions associées à la **production de bien alimentaires** sont de **1 500 ktCO2e**, soit **17%** du bilan global et **44%** du poste consommation. Enfin, les émissions associées à la **gestion des déchets produits** sont, quant à elle, relativement faibles (**39 ktCO2e**, soit **0,4%** des émissions totales et **1%** des émissions du poste consommation).

La quasi-totalité de l’empreinte carbone du poste est délocalisée, c’est-à-dire associée à des émissions ayant lieu en dehors du territoire :

Bilan carbone du territoire - poste consommation, émissions territoriales et hors territoire, 2019

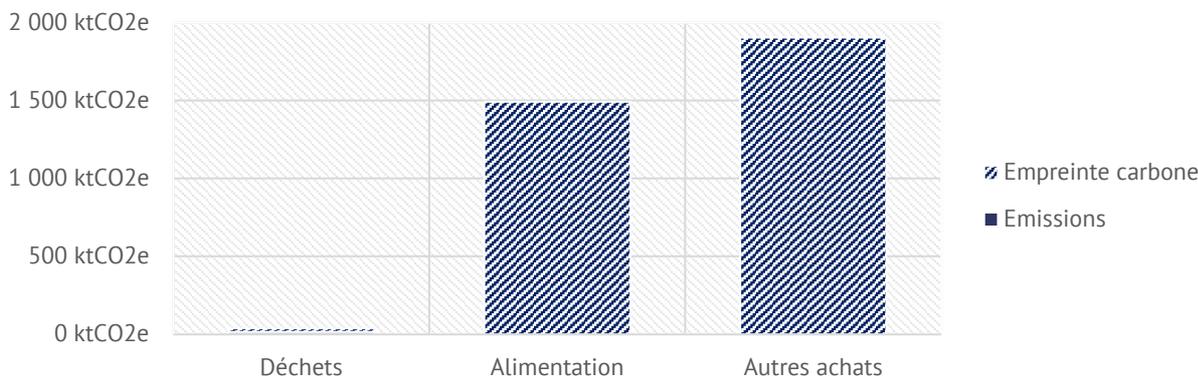


Figure 90 : Bilan Carbone du territoire - poste consommation, émissions territoriales et hors territoire, 2019

Depuis 2007 (date de réalisation du premier Bilan Carbone à l’échelle de la métropole), l’empreinte carbone liée à la consommation a évolué de la manière suivante :

Evolution du Bilan Carbone du territoire - poste consommation



Figure 91 : Evolution du Bilan Carbone du territoire - poste consommation, Source : BCO2 et E6

Entre 2016 et 2019, l’impact carbone de l’alimentation a augmenté de 4% et celui des achats de biens matériels de 7%. Cela est essentiellement dû à la croissance démographique du territoire et à une croissance de l’empreinte carbone moyenne des produits. Les émissions associées à la gestion des déchets ont augmenté de 2% : la quantité totale de déchets générés par le territoire augmente, mais la quantité d’ordures ménagères par habitant est, quant à elle, en baisse, passant de 249 kg en 2016 à 243 en 2019.

Alimentation :

En janvier 2019, une enquête a été menée par le CEFIL (Centre de Formation de l'Insee à Libourne) auprès de 3500 bordelais afin de connaître leurs habitudes alimentaires et dans quelle mesure celles-ci s'inscrivent dans une démarche susceptible d'être qualifiée de «durable». Ainsi, la majorité des répondants s'alimentent dans les grandes surfaces :

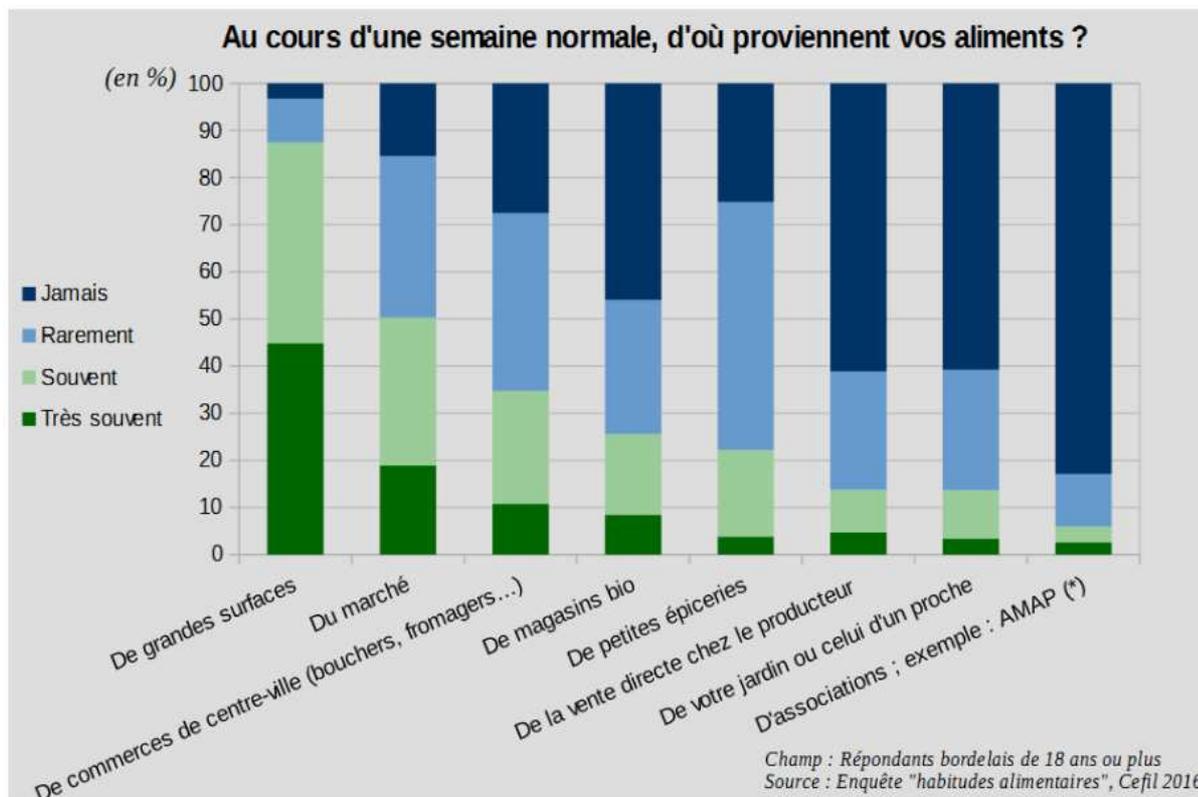


Figure 92 : Au cours d'une semaine normale, d'où proviennent les aliments des Bordelais ? Enquête "habitudes alimentaires", Cefil 2016

Bien que cela ne soit pas, en 2016, entré dans les habitudes, les habitants se disent favorable à une promotion et à un développement des produits locaux et de saison : « Les répondants souhaitent mettre en avant les produits locaux : quand 86 % souhaitent les promouvoir, 63 % estiment qu'il faudrait en faire autant pour les produits biologiques et 27 % seulement pour ceux issus du commerce équitable. Les répondants sont également sensibles à la saisonnalité : 84 % d'entre eux sont favorables à la valorisation des produits de saison. De la même manière, 85 % seraient prêts à ne plus consommer en hiver que des fruits et légumes de saison.»

En réponse, en 2018, un diagnostic de l'agriculture sur le territoire a été réalisé par Bordeaux Métropole afin d'identifier les enjeux locaux et les pistes de développement de l'agriculture locale et de la vente de proximité. Cette étude a abouti en l'élaboration d'un plan d'action organisé autour de 2 orientations stratégiques : soutenir une production agricole diversifiée, multifonctionnelle et respectueuse de l'environnement et soutenir une offre agricole et alimentaire de qualité, de proximité et pour tous.

En complément, la consommation de produits moins carnés (non pris en compte dans l'étude) permettrait de réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre du poste.

Le graphique suivant représente les émissions de gaz à effet de serre générées par la production et le transport de la nourriture de chaque type de repas :

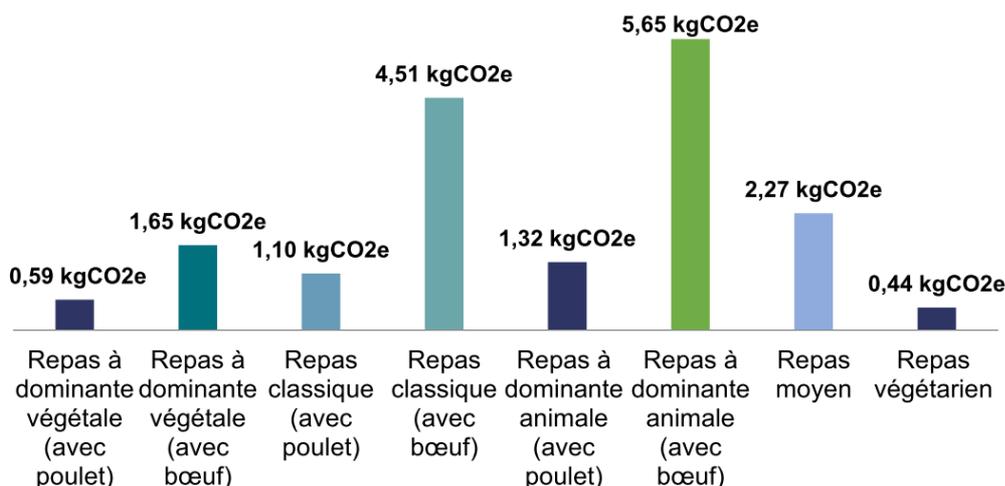


Figure 93 : Impact carbone pour un repas selon les différents types de repas, Source : Bilan Carbone, facteurs d'émissions

Ainsi, la consommation de poulet est beaucoup moins impactante que la consommation de bœuf.

5.1.2.1. Transport

Le graphique suivant présente les émissions de gaz à effet de serre liées au transport de personnes et de marchandises sur le territoire, mais également la venue (aller et retour) des touristes :

Bilan Carbone du territoire - poste transport, 2019

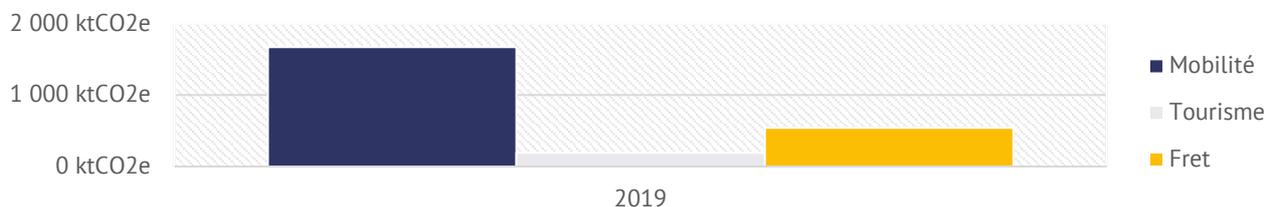


Figure 94 : Bilan Carbone du territoire - poste transport, 2019

L'empreinte carbone associée aux **déplacements de personnes** est de **2100 ktCO2e**, soit **24%** du bilan global et **75%** du poste transport. Les émissions associées au **transport de marchandises** sont de **500 ktCO2e**, soit **6%** du bilan global et **18%** du poste transport. Enfin, les émissions associées à la **venue des touristes** sont de **190 ktCO2e** (soit **2%** des émissions totales et **7%** des émissions du poste transport).

Une partie importante de l’empreinte du poste est effectuée en dehors du territoire (56%). Cela intègre principalement les déplacements des habitants et visiteurs en avion, seul le décollage et l’atterrissage ayant lieu sur le territoire de la Métropole :

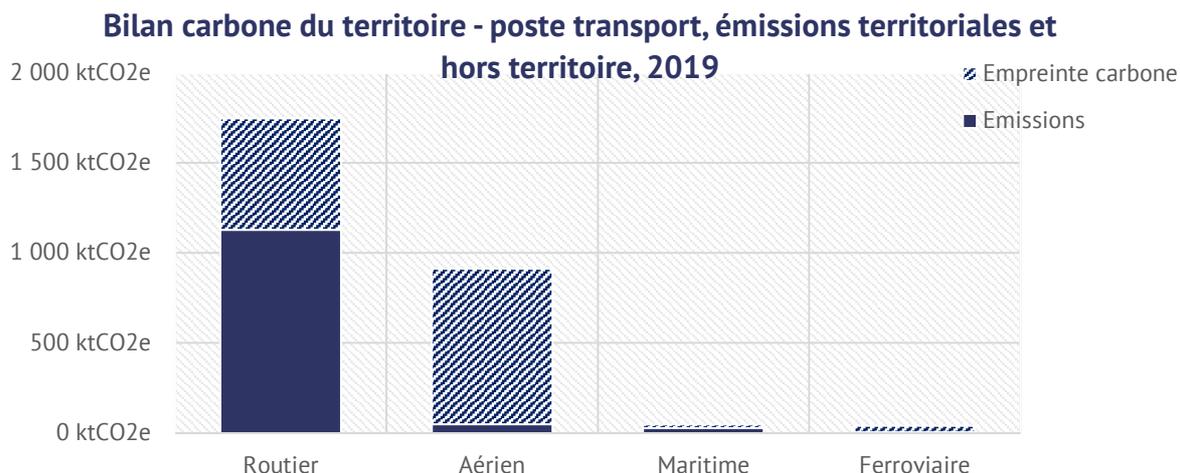


Figure 95 : Bilan Carbone du territoire - poste transport, émissions territoriales et hors territoire, 2019

Depuis 2007 l’empreinte carbone du poste transport a évolué de la manière suivante :

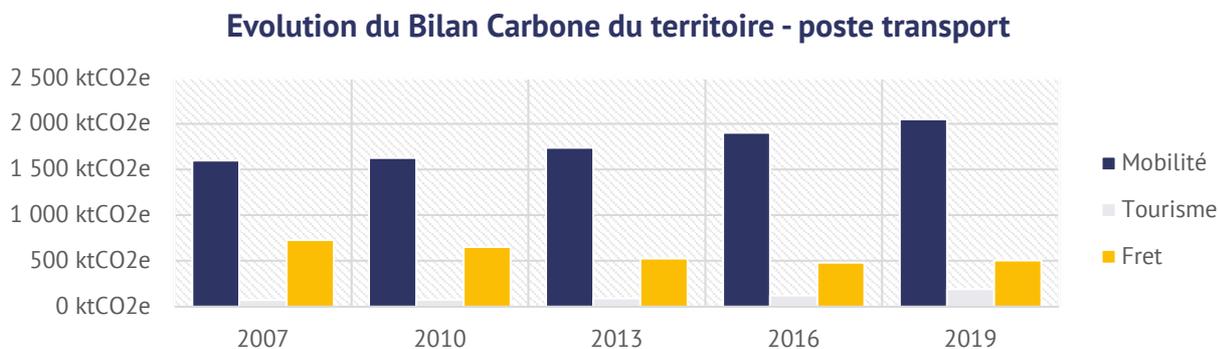


Figure 96 : Evolution du Bilan Carbone du territoire - poste transport, Source : BCO2 et E6

Entre 2016 et 2019, l’impact carbone des déplacements de personnes a augmenté de 9% et celui du transport de marchandise a augmenté de 5%.

L’empreinte carbone associée aux déplacements des touristes a également augmenté (+56%). L’accès à une données plus fine, issue des données de Gironde Tourisme et de la Mission Tourisme de Bordeaux Métropole ont été utilisées, ce qui explique cet écart.

Les déplacements des habitants :

Les déplacements des habitants de la Métropole, calculés à partir des données de l'INSEE et de CERTA (Cellule Economique Régionale des Transports en Aquitaine) puis de l'ORT (Observatoire Régional des Transports à l'échelle de la Région Nouvelle Aquitaine) démontre une évolution sur les modes de déplacements des habitants :

Evolution de l'empreinte carbone associée aux déplacements des habitants de la Métropole

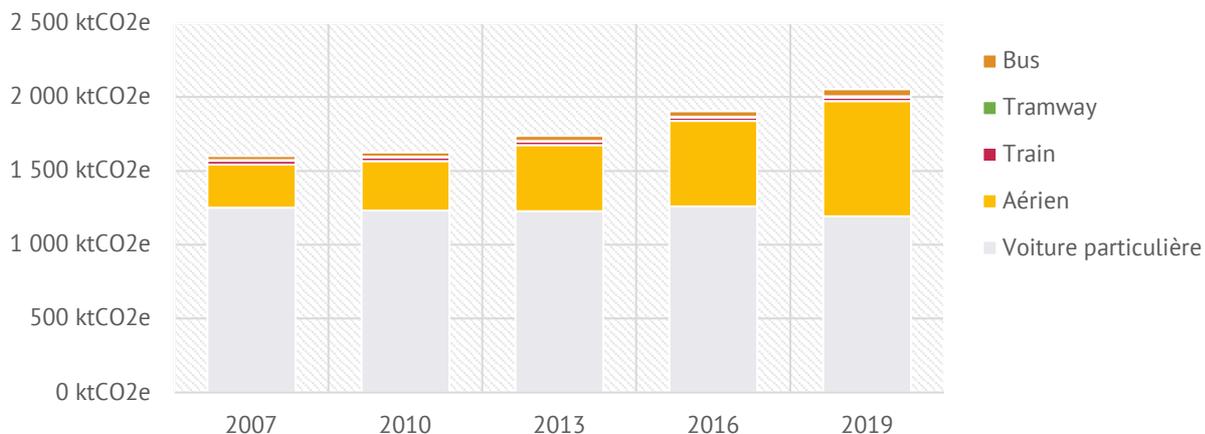


Figure 97 : Evolution de l'empreinte carbone associée aux déplacements des habitants de la Métropole

Les habitants ont de plus en plus recours à l'avion (+134% entre 2010 et 2019 au global et +108% par habitant) et aux transports en commun métropolitains (+60% entre 2010 et 2019 au global et +40% par habitant) et délaissent progressivement la voiture (-3% entre 2010 et 2019 au global et -14% par habitant).

Les déplacements des touristes :

En 2019, 5 226 786 nuitées ont été déclarées sur la métropole de Bordeaux, d'après les Chiffres clef 2019, Taxe de séjour Recettes et Nuitées de la Mission Tourisme, soit une hausse de 3% par rapport à 2018 (nb : le nombre de nuitée a baissé d'environ 50% entre 2019 et 2020 des suites de la crise sanitaire). Les communes les plus attractives sont Bordeaux (58% des nuitées) et Mérignac (17% des nuitées). Parmi ces visiteurs, 19% proviennent de l'étranger, 81% de France et 24% de la Région Nouvelle-Aquitaine (à partir des données de La fréquentation touristique en Gironde (33) 2019-2020). Les étrangers restent en moyenne 7,2 jours consécutifs sur le territoire, contre 5 pour les Français. Ainsi, le graphique suivant représente l'origine des différents visiteurs du département :

L'origine de la clientèle en séjour

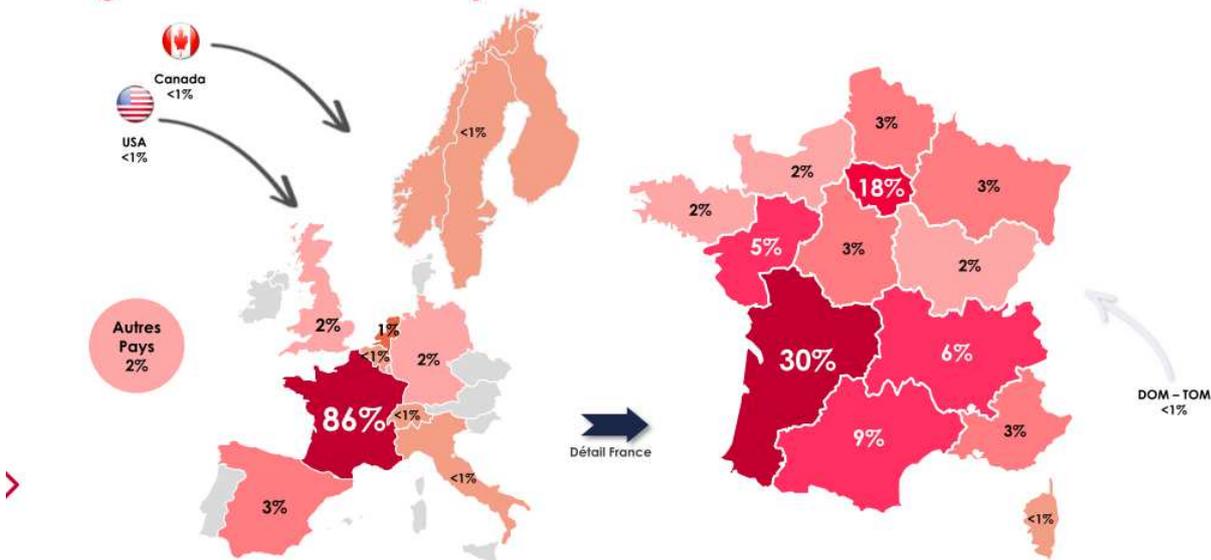


Figure 98 : Origine des touristes venant en Gironde, saison 2019 - 2020, source : Fréquentation touristique en Gironde – 2019/2020

Le graphique suivant représente les modes de transport utilisés par les visiteurs de la Gironde, et plus précisément de Bordeaux et son unité urbaine :

La voiture, 1er mode de transport pour quitter la région, suivi par le train et l'avion. Ce dernier beaucoup plus utilisé par les touristes du 33 vs la région (12% vs 6% à l'échelle de la région).

Le mode de transport utilisé pour quitter la région

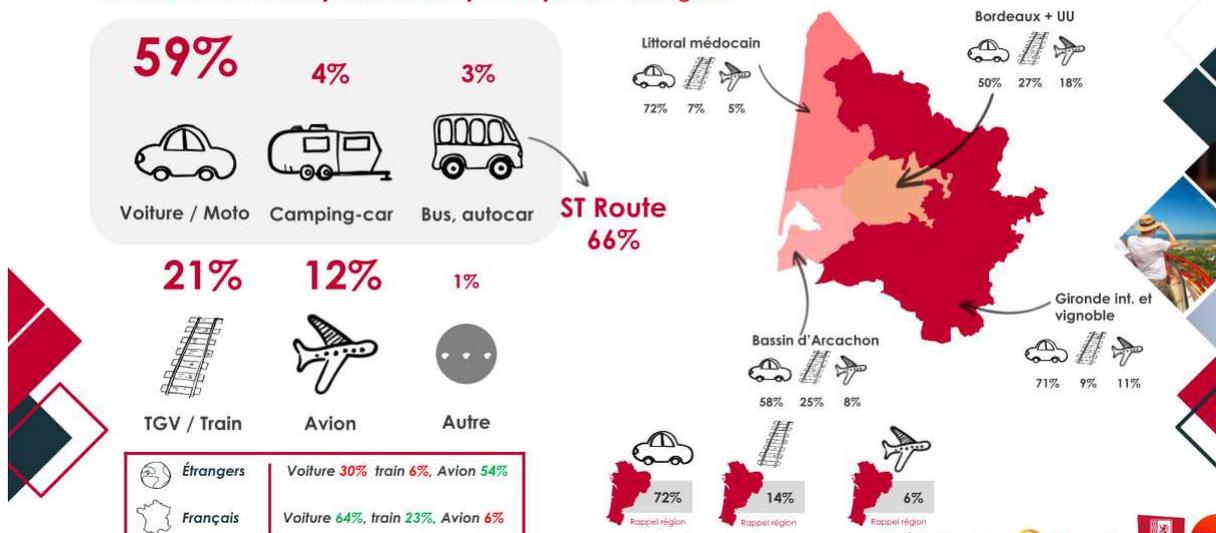


Figure 99 : Mode de déplacement utilisés par les touristes pour rejoindre et quitter la Gironde, saison 2019 - 2020, source : Fréquentation touristique en Gironde – 2019/2020

Ainsi, malgré un nombre important de touristes provenant de France (30% de Nouvelle Aquitaine, 18% d'Île de France et 9% d'Occitanie, deux régions facilement accessibles en train), seulement 27% d'entre eux utilisent un mode de transport ferroviaire. 18% des touristes se rendent sur le territoire (Bordeaux et son unité urbaine) en avion et 50% en voiture. Ce sont des deux modes de transport les plus émetteurs de gaz à effet de serre :

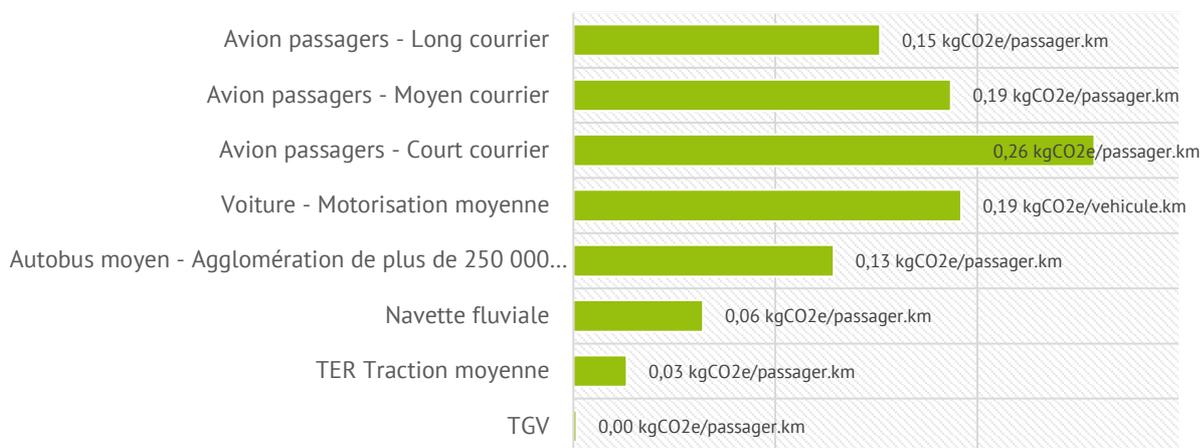


Figure 100 : Emissions de gaz à effet de serre de différents modes de transport, Source : Base carbone de l'Ademe

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) :

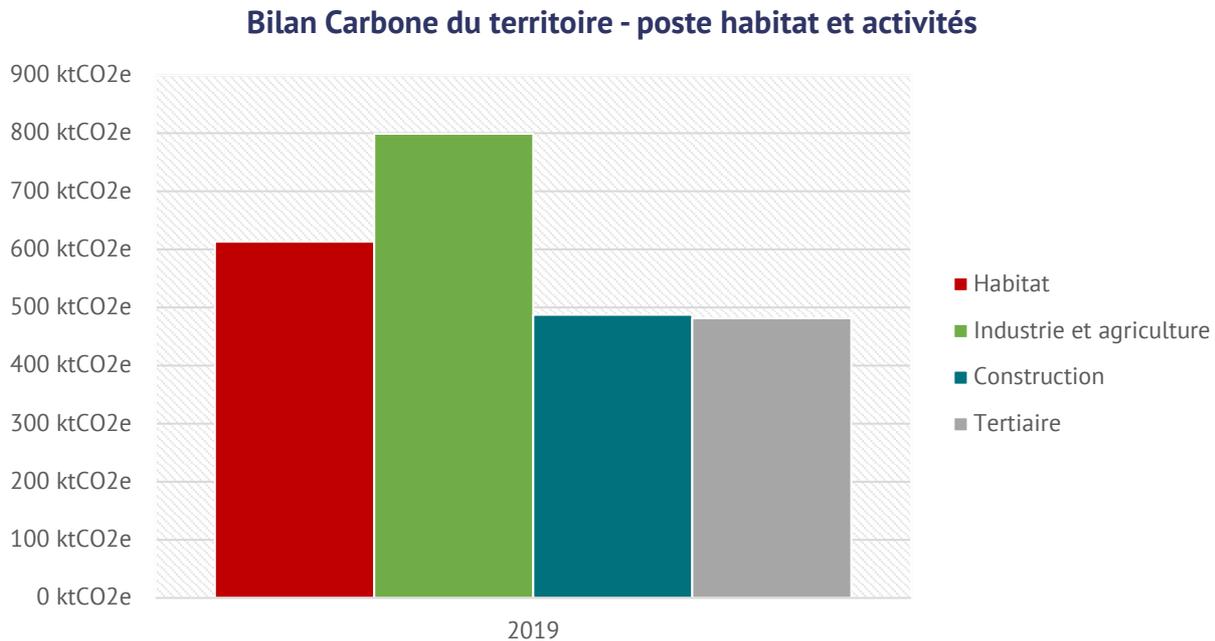


Figure 101 : Bilan Carbone du territoire - poste habitat et activités, 2019

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 :

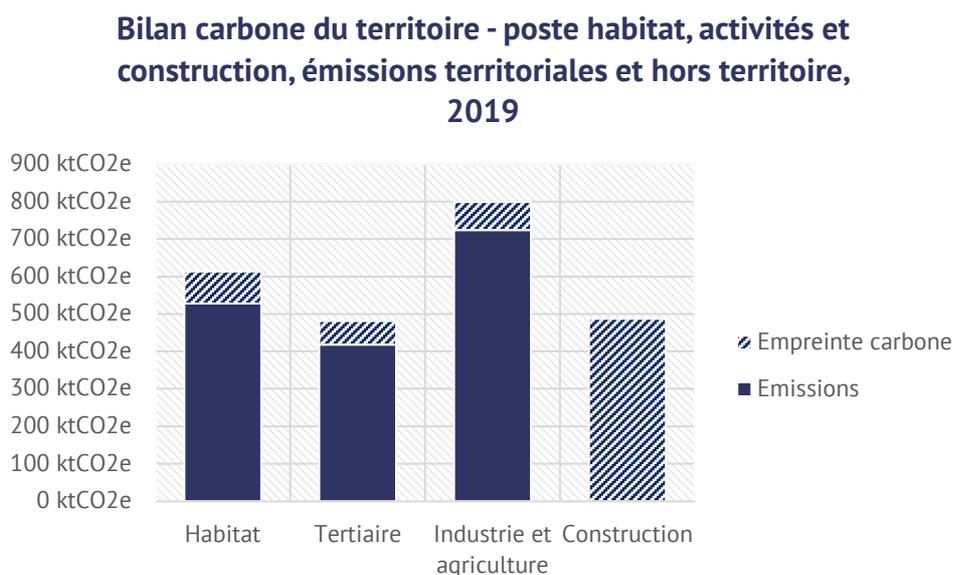


Figure 102 : Bilan carbone du territoire - poste habitat, activités et construction, émissions territoriales et hors territoire, 2019

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

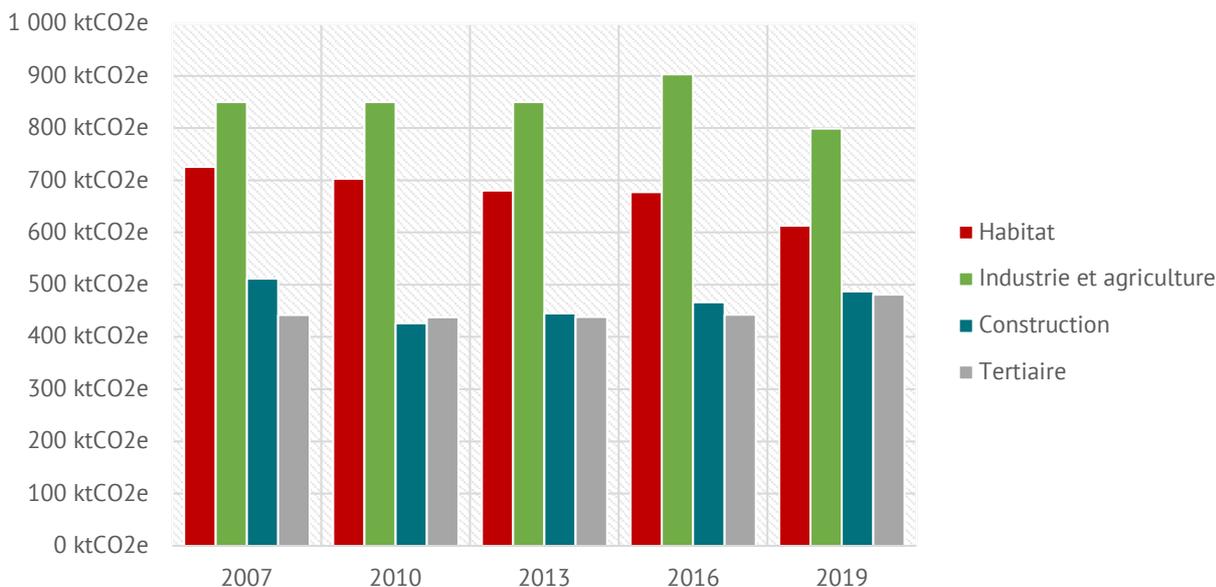


Figure 103 : Evolution du Bilan Carbone du territoire - poste habitat et activités, Source : BCO2 et E6

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

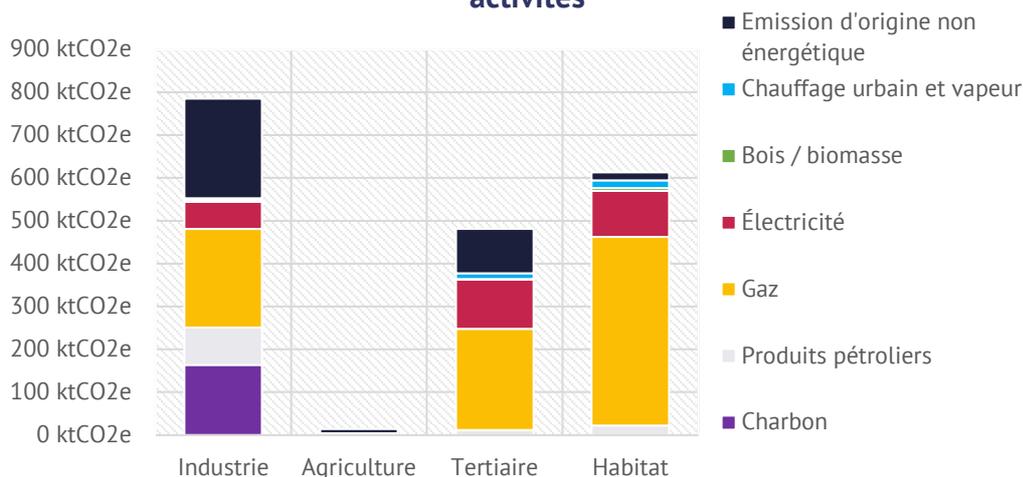


Figure 104 : Répartition de l’empreinte carbone associée à l’habitat et aux activités, 2019, Source : NEPSSEN à partir des données ALEC

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 :

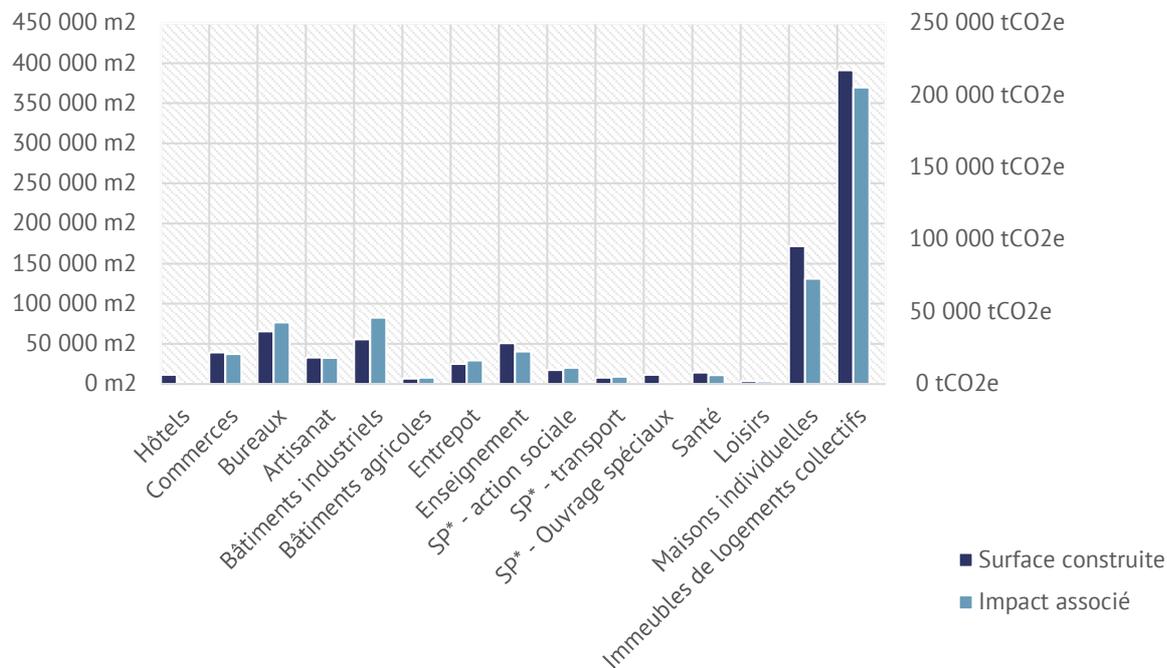


Figure 105 : Répartition des surfaces construites et de l'impact carbone associé, Source : Sit@Del2/base carbone, 2019

*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

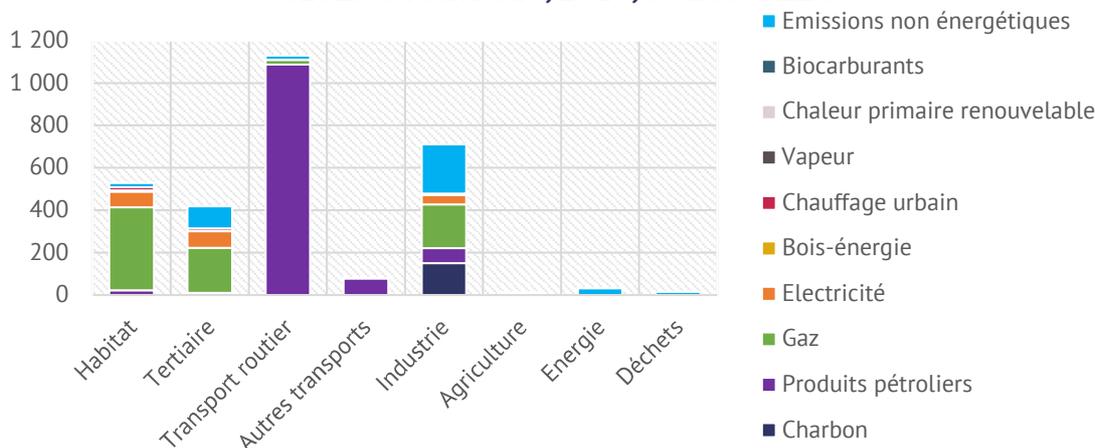


Figure 106 : BEGES du territoire, 2019, Source : ALEC

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

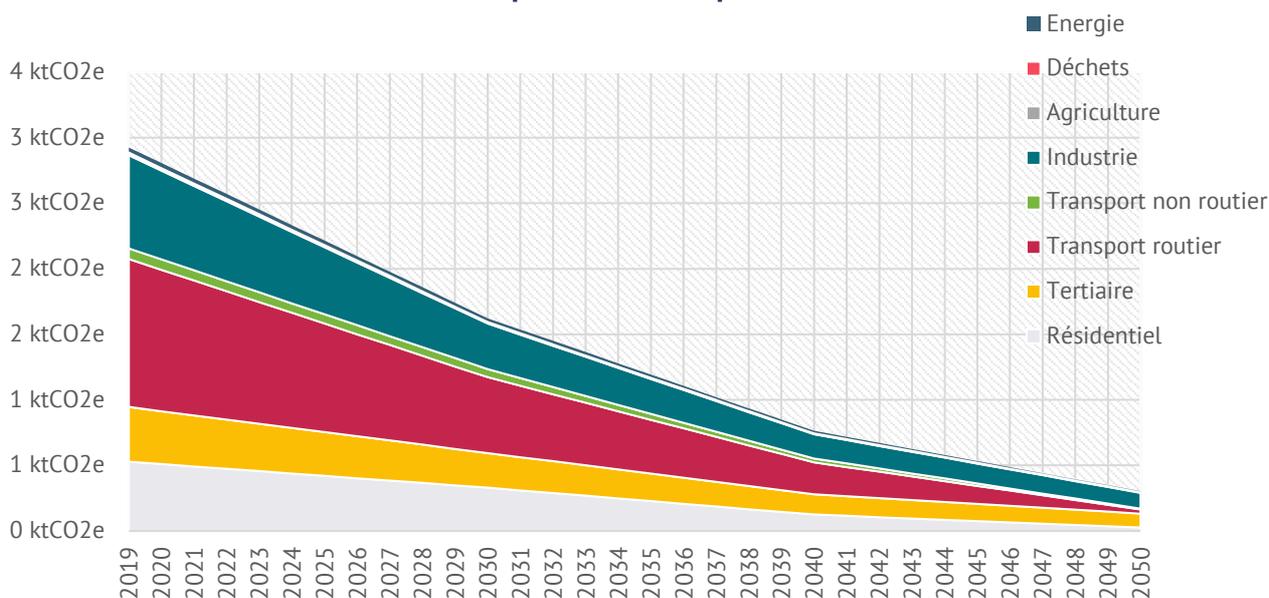


Figure 107 : Evolution des émissions de gaz à effet de serre territoriales de Bordeaux Métropole, scénario potentiels, Source : ALEC

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

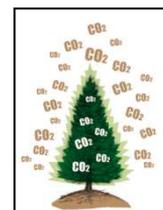
Les stocks de carbone sont calculés en fonction de 3 réservoirs de carbone : le sol, la litière et la biomasse (aérienne et racinaire). Ci-dessous un descriptif de ces réservoirs :



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
Milieus 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

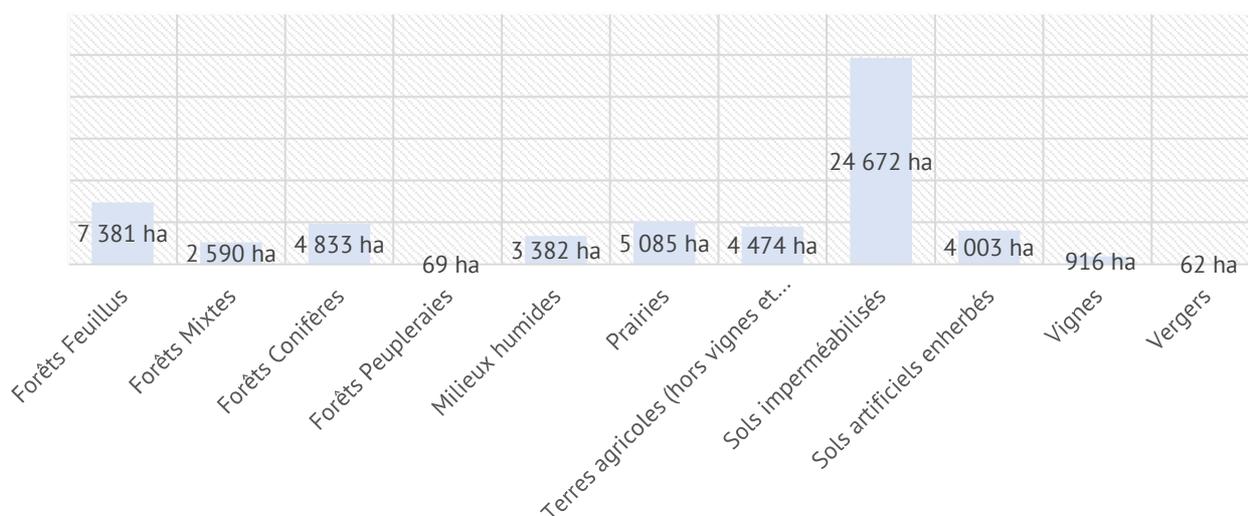


Figure 108 : Ventilation surfacique du territoire selon les deux niveaux de catégories, Source : AREC, 2019

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

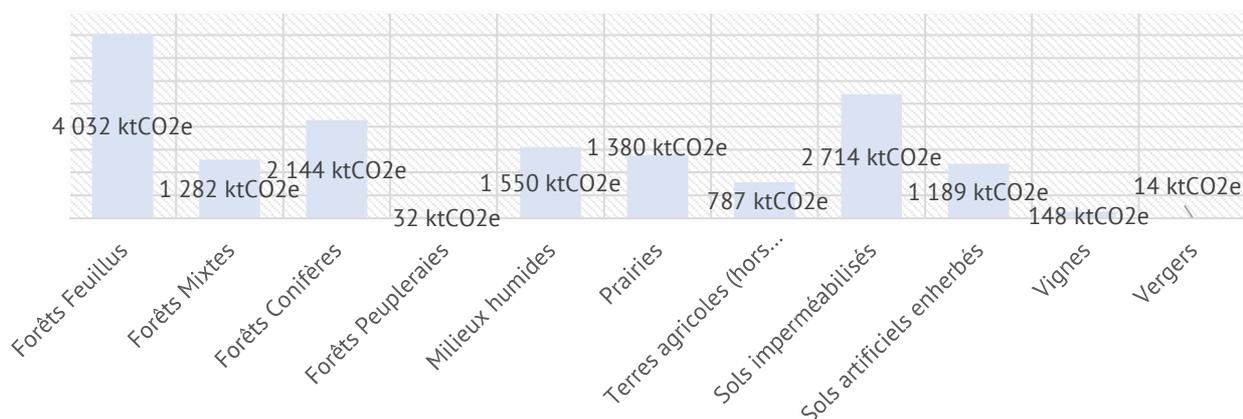


Figure 109 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, Source : AREC, 2019

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

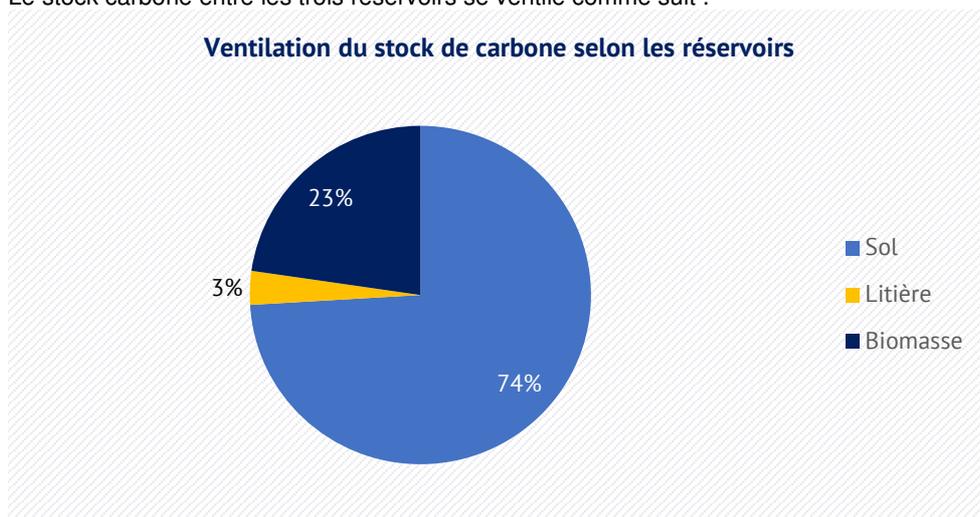


Figure 110 : Ventilation du stock carbone selon les réservoirs, Source : Corine Land Cover et outil ALDO, 2018

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.

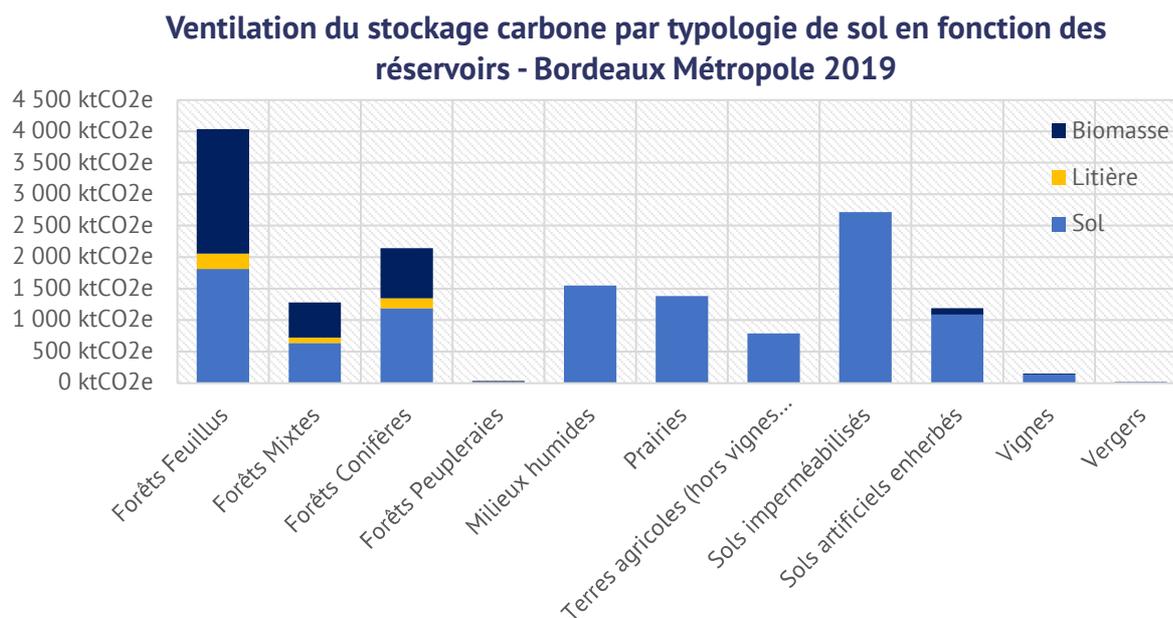


Figure 111 : Ventilation du stock carbone selon les différentes typologies et des réservoirs, Source : ALEC, 2019

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

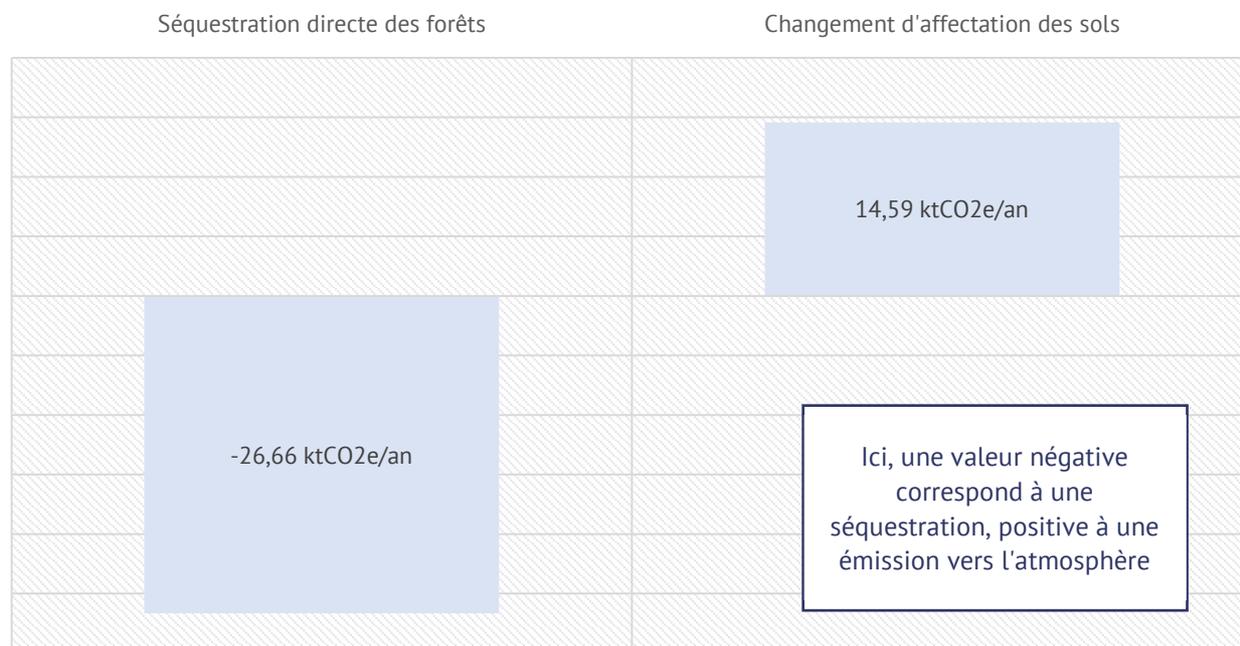


Figure 112 : Flux carbone du territoire, Source : ALEC, 2019

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...

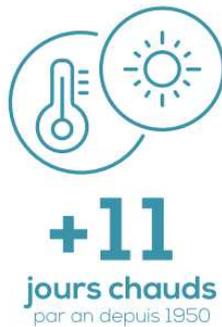
L'évolution du climat de Bordeaux Métropole* est évaluée sur la base des données collectées par la station Météo-France de Mérignac, disponibles depuis 1946. Elles permettent d'affirmer que le changement climatique est déjà une réalité sur le territoire. Qu'observe-t-on ?

■ Des températures en hausse

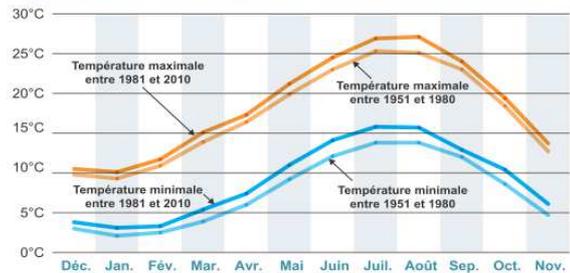


Cette hausse est plus marquée en été qu'en hiver.

■ Des vagues de chaleur plus fréquentes



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



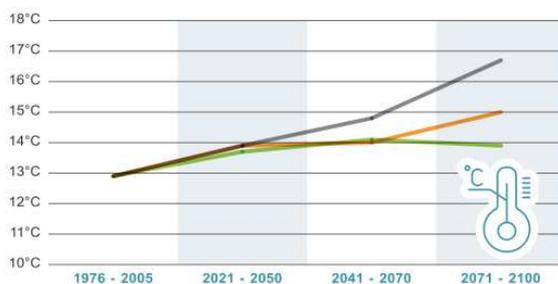
Attention ! La hausse tendancielle des températures moyennes ne signifie pas la disparition des épisodes de froid (gel, neige, etc.). Moins fréquents, ces épisodes affectent toujours régulièrement le territoire métropolitain.

■ 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

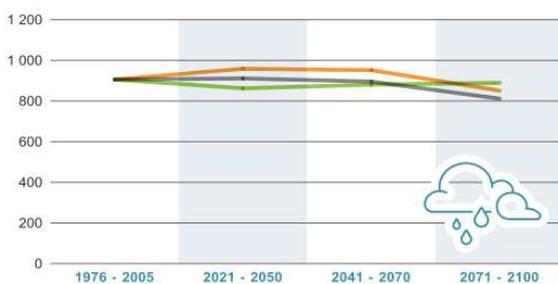
L'évolution projetée du climat au XXI^{ème} siècle proposée par le GIEC dans son dernier rapport a été régionalisée par Météo-France (CNRM) pour trois scénarios considérés comme « optimiste » (RCP2.6), « médian » (RCP4.5) et « pessimiste » (RCP8.5).

Évolution des températures moyennes annuelles*



*Les données utilisées sont tirées du portail de référence DRIAS

Évolution des précipitations moyennes annuelles* en mm



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



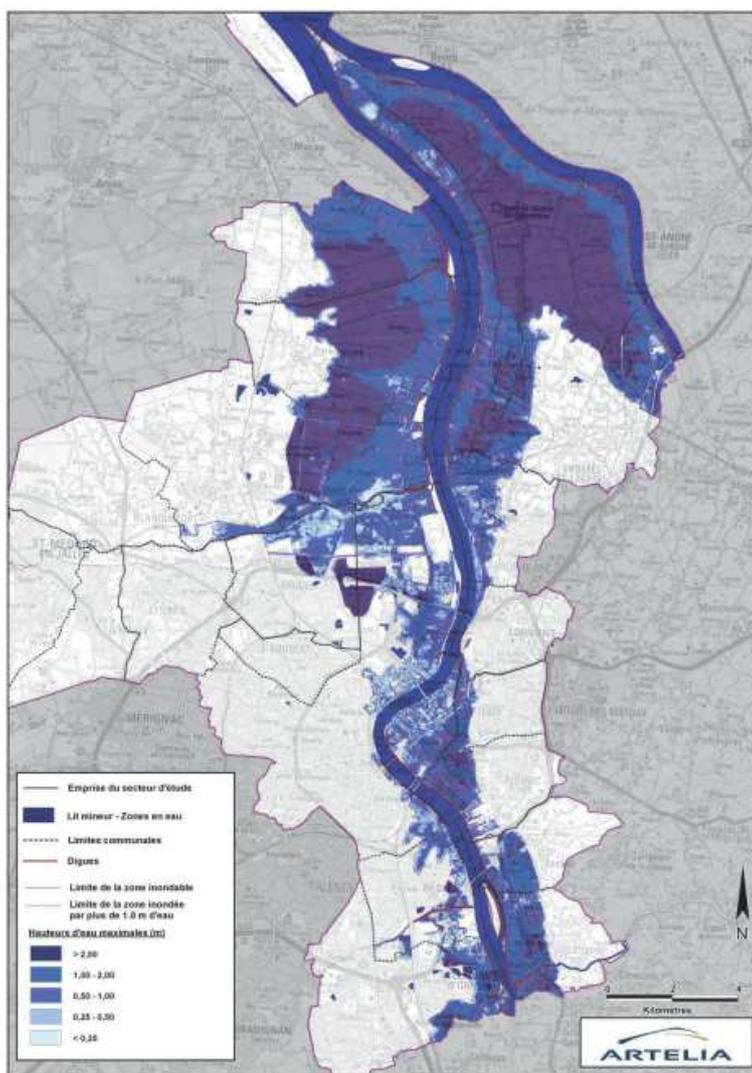
- 17 communes concernées.
- 10 % de la population exposée.
- Risque accru de salinisation des terres (presqu'île d'Ambès, Entre-deux-Mers et Haut-médoc).

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



- Tendence 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'ambrosie.

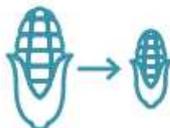
■ Une évolution des cycles végétatifs interrogeant les pratiques culturales



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



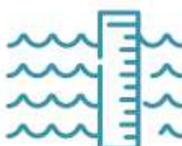
- Une baisse attendue des rendements de certaines cultures : - 1 t/ha pour le maïs irrigué dans le grand Sud Ouest à l'horizon 2030 (source : Brisson et Levraut, 2012).



- 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

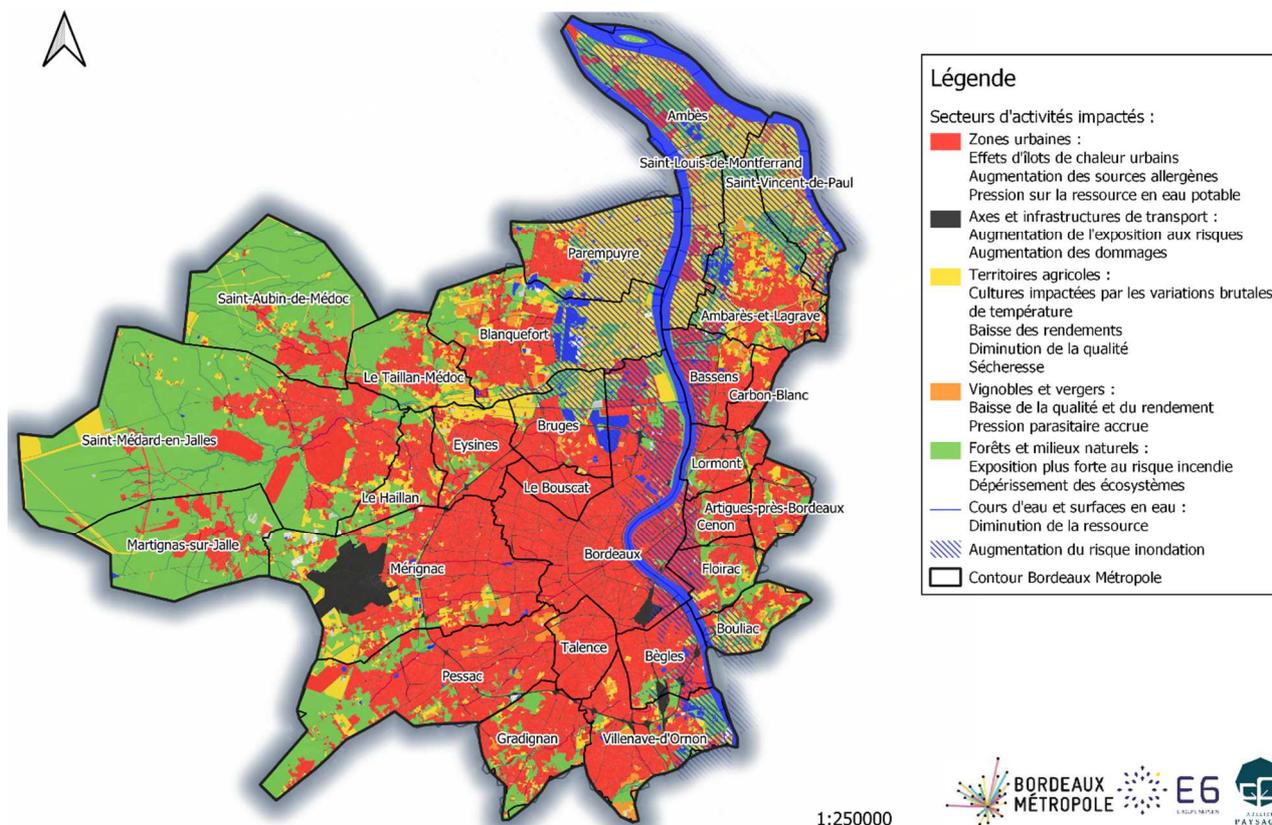


Figure 114 : Synthèse des vulnérabilités des activités du territoire aux changements climatiques (Source : ACPP, E6).

Vulnérabilité des risques naturels au changement climatique

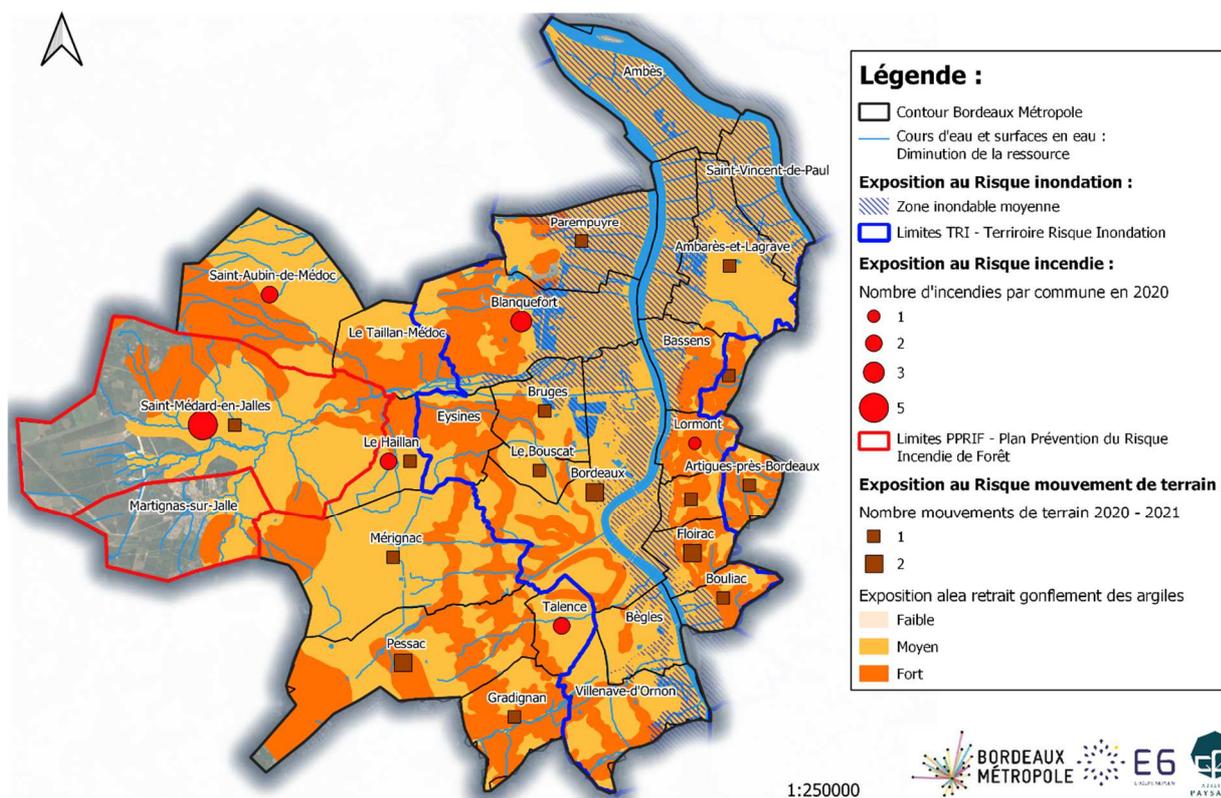


Figure 115 : Synthèse des vulnérabilités des risques naturels aux changements climatiques (Source : ACPP, E6).

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.

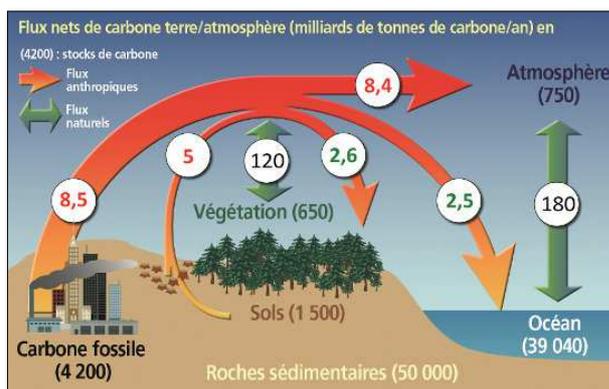


Figure 118 : Flux nets de carbone

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.

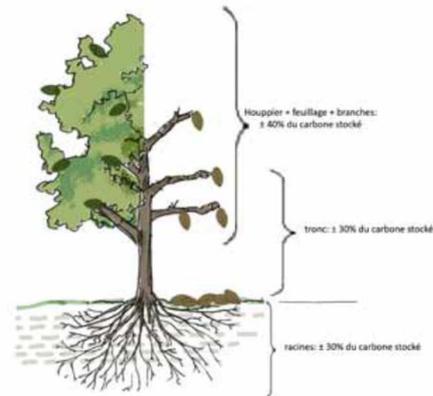


Figure 119 : Répartition moyenne du carbone stocké dans un arbre

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.

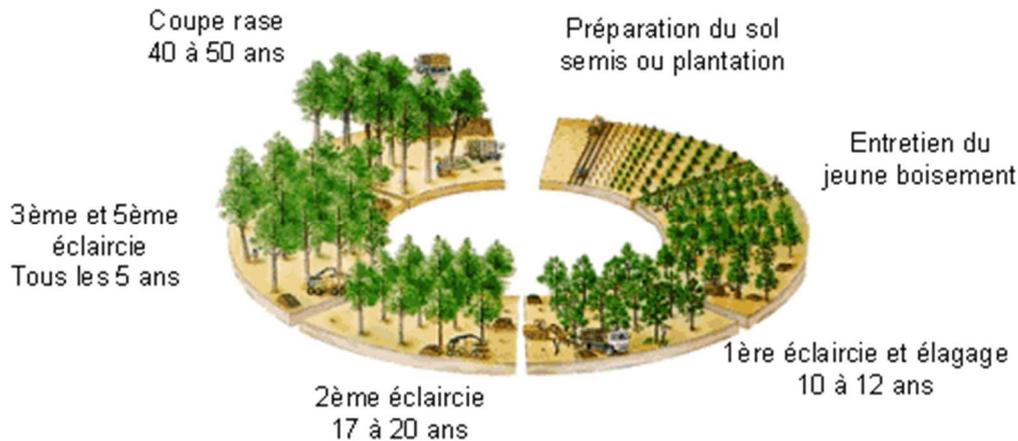


Figure 120 : Schéma du cycle de l'exploitation des Landes, Source : Actionpin

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 « cicatrisation 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).

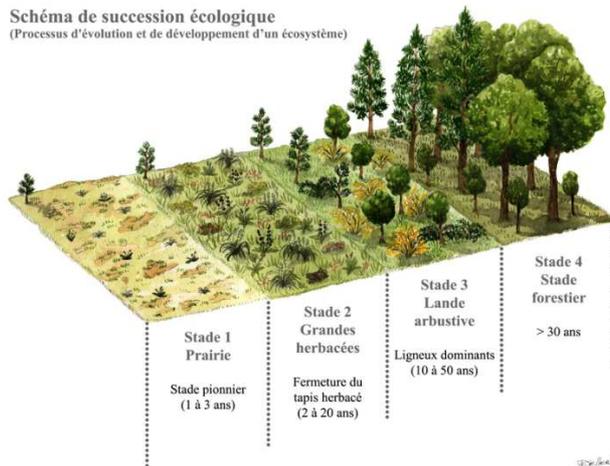


Figure 121 : Schéma du cycle de succession écologique - source : florencedellerie

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.

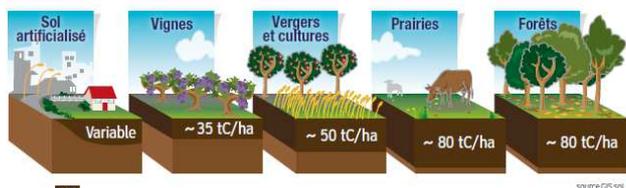
En France, entre 3 à 4 milliards de tonnes de carbone sont stockées dans les premiers centimètres de nos sols.

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, séquestrent 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 vertueuse à une seule condition, gérer de manière durable nos forêts.

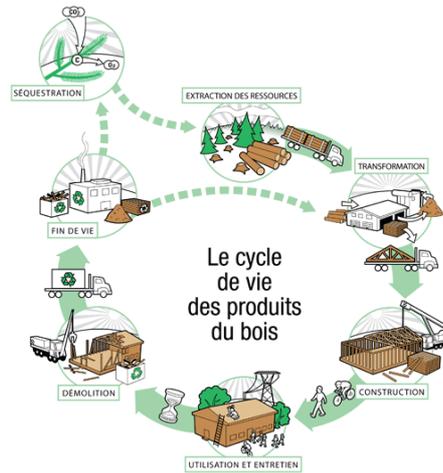


Figure 123 : Cycle de vie des produits bois

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.

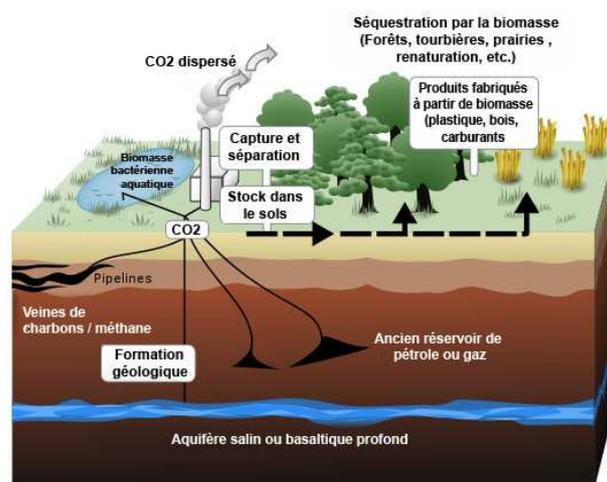


Figure 124 : Schéma du stockage carbone par pompage

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.

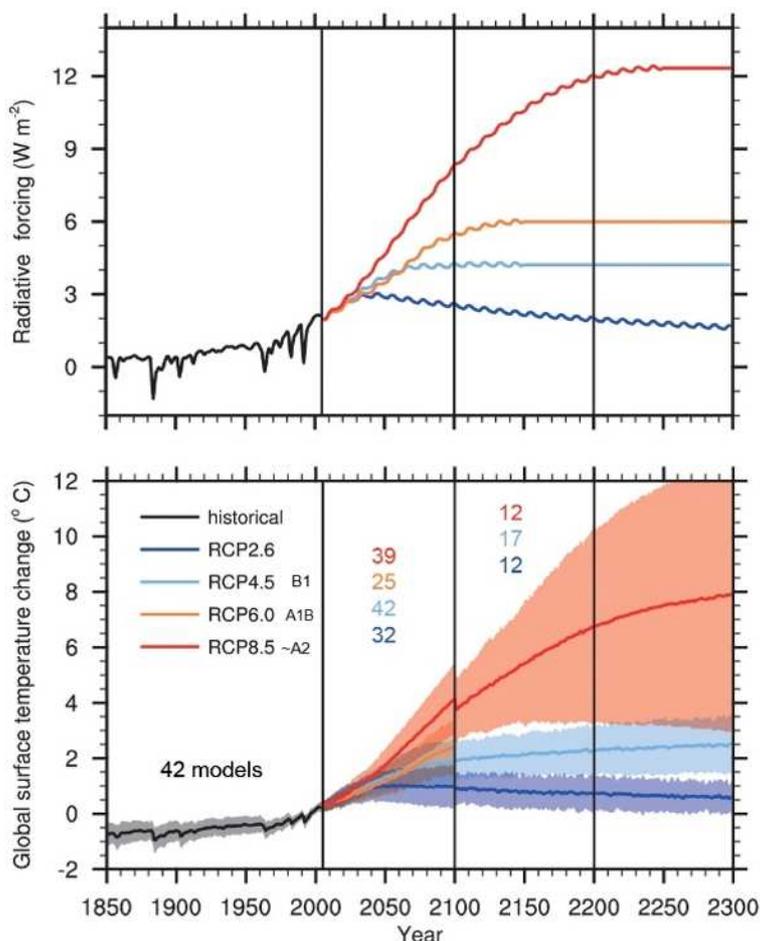


Figure 125 : Évolution du bilan radiatif de la terre ou « forçage radiatif » en W/m² sur la période 1850-2250 selon les différents scénarios. (GIEC)

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.

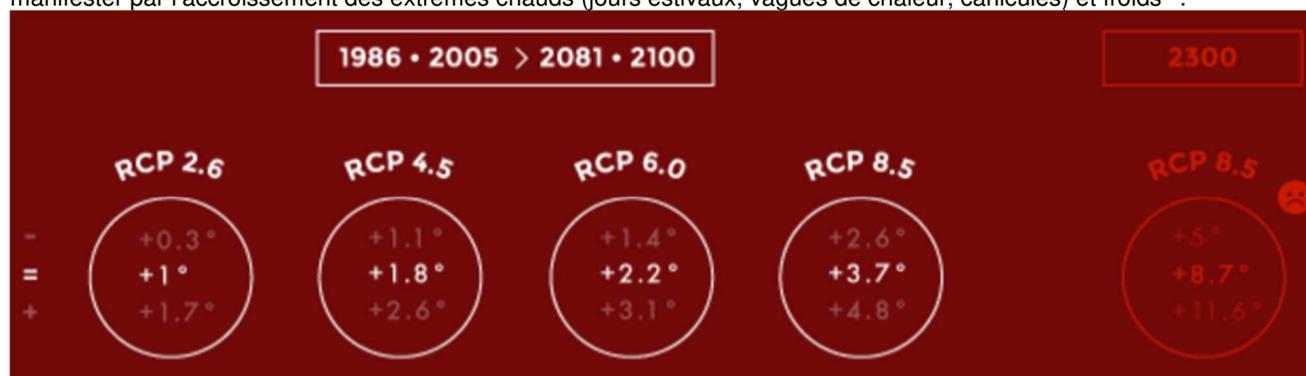


Figure 126 : Infographie présentant l'évolution des températures à l'échelle du globe en fonction des scénarios RCP 2.6, 4.5, 6.0 et 8.5 (extrait du rapport du GIEC, 2014)

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

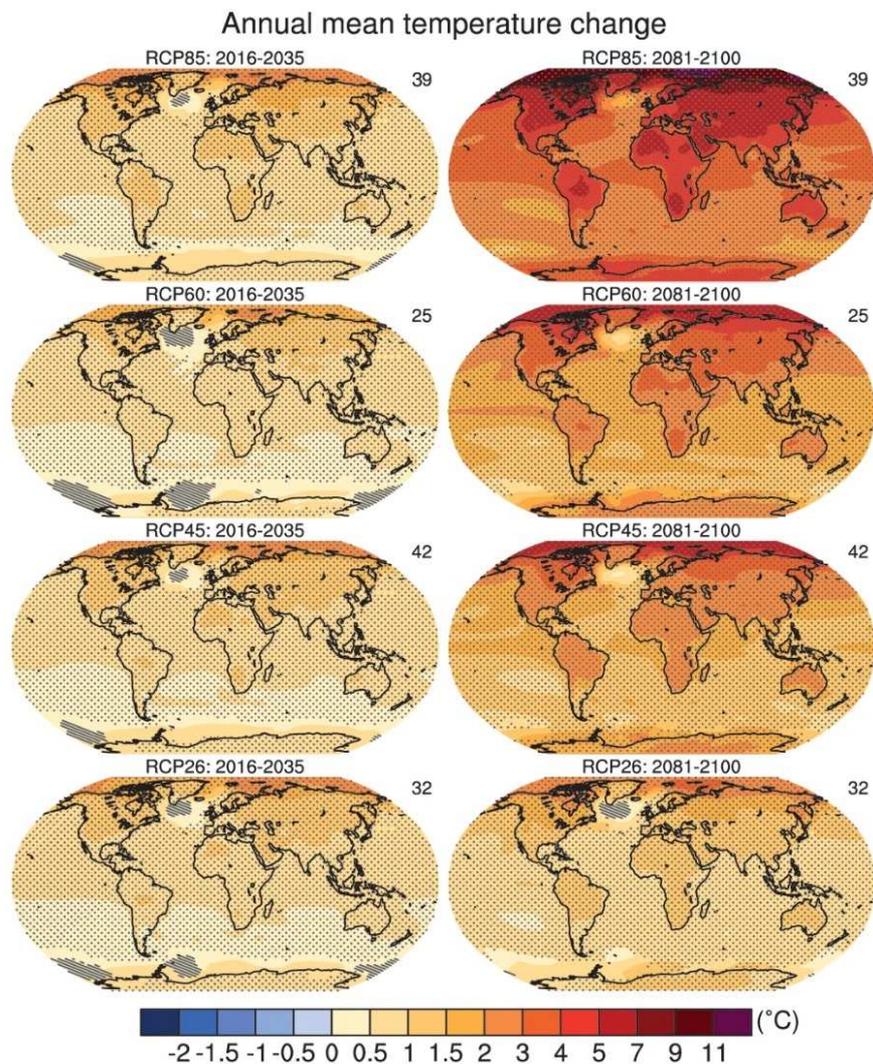


Figure 127 : Projections à l'échelle mondiale de l'évolution de la température annuelle moyenne entre 2016-2035 et 2081-2100 suivant les 4 profils RCP. (GIEC)

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

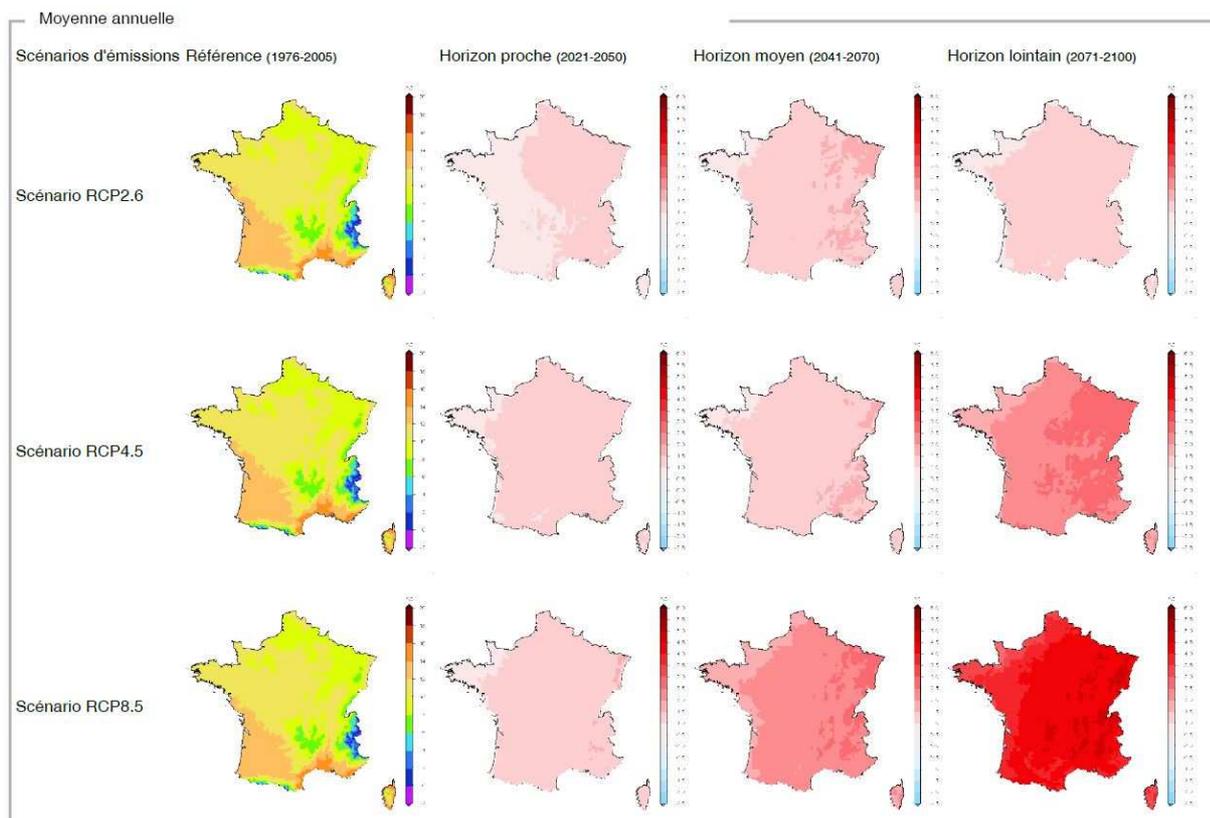


Figure 128 : Anomalie de température moyenne quotidienne : écart entre la période considérée et la période de référence [°C]. (Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France)

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 provoque 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
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 : NEPSEN, 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
