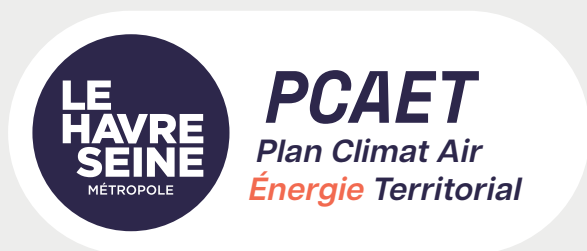


Plan Climat Air Énergie Territorial

Diagnostic Climat

Air Énergie



Le Havre Seine Métropole

Élaboration du Plan Climat Air Énergie Territorial et du
Schéma Directeur des Énergies de la Communauté
urbaine

DIAGNOSTIC CLIMAT AIR ÉNERGIE

Réalisation : 2021/2022

(sur les données les plus récentes à disposition : 2018 et 2019)



Sommaire

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCTION | 6 |
| 2. ÉTAT DES LIEUX DES ÉMISSIONS TERRITORIALES DE GAZ À EFFET DE SERRE ET DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES | 8 |
| 2.1. Méthodologie de rapportage de l'ORECAN | 8 |
| 2.2. Bilan des émissions de gaz à effet de serre de l'ORECAN | 9 |
| 2.3. Bilan des émissions de polluants atmosphériques et de la qualité de l'air | 13 |
| 3. ANALYSE DE LA SÉQUESTRATION CARBONE | 28 |
| 3.1. OBJECTIF ET DEFINITIONS | 28 |
| 3.2. METHODOLOGIE | 30 |
| 3.4. EVALUATION DU STOCK DE CARBONE SUR LE TERRITOIRE | 33 |
| 3.5. CONCLUSION ET PISTES D'AUGMENTATION DU POTENTIEL DE SEQUESTRATION | 37 |
| 4. ÉTAT DES LIEUX DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE | 41 |
| 4.1. Bilan énergétique global | 42 |
| 4.2. Bilan énergétique du territoire – hors activités industrialo- portuaires | 45 |
| 4.3. Détail du secteur résidentiel | 47 |
| 4.4. Détail du secteur tertiaire | 51 |
| 4.5. Détail du secteur de l'industrie | 53 |
| 4.6. Détail du secteur transport | 56 |

| | |
|---|-----|
| 5. ÉTAT DES LIEUX DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE..... | 64 |
| 5.1. Bilan global de la production | 64 |
| 5.2. Détail des productions électriques | 65 |
| 5.3. Détail des productions de chaleur | 66 |
| 5.4. Détail des projets de production de gaz renouvelable..... | 69 |
| 5.5. Détail des productions de bois | 69 |
| 6. ÉTAT DES LIEUX DES RÉSEAUX ÉNERGÉTIQUES..... | 70 |
| 6.1. Les réseaux d'électricité..... | 70 |
| 6.2. Les réseaux de gaz..... | 71 |
| 6.3. Les réseaux de chauffage urbain publics | 72 |
| 7. FACTURE ÉNERGÉTIQUE ET ANALYSE DE LA PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE | 74 |
| 7.1. Facture énergétique globale | 74 |
| 7.2. Analyse de la précarité énergétique des ménages | 75 |
| 8. ANALYSE PAR FILIÈRE DES POTENTIELS D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET DE RÉCUPÉRATION | 80 |
| 8.1. Potentiel bois-énergie (BE) | 80 |
| 8.2. Potentiel de production de chaleur fatale | 81 |
| 8.3. Potentiel solaire | 87 |
| 8.4. Potentiel d'éolien en mer..... | 97 |
| 8.5. Potentiel d'éolien terrestre | 99 |
| 8.6. Potentiel de méthanisation..... | 100 |
| 8.7. Potentiel géothermique | 103 |

| | |
|---|------------|
| 8.8. Indications sur la filière hydrogène..... | 104 |
| 8.9. Synthèse des potentiels ENR&R | 106 |
| 9. CONCLUSION..... | 108 |
| 9.1. Principaux messages clés du diagnostic relatif au SDE..... | 108 |
| 9.2. Propositions de pistes d'actions | 109 |
| 10. ANNEXES | 115 |
| 10.1. Prix des énergies | 115 |
| 10.2. Bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre à partir du diagnostic énergétique | 115 |
| 10.3. Liste des acteurs consultés..... | 118 |
| 10.4. Liste des données collectées | 119 |
| 10.5. Liste des actions menées par la CU et ses partenaires | 119 |
| 10.6. Liste des indicateurs | 120 |
| 10.7. Méthodologie utilisée pour l'évaluation du potentiel en bois énergie pour la Communauté urbaine..... | 121 |
| 10.8. Table | 128 |

1. Introduction

LE PCAET ET LE SDE : DES OUTILS PARTENARIAUX, OPERANT AU SERVICE DU PROJET COMMUNAUTAIRE.

Avec l'élaboration d'un PCAET, la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole (LHSM) affirme son rôle d'animatrice et coordinatrice de la transition énergétique sur son territoire. Le Schéma directeur des énergies (SDE), qui sera défini en parallèle du PCAET, doit produire une feuille de route opérationnelle pour le volet « énergies » du PCAET. Ces documents cadres porteront la stratégie de transition climat-air-énergie de LHSM et ses actions.

Le Schéma Directeur des Énergies de la Communauté urbaine du Havre Seine Métropole est une démarche visant à :

- | Renforcer la connaissance de la situation énergétique du territoire de la CU ;
- | Construire une vision partagée et une feuille de route commune à l'ensemble des acteurs.

L'étude est décomposée en 3 phases. **La première phase de construction du modèle énergétique du territoire** consiste à réaliser un diagnostic sur le sujet des consommations et productions énergétiques, ainsi que sur les déploiements possibles d'énergies renouvelables (photovoltaïque, biogaz, ...). Cette première phase sera le point de départ de la **deuxième phase de stratégie**, visant à construire différents scénarios d'évolution possibles du territoire, permettant d'évaluer la trajectoire énergétique dans le cas d'un suivi strict des évolutions tendanciennes, ou au contraire de scénarios plus ambitieux. Après discussion avec les différents acteurs du territoire et validation politique, le scénario d'évolution préférentiel retenu par la Communauté urbaine sera approfondi pour en dégager les axes majeurs de la transition énergétique du territoire. Ces objectifs seront ensuite décomposés en plan d'actions dans la **troisième phase**.

Le présent document constitue le rapport de la phase 1. Il décrit :

- ❖ L'état des lieux des émissions de gaz à effet de serre et des polluants atmosphériques du territoire ;
- ❖ L'analyse de la séquestration carbone du territoire ;
- ❖ Le diagnostic énergétique du territoire, sur le plan des consommations d'énergie, de la production, et des réseaux d'énergie ;
- ❖ L'analyse de la précarité énergétique du territoire ;
- ❖ L'identification des potentiels en énergie renouvelable et de récupération ;
- ❖ Des premières pistes de réduction des gaz à effet de serre sur le territoire.

Le diagnostic du territoire se base sur l'année 2019. Cette année dite de référence est l'année la plus récente pour laquelle on dispose des consommations énergétiques du territoire à la date de collecte des données (été 2021).

Il convient de souligner dès à présent la spécificité du territoire qui contient une zone industrialo-portuaire (ZIP) à rayonnement international et très consommatrice d'énergie. On propose dans le présent rapport d'analyser les consommations et émissions du territoire selon différents périmètres :

- Un périmètre global (en section 4.1)
- Un périmètre dit « hors activités industrialo-portuaires » (en section 4.2). On exclut dans ce périmètre les consommations du secteur industrie et du transport non routier afin de mettre davantage en perspective les particularités des autres secteurs d'activité. La zone d'émissions spécifiques que constitue la ZIP n'est donc pas incluse dans ce périmètre.
- Un périmètre constitué des activités industrialo-portuaires dont on trouvera le détail en section 4.5 pour le secteur industriel et en section 4.6 pour le secteur du transport non routier.

LE TERRITOIRE DE LA COMMUNAUTE URBAINE

Au cœur de l'Estuaire de la Seine, au sein de la Normandie unifiée, à la porte d'entrée du corridor de la vallée de la Seine, le territoire du Havre Seine Métropole se caractérise par son identité à multiples facettes :

- maritime, avec ses infrastructures portuaires et industrielles et la notion d'ouverture internationale qui y est indissociablement attachée, mais également ses activités nautiques et balnéaires ;
- fluviale, avec la Seine comme accroche du territoire et les liens à Paris, à l'Ile-de-France et à l'international ;
- agricole et naturelle, véritable socle pour ses ressources qui jouent un rôle déterminant pour l'économie et la qualité de vie de ce territoire ;
- patrimoniale, s'exprimant dans la diversité de ses paysages, de ses milieux naturels et de ses qualités urbaines uniques.

Fière de ses richesses, Le Havre Seine Métropole est tout autant consciente de ses fragilités issues de cette même géographie et de son histoire. La gestion du risque, industriel ou naturel, est depuis longtemps intégrée dans les politiques publiques : risques technologiques, ruissellement, cavités souterraines, ... Il s'agit de continuer à faire référence en matière de résilience face aux défis notamment d'adaptation au changement climatique, des risques de submersion marine et de recul du trait de côte, de la qualité de l'air. C'est dans ce contexte que s'inscrit l'ambition climat-air-énergie de la Communauté urbaine.

2. État des lieux des émissions territoriales de Gaz à Effet de Serre et des polluants atmosphériques

De nombreuses méthodologies existent pour comptabiliser les émissions de GES et de polluants, avec des périmètres différents en fonction de l'objectif recherché. Nous présentons ci-dessous la méthodologie proposée par l'ORECAN ainsi que les données associées dans leur version publiée en juillet 2021 :

- | Source pour les GES : ORECAN – Atmo Normandie – Inventaire version 3.2.7 et ORECAN – Biomasse Normandie – version 12.21 (Transport routier) – Biomasse Normandie – version v1.0 (Transport non routier) – Biomasse Normandie – version 09.19 (Séquestration Carbone)).
- | Source pour les polluants : ORECAN – Atmo Normandie – Inventaire version 3.2.7

2.1. Méthodologie de rapportage de l'ORECAN

L'ORECAN est l'observatoire de l'énergie, de l'air et du climat en Normandie. L'ADEME et la région Normandie sont à l'initiative de sa création et pilotent actuellement la structure. Ce sont Biomasse Normandie et ATMO Normandie qui effectuent le travail opérationnel de collecte, traitement et publication des données. La présente section d'état des lieux des émissions de GES se base sur les données de cet observatoire. Ainsi, nous reprenons en ce début de chapitre les termes de la méthodologie de l'ORECAN intitulée *Méthodes d'élaboration de l'inventaire territorial des consommations d'énergie, des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en Normandie*. Ce document, datant de décembre 2020, précise le format de rapportage des données de l'ORECAN. Il est disponible suivant le lien <http://www.orecan.fr/info-donnees/>.

Afin d'être en mesure de répondre aux besoins des partenaires de l'ORECAN, pour alimenter en premier lieu les diagnostics des Plans Climat Air Energie Territoriaux (PCAET), le format de rapportage utilisé dans la méthodologie de l'inventaire territorial d'Atmo Normandie découle de l'arrêté du 4 août 2016. Le format de l'ORECAN se base donc sur celui du PCAET avec les secteurs d'activités suivant :

- | Résidentiel,
- | Tertiaire,
- | Transport routier,
- | Transport non routier,
- | Agriculture,
- | Déchets,
- | Industrie hors branche énergie, nommé « industrie » sur le site internet de l'ORECAN,
- | Branche énergie (hors production d'électricité, de chaleur et de froid pour les émissions de gaz à effet de serre, dont les émissions correspondantes sont comptabilisées au stade de la consommation),

Des ajustements techniques ont été opérés à la suite de décisions prises par l'ORECAN :

- | Exclusion de la branche énergie (y compris le raffinage de pétrole et le stockage de produits pétroliers¹) et de la production d'électricité, de chaleur et de froid pour les consommations d'énergie et les émissions de GES ;
- | Prise en compte de la production d'électricité, de chaleur et de froid uniquement pour les polluants atmosphériques ;
- | Exclusions des émissions de CO₂ liées à la combustion du bois ;
- | Exclusions des émissions naturelles ;
- | Prise en compte de la séquestration carbone (uniquement des forêts pour l'instant) ;
- | Traitement du transport routier et transport non routier avec deux approches distinctes :

¹ Bitume, Gazole, Fioul, Essence, JP-5, Kérosène, GPL, Lubrifiant, Paraffine, Goudron, Composés pétrochimiques

- *Approche dite « responsabilité » mise en œuvre par Biomasse Normandie pour les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre, qui consiste à répartir de manière équitable les consommations et les émissions entre les villes d'origine et de destination,*
 - *Approche dite « orientée source » mise en œuvre par Atmo Normandie pour les émissions de polluants atmosphériques, qui consiste à attribuer les consommations et émissions au seul territoire où les énergies sont consommées.*
- | *Ventilation des consommations d'énergie et des émissions de polluants et de GES par secteur d'activité et par type d'énergie (gaz naturel, produits pétroliers, électricité, chaleur, bois énergie, autres énergies renouvelables, autres énergies non renouvelables et hors combustion).*

2.2. Bilan des émissions de gaz à effet de serre de l'ORECAN

Les **Gaz à effet de serre** (GES) sont un ensemble de gaz ayant un impact sur le rayonnement infra-rouge émis par la surface de la terre, et qui contribuent par conséquent à l'effet de serre. Même si les émissions de GES sont souvent réduites aux seules émissions de dioxyde de carbone, il est important de souligner que de nombreux gaz contribuent au réchauffement climatique, comme le méthane, la vapeur d'eau, le protoxyde d'azote, l'ozone ainsi que les gaz fluorés. L'objectif d'un état des lieux des GES pour un territoire donné est de comptabiliser les émissions de GES anthropiques (c'est-à-dire ayant pour origine l'activité humaine, de façon directe ou indirecte).

Le territoire de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole a émis :
3,8 MtCO₂éq en 2018.

La Figure 1 ci-dessous montre que **l'industrie** est le secteur le plus émetteur du territoire, avec des émissions de gaz à effet de serre atteignant 2.12 MtCO₂éq², **soit 56% des émissions** du territoire. Les **émissions d'origine non énergétique** concernent principalement certains procédés industriels, la décomposition des déchets ainsi que la fermentation entérique des ruminants. Celles-ci représentent **10% des émissions** de gaz à effet de serre du territoire et correspondent quasi-exclusivement aux secteurs de l'industrie et de l'agriculture.

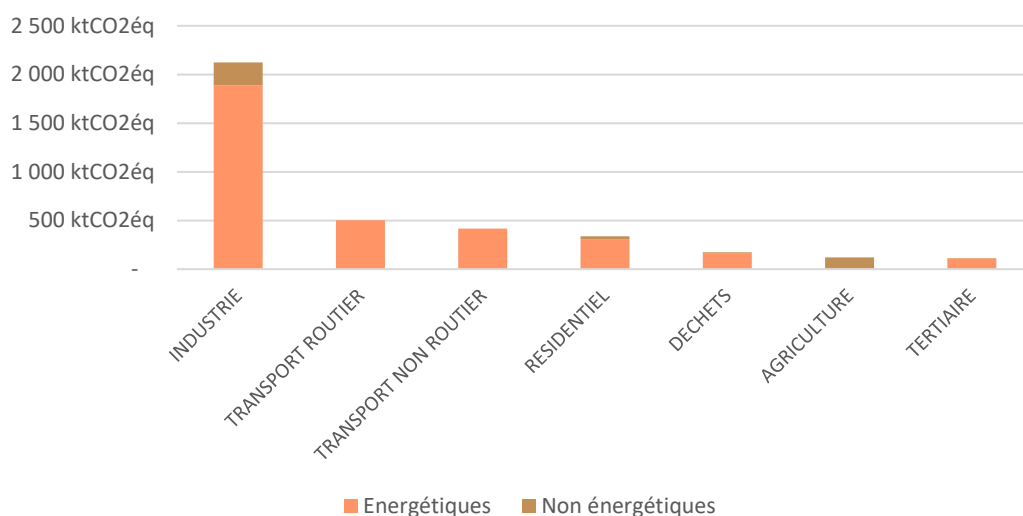


Figure 1 - Répartition des émissions de GES par secteur sur le territoire CU, données ORECAN 2018

² A titre d'information, [l'ADEME a chiffré les émissions de GES des industriels de Normandie à 12 MtCO₂éq](#).

La Figure 2 s'intéresse aux **émissions d'origine énergétique**, pour un total de **3,4MtCO₂éq**. Elle met en lumière la responsabilité des **combustibles fossiles** (gaz naturel, produits pétroliers et autres énergies non renouvelables) dans les émissions de gaz à effet de serre du territoire. Ceux-ci représentent 3,2 MtCO₂éq soit **94% des émissions** d'origine énergétique de la CU.

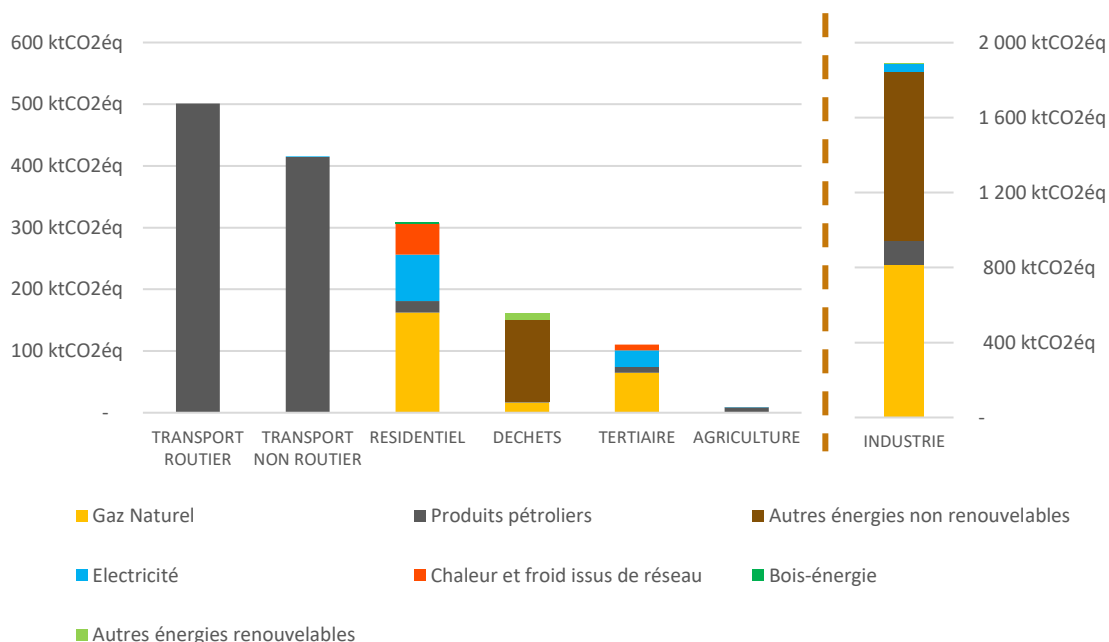


Figure 2 - Répartition des émissions d'origine énergétique de gaz à effet de serre par secteur sur le territoire de la CU, données ORECAN 2018

Les données de l'ORECAN permettent aussi de représenter l'évolution des émissions de GES du Havre Seine Métropole (Figure 3). Au global, les émissions de CO₂ ont une évolution à la **baisse depuis 2005 : - 23%**.

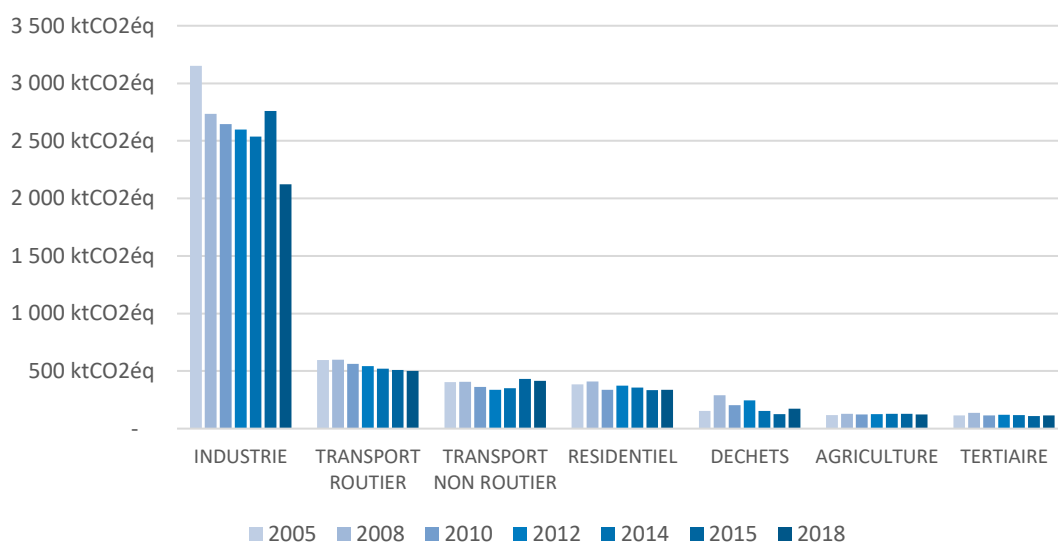


Figure 3 - Évolution des émissions de GES entre 2005 et 2018 sur le territoire de la CU, données ORECAN

En regardant plus précisément l'évolution des émissions de GES hors industrie, les baisses tendancielle les plus fortes concernent les secteurs du transport routier et du résidentiel. Une baisse tendancielle des émissions de GES n'est pas observable pour les autres secteurs.

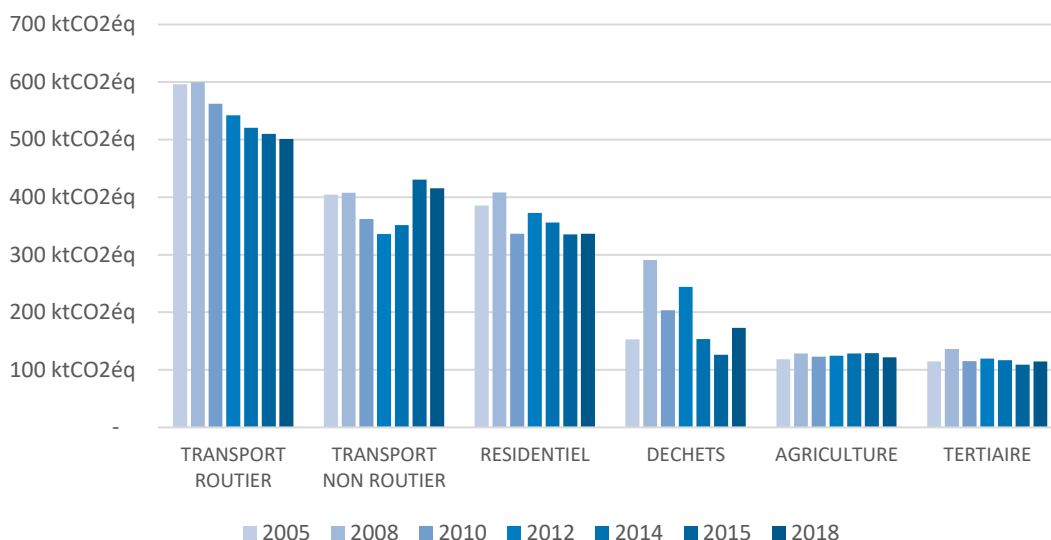


Figure 4 - Évolution des émissions de GES entre 2005 et 2018 sur le territoire de la CU, (hors secteur industrie), données ORECAN

Les deux graphiques ci-dessous représentent l'évolution des émissions de GES pour la Région Normandie et la France entière. Ils permettent de mettre en lumière les spécificités du Havre Seine Métropole :

- | **L'industrie** est le principal poste d'émissions de GES du Havre Seine Métropole et sa place est bien plus centrale pour la Communauté urbaine que pour d'autres territoires ;
- | Les tendances de baisse des émissions de GES dans les secteurs du **transport routier** et du **résidentiel** sont observées quelle que soit l'échelle observée ;
- | La place du secteur de **l'agriculture** est bien plus faible sur le territoire du Havre Seine Métropole que sur les autres territoires. En revanche, le secteur des **déchets** occupe une place plus importante sur le territoire de la CU. Ceci est principalement dû au poids de l'industrie qui nécessite des sites spécialisés de traitement des déchets.

Normandie

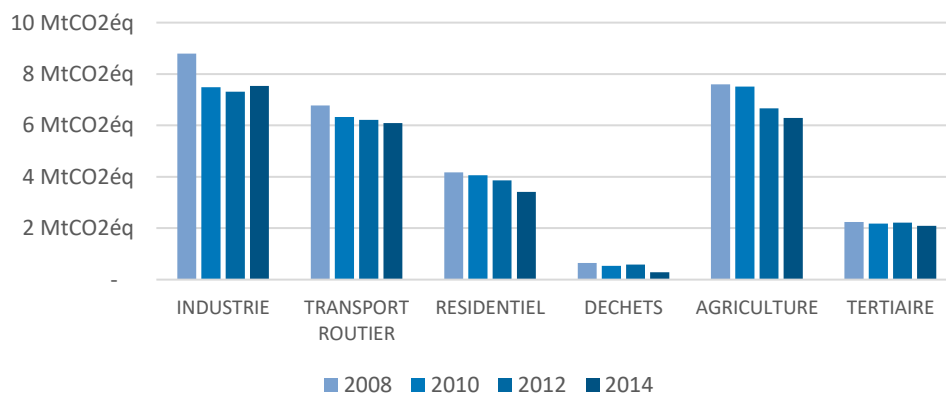


Figure 5 - Évolution des émissions de GES entre 2008 et 2014 en Normandie³, données ORECAN

³ Les données des émissions de GES du transport non routier et des années 2005, 2015 et 2018 ne sont pas disponibles sur le site de l'ORECAN pour l'ensemble de la région Normandie

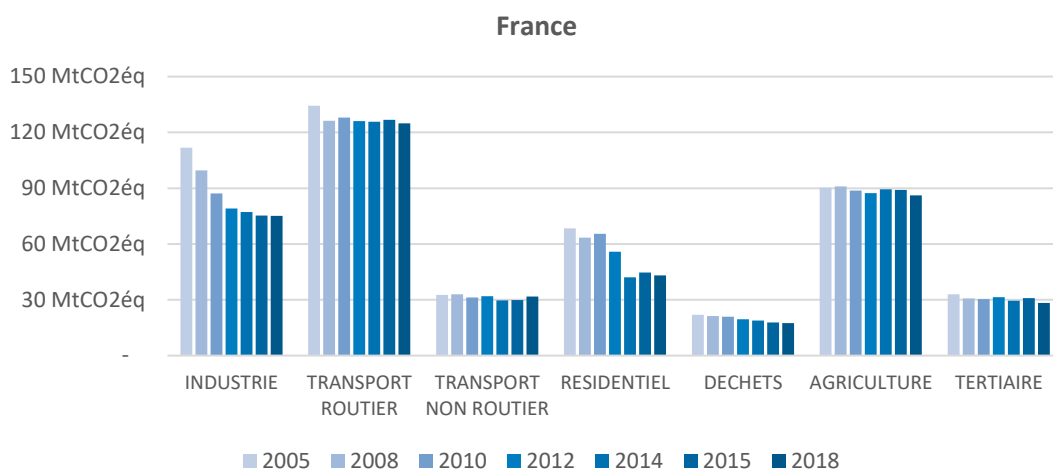


Figure 6 - Évolution des émissions de GES entre 2005 et 2018 en France (données SDES)⁴

Avec des émissions énergétiques territoriales atteignant 3,8 MtCO₂éq en 2018, les émissions par habitant s'élèvent donc à **14,3 tCO₂éq/hab**. Pour comparer avec des chiffres du quotidien, voici quelques ordres de grandeur de ce que représente cette quantité d'émissions annuelles :

- | Une distance parcourue de 240 km en **voiture** chaque jour pendant un an
- | 6232 aller-retours Paris – Le Havre en **train TER**
- | 10 aller-retours Paris – New York en **avion**
- | La consommation de 1,1 tonne de **bœuf**
- | La fabrication de 114 **ordinateurs** neufs

(source : [Ecotree](https://www.ecotree.fr))

⁴ Les données des émissions de GES pour la France entière proviennent du site du SDES regroupant les chiffres clefs relatifs au développement durable en France : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-2021-0>

2.3. Bilan des émissions de polluants atmosphériques et de la qualité de l'air

L'indice de la qualité de l'air (ATMO) est calculé et diffusé chaque jour. Il comprend le dioxyde de soufre, dioxyde d'azote, ozone et particules en suspension (PM10).

En Normandie, il est qualifié de « bon » la majeure partie de l'année.

En 2018, le cumul sur l'année des indices « médiocre à mauvais » (indice ≥ 6), représente plus d'un mois pour les agglomérations de Rouen (39 jours), du Havre (37 jours) et d'Evreux (35 jours) contre 22 jours à Caen.

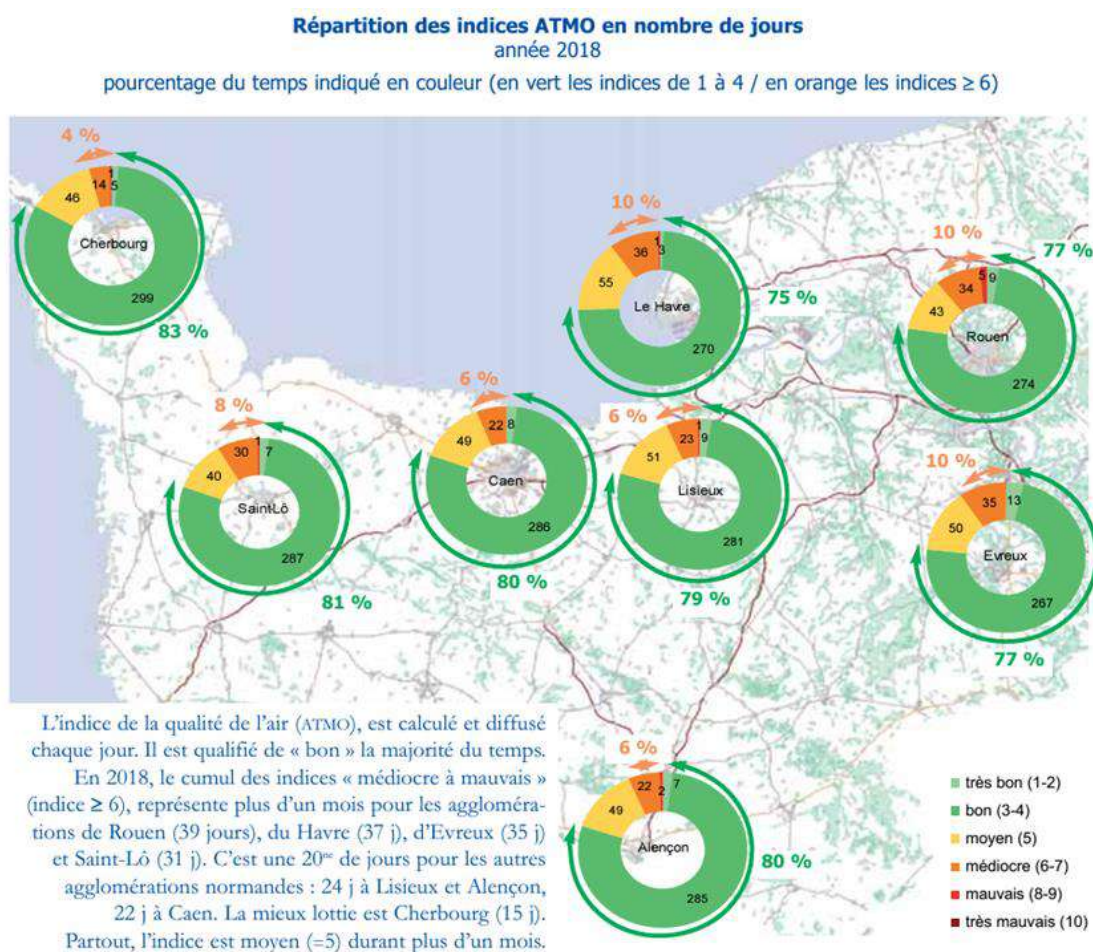


Figure 7 – Répartition des indices ATMO en 2018, données Atmo Normandie

Des indices ATMO « mauvais » (à partir de 8) sont synonymes d'épisodes de pollution et entraînent le déclenchement de procédures préfectorales. Le graphique ci-dessous montre l'évolution du nombre de ces épisodes au cours des dernières années. La météorologie peut jouer un rôle aggravant. On constate cependant un changement de la nature de la pollution sur le territoire régional : le dioxyde de soufre (SO₂), souvent en cause par le passé, a laissé la place aux particules (PM₁₀), majoritairement responsables des récents épisodes de pollution.

En 2018, parmi les procédures de déclenchement d'information, recommandations et d'alerte, 7 ont été menées en Seine-Maritime pour les PM₁₀, 3 pour O₃ et 2 pour SO₂ contre 0 dans les autres départements concernant ce dernier polluant.

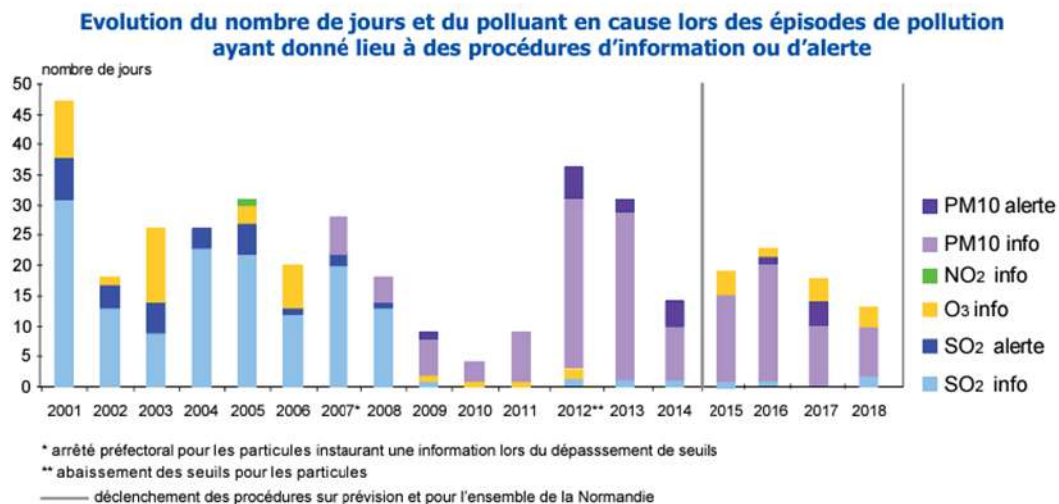


Figure 8 – Épisodes de pollution ayant donné lieu à des procédures d'information ou d'alerte entre 2001 et 2018, données Atmo Normandie

2.3.1. Émissions annuelles de polluants du territoire de la CU

Les émissions de polluants, indicateurs de la qualité de l'air du territoire et diffusées par l'ORECAN, sont exprimées en tonnes par an et sont issues de l'Inventaire version 3.2.7 de l'Atmo Normandie. Les polluants atmosphériques pris en compte dans le cadre du diagnostic des émissions sont les 6 polluants réglementaires du PCAET :

- | Le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- | Les oxydes d'azote (NOx) ;
- | Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) ;
- | L'ammoniac (NH₃) ;
- | Les particules de taille inférieure à 10µm (PM₁₀) ;
- | Les particules de taille inférieure à 2,5µm (PM_{2,5}).

2.3.1.1. Émissions annuelles de SO₂

En 2018, 8 161 tonnes de SO₂ ont été émises sur le territoire de la CU. On note une évolution des émissions à la baisse depuis 2005. Les facteurs identifiés sont :

- | Les efforts des industriels du fait de réglementations plus contraignantes d'une part,
- | La baisse du fonctionnement de la centrale à charbon du Havre d'autre part.

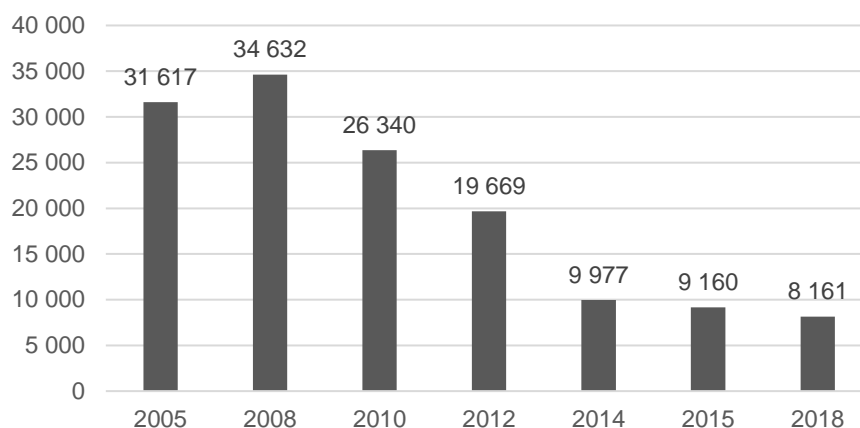


Figure 9 – Émissions annuelles de SO₂ en tonnes, données Atmo Normandie

Une vigilance reste de mise sur les secteurs du Havre et de Port-Jérôme avec l'activité de raffinage, principale émettrice de SO₂.

2.3.1.2. Émissions annuelles de Nox

En 2018, 16 234 tonnes de NOx ont été émises sur le territoire de la CU. On note une évolution des émissions plutôt à la baisse depuis 2005. Le principal facteur identifié est l'amélioration des motorisations du secteur des transports, ainsi qu'une amélioration des procédés de combustion des carburants dans tous les secteurs d'activités.

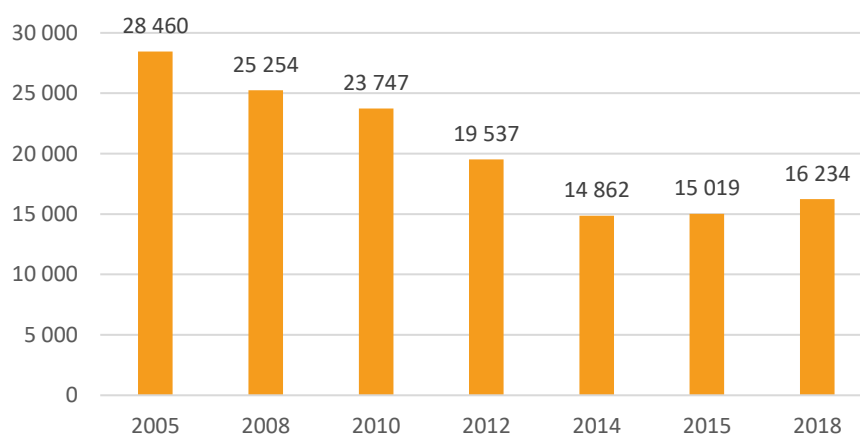


Figure 10 – Émissions annuelles de NOx en tonnes, données Atmo Normandie

2.3.1.3. Émissions annuelles de COVNM

En 2018, 7 999 tonnes de COVNM ont été émises sur le territoire de la CU. On note une évolution des émissions plutôt à la baisse depuis 2005. Sur le territoire de la CU, ces émissions fluctuent principalement avec les activités de raffinage de pétrole (hors combustion).

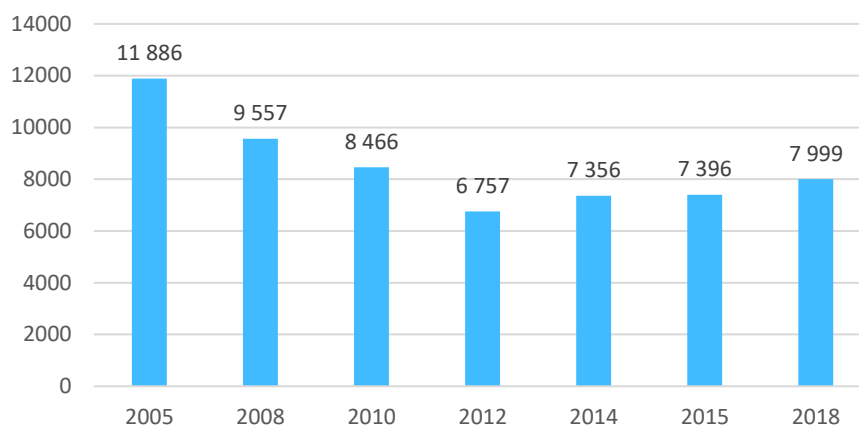


Figure 11 – Émissions annuelles de COVNM en tonnes, données Atmo Normandie

2.3.1.4. Émissions annuelles de NH₃

En 2018, 2 427 tonnes de NH₃ ont été émises sur le territoire de la CU. On note une évolution des émissions à la hausse depuis 2005. Sur le territoire de la CU, ces émissions fluctuent principalement avec les activités de l'industrie chimique, dont les activités hors combustion sont une source importante des émissions. Les activités agricoles contribuent également aux émissions de NH₃ à l'échelle de la CU.

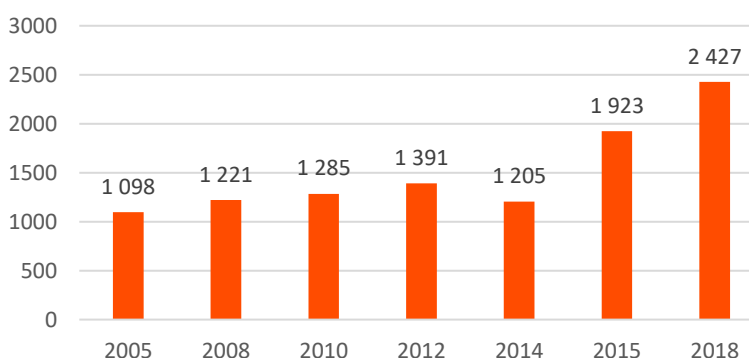


Figure 12 – Émissions annuelles de NH₃ en tonnes, données Atmo Normandie

2.3.1.5. Émissions annuelles de PM₁₀

En 2018, 1 327 tonnes de PM₁₀ et 799 tonnes de PM_{2,5} ont été émises sur le territoire de la CU. On note une évolution des émissions à la baisse depuis 2005, qui peut s'expliquer notamment par les facteurs suivants :

- | Efforts des industriels : amélioration des processus de combustion et filtrage ;
- | Amélioration des équipements de combustion au bois ;
- | Diminution de certaines consommations d'énergie ;
- | Améliorations technologiques des véhicules.

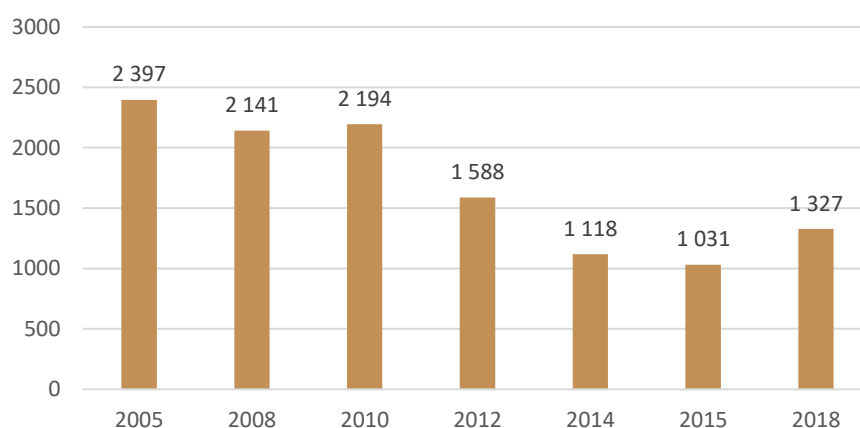


Figure 13 – Émissions annuelles de PM₁₀ en tonnes, données Atmo Normandie

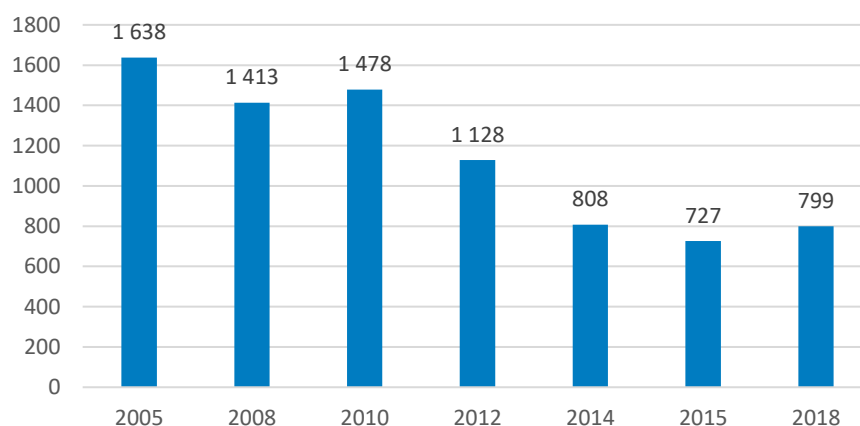


Figure 14 – Émissions annuelles de PM_{2,5} en tonnes, données Atmo Normandie

2.3.1.6. Émissions annuelles par secteur d'activités

La répartition des polluants par secteurs d'activités met en évidence les secteurs d'activités les plus émetteurs et par conséquent responsables de la dégradation de la qualité de l'air. En particulier, on peut noter que sur le territoire de la CU Havraise :

- | Les NO_x et les particules fines (PM_{2,5} et PM₁₀) sont majoritairement liés au secteur des transports (principalement non routiers) ;
- | Les émissions de SO₂ sont fortement liées à la branche énergie ;
- | L'activité industrielle induit principalement des émissions de COVNM, de NH₃ et de PM₁₀.

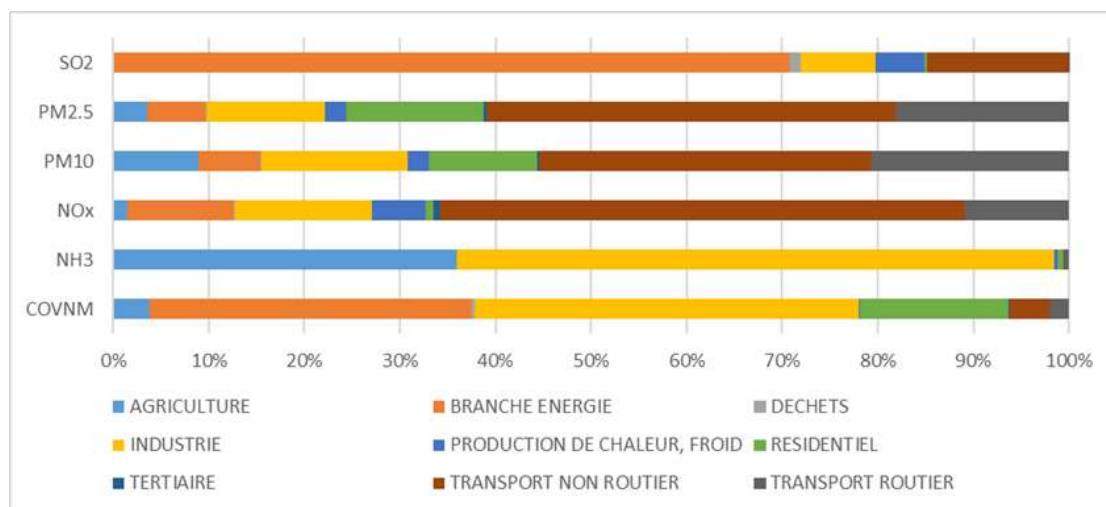


Figure 15 – Répartition des émissions des polluants par secteur d'activités, année 2018

Cette représentation de la distribution des émissions de polluants atmosphériques par secteur d'activités reflète les caractéristiques de l'activité économique du territoire, et les spécificités de son activité industrielle. À noter que les émissions de la branche énergie comptent en 2018 les émissions de la centrale charbon exploitée par EDF, dont la production a été définitivement arrêtée au printemps 2021 ; en 2018, les émissions de la centrale compriment les émissions des autres secteurs (notamment sur le SO₂ et les COVNM). Le profil des émissions par secteur dans le bilan actualisé est structurellement différent.

Si l'on compare ces données d'émissions par secteur d'activités avec celles des territoires de la Métropole Rouen Normandie et de la Communauté urbaine Caen la Mer, on observe que le secteur résidentiel et l'agriculture y sont plus visibles que dans l'agglomération havraise. Dans l'agglomération caennaise, les transports, routier et non routier, portent une part significative des émissions de particules et oxydes d'azote ainsi que de SO₂. Dans la métropole rouennaise, l'industrie reste un secteur émetteur important.

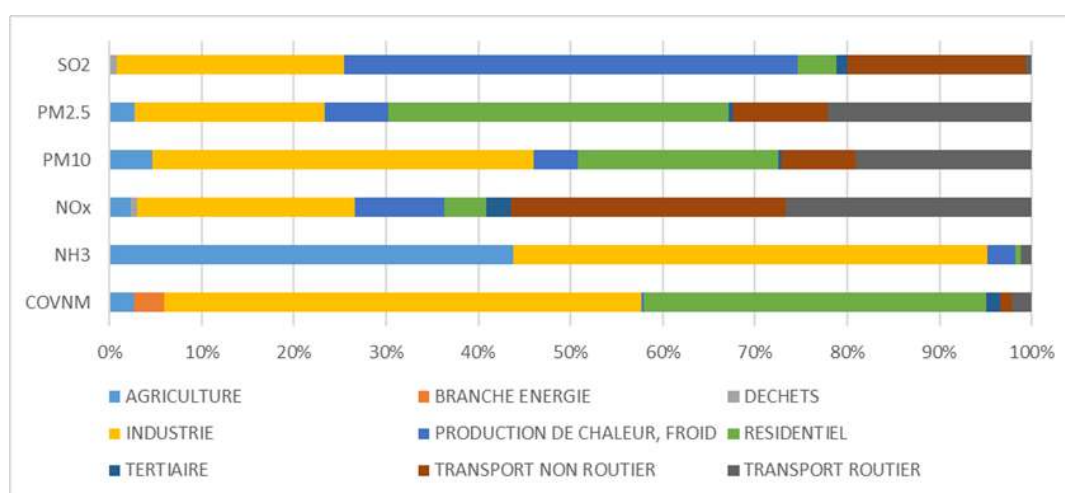


Figure 16 – Répartition des émissions de polluants par secteur d'activités dans le territoire de la Métropole Rouen Normandie, année 2018, données Atmo Normandie

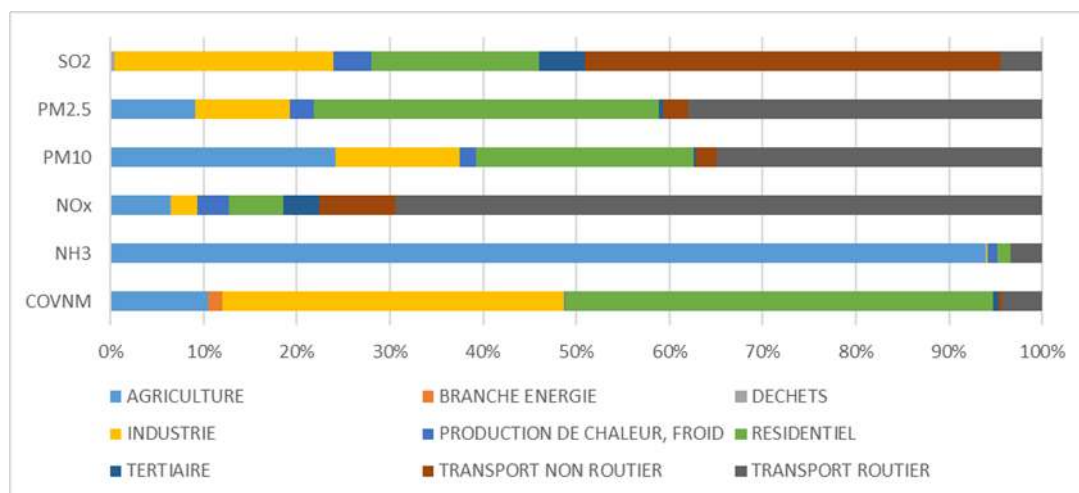


Figure 17 – Répartition des émissions de polluants par secteur d'activités dans le territoire de la CU Caen la Mer, année 2018, données Atmo Normandie

2.3.2. Concentrations des polluants sur le territoire de la CU

Cette section rassemble les données de concentrations des polluants mesurées sur les stations de mesure de la Communauté urbaine.

Les stations de mesures sont situées à différents points stratégiques du territoire, présentés sur la carte ci-dessous.

Mesures de qualité de l'air réalisées sur la CODAH et aux alentours (stations de mesures et prélèvements).

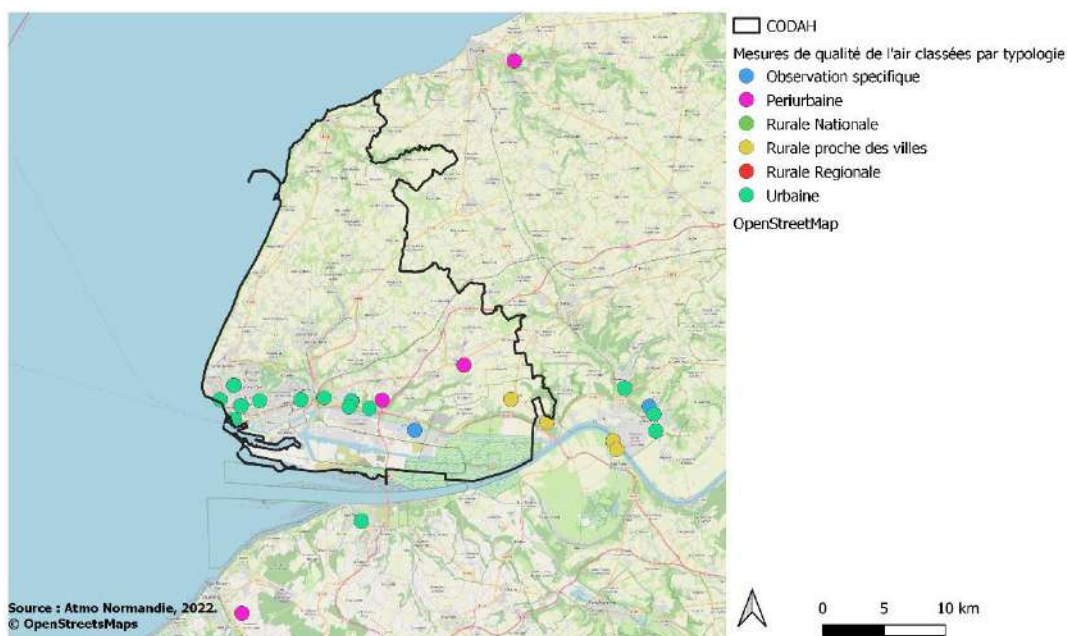


Figure 18 : Cartographie des mesures de qualité de l'air réalisé par Atmo Normandie sur la CODAH et aux alentours, source : Atmo Normandie, 2022.

Les polluants atmosphériques pris en compte dans le cadre du diagnostic des concentrations sont :

- | Le dioxyde de soufre SO_2 ;
- | Les dioxydes d'azote NO_2 ;
- | L'ozone ;
- | Les particules de taille inférieure à $10\mu\text{m}$ PM_{10} ;
- | Les particules de taille inférieure à $2,5\mu\text{m}$ $\text{PM}_{2,5}$.

Des valeurs guides de l'OMS servent également de référence. Non réglementaires, elles sont basées sur les données scientifiques les plus récentes et ont vocation à servir de base pour l'élaboration des normes et politiques en faveur de la santé.

2.3.2.1. Concentrations des PM_{10}

Les PM_{10} figurent parmi les polluants dont les concentrations sont les plus surveillées du fait de leur impact sanitaire important. Sur le territoire de la CU, les concentrations ont nettement diminué entre 2007 et 2016. Depuis 2016, les concentrations stagnent. Ainsi, en 2018, les concentrations mesurées sont supérieures aux recommandations de l'OMS, comme sur l'ensemble des territoires comparés (Caen et Rouen). Les principales influences sur la concentration des particules sont le « fond » et le trafic sur les deux années comparées.

Notons que l'année 2020 est probablement à écarter en matière d'analyse long terme, du fait de la crise sanitaire liée au COVID-19.



Figure 19 – Concentrations en PM_{10} en stations, données Atmo Normandie

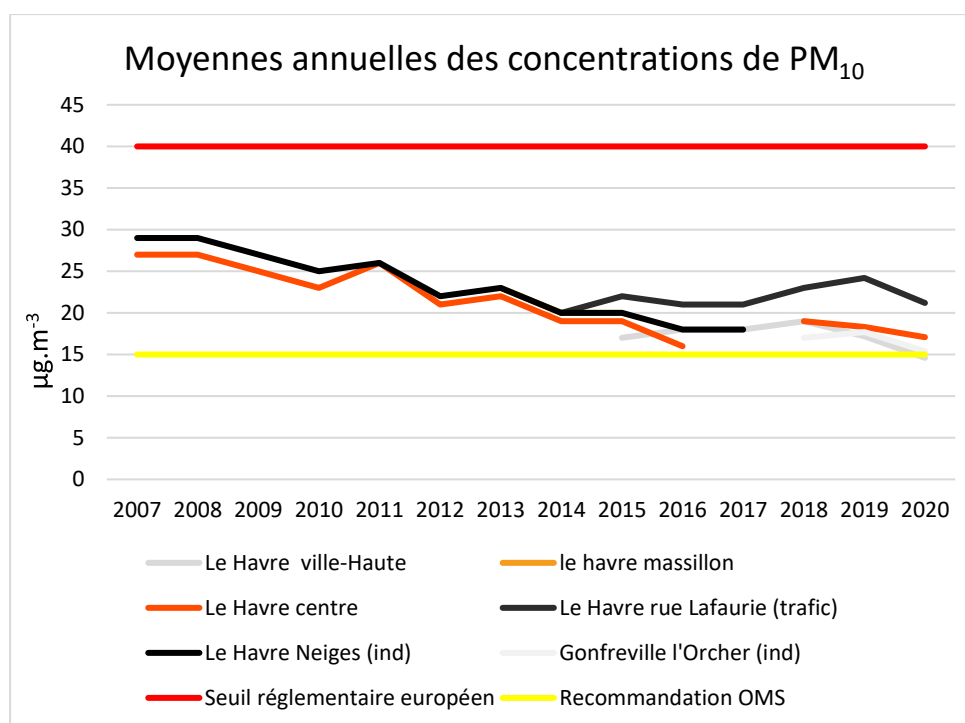


Figure 20 – Évolution des moyennes annuelles des concentrations en PM₁₀ aux stations de l'agglomération havraise, données Atmo Normandie

Les profils journaliers montrent deux pics de pollution autour de 8h et de 18h. Ces pics, plus marqués sur la station de Le Havre Lafaurie, montrent que le trafic routier est fortement impliqué dans les pics de pollution.

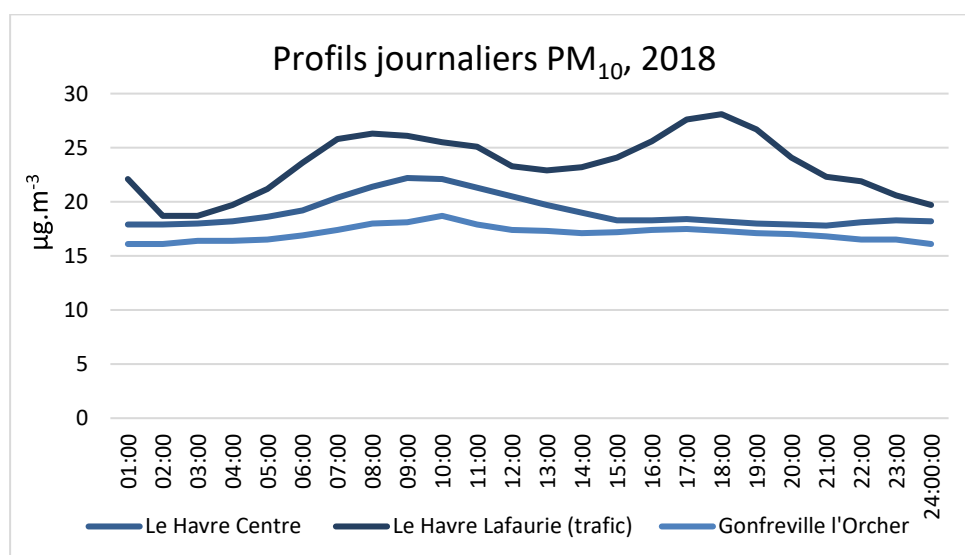


Figure 21 – Profils journaliers des concentrations en PM₁₀ aux stations de l'agglomération havraise, données Atmo Normandie

2.3.2.1. Concentrations des PM_{2,5}

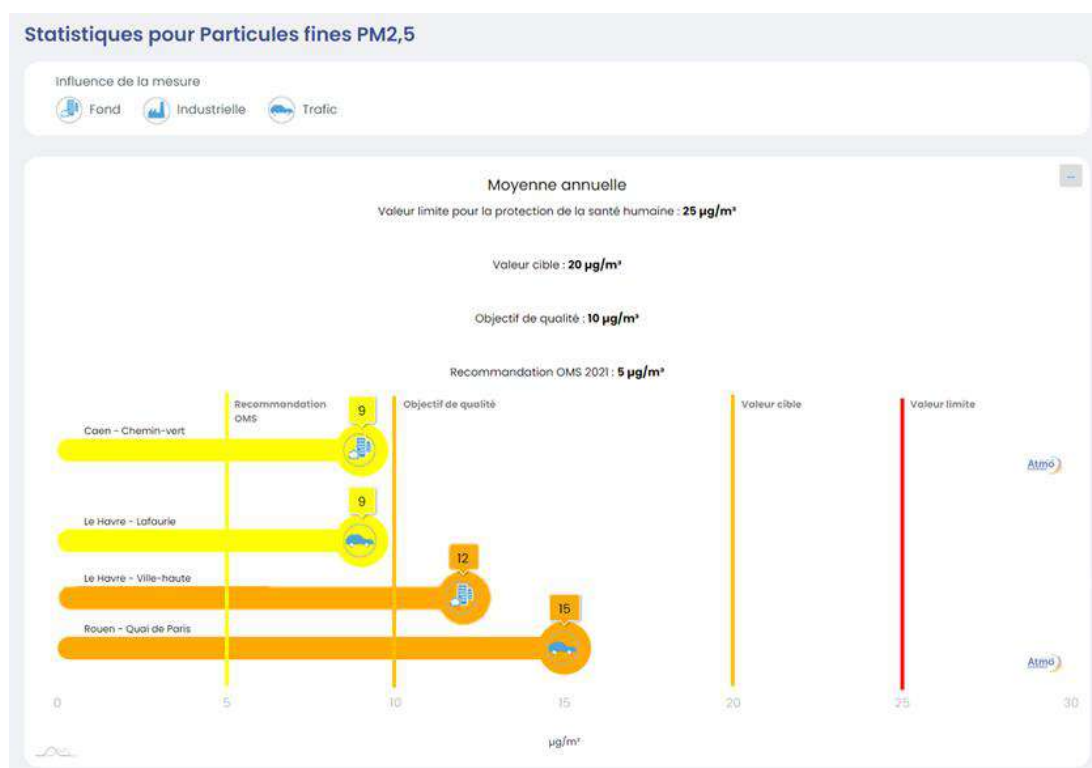
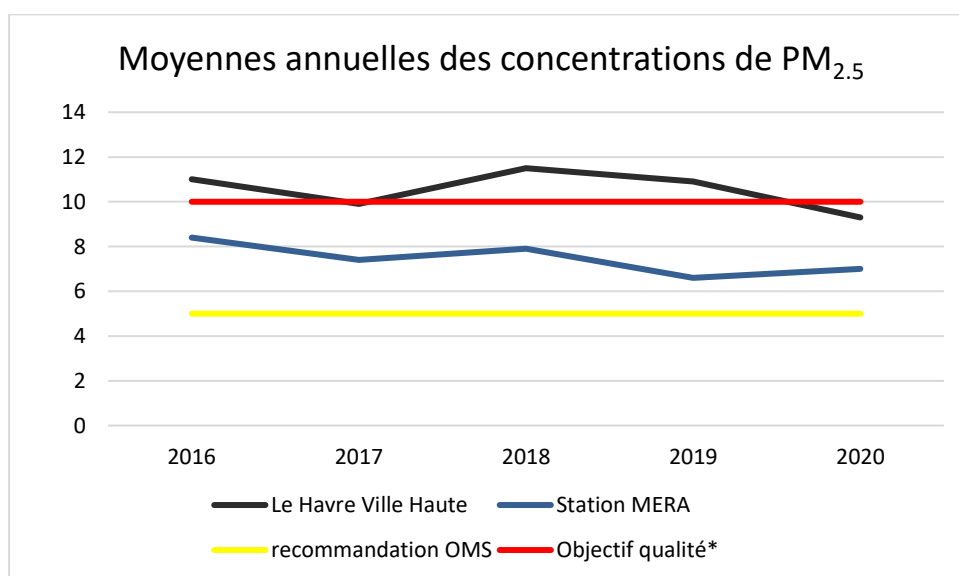


Figure 22 – Concentrations en PM_{2,5} en stations, données Atmo Normandie

Les concentrations de PM_{2,5} sont au-dessus des recommandations de l'OMS sur les 2 stations. Il convient de noter que le seuil OMS est également dépassé sur l'ensemble de la Normandie pour les PM_{2,5}.

Là encore, comme pour les autres territoires de Normandie, les principales influences proviennent du « fond » et du trafic.



* issu de la directive 2008/50/CE

Figure 23 – Évolution des moyennes annuelles des concentrations en PM_{2,5} aux stations de l'agglomération havraise, données Atmo Normandie

2.3.2.1. Concentrations de dioxyde d'azote

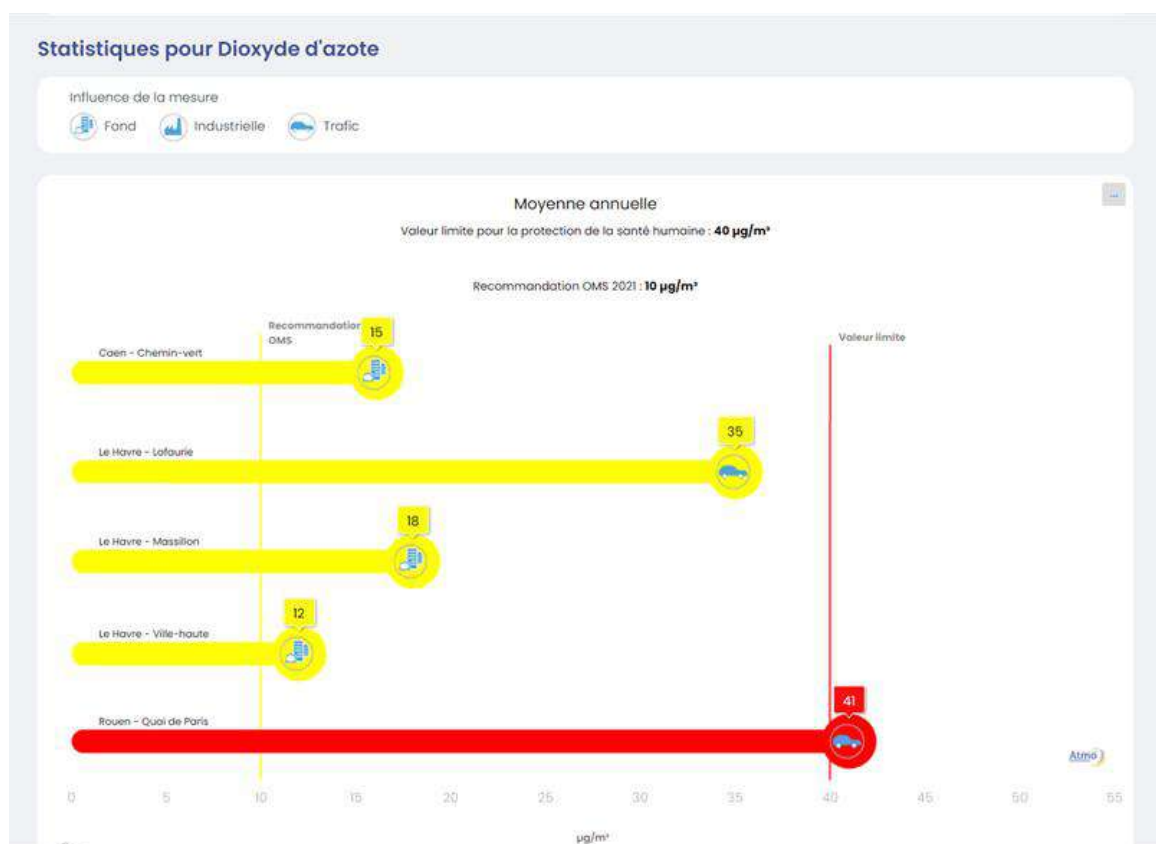


Figure 24 – Concentrations en NO_2 en stations, données Atmo Normandie

Les concentrations de NO_2 dépassent les recommandations de l'OMS mais restent sous le seuil réglementaire fixé à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans le territoire de l'agglomération havraise.

On note une nette diminution des concentrations en 2020 au moment des confinements successifs dus au COVID19. Des actions sur la mobilité auraient donc un impact bénéfique sur la qualité de l'air de la CU comme le montre le facteur d'influence principal sur la station Havre Lafaurie dans le diagramme ci-dessus. En effet, que ce soit à Rouen ou au Havre, les fortes concentrations de dioxyde d'azote sont influencées par le trafic.

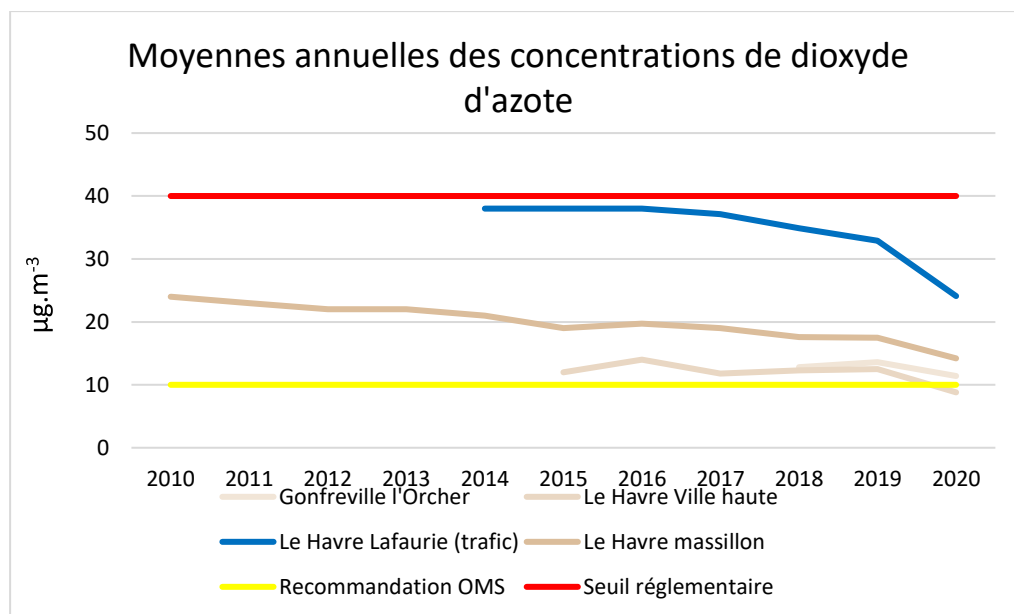


Figure 25 – Évolution des moyennes annuelles des concentrations en NO_2 aux stations de l'agglomération havraise, données Atmo Normandie

On observe ci-dessous sur les profils journaliers, comme pour les PM_{10} , un pic le matin autour de 8h et un pic le soir autour de 18h. L'intensité du pic est cependant plus élevée que dans le cas des PM étant donné que le NO_2 est majoritairement émis par le trafic routier (les sources de PM étant elles plus variées).

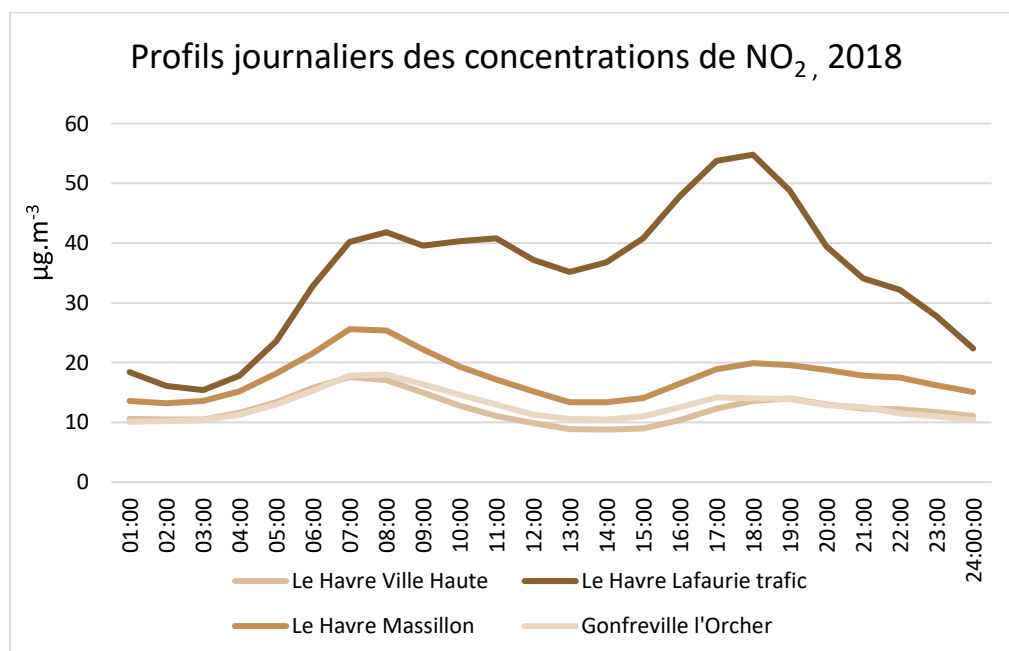


Figure 26 – Profils journaliers des concentrations en NO_2 aux stations de l'agglomération havraise, données Atmo Normandie

2.3.2.1. Concentrations d'ozone



Figure 27 – Nombre de jours de dépassement par station de la valeur cible pour l'O₃, données Atmo Normandie

L'ozone est un polluant irritant pour l'appareil pulmonaire et qui a des impacts sur les cultures (diminution de rendements agricoles estimée entre 10 et 15% en Europe de l'ouest). La production d'ozone, dont les concentrations augmentent légèrement depuis quelques années, trouve son origine dans les COVNM et les NO_x, influencé par le « fond ». Ainsi la CU a le même profil que les autres territoires comparés.

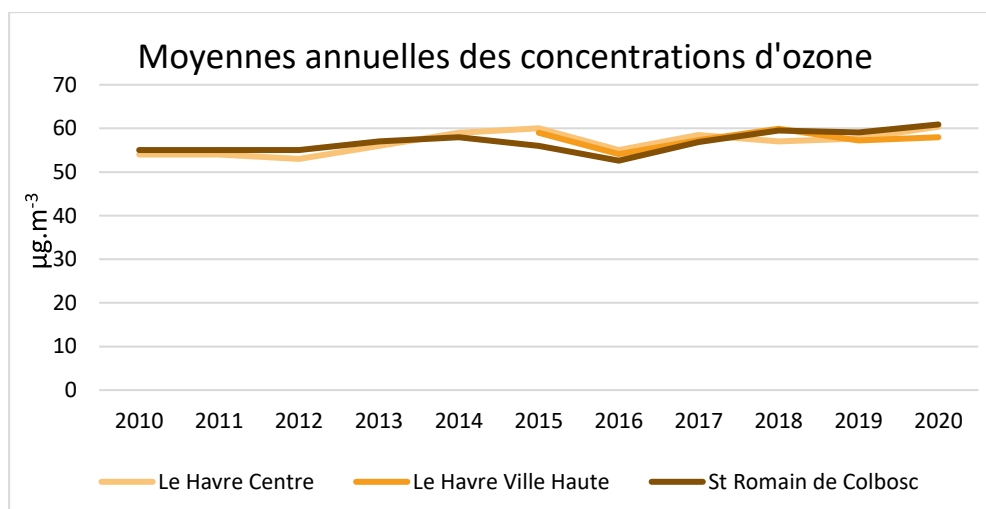


Figure 28 – Évolution des moyennes annuelles des concentrations en O₃ aux stations de l'agglomération havraise, données Atmo Normandie

On observe dans les graphiques ci-dessous des concentrations élevées en milieu et fin d'après-midi. En effet, l'ensoleillement et la chaleur y sont plus intenses et favorisent la formation de l'ozone.

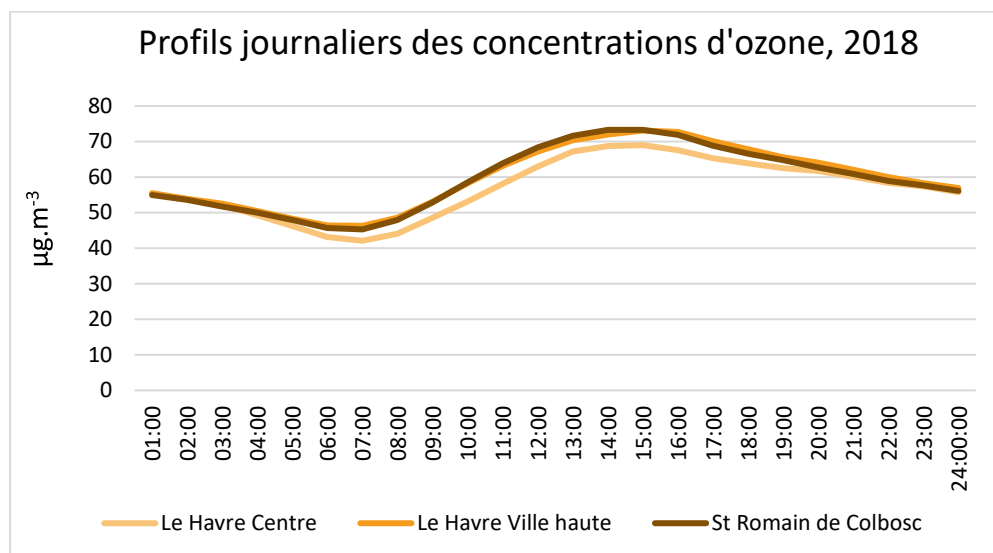


Figure 29 – Profils journaliers des concentrations en O₃ aux stations de l'agglomération havraise, données Atmo Normandie

2.3.2.1. Concentrations de SO₂

Les concentrations de SO₂ ont tendance à diminuer depuis plusieurs années, en lien avec les réglementations auxquelles les industriels sont soumis. À noter toutefois que le territoire havrais a les niveaux les plus élevés de Normandie.

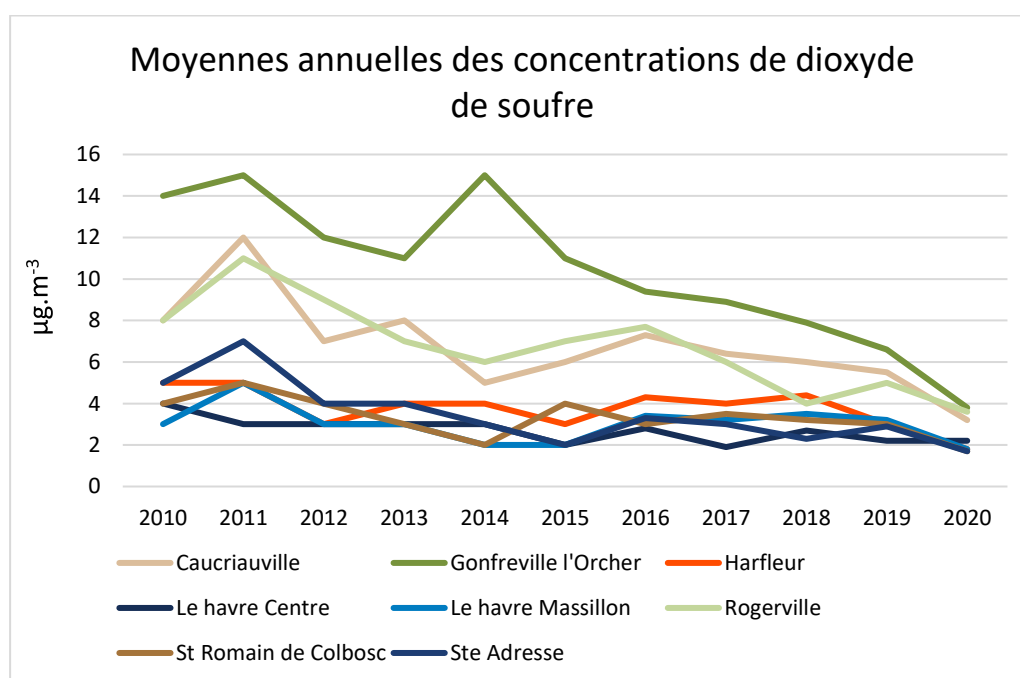


Figure 30 – Évolution des moyennes annuelles des concentrations en SO₂ aux stations de l'agglomération havraise, données Atmo Normandie

En revanche, le territoire du Havre ne connaît pas de de jours de dépassement de la valeur pour la protection de la santé humaine, contrairement au territoire de Port-Jérôme-sur-Seine. La station du Havre-Caucriauville enregistre le plus d'heures de dépassement après Port-Jérôme-sur-Seine.

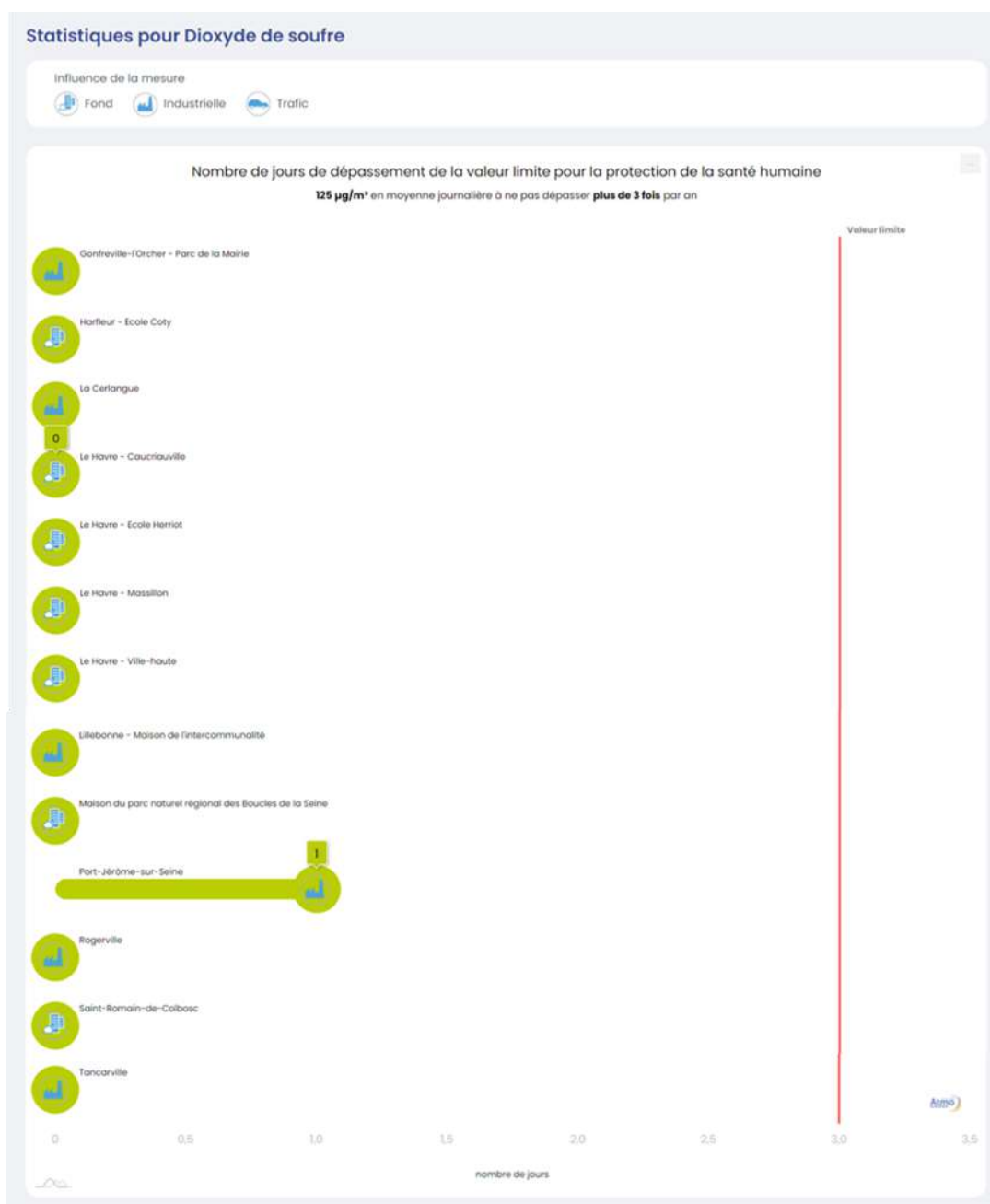


Figure 31 – Nombre de jours de dépassement par station de la valeur limite pour le dioxyde de soufre, données Atmo Normandie

3. Analyse de la séquestration carbone

3.1. OBJECTIF ET DEFINITIONS

La loi sur la Transition Énergétique pour la Croissance Verte a introduit en 2016 à travers un décret d'application, l'obligation pour le PCAET d'intégrer « **Une estimation de la séquestration nette de dioxyde de carbone et de ses possibilités de développement, identifiant au moins les sols agricoles et la forêt, en tenant compte des changements d'affectation des terres ; les potentiels de production et d'utilisation additionnelles de biomasse à usages autres qu'alimentaires sont également estimés, afin que puissent être valorisés les bénéfices potentiels en termes d'émissions de gaz à effet de serre, ceci en tenant compte des effets de séquestration et de substitution à des produits dont le cycle de vie est davantage émetteur de tels gaz.** ».

Le PCAET reconnaît ainsi la contribution des écosystèmes à travers l'introduction du **concept de séquestration carbone**. L'objectif est de mettre l'accent sur le service rendu par les forêts, les couverts végétaux et les sols, comme « puits de carbone » dans le contexte du réchauffement climatique. En effet, les sols et la forêt stockent, sous forme de biomasse vivante ou morte, 3 à 4 fois plus de carbone que l'atmosphère. Toute variation négative ou positive de ces stocks, même relativement faible, peut influencer sur les émissions de gaz à effets de serre (source : ADEME Territoire et Climat).

➤ QU'EST-CE QU'UN STOCK DE CARBONE ?

Les écosystèmes (sol et végétation) stockent plus de carbone que n'en contient l'atmosphère. Ce sont des **réservoirs de carbone**. Chaque réservoir de carbone contient une quantité de carbone à un moment donné : c'est ce qu'on appelle un **stock de carbone**, généralement exprimé en tonnes de carbone (tC).

Les stocks de carbone sont répartis en plusieurs compartiments interconnectés. La biomasse vivante et la matière organique, présentes entre 0 et 30 cm dans les sols, figurent parmi les deux compartiments principaux. Mais il faut aussi citer la biomasse morte, la litière ou encore les produits issus de la biomasse (produits bois notamment). Ces stocks de carbone sont également **variables en fonction de l'occupation des sols comme l'illustre la figure ci-dessous**.

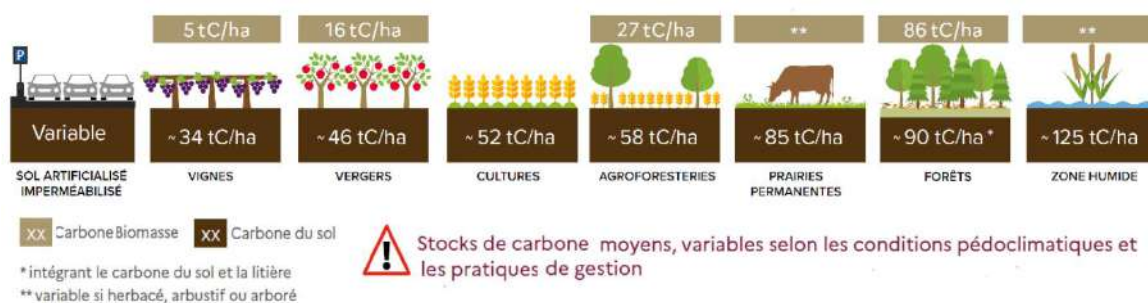


Figure 32 - Stocks de carbone selon l'occupation des sols – Source : Association Bilan Carbone et ADEME

Dans ce sens, la séquestration carbone correspond au stockage du carbone « hors de l'atmosphère », c'est-à-dire à travers les espaces naturels, boisés, végétalisés, les cultures et le sol.

➤ QU'EST-CE QU'UN FLUX DE CARBONE ?

Un écosystème échange du carbone avec l'atmosphère, ce qui génère des **flux de carbone**. Ils correspondent ainsi à la **capacité d'un territoire à absorber annuellement du CO₂** à travers la biomasse, les sols, etc...

En fonction de l'importance des échanges et de leurs sources, ces flux de carbone peuvent être :

- Des **échanges à l'équilibre** : l'écosystème absorbe la même quantité de carbone qu'il n'en libère : les stocks de carbone sont donc stables ;
- **Source d'émissions** : l'écosystème libère plus de carbone qu'il n'en absorbe : c'est une réduction des stocks de carbone ;
- **Puits de carbone** : l'écosystème absorbe plus de carbone qu'il n'en libère : les stocks de carbone augmentent, générant ainsi une séquestration de carbone.

Les flux de carbone entre les écosystèmes et l'atmosphère liés aux variations de stock de carbone sont généralement exprimés en tonnes de dioxyde de carbone par an (tCO₂/an). Dans ce sens, une variation annuelle de stock de 1tC correspond à un flux de 3,667 tCO₂/an (émission ou séquestration).

Les flux de carbone en France correspondent ainsi :

- à des émissions liées à l'artificialisation et à la mise en culture de prairies et aux défrichements des forêts (perte et dégradation des écosystèmes) ;
- à des puits à travers les forêts, les prairies, les produits bois notamment.

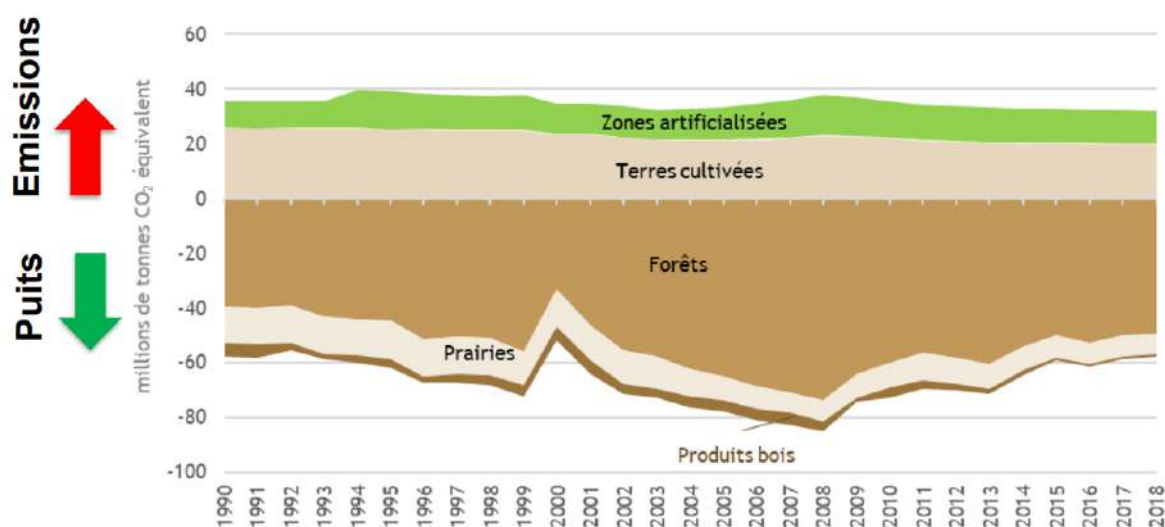


Figure 33 - Flux de carbone du secteur UTCATF⁵ en France – source : Inventaire national de GES (CITEPA)

➤ QU'EST-CE QUE LA NEUTRALITÉ CARBONE ?

La neutralité carbone est atteinte quand les émissions de CO₂ anthropiques sont équilibrées par des puits de carbone anthropiques équivalents, à l'échelle globale et sur une période de temps définie.

⁵ Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie

3.2. METHODOLOGIE

Dans le cadre de l'élaboration du PCAET de la Communauté urbaine (CU) du Havre Seine Métropole, l'exercice mené et formalisé dans le chapitre « *analyse de la séquestration carbone* » consiste à évaluer, en ordre de grandeur, la séquestration de carbone sur le territoire.

Cette analyse comporte une forte dimension pédagogique pour cerner l'importance des enjeux et identifier des pistes d'actions concrètes. Elle s'appuie sur l'outil ALDO développé par l'ADEME et mis à disposition des collectivités afin d'estimer la séquestration de carbone sur les territoires.

L'outil ALDO est disponible sur le site de l'ADEME « Territoires & Climat » à ce lien : <https://www.territoires-climat.ademe.fr/ressource/211-76>

1. L'outil ALDO – éléments de cadrage

L'outil ALDO comptabilise :

- Des stocks de référence, c'est-à-dire la quantité de carbone stockée à l'hectare en fonction de l'occupation du sol ;
- Les surfaces d'occupation du sol par typologies sur le territoire étudié en utilisant par défaut les données Corine Land Cover 2018.

La version du logiciel ALDO de décembre 2021 est mobilisée pour l'étude.

2. Les données sources utilisées

DONNÉES D'ENTRÉE

Afin de réaliser les différents calculs, l'outil ALDO mobilise plusieurs données sources notamment sur la quantité de carbone à l'hectare stockée par différents sols, les flux de carbone mais aussi le stock de carbone liés aux produits bois.

Comme présenté précédemment, les stocks de carbone à l'hectare sont variables en fonction de l'utilisation des sols. Selon ces utilisations, l'outil ALDO intègre la prise en compte de la litière et de la biomasse pour calculer un total de carbone stocké à l'hectare en tC/ha. L'outil ALDO mobilise ainsi les données suivantes en fonction de la typologie d'occupation des sols :

| Stock de référence par unité de surface en tC/ha | Sol (30cm) | Litière | Biomasse | TOTAL |
|--|------------|---------|----------|-------|
| Cultures | 50 | | 0 | 50 |
| Prairies zones herbacées | 69 | | 0 | 69 |
| Prairies zones arbustives | 69 | | 7 | 76 |
| Prairies zones arborées | 69 | | 31 | 100 |
| Feuillus | 60 | 9 | 59 | 128 |
| Mixtes | 60 | 9 | 57 | 126 |
| Conifères | 60 | 9 | 73 | 142 |
| Peupleraies | 60 | 9 | 52 | 121 |
| Zones humides | 125 | | 0 | 125 |
| Vergers | 46 | | 16 | 62 |

| | | | | |
|---------------------------------------|----|--|----|----|
| Vignes | 39 | | 5 | 44 |
| Sols artificiels imperméabilisés | 30 | | 0 | 30 |
| Sols artificiels arbustifs | 69 | | 7 | 76 |
| Sols arborés et buissonnants | 60 | | 31 | 91 |
| Haies associées aux espaces agricoles | 0 | | 57 | 57 |

Source : outil ALDO ; ADEME 2019

L'outil ALDO permet également de quantifier les flux de carbone annuels, c'est-à-dire les quantités de carbone qui viennent s'ajouter au stock existant (augmentation du puits), ou bien les quantités qui en sont retranchées (émissions). Ces différents flux, positifs ou négatifs, sont liés aux changements d'affectation et d'occupation des sols. L'outil les calcule pour les sols, la litière et la biomasse.

Enfin, il estime les stocks de carbone qui sont liés au bois d'œuvre et au bois industrie. Cette donnée est obtenue sur la base de données nationales de stock dans les produits bois en 2016 (CITEPA, OMINEA) multiplié par la part de l'EPCI dans la population française.

LES DONNÉES D'OCCUPATION DES SOLS

ALDO s'appuie par défaut sur les données dites CORINE Land Cover (CLC) de l'année 2018. Notons que ces données sont réalisées à grosses mailles, c'est à dire qu'elles mesurent des unités homogènes d'occupation des sols d'une surface minimale de 25 hectares et de 5 hectares pour les évolutions. Ces données sont issues d'interprétations visuelles d'images satellitaires avec des données complémentaires en appui. C'est pourquoi :

- de petites parcelles agricoles non continues ne sont pas nécessairement comptabilisées ;
- les espaces mités sont comptabilisés en surfaces agricoles, c'est-à-dire les espaces agricoles comprenant des constructions éparses (clos-masures, hameaux par exemple).

Ces données sont complétées par :

- la BD forêt (ou Banque de Données forêt) de l'IGN (inventaire forestier 2012-2016) afin de préciser la composition des forêts ;
- les données surfaciques pour l'occupation du sol "Haies" sont actualisées dans la version CHANTERELLE 2023 et remplacées par l'utilisation de la BD Haies® de l'IGN

Ces linéaires ne peuvent pas **s'ajouter** à la surface totale du territoire détectée par Corine Land Cover. On considère donc que ces haies sont implantées **sur** des surfaces déjà incluses dans l'occupation du sol CLC. C'est pourquoi on parle en général de "*Haies associées aux activités agricoles*". ALDO permet de remplacer les données d'entrée de CLC2018 par des données plus précises ou plus actualisées sous réserve d'assurer la correspondance entre les différents postes requis par l'outil.

Des données de l'OSCOM Normandie (Observatoire des Sols à l'échelle COMMunale Normandie) disposent d'une meilleure résolution que celles de CLC. Néanmoins, le détail des postes ne permet pas de renseigner des critères importants au calcul de la séquestration carbone tel que le détail des types de prairies ainsi que les surfaces en zones humides. Ces données n'ont donc pas été retenues.

À noter également que dans sa dernière version (juin 2023), l'outil ALDO ne prend pas en compte le périmètre de la CU en tant qu'unité d'étude : le maillage EPCI utilisé provient de l'INSEE 2018.

Les données des 3 anciens EPCI (ex-CODAH, ex CC Caux Estuaire et ex CC Criquetot-l'Esneval) sont alors agrégées afin de permettre une analyse complète à l'échelle de l'EPCI LHSM.

Le tableau et le graphique ci-dessous représentent la répartition des différents postes d'occupation des sols issus de CORINE Land Cover 2018 et utilisés dans l'outil ALDO.

Les cultures représentent ainsi en superficie la moitié des postes d'occupation des sols du territoire (49,5%). Les sols artificiels imperméabilisés suivent avec une part d'environ 20%. Les prairies représentent quant à elles environ 17% et les forêts et zones humides respectivement 5%.

| Répartition des postes CORINE Land Cover 2018 en hectares | | Ex-CODAH | Ex-Caux estuaire | Ex-Criquetot Esneval | TOTAL LHSM | |
|---|--|----------|------------------|----------------------|--------------|-------------|
| | | | | | en ha | en % |
| cultures | cultures | 7479 | 8758 | 9342 | 25579 | 48,8 |
| prairies | prairies zones herbacées | 1218 | 3912 | 2474 | 7604 | 14,5 |
| | prairies zones arbustives | 678 | 236 | 70 | 984 | 1,9 |
| | prairies zones arborées | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| forêts | feuillus | 1341 | 1471 | 962 | 3774 | 7,2 |
| | mixtes | 0 | 3 | 5 | 8 | 0,0 |
| | conifères | 2 | 0 | 8 | 10 | 0,0 |
| | peupleraies | 5 | 24 | 0 | 29 | 0,1 |
| zones humides | zones humides | 818 | 1209 | 71 | 2098 | 4,0 |
| vergers | vergers | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| vignes | vignes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| sols artificiels imperméabilisés * | sols artificiels imperméabilisés | 7253 | 1866 | 703 | 9822 | 18,7 |
| sols artificiels enherbés* | sols artificiels arbustifs | 1413 | 467 | 176 | 2056 | 3,9 |
| sols artificiels arborés et buissonnants* | sols artificiels arborés et buissonnants | 429 | 0 | 0 | 429 | 0,8 |
| Haies associées aux espaces agricoles | | 285 | 343 | 324 | 952 | 1,8 |
| | | | | | 52393 | 100 |

Figure 34 - Traitement des données Corine Land Cover 2018 pour intégration à l'outil ALDO Version Chanterelle Juin 2023

3.4. EVALUATION DU STOCK DE CARBONE SUR LE TERRITOIRE

1. Des stocks de carbone à préserver

Le stock de carbone est la quantité de carbone stockée dans les sols et la végétation du territoire. Il est la résultante des flux passés. À l'échelle du territoire de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole, il est estimé à **12 543 960 teqCO₂** hors produits bois et 13 015 358 teqCO₂ en les intégrant.

Le stock est principalement réparti au sein des **cultures**, qui représentent 4 783 415 teqCO₂, soit 41 % du stock total, suivi par les **prairies permanentes** avec 2 380 442 teqCO₂ soit 20% du stock. Les espaces forestiers contribuent également surtout à travers les feuillus : s'ils ne représentent que 13% du stock de carbone, ils ne représentent aussi que 5% du territoire. La mise à jour de l'outil permet de considérer la part non négligeable des haies, représentant 0,4 million de teqCO₂.

| TYPES DE SURFACES ET RESERVOIRS | | TOTAL tC | TOTAL tCO ₂ eq |
|--|---------------------------|------------------|---------------------------|
| cultures | | 1 304 529 | 4 783 273 |
| prairies | prairies zones herbacées | 570 299 | 2 091 096 |
| | prairies zones arbustives | 80 686 | 295 849 |
| | prairies zones arborées | 0 | 0 |
| forêts | feuillus | 684 462 | 2 509 694 |
| | mixtes | 1 249 | 4 580 |
| | résineux | 1 632 | 5 984 |
| | peupleraies | 3 809 | 13 966 |
| zones humides | | 262 269 | 961 653 |
| vergers | | 0 | 0 |
| vignes | | 0 | 0 |
| sols artificiels imperméabilisés | | 294 673 | 1 080 468 |
| sols artificiels enherbés | | 168 531 | 617 947 |
| sols artificiels arborés et buissonnants | | 48 941 | 179 450 |
| Haies associées aux espaces agricoles | | 111 688 | 409 523 |
| Produits bois | | 16 806 | 61 875 |
| TOTAL | | 3 549 574 | 13 015 358 |

Figure 35 - Répartition des stocks totaux de carbone selon les réservoirs sur le territoire – Source : ALDO version Chanterelle juin 2023

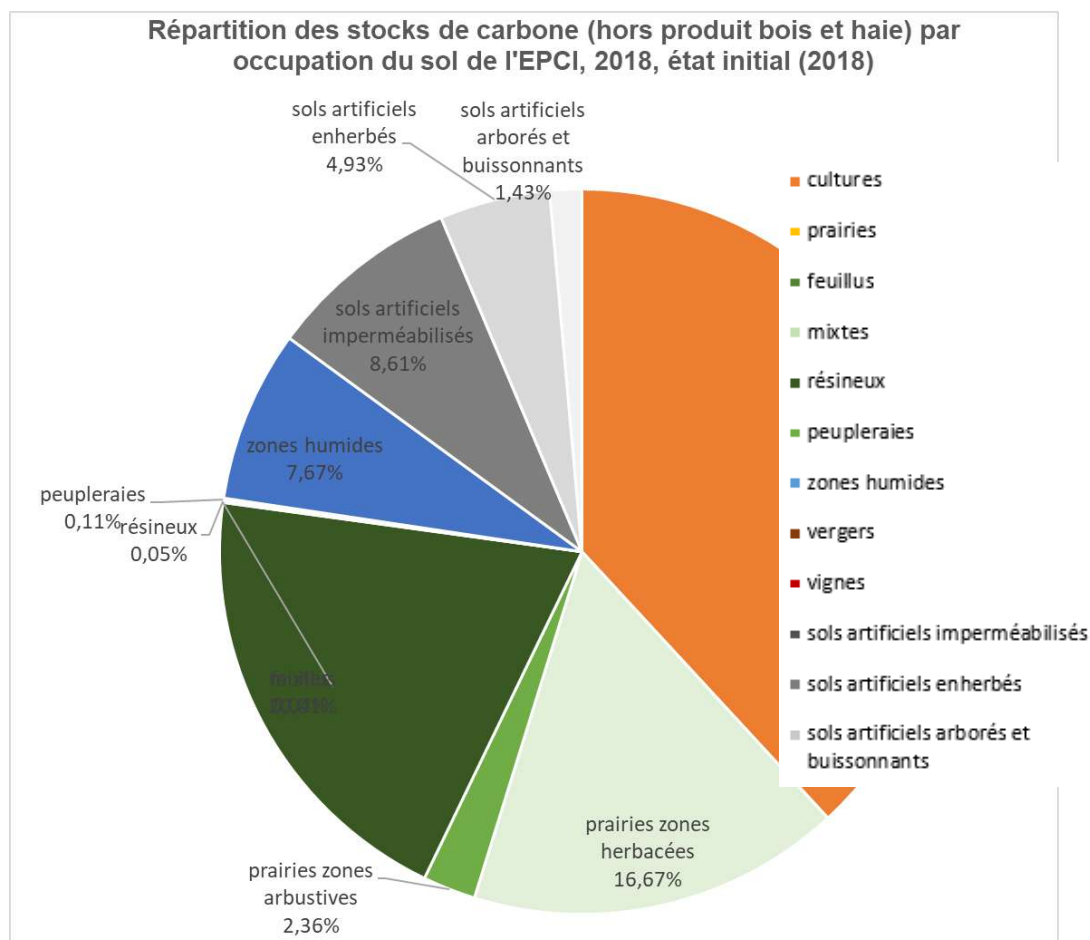


Figure 36 – Répartition des stocks de carbone par occupation du sol, source ALDO – d'après données CLC 2018

Il apparaît donc primordial de préserver ces espaces de stocks majeurs : le socle agro-naturel constitué des espaces agricoles en cultures ainsi que les prairies, et les espaces boisés. Les enjeux de nature en ville sont également importants : les sols artificialisés enherbés ou arborés et buissonnants représentent malgré tout 7% des stocks. Les sols artificiels imperméabilisés, par des actions de renaturation pourraient ainsi augmenter leur potentiel de stock carbone.

2. Des puits de carbone à maintenir, voire à favoriser

Les flux de carbone viennent s'ajouter ou se déduire aux stocks existants. Ainsi, consommer de l'espace naturel et agricole vient créer un flux d'émissions de carbone. A l'inverse, la gestion durable des forêts et le développement de certaines pratiques agricoles vertueuses permettent de séquestrer annuellement du carbone.

| Occupations des sols | Diagnostic sur la séquestration de dioxyde de carbone | | |
|----------------------|---|---|----------------|
| | RAPPEL Stocks de carbone (tCO ₂ eq) | Flux de carbone (tCO ₂ eq/an)* | |
| cultures | 4 783 273 | pas de données | sans variation |
| prairies | 2 386 945 | 286 | séquestration |
| zones humides | 961 653 | pas de données | sans variation |
| vergers | 0 | pas de données | sans variation |
| vignes | 0 | pas de données | sans variation |
| sols artificiels | 1 877 865 | -2 860 | émission |
| forêts | 691 152 | 14 671 | séquestration |
| produits bois | 61 875 | 261 | séquestration |
| haies | 409 523 | | |
| TOTAL | 13 015 358 | 12 358 | |

Source : Outil ALDO, ADEME

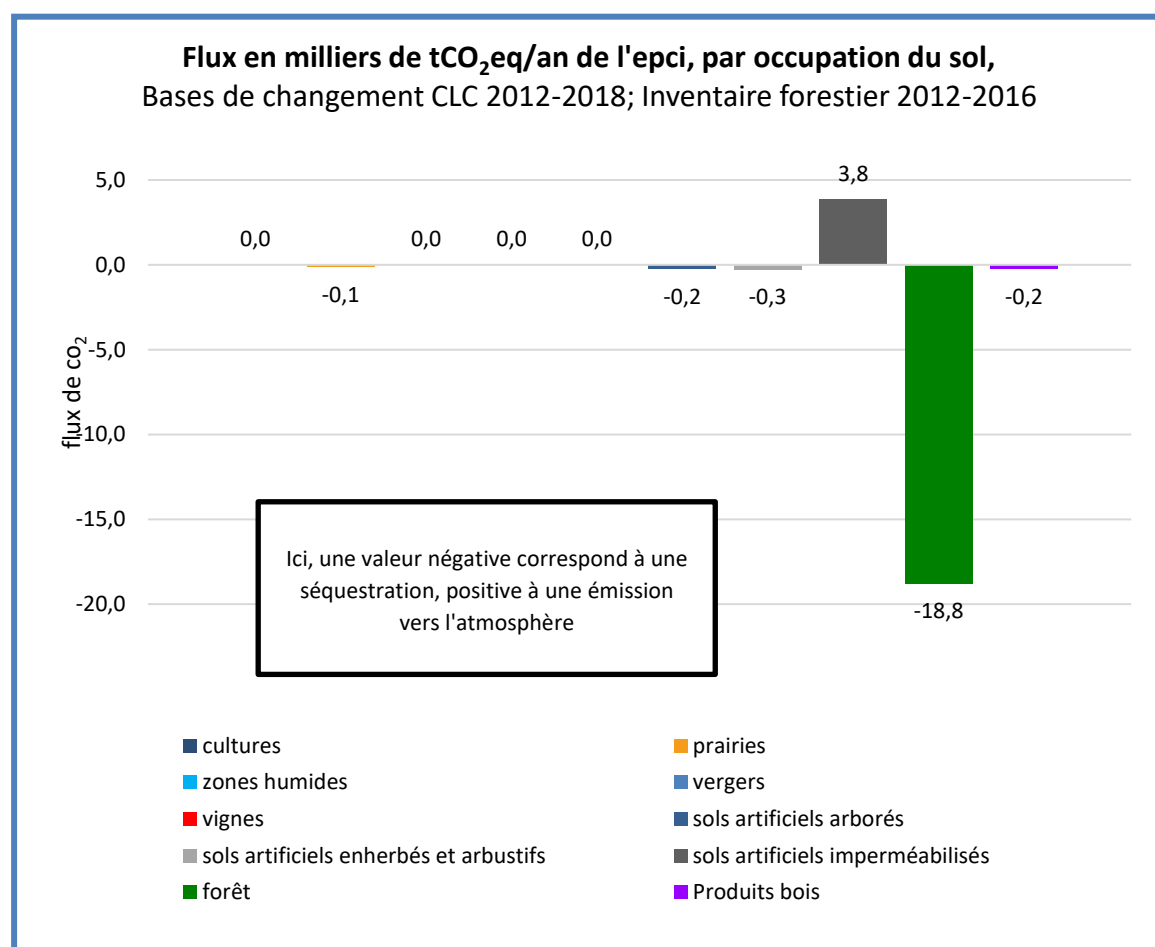


Figure 37 - Flux en milliers de tCO₂eq/an par occupation du sol (source : Outil ALDO, ADEME)

Le territoire connaît donc un flux de stockage négatif de carbone correspondant à une séquestration qui est quasi-exclusivement liée aux espaces de forêts. D'autres gains de moindre importance sont liés aux produits bois, aux espaces végétalisés des sols artificialisés et aux prairies.

Le déstockage, soit les émissions vers l'atmosphère, est lié à la consommation d'espaces. Les données CLC2018 permettent ainsi d'estimer à travers d'ALDO, un volume d'émissions de 3,8ktCO₂e/an. Au total, en comptabilisant les émissions et les séquestrations, **le flux de stockage annuel est estimé à 15 751 teqCO₂.**

3.5. CONCLUSION ET PISTES D'AUGMENTATION DU POTENTIEL DE SEQUESTRATION

L'action humaine sur les écosystèmes liée notamment aux changements d'occupation des sols, aux activités agricoles, forestières et d'aménagement urbain génère des flux de carbone avec l'atmosphère qui représentent des émissions de carbone ou des puits de carbone.

Pour contribuer à atténuer le changement climatique, l'enjeu est donc d'actionner deux leviers :

- **Préserver les stocks existants** et ne pas toucher négativement les puits actuels
- **Générer de nouveaux puits de carbone**

Quatre pistes pour renforcer les puits de carbone existants sont évoquées ci-après :

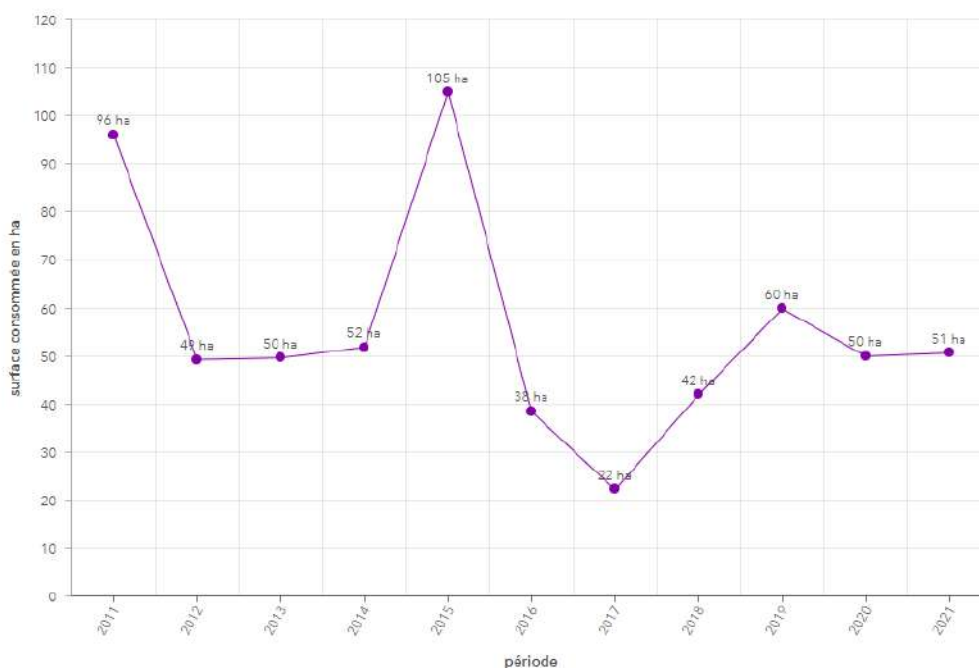
- Limiter les changements d'affectation des sols et stopper la consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers ;
- Favoriser la nature en ville ;
- Faire évoluer les pratiques agricoles pour créer des flux de stockage annuels en renforçant le stockage de carbone dans les sols et sous-sols ;
- Agir sur la forêt et la filière bois.

1. Changement d'affectation des sols

L'analyse des flux montre que l'artificialisation des sols représente un relargage de carbone important en raison de la consommation d'espaces naturels et agricoles. Une réduction voire un arrêt de la consommation d'espace pour l'urbanisation, telle qu'inscrite dans les objectifs de la loi Climat et Résilience, permettrait de maintenir des puits de carbone conséquents (objectif zéro artificialisation nette en 2050).

Dynamiques de consommation de l'espace

Consommation totale* (en hectares) entre le 1er janvier 2011 et le 1er janvier 2022



Source : Portail de l'artificialisation des sols - Cerema - Fichiers fonciers 2011-2022, données mises à jour au 1er janvier 2022

Établies dans le cadre réglementaire de la planification via le SCoT et le PLUi de la CU Le Havre Seine Métropole, les projections en termes de consommation d'espace prévoient une réduction forte de la consommation d'espace et de l'artificialisation des sols liées : une enveloppe maximale de 287 ha de consommation d'espace pour la période 2021-2030 est inscrite au PADD. Concernant l'artificialisation, l'enveloppe foncière maximale théorique en l'état des données disponibles et des éléments de définition relatifs à la notion d'artificialisation serait estimée à **76 ha**.

Retournement des prairies

L'évolution des pratiques agricole a entraîné la perte progressive des prairies permanentes, remplacées par des prairies temporaires et par la culture des céréales, les cultures fourragères et cultures industrielles. Selon les données partagées par l'AURH, 31 000 ha de prairies permanentes ont disparu entre 2000 et 2020 dans le périmètre de la Communauté urbaine LHSM principalement en faveur des terres arables (+20 200 ha) et des sols artificialisés (+12 200 ha). Il est possible de faire l'hypothèse que le prélèvement de surfaces agricoles initialement labourées, conduira *in fine* au retournement de prairies permanentes, et ce dans le but de déplacer voire d'augmenter la sole de grandes cultures, économiquement plus compétitives.

Artificialisation des zones humides :

Il n'existe pas d'indicateur fiable permettant de caractériser l'évolution de la surface de zones humides. De manière qualitative on peut toutefois s'appuyer sur le suivi du site emblématique « estuaire de la Seine » qui couvre une partie sud du territoire. Son évaluation sur la période 2010-2020 montre une évolution des surfaces artificialisées en augmentation (2% à 5% de la surface du site), indiquant les pressions fortes sur ces milieux.

2. Développement de la nature en ville

Au-delà de leurs bénéfices multifonctionnels, les espaces de nature en ville ont un véritable rôle à jouer en tant que stock de carbone. Comme l'a montré le diagnostic précédemment, les sols artificialisés enherbés ou arborés et buissonnants représentent malgré tout 7% des stocks du territoire pour un peu moins de 2500 ha. Les 9900 ha de sols artificialisés imperméabilisés représentent ainsi un véritable levier d'actions pour qu'ils contribuent plus efficacement aux stocks de carbone du territoire en assurant leur renaturation.

3. Pratiques agricoles séquestrantes

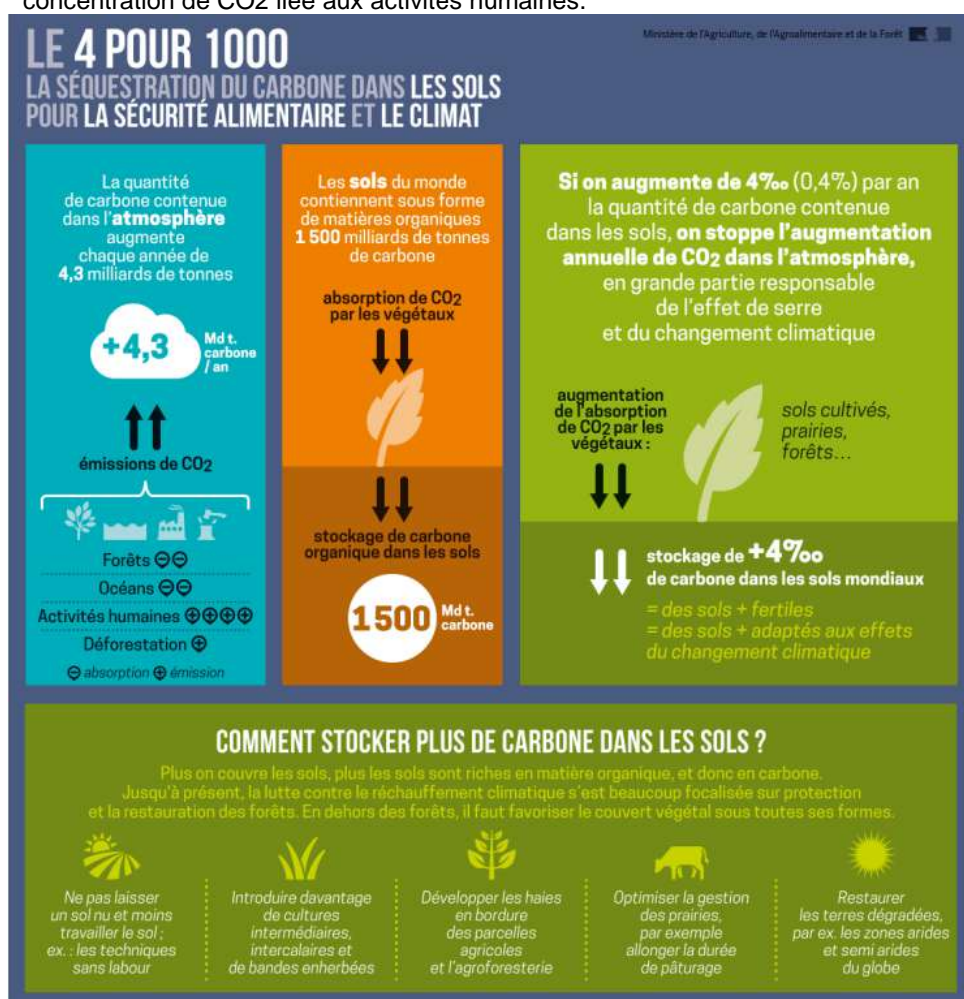
Certaines pratiques agricoles permettent de renforcer les stocks de carbone dans les sols et sous-sols, ou dans la végétation de surface, en créant des flux annuels de carbone, par exemple :

- Agroforesterie, haies et bandes enherbées ;
- Non labour et semis direct ;
- Mulchs, amendements et composts ;
- Rotations intégrant des prairies temporaires et intercultures.

Le territoire dispose d'importants espaces agricoles en cultures (49,5% du territoire selon CLC2018) et de prairies (17% selon CLC2018). Si le premier enjeu est bien de préserver ces emprises qui représentent d'ores et déjà un stock important, le second est bien d'orienter l'optimisation du potentiel qu'ils constituent par une modification des pratiques agricoles.

En complément de ses actions sur les stocks existants, la Communauté urbaine s'est fixé, grâce au dispositif CARBOLOCAL, un objectif de plantation de 20 km de haie / an. 1km de haie permet de capter 100t de CO₂/an. Le levier haies permet donc de viser un objectif de séquestration carbone supplémentaire de 2000 t CO₂/an.

FOCUS // L'initiative internationale « 4 pour 1000 » lancée par la France lors de la COP21 vise à montrer l'importance des sols agricoles vis-à-vis du changement climatique et de la sécurité alimentaire en faisant connaître les techniques et pratiques vertueuses pour y parvenir (agro-écologie, agroforesterie, gestion des paysages, etc.). En effet, un taux de croissance annuel de 0,4% des stocks de carbone du sol soit 4 ‰ par an, dans les premiers 30 à 40 cm du sol, réduirait de manière significative dans l'atmosphère la concentration de CO₂ liée aux activités humaines.



4. Gestion durable de la forêt

Les espaces forestiers et boisés constituent d'ores et déjà un stock de carbone assurant une séquestration sur le territoire. La séquestration dans les produits bois, directement issus de la filière bois constitue aussi un stock direct, tout comme les emprises agricoles et prairiales, l'enjeu principal réside en la protection des espaces forestiers existants du territoire. Néanmoins, pour pérenniser ce potentiel voir l'accroître, il s'agit :

- De favoriser la résilience de ces espaces forestiers et boisés face aux perturbations induites par le changement climatique ;
- D'assurer une gestion durable en assurant le renouvellement des peuplements et la protection des sols forestiers qui représentent aussi un stock important ;
- Développer de nouveaux boisements sur des espaces dégradés ou friches agricoles par exemple.

4. État des lieux de la consommation énergétique

L'objectif de cette section est de **présenter les consommations énergétiques**, avec, dans un premier temps, un bilan général sur tout le territoire, puis une décomposition par secteur. Ce bilan de consommation est le fruit d'un travail important de collecte, de traitement, et de réconciliation de différents jeux de données. En particulier, les données de consommation réelles récupérées par les différents gestionnaires de réseaux ont été complétées par des estimations régionales provenant de l'ORECAN (données 2018 dans leur version publiée en juillet 2021⁶), puis confrontées à des données statistiques du territoire (recensement des logements, répartition des emplois par zone, ...). L'objectif de ce travail est de réaliser un inventaire des consommations aussi précis que possible, autant d'un point de vue spatial avec une décomposition infra-communale, que par secteur d'activités. Une note méthodologique plus détaillée a été rédigée à ce sujet et accompagne le présent rapport (*Méthodologie de construction du modèle énergétique du territoire de la CU du Havre Seine Métropole*).



Figure 38 - Processus de réconciliation des données de consommation du territoire

Ce bilan de consommation a été réalisé pour **l'année de référence 2019**, et recouvre l'intégralité des consommations du territoire de la CU du Havre, à savoir tous les secteurs (résidentiel, tertiaire, industrie, agriculture et transports) et toutes les énergies (électricité, gaz naturel, produits pétroliers, bois, chauffage urbain). Il convient de noter que le bilan **inclut les consommations de gaz et d'électricité de la branche énergie** (issues du [SDES](#) et relatives principalement aux activités de raffinerie sur la CU) et présente donc des différences significatives avec le bilan énergétique réalisé par l'ORECAN (qui exclut la totalité de la branche énergie de son format de rapportage). On précise également que **les consommations de produits pétroliers et de bois de la branche énergie ne sont pas incluses dans le bilan**, faute de disponibilité des données (données non rapportées par l'ORECAN). Pour l'attribution de l'énergie consommée ainsi que les émissions énergétiques de GES du secteur des transports, **l'ORECAN a choisi l'approche Responsabilité** qui consiste à répartir de manière équitable l'énergie et les émissions entre les villes d'origine et de destination : chacune des villes reçoit 50% des émissions totales du trajet.

⁶ ORECAN – Atmo Normandie – Inventaire version 3.2.7 et ORECAN – Biomasse Normandie – version 12.21

Cette méthodologie est appliquée également au transport maritime : les ports importateur et exportateur des marchandises se voit attribuer chacun la moitié des émissions du trajet.

Sauf précision contraire, toutes les consommations présentées par la suite sont **en énergie finale**, c'est-à-dire la quantité d'énergie utilisée par le consommateur final. Elle correspond à l'énergie mesurée par les compteurs pour les énergies de réseaux (électricité, gaz et chaleur), ainsi qu'à l'énergie facturée pas les différents fournisseurs d'énergie (pour les énergies ne transitant pas par des réseaux, comme la biomasse ou le fioul, l'utilisateur est souvent facturé au volume, mais la multiplication par son contenu énergétique permet de déduire une consommation énergétique).

Ce bilan de consommation a été réalisé à la **maille IRIS** (Ilots Regroupés pour l'Information Statistique) créée par l'INSEE pour la diffusion de données à l'échelle infra-communale. On distingue trois types d'IRIS :

- | Les IRIS d'habitat : leur population se situe en général entre 1 800 et 5 000 habitants. Ils sont homogènes quant au type d'habitat et leurs limites s'appuient sur les grandes coupures du tissu urbain (voies principales, voies ferrées, cours d'eau...).
- | Les IRIS d'activité : ils regroupent plus de 1 000 salariés et comptent au moins deux fois plus d'emplois salariés que de population résidente.
- | Les IRIS divers : il s'agit de grandes zones spécifiques peu habitées et ayant une superficie importante (parcs de loisirs, zones portuaires, forêts...).

4.1. Bilan énergétique global

4.1.1. Bilan des consommations d'énergie finale par secteur

La **consommation en énergie finale** de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole s'élève à **23,8 TWh** en 2019. Elle se divise comme suit entre les différents secteurs :

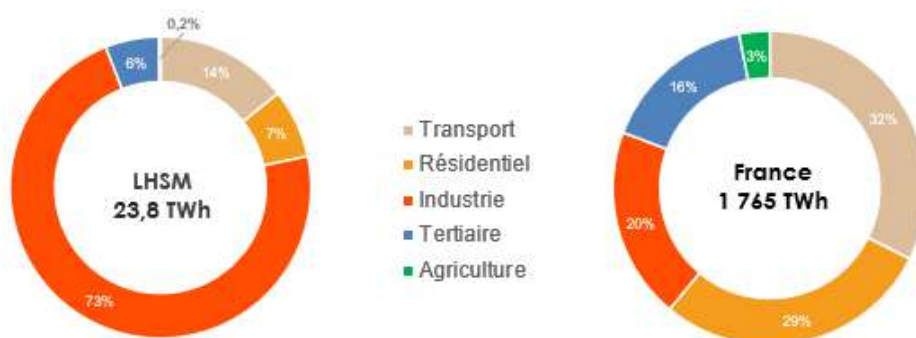


Figure 39 - Répartition des consommations d'énergie finale par secteur d'activités, année 2019⁷

La répartition des consommations énergétiques entre les différents secteurs possède des différences notables avec la moyenne nationale :

- | **L'industrie** est le secteur le plus consommateur d'énergie sur le territoire avec **73% de la consommation d'énergie finale** du territoire. Cette part ne représente que 20% pour la moyenne nationale.
- | Le **secteur des transports** qui regroupe à la fois le transport routier et non routier (maritime, aérien, ferroviaire) est le second poste de consommation avec 14% de la consommation d'énergie finale du territoire.

⁷ Le secteur des déchets est inclus dans le secteur industriel

| Ces caractéristiques sont cohérentes avec le **fort ancrage industrialo-portuaire** du territoire.

Le tableau ci-dessous présente la consommation d'énergie finale par secteur pour l'année 2019.

| Secteur | Consommation énergétique (en TWh) |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Résidentiel | 1.8 |
| Tertiaire | 1.4 |
| Transport routier | 1.8 |
| Autres transports | 1.5 |
| Agriculture | 0.04 |
| Industrie | 17 |
| Industrie (hors énergie) | 6.5 |

Tableau 1 - Tableau des consommations d'énergie finale par secteur d'activités, année 2019

4.1.2. Bilan des consommations d'énergie finale par énergie

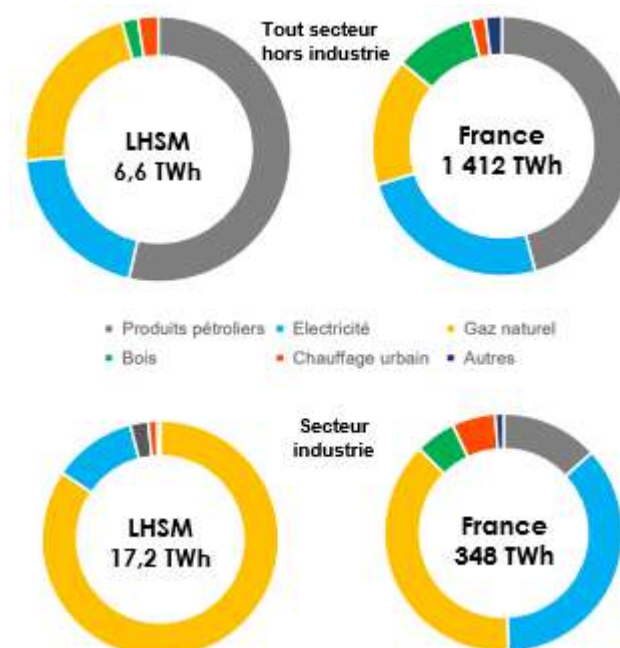


Figure 40 - Répartition des consommations d'énergie finale par énergie, année 2019

La prédominance du secteur industriel incite à distinguer les secteurs d'activités⁸. Hors industrie, les **produits pétroliers** représentent plus de la moitié du mix énergétique de la CU, suivi par le

⁸ Comme le propose l'ORECAN dans son guide méthodologique, un traitement statistique des données de consommation d'énergie est nécessaire pour respecter la confidentialité de ces données. Ce secret statistique peut concerner soit des secteurs d'activité, soit des types d'énergie. Le non-respect du secret statistique peut entraîner des sanctions pénales. Concernant le secteur industriel, il est interdit de publier la consommation

gaz naturel et l'électricité. Le territoire de la CU se différencie par son fort développement du gaz naturel (22% contre 16% en France) notamment dans le secteur du tertiaire.

Pour le secteur industriel, **le gaz naturel représente 86%** du mix énergétique industriel de la CU (contre 38% pour la moyenne industrie France). La présence d'activités de raffinage fortement consommatrice de gaz naturel dans la Zone Industriale-Portuaire permet d'expliquer la place du gaz naturel dans le mix de consommation d'énergie finale.

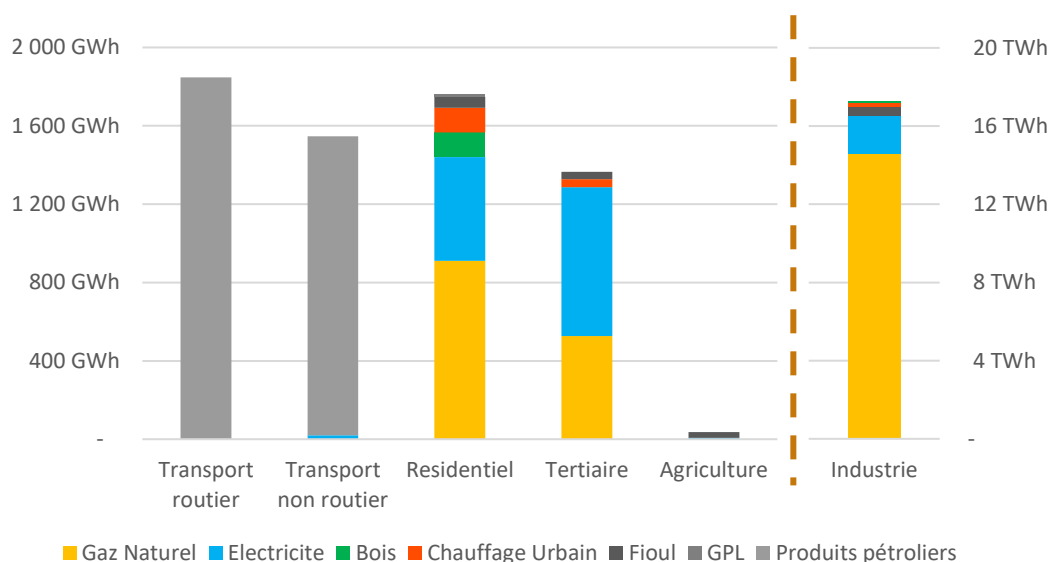


Figure 41 - Consommation d'énergie finale par type d'énergie et par secteur d'activités, année 2019

Le tableau ci-dessous présente la consommation d'énergie finale par type d'énergie pour l'année 2019.

| Energie | Consommation énergétique (en TWh) |
|--|-----------------------------------|
| Gaz naturel | 16 |
| Electricité | 3.3 |
| Produits pétroliers (transport) | 3.4 |
| Chauffage Urbain | 0.3 |
| Bois | 0.2 |
| Autres | 0.5 |

Tableau 2 - Tableau des consommations d'énergie finale par type d'énergie, année 2019

d'énergie pour tous les types d'énergie sur un EPCI si un site industriel représente à lui seul plus de 85% des consommations d'énergie.

4.2. Bilan énergétique du territoire – hors activités industrialo-portuaires

On exclut dans ce périmètre les consommations du secteur industrie et du transport non routier afin de mettre davantage en perspective les particularités des autres secteurs d'activité. La zone d'émissions spécifiques que constitue la ZIP n'est donc pas incluse dans ce périmètre.

4.2.1. Bilan des consommations d'énergie finale par secteur

La **consommation en énergie finale** de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole hors activités industrielles et de transport non routier s'élève à **5 TWh** en 2019. Elle se divise comme suit entre les différents secteurs :

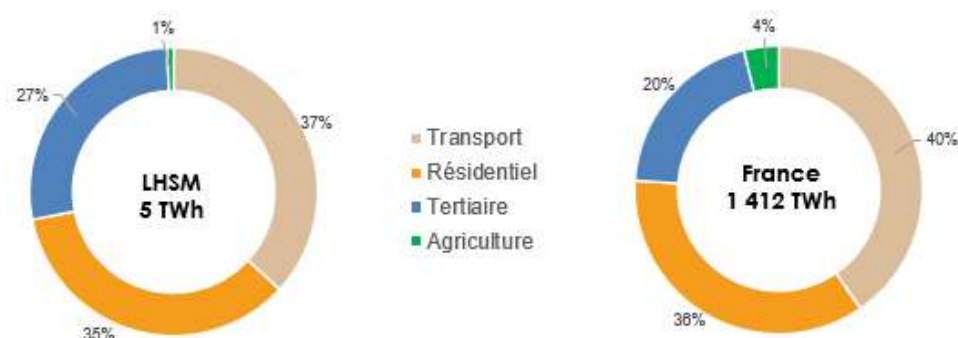


Figure 42 - Répartition des consommations d'énergie finale par secteur d'activités, hors activités industrialo-portuaires, année 2019⁹

En écartant ainsi la ZIP, la répartition des consommations énergétiques entre les différents secteurs possède des ressemblances notables avec la moyenne nationale :

- | Les secteurs des **transports** et du **résidentiel** représentent près des trois quarts de la consommation énergétique finale du territoire.
- | Le troisième poste de consommation énergétique est le secteur **tertiaire**.
- | Le secteur le moins consommateur est le secteur de **l'agriculture**, qui est moins représenté sur le territoire de la Communauté urbaine qu'en moyenne en France.

Le tableau ci-dessous présente la consommation d'énergie finale hors activités industrialo-portuaires par secteur pour l'année 2019.

| Secteur | Consommation énergétique (en TWh) |
|-------------------|-----------------------------------|
| Résidentiel | 1,8 |
| Tertiaire | 1,4 |
| Transport routier | 1,8 |
| Agriculture | 0,04 |

Tableau 3 - Tableau des consommations d'énergie finale par secteur d'activités, hors activités industrialo-portuaires, année 2019

⁹ Le secteur des déchets est inclus dans le secteur industriel. La donnée France pour le secteur des transports regroupe non seulement le transport routier mais aussi le transport non routier à la différence de la donnée LHSM qui ne concerne que le transport routier

4.2.2. Bilan des consommations d'énergie finale par énergie

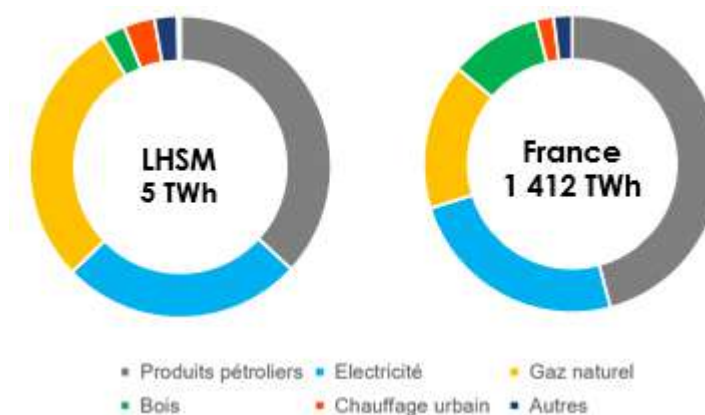


Figure 43 - Répartition des consommations d'énergie finale par énergie, hors activités industrialo-portuaires, année 2019¹⁰

Hors activités industrialo-portuaires, les **produits pétroliers** représentent 37% du mix énergétique de la CU, suivi par le **gaz naturel** et **l'électricité**. **Le territoire de la CU se différencie de la moyenne nationale par son fort développement du gaz naturel (29% contre 16% en France) notamment dans le secteur du tertiaire.**

Le tableau ci-dessous présente la consommation d'énergie finale hors activités industrialo-portuaires par type d'énergie pour l'année 2019.

| Energie | Consommation énergétique (en TWh) |
|--|-----------------------------------|
| Gaz naturel | 1.4 |
| Électricité | 1.3 |
| Produits pétroliers (transport) | 1.9 |
| Chauffage Urbain | 0.2 |
| Bois | 0.1 |
| Autres | 0.1 |

Tableau 4 - Tableau des consommations d'énergie finale par type d'énergie, hors activités industrialo-portuaires, année 2019

Les principaux secteurs (résidentiel, tertiaire, industriel et transport) vont être étudiés plus en détails dans les parties suivantes. Les secteurs de l'agriculture et des déchets, du fait de leur très faible poids dans la consommation énergétique du territoire ne seront pas détaillés.

¹⁰ La donnée France pour le secteur des transports regroupe non seulement le transport routier mais aussi le transport non routier à la différence de la donnée LHSM qui ne concerne que le transport routier

4.3. Détail du secteur résidentiel

4.3.1. Vue d'ensemble du secteur résidentiel

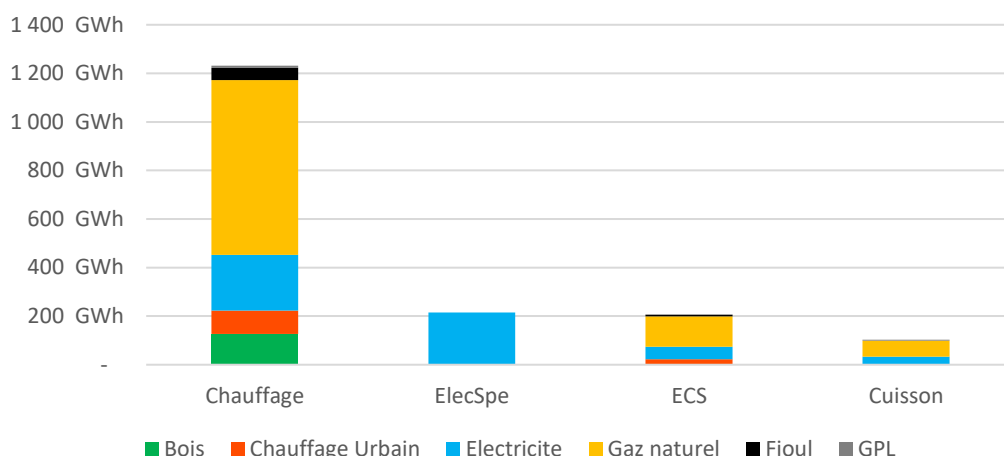


Figure 44 - Consommation annuelle du résidentiel par usage et par énergie, année 2019

La consommation finale du secteur résidentiel est de **1,8 TWh**, soit 7% de la consommation d'énergie finale totale du territoire. La consommation moyenne des logements est de 14.2 MWh/logement/an, ce qui est inférieur à la moyenne nationale de 14.4 MWh/logement/an en 2019. La consommation du résidentiel est dominé par le **chauffage**, qui correspond à **70% de la consommation** du secteur (1,2 TWh).

Le gaz naturel occupe une place très importante puisque 52% de l'énergie consommée est du gaz naturel. Cette part est bien plus importante que la moyenne nationale, qui est de 28%. Ainsi, comme le gaz naturel possède un contenu CO2 plus élevé que l'électricité, le secteur résidentiel de la CU est **plus émetteur que la moyenne nationale**. Historiquement, le fort développement du gaz sur la CU a été de pair avec la volonté du territoire de mettre à disposition une énergie au niveau tarifaire compétitif (pour notamment pallier le phénomène de précarité énergétique).

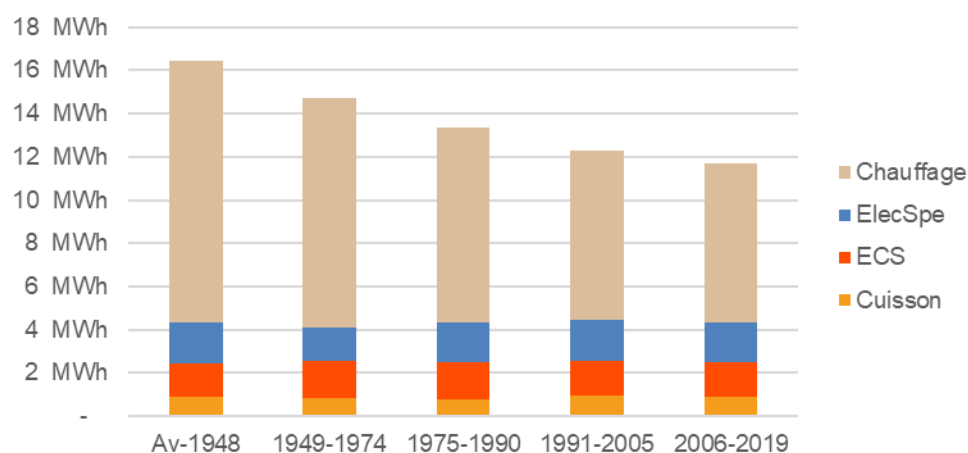


Figure 45 - Consommation annuelle d'un logement par usage et par période de construction (résidences principales)

Les logements les plus anciens ont une consommation unitaire pour le chauffage plus importante que les logements les plus récents. C'est ce qui permet d'expliquer la baisse de la consommation

des logements, passant de plus de 16 MWh/logement/an pour les logements les plus anciens à moins de 12 MWh/logement/an pour les logements les plus récents. Les données sur la consommation d'un logement par usage et par période de constructions sont basées sur des consommations réelles.

Poursuivre les efforts de rénovation thermique des bâtiments entrepris depuis une dizaine d'années permettra donc à la CU de continuer à faire baisser sa consommation énergétique. Cette action a déjà permis 2500 prises de contact annuelles de la plateforme de la rénovation chaque année, par des ménages du territoire souhaitant un accompagnement technique, administratif et financier dans leur projet de travaux.

Le chauffage étant l'usage le plus consommateur, nous allons apporter quelques précisions dans la partie ci-dessous.

4.3.2. Précisions sur le chauffage

Le **chauffage résidentiel représente 1,2 TWh de la consommation d'énergie finale** du territoire de la Communauté urbaine. La Figure 46 montre que l'usage chauffage représente une part plus importante des consommations du résidentiel sur la Communauté urbaine que sur la France. En revanche, la consommation d'usages spécifiques représente une part plus faible de la consommation énergétique. Ceci pourrait s'expliquer par la part moins importante de maisons sur le territoire (44% des logements de la Communauté urbaine sont des maisons individuelles, contre 56% à l'échelle nationale).

Aussi, le parc immobilier du territoire de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole est plus ancien que le parc national : seulement 19% de ses logements a été construit après 1990, contre 25% pour le parc national.

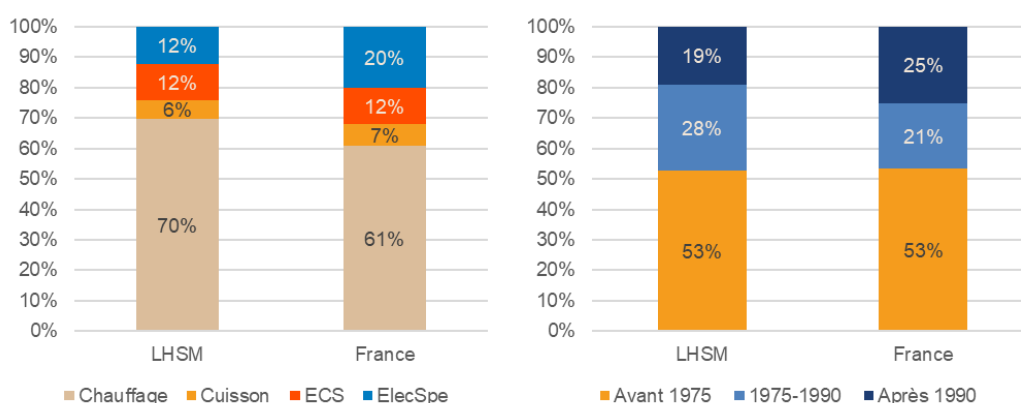


Figure 46 - Comparaison entre la CU et la moyenne nationale pour la répartition de la consommation par usage (gauche) et la répartition des bâtiments par classe d'âge (droite)

Ainsi, la différence de consommation de chauffage par rapport à la moyenne nationale peut s'expliquer par différents facteurs :

| L'effet du **climat** :

- Le Havre Seine Métropole est caractérisé par un climat plus froid.
- Pour un logement donné le besoin de chauffage est de 15% supérieur à la moyenne nationale (selon les degrés jours unifiés, données du SDES 2019).
- Ceci explique une partie de la surconsommation d'environ 15%.

- | L'impact de **la surface moyenne** des logements :
 - La surface moyenne des logements est d'environ 77m² sur le territoire de la CU et est donc inférieure à la moyenne nationale (90m²) ;
 - Ceci devrait signifier une consommation inférieure à la moyenne nationale d'environ 14%.
- | L'impact de **la performance thermique** des bâtiments :
 - Les facteurs précédents ne sont pas suffisants pour expliquer la différence de consommation entre la CU et la moyenne française pour le chauffage ;
 - Il est ainsi très probable que la performance thermique des logements soit inférieure à la moyenne nationale, bien que des efforts de rénovation soient déjà bien engagés sur le territoire. On note que le parc résidentiel de la CU est en moyenne plus ancien que le parc national.

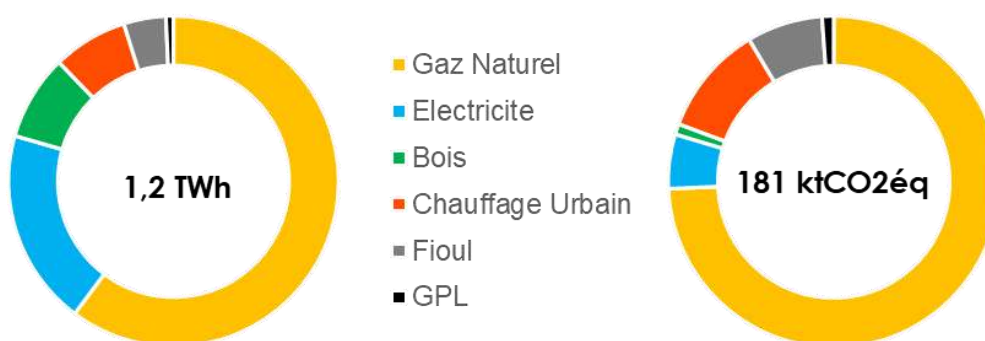


Figure 47 - Répartition de la consommation énergétique (gauche) et des émissions (droite) du chauffage résidentiel par énergie (résidences principales), année 2019

La répartition de la consommation énergétique et des émissions du chauffage résidentiel par énergie pour les résidences principales (Figure 47) indique que le chauffage du résidentiel est largement **dominé par le gaz** (60% de l'énergie consommée), là où les réseaux de chauffage urbain alimentent uniquement 8% de l'énergie consommée par le chauffage résidentiel. **Le fioul représente encore 4%, soit presque 50 GWh d'énergie finale consommée par le chauffage résidentiel.**

Les contenus CO₂ du gaz, du fioul, du GPL et du chauffage urbain sont plus élevés que ceux de l'électricité et du bois. Ces vecteurs énergétiques représentent donc une part plus importante des émissions dues au chauffage. On peut noter qu'une décarbonation puis extension des réseaux de chauffage urbain publics constitueraient une alternative intéressante pour décarboner le chauffage résidentiel, qui consomme encore aujourd'hui plus de 68% d'énergies fossiles.

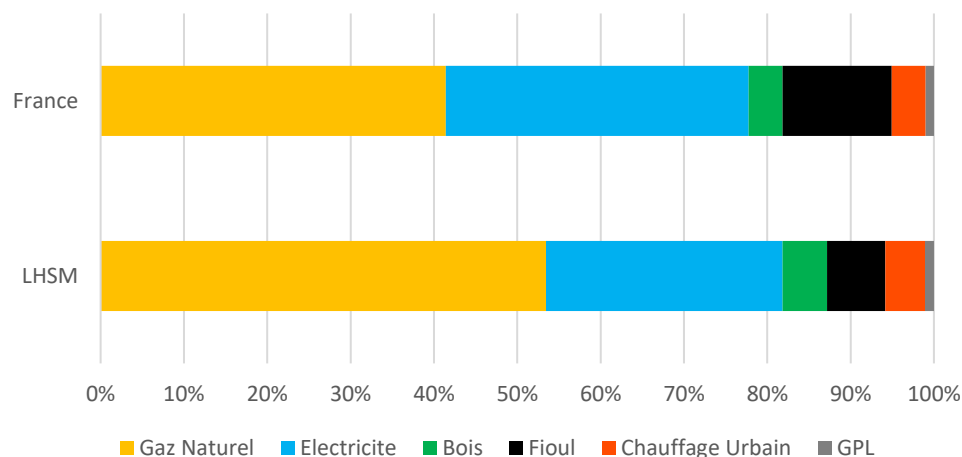


Figure 48 - Comparaison de la répartition des vecteurs de chauffage entre la France et LHSM en nombre de résidences principales, année 2019

La répartition des équipements de chauffage confirme la tendance observée du côté des consommations : la majorité du parc est chauffé au gaz naturel. L'électricité en tant que vecteur de chauffage principal représente moins de logements, c'est aussi moins que la moyenne nationale, comme le montre la Figure 48. Le secteur résidentiel est plus émetteur sur le territoire de la CU qu'en moyenne en France : son mix d'équipements est dominé par les énergies fossiles à contenu carbone élevé. La part du fioul dans le chauffage est inférieure à la moyenne nationale (7% contre 13%), ce qui est caractéristique d'un **territoire fortement urbanisé** avec davantage d'accès au réseau de gaz.

La Figure 49 ci-dessous montre la répartition des équipements de chauffage du territoire, à la maille commune. On remarque une concentration importante d'équipements gaz sur la commune du Havre et ses communes voisines. Par ailleurs, on constate qu'un bon nombre de communes en périphérie n'a pas accès au réseau de gaz. Dans ces zones périphériques, la proportion de chauffage électrique, bois et fioul est plus importante (mais cela concerne une petite quantité de logements : 7000 logements, soit 5% des logements du territoire). La cartographie souligne également les 15 communes dans lesquelles il reste encore plus de 100 équipements au fioul (données 2017). Les communes ciblées se situent à la fois dans le cœur urbain de la CU et en périphérie.

Ainsi, la sortie du fioul est un enjeu pour les communes urbaines et rurales du territoire, avec et sans réseau de gaz.

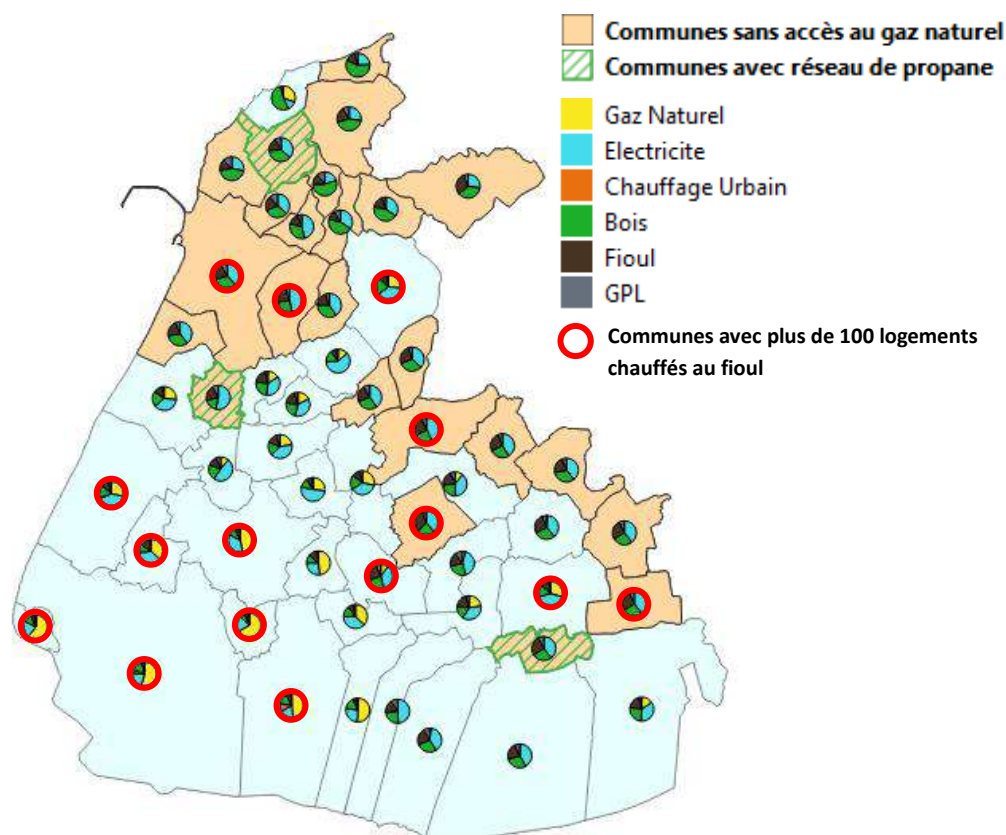


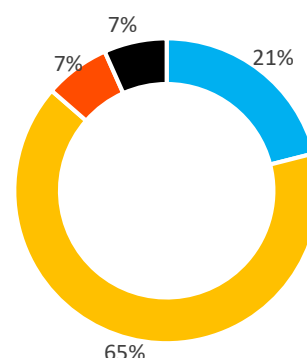
Figure 49 - Cartographie des vecteurs de chauffage principaux par commune du territoire, année 2019

4.4. Détail du secteur tertiaire

La consommation finale du secteur tertiaire est de **1,4 TWh**, soit 6% de la consommation d'énergie finale totale du territoire. Le mix énergétique du secteur du tertiaire est dominé par **l'électricité (55%) et le gaz (39%)**. L'électricité occupe une place plus importante que dans le résidentiel (où la part est de 30%). Ceci s'explique par des consommations plus importantes d'électricité pour des usages spécifiques (exemples : éclairage, informatique) et pour la climatisation.

La répartition des émissions par énergie montre que le gaz est fortement émetteur : il représente **65% des émissions** du secteur tertiaire pour **39% des consommations**. Le fioul représente encore une petite partie du mix énergétique (3% des consommations et 7% des émissions de CO₂eq). Le chauffage urbain a une faible contribution dans le mix (hors réseaux privés).

L'ORECAN ne recense pas de consommation de bois dans le secteur tertiaire¹¹, cependant la connaissance terrain fait état de quelques installations qui consomment du bois, notamment gérées en régie par la Communauté urbaine.



¹¹ Depuis mars 2023, l'ORECAN a développé une nouvelle app d'énergies renouvelables géolocalisées par EPCI.

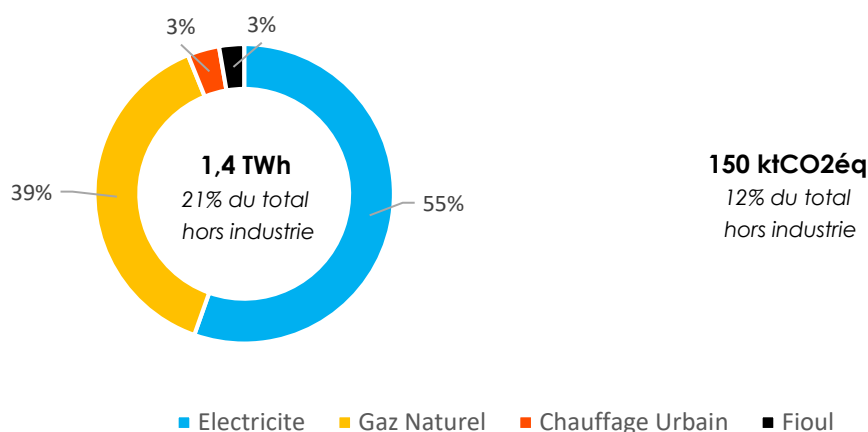


Figure 50 - Répartition de la consommation énergétique (gauche) et des émissions (droite) du secteur tertiaire par énergie, année 2019

Le secteur tertiaire embauche **90.517 employés** dans les différents sous-secteurs ci-dessous :

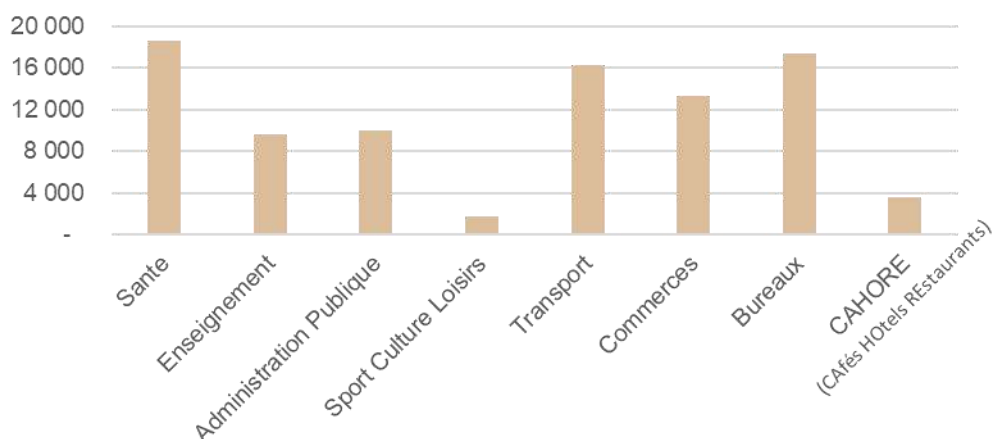


Figure 51 - Nombre d'employés du tertiaire par sous-secteur, année 2017

Les sous-secteurs de la **santé**, des **bureaux** et des **transports** sont ceux qui emploient le plus sur le territoire.

Comme le montre la Figure 52, le **tertiaire à dominante privée** (transport, commerces, bureaux et CAHORE) représente une majorité de la consommation du secteur tertiaire (66%). Les infrastructures et entreprises de **transports** (hors carburant des véhicules) représentent presque le quart de la consommation globale du secteur tertiaire (23%), suivis par les **commerces** (18%) et les **bureaux** (17%).

La **santé** représente la typologie la plus consommatrice de la dominante publique (santé, enseignement, administration publique et Sport Culture Loisirs) et la 4ème typologie la plus consommatrice du secteur globale avec 15% de la consommation globale, suivi de près par **l'enseignement** (12%).

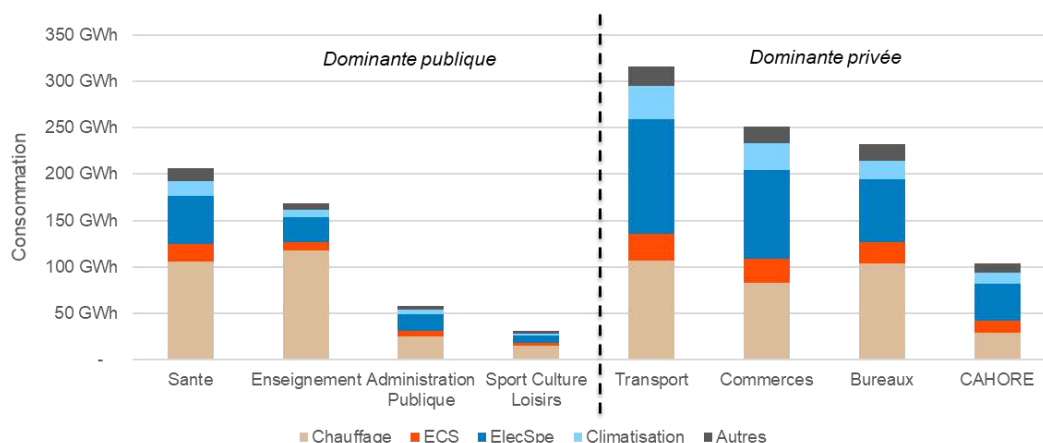


Figure 52 - Consommation annuelle d'énergie finale par catégorie secondaire et par usage, année 2019

Les usages **chauffage et climatisation du secteur tertiaire** représente **0.7 TWh** de la consommation énergétique du territoire de la Communauté urbaine (respectivement 0.6 TWh pour le chauffage et 0.1 TWh pour la climatisation), soit **52%** de la consommation énergétique du secteur tertiaire.

Sur la dominante publique du secteur tertiaire (34% de toute la consommation tertiaire) la Communauté urbaine a un fort levier d'action, d'autant plus intéressant que le facteur d'émissions de l'énergie utilisée par ce secteur a tendance à être plus élevé que pour la sphère à dominante privée, ce qui peut notamment être expliqué par l'utilisation importante de gaz pour le chauffage.

En effet, la Figure 53 nous indique que le contenu carbone de l'énergie utilisée atteint jusqu'à **143 gCO₂eq/kWh** pour le tertiaire à dominante publique (établissements d'enseignements : écoles, collèges, lycées, universités) là où elle est au maximum de **114 gCO₂eq/kWh** pour le tertiaire à dominante privée (bureaux).

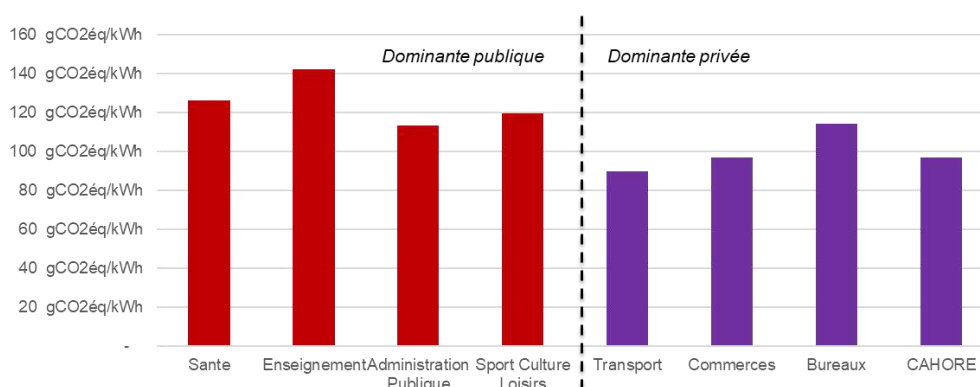


Figure 53 - Contenu carbone de l'énergie finale utilisée par catégorie secondaire et par usage, année 2019

4.5. Détail du secteur de l'industrie

Le secteur industriel est composé de l'ensemble des industries du territoire et comprend donc notamment, et en grande majorité, les industries de la ZIP. La carte ci-dessous illustre la répartition

géographique des consommations de ce secteur sur l'ensemble de la Communauté urbaine. La **zone industrielle de Gonfreville-l'Orcher** représente à elle-seule une consommation de 15 TWh, soit plus **de 60% de la consommation d'énergie finale** de l'ensemble de la Communauté urbaine Havre Seine-Métropole.

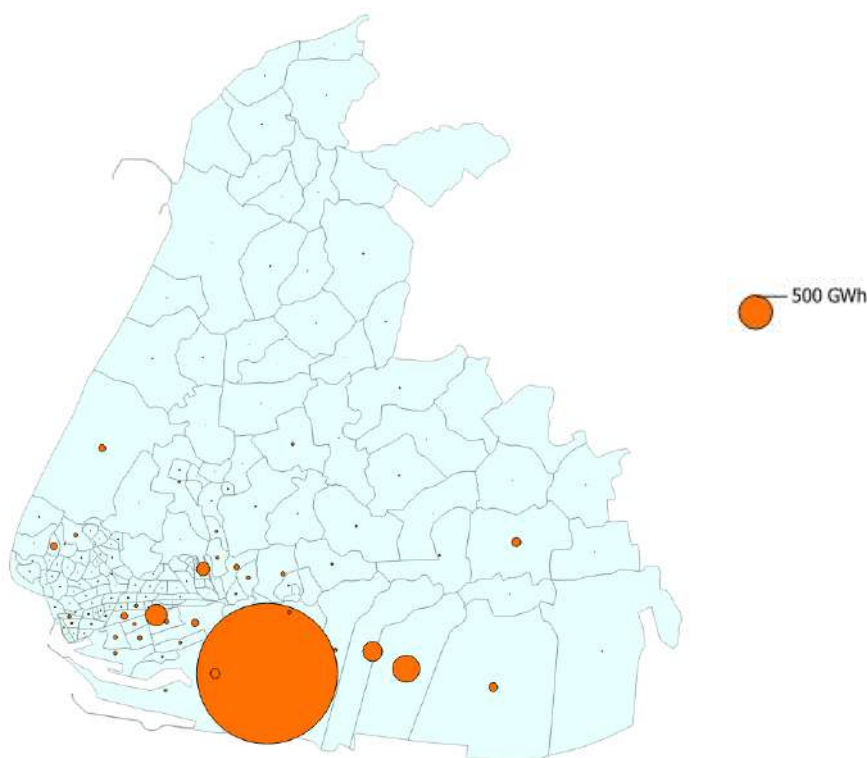


Figure 54 - Cartographie de la consommation d'énergie finale du secteur industriel par iris du territoire, année 2019

Avec 17 TWh de consommation annuelle, le secteur industriel est le secteur le plus consommateur du territoire de la Communauté urbaine et représente le secteur le plus émetteur avec 70% des émissions énergétiques du territoire.

La consommation finale du secteur industriel est de **17 TWh** (6.5 TWh pour le secteur industriel hors branche énergie), soit 72% de la consommation d'énergie finale totale du territoire. Le mix énergétique du secteur de l'industrie est dominé par le **gaz naturel** (85%). Les **énergies fossiles** (gaz et fioul) représentent l'immense majorité des consommations du secteur industriel (88%). L'électricité contribue de façon bien moindre au mix énergétique industriel (12% des consommations) et représente 3% des émissions de l'industrie.

Le réseau de chaleur privé SEMEDI produit **150 GWh de chaleur**, consommée par des industriels de la ZIP, ce qui représente 1% de la consommation énergétique industrielle. Aussi, un réseau de vapeur haute pression est en développement en lien avec le projet Biosynergy sur la zone industrio-portuaire : la mise en service est prévue en 2024.

On rappelle ici que les consommations de produits pétroliers et de bois de la branche énergie ne sont pas incluses dans le bilan, faute de disponibilité des données (données non rapportées par l'ORECAN).

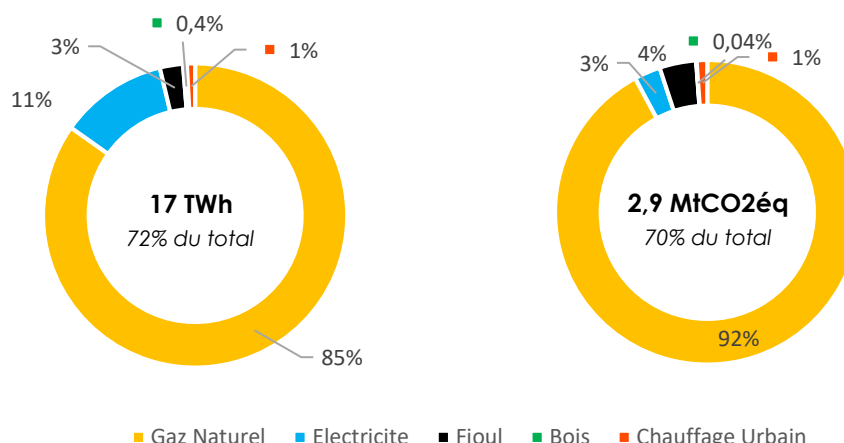


Figure 55 - Répartition de la consommation énergétique (gauche) et des émissions (droite) du secteur de l'industrie par énergie, année 2019

En 2017, **23.541 personnes étaient employées** dans le secteur de l'industrie. La consommation par employé du secteur industriel est bien plus élevée que pour le secteur tertiaire : elle atteint les 725 MWh/employé pour le secteur industriel contre 15 MWh/employé pour le secteur tertiaire. Les activités industrielles sont fortement consommatrices d'énergie de par leur nature : process industriels nécessitant beaucoup de chaleur, consommation spécifique d'électricité....

Comme le montre la Figure 56, la consommation énergétique du secteur industriel est dominée par les industries de **raffinage de pétrole** (65%) et les **industries chimiques** (29%). Ces branches industrielles sont inhomogènes dans leur principal vecteur énergétique utilisée :

- | **Cokéfaction et raffinage** : 10,3 TWh de gaz et 450 GWh d'électricité. Le gaz naturel est un élément clef du processus de raffinage, ce qui explique que 96% de la consommation d'énergie de cette branche industrielle est du gaz naturel
- | **Industrie chimique**¹² : 3,5 TWh de gaz et 1,2 TWh d'électricité

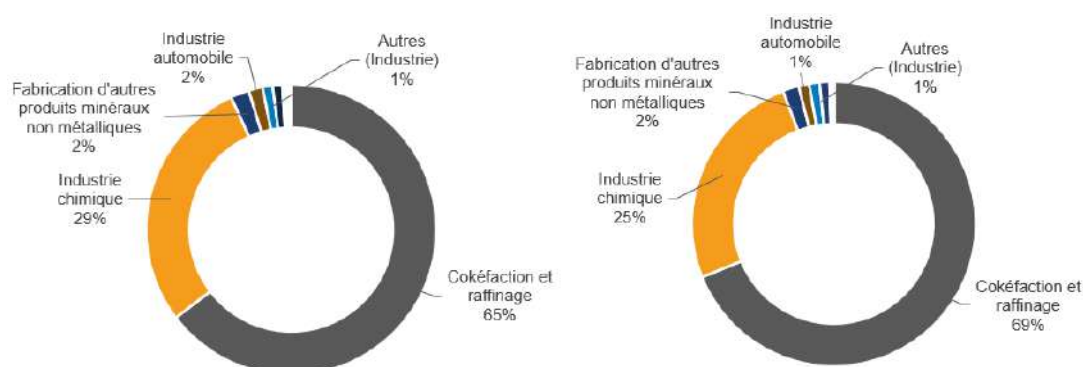


Figure 56 - Répartition de la consommation énergétique et des émissions du secteur de l'industrie par branche industrielle, année 2019 ¹³

Les autres branches industrielles consomment jusqu'à 1,1 TWh, soit une consommation du même ordre de grandeur que le secteur du tertiaire.

¹² L'ensemble des industries chimiques du territoire ont une consommation de gaz de 3,5 TWh.).

¹³ La répartition par sous branche industrielle a été réalisée sur la base de la décomposition des consommations d'électricité et du gaz du SDES de l'année 2019. Cela est très représentatif des branches d'activité étant donné que les autres énergies sont négligeables dans le mix.

Concernant les émissions de CO₂, celles-ci sont concentrées dans les branches fortement consommatrices d'énergie :

- | Cokéfaction et raffinage : 1,9 MtCO₂eq, soit **45% des émissions totales de la Communauté urbaine** ;
- | Industrie chimique : 711 ktCO₂eq, soit l'équivalent des **émissions totales du transport routier et du résidentiel** ;
- | Les autres branches industrielles émettent 163 ktCO₂eq, soit 13 ktCO₂eq de plus que le **tertiaire**, ce qui est non négligeable.

4.6. Détail du secteur transport

4.6.1. Vue d'ensemble du secteur des transports

Avec 3.4 TWh de consommation annuelle, le secteur des transports est le deuxième secteur le plus consommateur du territoire de la CU.

Le transport non routier représente 45% des consommations du secteur. Le **transport routier de passagers** (Véhicules Particuliers – VP – et Transports en Commun – TC) représente un quart de la consommation énergétique du secteur des transports. Un autre quart est dû au **transport routier de marchandises** (Véhicules Utilitaires Légers – VUL – et Poids Lourds – PL).

Le **transport non routier** représente près de la moitié de la consommation et correspond au :

- | Transport maritime (marchandises et passagers)
- | Transport par voies ferrées (marchandises et passagers)
- | Transport par voies aériennes (marchandises et passagers)

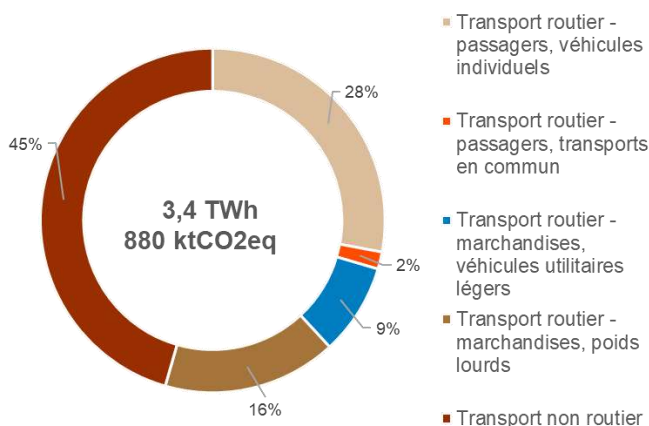


Figure 57 - Répartition des consommations énergétiques du secteur des transports par type - périmètre CU, année 2018

Evolution du transport non routier

La consommation énergétique du **transport non routier** est relativement constante comme le montre la Figure 58. Elle était de **1,5 TWh en 2018** (soit 7% de la consommation d'énergie finale du territoire) et provient quasiment exclusivement des produits pétroliers.

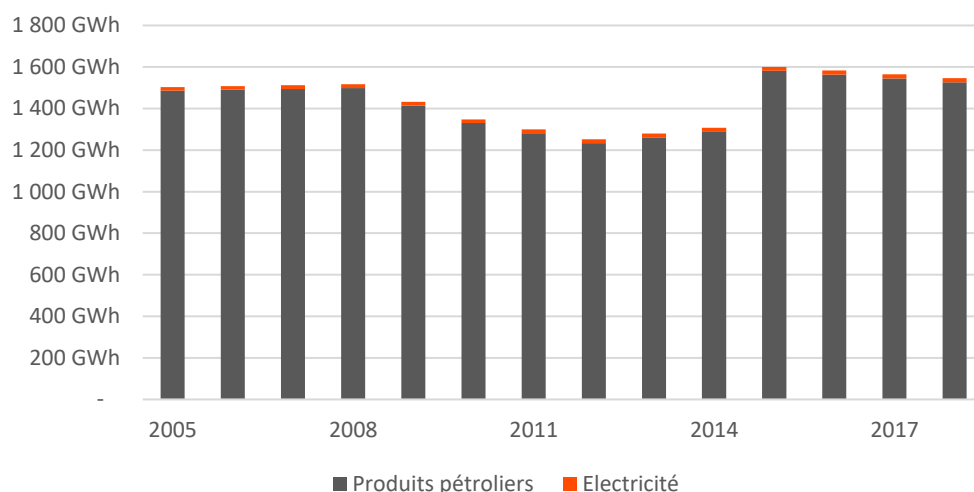


Figure 58 - Évolution de la consommation d'énergie du transport non routier entre 2005 et 2018 - données ORECAN

Les données de consommation de transport confirment le positionnement de la Communauté urbaine comme **porte d'entrée du commerce international via son complexe industrialo-portuaire**. La réduction de l'impact du trafic maritime peut être effectuée via plusieurs actions :

- | Installation de recharges à quai des bateaux pour limiter l'utilisation des moteurs thermiques qui remplissent les batteries électriques ;
- | Décarbonation des carburants des cargos (biogaz, hydrogène, ammoniac...) ;
- | Décarbonation des motorisations des remorqueurs, des camions accédant aux terminaux et des engins de manutention.

Évolution du transport routier

La consommation énergétique du **transport routier** est globalement décroissante (baisse de 16% entre 2005 et 2018), atteignant **en 2018 la valeur de 1,85 TWh** (soit 8% de la consommation énergétique finale du territoire). Elle est presque exclusivement constituée de produits pétroliers (autres énergies négligeables et non rapportées par l'ORECAN).

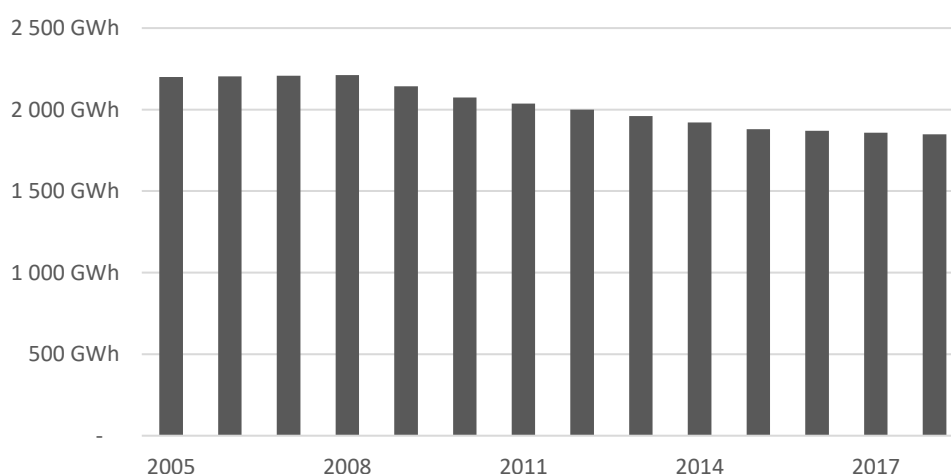


Figure 59 - Évolution de la consommation d'énergie du transport routier entre 2005 et 2018 - données ORECAN¹⁴

¹⁴ Les données disponibles de l'ORECAN concernent exclusivement les consommations des produits pétroliers.

Différentes actions peuvent permettre de poursuivre cette baisse de consommation :

- | Réduction du nombre de déplacements en voiture (dont report modal et télétravail)
- | Augmentation de l'efficacité des moyens de motorisation
- | Choix de types de motorisation moins énergivores
- | Augmentation du taux de remplissage des véhicules

La Communauté urbaine développe depuis plusieurs années une **offre de transports en commun** (21 lignes de bus, deux lignes de tramway, funiculaire, transport à la demande, représentant plus de 24 millions de déplacements en 2022), **des itinéraires cyclables** et une **offre de mobilité douce** (location longue durée de vélos et vélos à assistance électrique, offre de trottinettes en libre-service) qui, conjugués, doivent permettre de diminuer la part modale de la voiture individuelle.

Le Plan de mobilité en cours de finalisation fixe ainsi des **objectifs ambitieux de modification des parts modales au profit des transports en commun et des mobilités actives** (cf. figure 60). La part importante de la marche dans les déplacements sur le territoire est un atout à préserver par des itinéraires piétons balisés.






| Objectifs 2033 | | | | | |
|----------------|---|---|--|---|---|
| | Véhicule particulier conducteur | Véhicule particulier passager | Transport en commun | Vélo | Marche à pied |
| |  |  |  |  |  |
| 2018 | 43% | 14% | 9% | 2% | 32% |
| 2033 | 35% | 15% | 10% | 8% | 32% |

Figure 60 - Parts modales cibles du Plan de mobilité de la Communauté urbaine à l'horizon 2033

S'agissant de l'accompagnement au changement de motorisation, la Communauté urbaine développe un maillage de bornes de recharge électrique sur le domaine public, de manière à faciliter la conversion vers des véhicules électriques, moins énergivores et moins émetteurs de polluants atmosphériques.

Comparaison aux données du périmètre national

La Figure 61 représente l'évolution de la consommation énergétique du domaine des transports routier et non routier en France entre 2004 et 2019. Quelques similitudes sont ainsi visibles entre la France et le territoire de la Communauté urbaine :

- | Les variations sont relativement faibles (hausse de 1% en 15 ans pour la France)
- | Le mix énergétique est dominé par les produits pétroliers

Des efforts sont ainsi à effectuer sur l'ensemble du territoire national pour atteindre une baisse de la consommation énergétique du secteur des transports de plus de 60% entre 2015 et 2050.

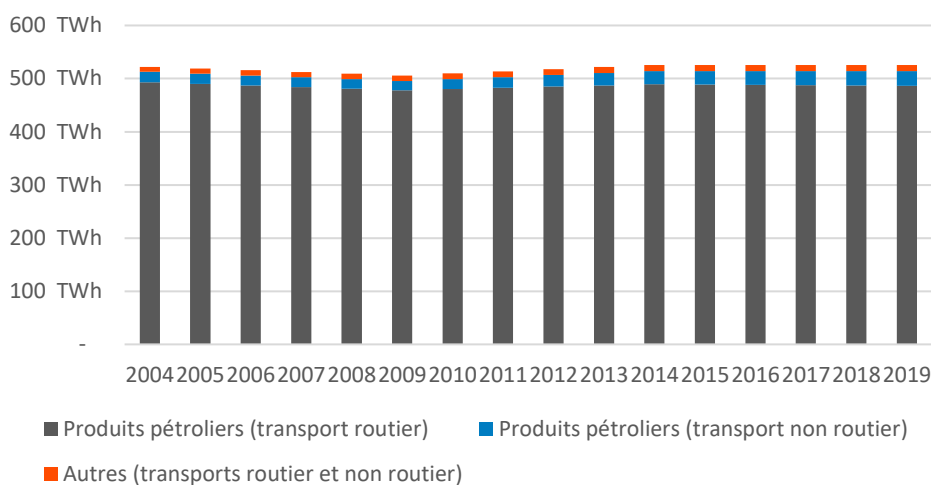


Figure 61 - Évolution de la consommation d'énergie du domaine du transport en France entre 2004 et 2019 - données SDES¹⁵

4.6.2. Analyse détaillée du transport routier de personnes

Cette section précise les données de consommation du transport de personnes sur la base de [l'Enquête Déplacements Grand Territoire - Estuaire de la Seine 2018](#) de l'AURH et [l'Enquête Déplacements Estuaire de la Seine 2018](#) de la CODAH¹⁶. Les habitants de la Communauté urbaine du Havre réalisent plus de **950 000 déplacements par jour**.

La grande majorité (90%) des déplacements sont internes à la Communauté urbaine.

¹⁵ Les données France sont disponibles pour les années 2004, 2009, 2014 et 2019. Une interpolation linéaire a été réalisée pour obtenir le graphique. Données : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-transport-2021/36-consommation-denergie>

¹⁶ Enquête à consulter pour davantage de détails sur la nature des déplacements effectués

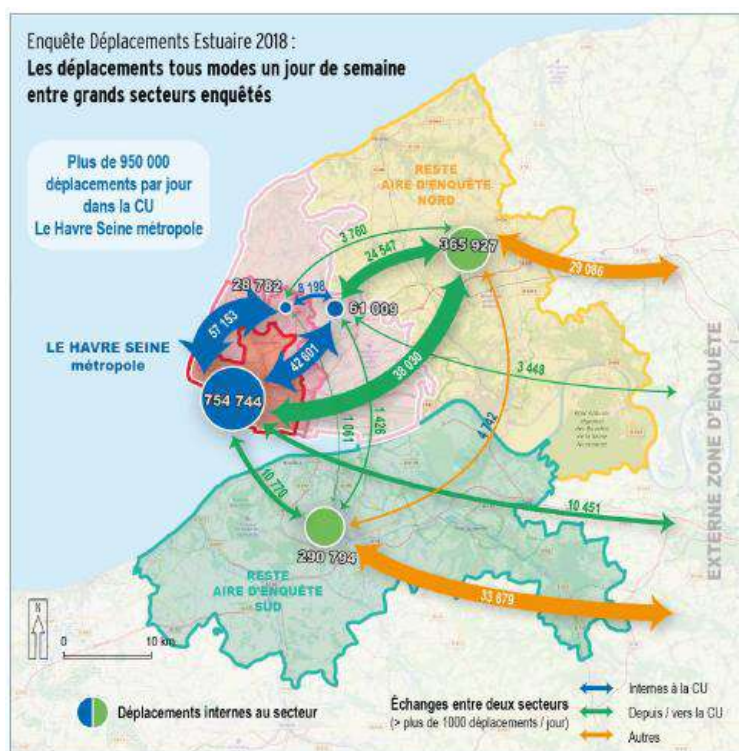


Figure 62 - Cartographie des flux de transport de personnes - Enquête Déplacements Estuaire de la Seine 2018

Sur les 950.000 déplacements par jour au sein de la Communauté urbaine :

- | 11% sont des déplacements entre les 3 secteurs du territoire (urbain dense, 1^{ère} couronne et 2^{ème} couronne selon la classification de l'Enquête Déplacements Estuaire de la Seine 2018) ;
- | 89% sont des déplacements à l'intérieur d'un des 3 secteurs.

Actuellement, la part des véhicules dont la motorisation ne se fait pas exclusivement grâce à des carburants fossiles est très limitée et représente moins de 2%. Les carburants fossiles dominent la motorisation des véhicules particuliers : essence (41%), diesel (57%) et gaz (1%).

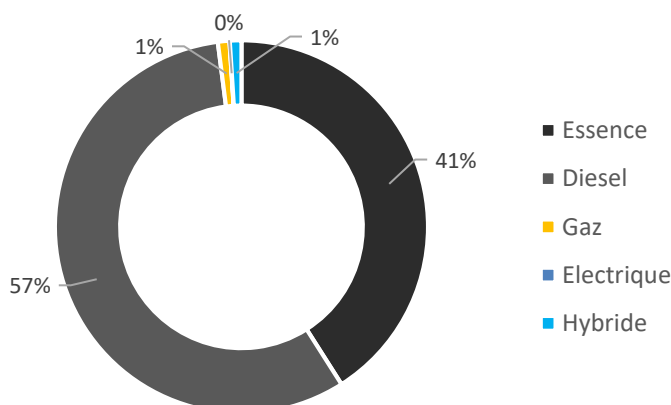


Figure 63 - Motorisation des véhicules particuliers de transport de personnes, année 2018

Les carburants fossiles dominent la motorisation des véhicules particuliers : essence (41%), diesel (57%) et gaz (1%).

Pour les déplacements internes de personnes, la voiture représente plus de la moitié des trajets (56%) mais la quasi-totalité des consommations énergétiques (92%) (Figure 64).

Cela met en lumière les enjeux du développement de la mobilité du territoire :

- | Enjeu de **la restructuration de l'offre de mobilité** : TC, train, covoiturage. Un projet d'extension du réseau de Tramway est à noter ;
- | Enjeu du **renouvellement du parc** vers des motorisations plus sobres ou durables : véhicules électriques, GNV, biocarburants.

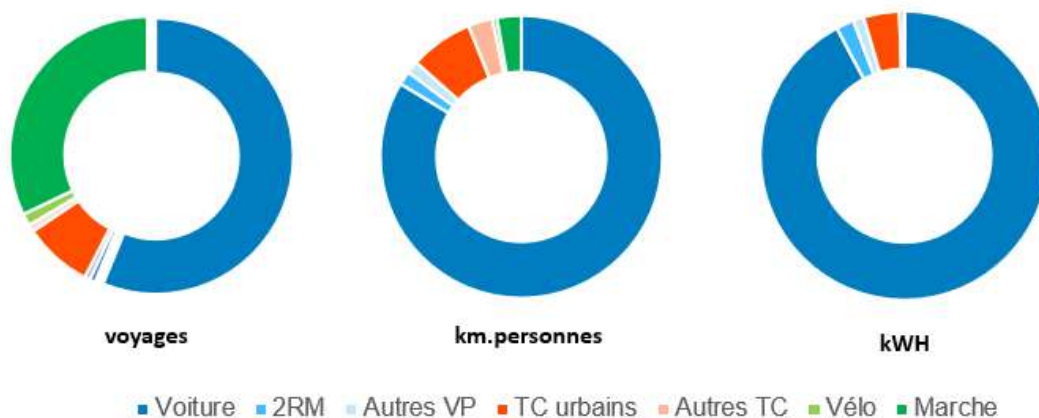


Figure 64 - Répartition des modes de transport en nombre de voyages effectués (gauche), en nombre de kilomètres effectués (milieu) et en consommation énergétique (droite) pour des trajets en semaine, année 2018

Par ailleurs, on constate que le mix de transports empruntés est fortement sensible aux distances à parcourir. La Figure 65 montre ainsi que :

- | La **moitié des déplacements de la métropole fait moins de 3 km**, ce qui est très favorable au développement des modes doux, notamment la marche et le vélo. **Pour les**

trajets de courte distance (moins de 3 km), la voiture représente tout de même 38% des trajets. La métropole peut saisir l'opportunité de transformer la façon de se déplacer à courte distance en continuant à favoriser les moyens de transports peu consommateurs d'énergie comme les transports en commun, le vélo et la marche.

- | Plus les distances sont longues, plus la place de la voiture est importante. Dans ce cas :
 - Le covoiturage peut être davantage encouragé, via l'établissement d'aires de covoiturage ou de voies réservées au covoiturage
 - Les mobilités alternatives peu émettrices peuvent également être privilégiées : électrique, biocarburants, GNV, hydrogène
 - L'optimisation des correspondances entre services peut inciter au choix des transports en commun pour des plus longues distances

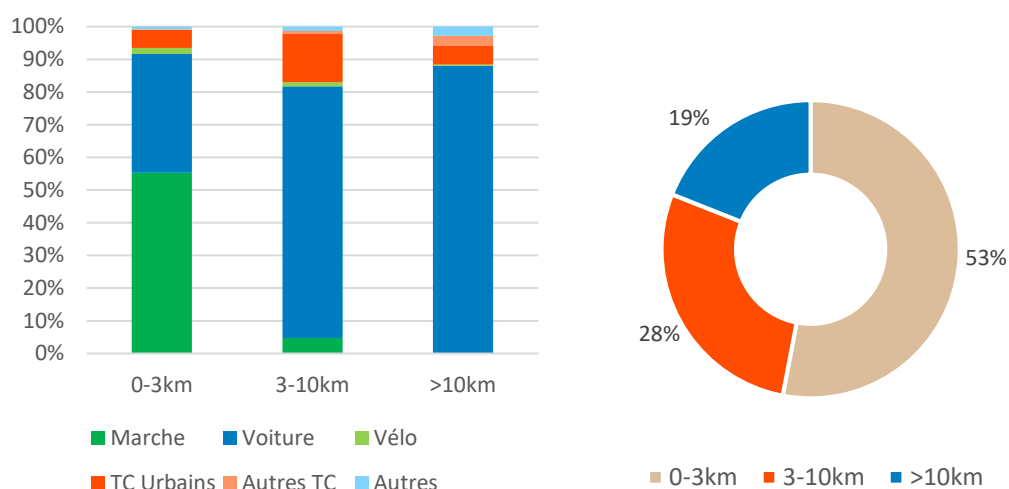


Figure 65 - Parts modales par distance de déplacements en nombre de déplacements (gauche) et répartition des trajets par distance parcourue (droite), année 2018

Pour la suite de l'analyse, on distinguera (cf Figure 66) deux espaces géographiques au sein du territoire de la Communauté urbaine :

- | La zone *Urbain dense* représente l'ancienne communauté d'agglomération du Havre, CODAH
- | La zone *Hors urbain dense* représente le reste du territoire de la Communauté urbaine (anciennes communautés de communes de Caux-Estuaire et du canton de Criquetot l'Esneval).

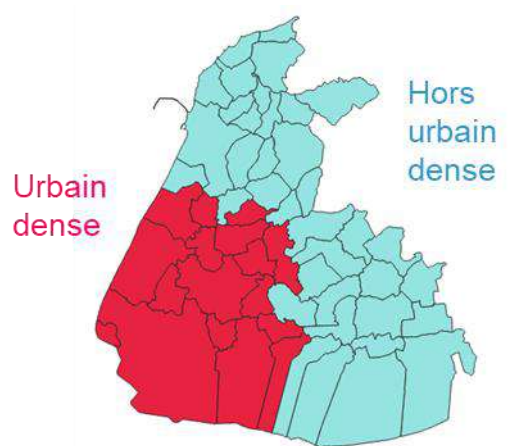


Figure 66 - Cartographie de la distinction *urbain dense* - *hors urbain dense* pour l'étude géographique du secteur des transports sur le territoire de la Communauté urbaine LHSM

On note que la majeure partie des déplacements est effectuée dans la zone **Urbain dense** (près de 80% des déplacements). La zone *Hors urbain dense* représente le reste des déplacements internes au territoire. La Figure 67 permet d'illustrer les différences de déplacements entre les deux zones du territoire : en dehors de la zone urbaine dense, les distances parcourues par les habitants sont bien plus importantes, passant de 6 km à 10km par déplacement en moyenne.

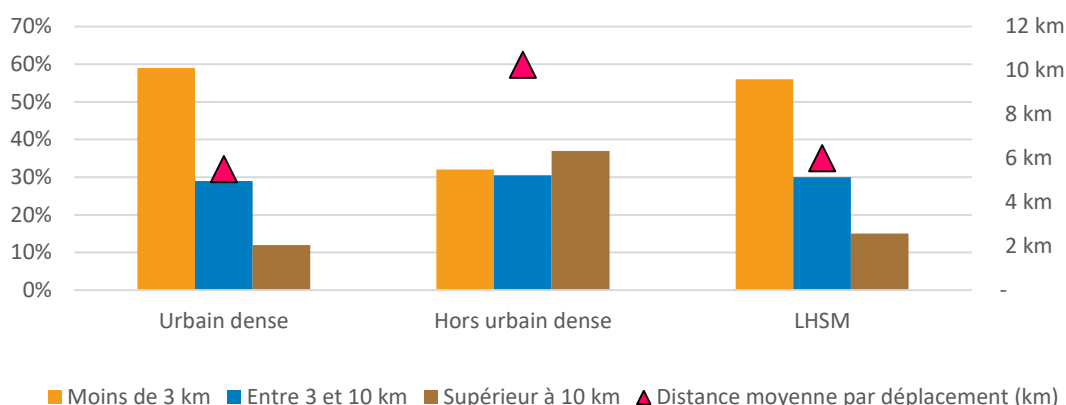


Figure 67 - Répartition des distances parcourues en fonction de la localisation, année 2018

Le type de moyen de transport utilisé dépend à la fois de la distance du déplacement mais aussi de la localisation. Les habitants des zones périurbaines ont tendance à privilégier la voiture particulière à la marche et aux transports en commun, y compris pour les courtes distances.

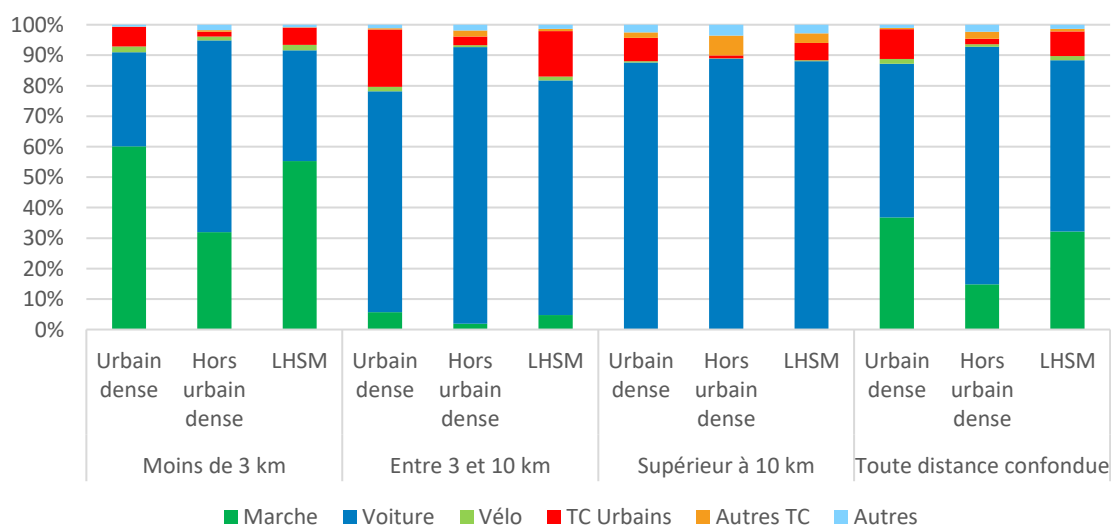


Figure 68 - Parts modales par distance de déplacement en fonction de la localisation, année 2018

Une extension du réseau de transport en commun pourrait permettre une diminution de la part modale de la voiture, notamment en dehors de la zone urbaine dense. Un projet d'extension du réseau de tramway est en cours avec deux nouvelles branches de 3 et 10 km de trajet. La mise en service est prévue fin 2027 (plus de 25000 voyages/jours attendus). Par ailleurs, une réflexion sur des aménagements cyclistes est menée dans le cadre des aménagements urbains.

5. État des lieux de la production d'énergie

5.1. Bilan global de la production

En 2019, la production d'énergie finale (énergie utilisable par le consommateur final) sur le territoire de la Communauté urbaine s'élève à **450 GWh**. Ce chiffre se décompose en production d'électricité (117 GWh) et de chaleur (334 GWh). L'ensemble représente une très faible part (2%) de la consommation d'énergie finale du territoire (23 TWh).

Cette production est à **51% d'origine renouvelable et de récupération** (énergie produite à partir de photovoltaïque, de biomasse et énergie de récupération), **soit 229 GWh**. La majeure partie (70%) de la production ENR&R provient du réseau de vapeur privé SEMEDI installé dans la ZIP, dans la commune de Sandouville.

L'autre moitié du mix (49% - **221 GWh**) est produit à partir de combustible fossile : le gaz.

Avec 171 GWh produits (électricité et chaleur confondus), les cogénérations au gaz naturel occupent **38%** du mix de production, toutefois elles sont vouées à s'arrêter à échéance de 5 à 7 ans.

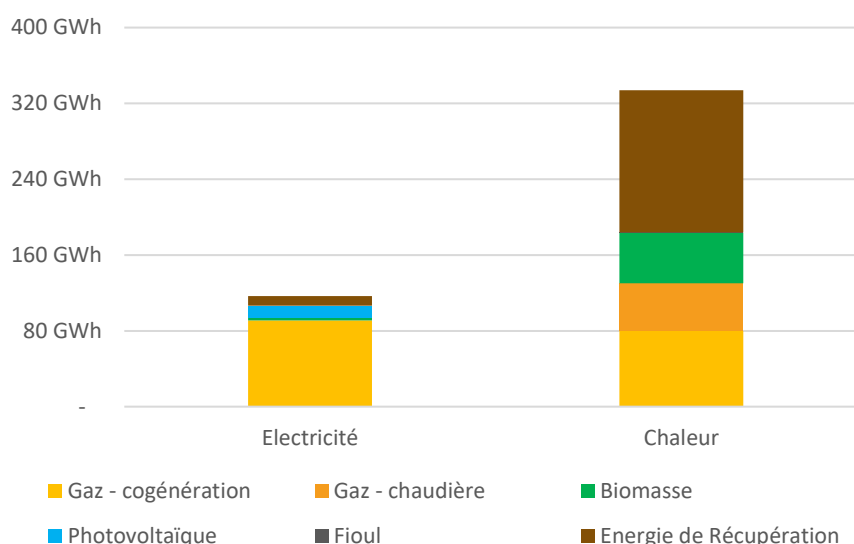


Figure 69 - Production annuelle d'énergie finale sur le périmètre de la CU, année 2019¹⁷

En l'absence de données sur la production de bois du territoire de la métropole, cette production n'entre pas en compte dans le bilan local. En 2019, aucun point d'injection de biométhane n'a été recensé sur le territoire (absence d'installation de méthanisation en fonctionnement sur l'année de référence).

À noter, l'ORECAN a développé une nouvelle application en ligne permettant d'identifier les installations d'énergie renouvelable du territoire.

¹⁷ Ce bilan ne prend pas en compte la production de la centrale thermique à charbon d'EDF (660 MW) qui a fermé début 2021. Elle avait produit 410 GWh en 2020

5.2. Détail des productions électriques

Environ **117 GWh d'électricité** sont produits annuellement, toutes filières confondues, sur le territoire de la Communauté urbaine. Cette production équivaut à environ **3%** de l'électricité qui est consommée sur le territoire (environ 3,27 TWh).

La majeure partie (78%) de la production d'électricité provient des centrales de cogénération des réseaux de chaleur fonctionnant au gaz naturel : réseaux de chauffage urbain (RésOcéane et SDCMG) et privé (SEMEDI), situé au Havre, à Gonfreville l'Orcher et à Sandouville.

Les **22%** restants sont d'origine **renouvelable et de récupération** (photovoltaïque, biomasse et récupération).

La production d'électricité par photovoltaïque est fortement décentralisée et répartie sur tout le territoire. Un site important de production se trouve au niveau de l'usine Renault de Sandouville qui produit annuellement environ 11 GWh d'électricité (par rapport aux 13 GWh d'électricité produite par panneaux solaires sur l'ensemble du territoire). Ainsi, **la puissance photovoltaïque installée sur le territoire par habitant est de 52 Wc/hab¹⁸**. Cependant, si on ne prend pas en compte la production solaire de l'usine Renault de Sandouville, cet indicateur descend à **7,2 Wc/hab** et reflète mieux la production solaire répartie sur le territoire de la Communauté urbaine.

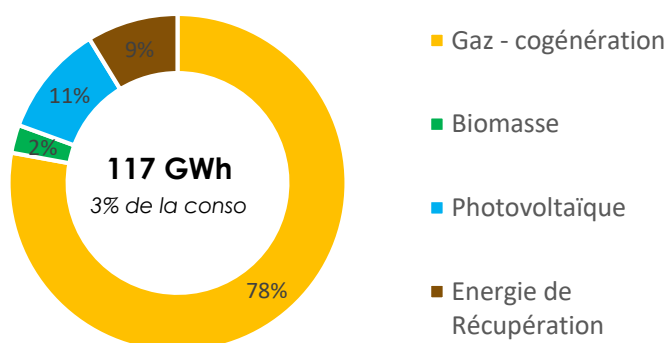


Figure 70 - Production d'électricité par filière sur le territoire de la Communauté urbaine, année 2019

La décarbonation de la production d'électricité passera par la sollicitation des potentiels d'électricité renouvelable sur le territoire (cf section 8 : Analyse par filière des potentiels d'énergie renouvelable et de récupération).

¹⁸ Estimation effectuée avec un facteur de correction dû à l'ensoleillement de 0.93 et une durée de fonctionnement par an de 950h, cf la partie 8.38.3 Potentiel solaire

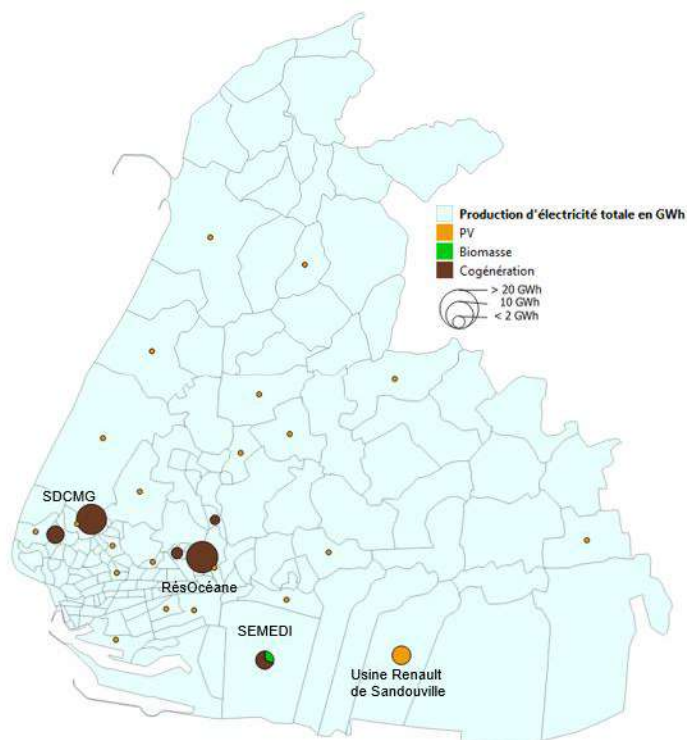


Figure 71 : Cartographie des points de production d'électricité sur la CU du Havre

5.3. Détail des productions de chaleur

Sont considérés dans ce rapport 6 réseaux répartis en trois types de réseaux :

- | Les **réseaux de chaleur urbains publics** :
 - RésOcéane, dit le réseau « Le Havre Sud »
 - SDCMG, dit le réseau « Le Havre Nord
 - SECGO, le réseau de Gonfreville L'Orcher
- | Le **réseau de vapeur privé SEMEDI**
- | Les **réseaux de chaleur urbains privés** :
 - La Côte Brûlée
 - Saint-Jouin Bruneval

En 2019, les réseaux de chaleur ont produit environ **334 GWh**. Le **taux moyen de production d'énergie renouvelable pour la chaleur et le rafraîchissement sur les réseaux de chaleur du territoire est de 38%** (avec 128 GWh d'énergie produite via ENR&R¹⁹).

¹⁹ 50% de la chaleur produite par l'incinération des déchets est considérée issue de déchets urbains renouvelables (source DGEC)

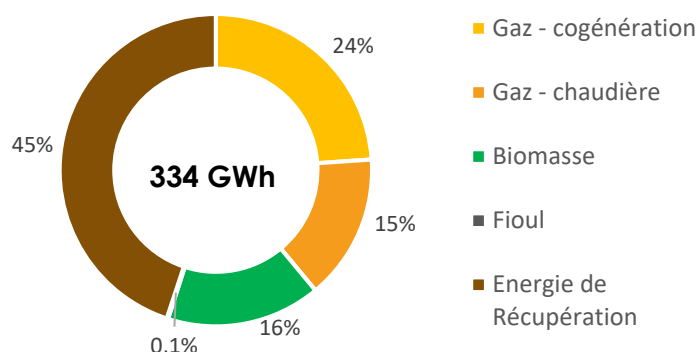


Figure 72 - Répartition de la production de chaleur par combustible pour les RCU de la CU LHSM, pour l'année 2019

5.3.1. Réseaux de chauffage urbain publics

En 2019, les 3 réseaux de chaleur urbains (RCU) publics du Havre Seine Métropole ont produit 167 GWh. Les chaudières à biomasse et les cogénérations au gaz naturel forment la base de la production de chaleur dans les RCU.

68% de cette chaleur est produite à partir de combustibles fossiles (gaz naturel et fioul). Les 32% restants (soit 53 GWh) sont d'origine renouvelable, produits à partir de biomasse (« bois-énergie »).

Les taux de production de chaleur par ENR&R ne sont pas homogènes selon les réseaux considérés :

- | Le réseau SECGO utilise à 94% de la biomasse ;
- | Le réseau RésOcéane utilise à 100% du gaz ;
- | Le réseau SDCMG utilise les deux combustibles. La chaleur produite provient à 54% de biomasse en 2019.

Les énergies fossiles possèdent encore une place prépondérante dans le mix énergétique des RCU publics.

À noter, Total Énergies et la Communauté urbaine ont annoncé le raccordement à partir de 2025 de la plateforme Normandie de TotalEnergies au réseau opéré par ResOcéane, permettant au réseau de chaleur de capter 80 GWh de chaleur produite sur la plateforme.

5.3.2. Réseau de vapeur SEMEDI

Le réseau de vapeur de la SEMEDI (Société d'Économie Mixte pour l'Exploitation des Déchets Industriels) relie l'unité de valorisation de déchets industriels, SEDIBEX, à 8 sites industriels.

Situé sur la commune de Sandouville, au sein de la zone industrialo-portuaire et créé en 1977, ce réseau de vapeur s'est étendu en 2020 pour alimenter 3 sites industriels supplémentaires. Le réseau actuel mesure 5,4 km.

L'Unité de Valorisation des Déchets comprend 3 lignes d'incinération qui permettent de traiter 200.000 tonnes de déchets par an provenant d'environ 400 clients principalement normands. En 2019, ce réseau a produit à la fois de la chaleur et de l'électricité :

- | **Production de chaleur** : 150 GWh/an, valorisée via le réseau ;
- | **Production électrique** : 9,5 GWh/an, autoconsommée.

Les données concernant ce réseau de vapeur viennent du dossier de presse *Extension du réseau vapeur* disponible sur le site de [l'ADEME Normandie](https://www.ademe-normandie.fr/).



Figure 73 - Cartographie du réseau de vapeur de la SEMEDI sur la ZIP, après extension en 2020

5.3.3. Réseaux de chauffage urbains de la Côte Brûlée et de Saint-Jouin Bruneval

Le réseau de chaleur urbaine de la Côte Brûlée, géré par DALKIA, produit chaque année autour de **17 GWh de chaleur**, d'après les données disponibles sur la plateforme Via Sèva²⁰ (année de référence de la donnée non disponible). Cette chaleur est produite à 100% par une chaudière à gaz naturel, ce qui en fait un des réseaux de chaleur les plus émetteurs du territoire (taux indiqué par viaSeva : 224,5 gCO₂eq/kWh).



Figure 74 - Cartographie du réseau de chaleur privée de la Côte Brûlée, données du site Via Sèva

Ce réseau de chaleur mesure 4 km et dessert de la chaleur en 7 points de livraison.

Le réseau de chaleur de Saint-Jouin Bruneval mesure 1km et produit autour de 420 MWh d'énergie utile à partir de 2 chaudières à bois de 300 kW chacune. C'est un micro-réseau qui fonctionne uniquement avec du bois, ce qui en fait un réseau décarboné. (Source : [WEYA](#))

²⁰ Données disponibles sur le site : <https://carto.viaseva.org/public/viaseva/map/>

D'autres réseaux de chauffage urbain privés peuvent exister sur le territoire de la Communauté urbaine mais on ne dispose pas d'information à leur sujet (non recensés sur viaseva).

5.4. Détail des projets de production de gaz renouvelable

En 2019, on ne recense aucun point d'injection de biogaz sur la Communauté urbaine.

En revanche, un projet de valorisation des biodéchets des restaurateurs est déjà en place sur la commune du Havre (projet Bin Happy). Le compostage et la méthanisation se font sur la ferme de Mont aux roux, à Cléville.

Par ailleurs, des projets de valorisation de biogaz existent sur le territoire :

- | Le projet Méthan'up mené par Urbeez sur la commune du Havre pourrait permettre de valoriser 20 000 tonnes de déchets. Ce projet représente 6 à 7 M€ d'investissements pour 14 GWh de biométhane injectés annuellement sur le réseau de distribution de gaz ;
- | Enfin, Engie travaille sur un prototype de pyrogazéification qui permettrait de produire du biométhane à partir de déchets ultimes non dangereux (projet Salamandre).

5.5. Détail des productions de bois

Pour la ressource en bois, la Communauté urbaine travaille sur un **partenariat avec la CUMA Haies'nergie et territoires ainsi que l'association EDEN pour développer la ressource locale** : un potentiel de 2000 tonnes de bois est déjà identifié sur le territoire (équivalent à environ 10 GWh). La Cuma Haie's'nergie et Territoires accompagne les agriculteurs pendant tout le processus de valorisation de leurs haies bocagères en leur proposant la transformation de leurs pratiques et l'acquisition de matériel nécessaire. L'association EDEN s'occupe quant à elle de la partie approvisionnement, logistique et de l'exutoire. C'est elle qui commercialise les plaquettes obtenues après déchiquetage pour les adhérents sur la Seine-Maritime.

Actuellement, la Cuma Haie's'nergie et Territoires produit entre 8000 et 9000 tonnes de bois déchiqueté par an.

6. État des lieux des réseaux énergétiques

Afin de relier les lieux de production d'énergie aux lieux de consommation, les réseaux d'électricité et de gaz sont divisés en deux catégories :

- | **Transport** : le réseau de transport est la première brique permettant d'assurer le flux d'énergie entre le lieu de production (centrale dans le cas de l'électricité par exemple, terminal de gaz pour le gaz) et le site de consommation (résidentiel, tertiaire, industriel, etc.). Le réseau de transport sert à mailler la France et connecter les différentes régions entre elles : il constitue les grands axes du réseau d'énergie. Etant donné qu'économiquement il n'est pas rationnel d'avoir deux réseaux réalisant la même fonction en parallèle, l'activité de transport est restée monopolistique. En France, le gestionnaire du réseau de transport d'électricité est RTE (Réseau de Transport d'Electricité), et les gestionnaires du réseau de transport de gaz sont GRTgaz et TIGF (Transport et Infrastructures Gaz France, uniquement dans le Sud-Ouest de la France).
- | **Distribution** : le réseau de distribution permet de mailler le territoire à une échelle plus locale et de connecter le consommateur final. Il s'agit là aussi d'une activité monopolistique. En France, le principal gestionnaire de réseau de distribution d'électricité est ENEDIS, tandis que le principal gestionnaire du réseau de distribution de gaz est GRDF. Il existe aussi des Entreprises Locales de Distribution (ELDs), qui sont des entreprises ou régies qui assurent la distribution et/ou la fourniture d'électricité ou de gaz sur un territoire déterminé, non desservi par ENEDIS ou GRDF. Celles-ci sont souvent des structures qui n'ont pas été intégrées à EDF-GDF lors de sa création après la seconde guerre mondiale en 1946. Il n'en existe pas sur le territoire de la Communauté urbaine. On recense en revanche 3 micro-réseaux de propane sur le territoire.

Les réseaux de chaleur constituent des réseaux un peu à part. De par leur nature très locale, il n'existe pas de gestionnaire de réseau à l'échelle nationale mais souvent un gestionnaire par réseau.

Cette section vise à présenter chacun de ces trois catégories de réseaux de distribution d'énergie du territoire.

6.1. Les réseaux d'électricité

Le réseau de transport est géré par RTE et le réseau de distribution est exploité par Enedis sur l'ensemble des 54 communes de la Communauté urbaine :

- | La Communauté urbaine est AODE pour les 5 communes principales, dites urbaines
- | La Communauté urbaine a délégué la compétence d'AODE au SDE76 pour les 49 communes rurales

Le réseau de distribution permet de connecter le réseau de transport au consommateur final. Ces deux réseaux sont visibles sur la cartographie de la Figure 75.

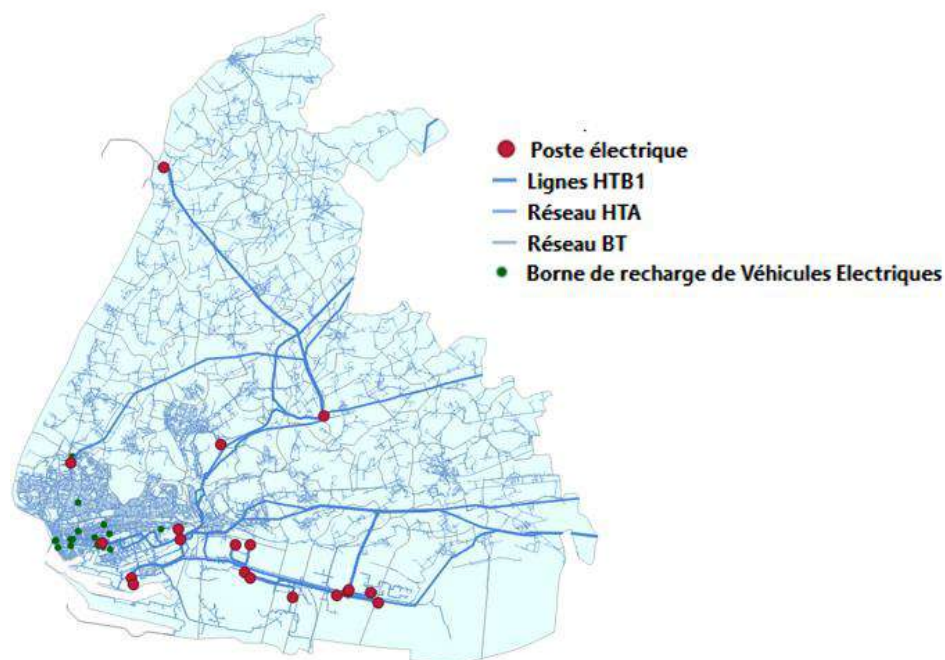


Figure 75 - Tracé des réseaux de transport et de distribution d'électricité sur le territoire de la CU LHSM, sources Enedis (réseau de distribution) et RTE (réseau de transport)

Les dynamiques en cours de réindustrialisation et d'électrification des processus industriels et des mobilités devraient conduire à une augmentation inéluctable des consommations électriques dans les années à venir. Pour adapter en conséquence les capacités de transport et de distribution d'électricité, RTE a lancé le projet Transition énergétique des boucles de la Seine, qui prévoit la création :

- d'une ligne aérienne 400 000 volts d'environ 30 km entre Rougemontiers (27) et la zone industrielle de Port-Jérôme (76) ;
- d'une ligne souterraine de 225 000 volts d'environ 25 km entre les zones industrielles de Port-Jérôme et du Havre ;
- de trois postes électriques 225 000 / 400 000 volts dans les zones industrielles de Port-Jérôme et du Havre.

6.2. Les réseaux de gaz

Le réseau de transport est exploité par GRTgaz. Il achemine le gaz vers les grands centres urbains, comme Le Havre, Étretat ou Gonfreville l'Orcher mais aussi principalement vers la zone industrielle fortement consommatrice de gaz naturel. Un système comprenant plusieurs pipelines d'acheminement du gaz permet de garantir un niveau de sécurité d'approvisionnement important, nécessaire notamment aux activités économiques du territoire.

Le réseau de distribution est exploité par GRDF pour les 30 communes de la Communauté urbaine ayant accès au gaz naturel. **24 communes n'ont pas accès au gaz naturel** via réseau de transport/distribution. Ce sont principalement des communes peu densément peuplées en périphérie de l'ancienne CODAH.

Aussi, **3 communes, sans accès au gaz naturel, possèdent des micro-réseaux de propane** : Saint-Vincent-Cramesnil, Mannevillette et Le Tilleul.

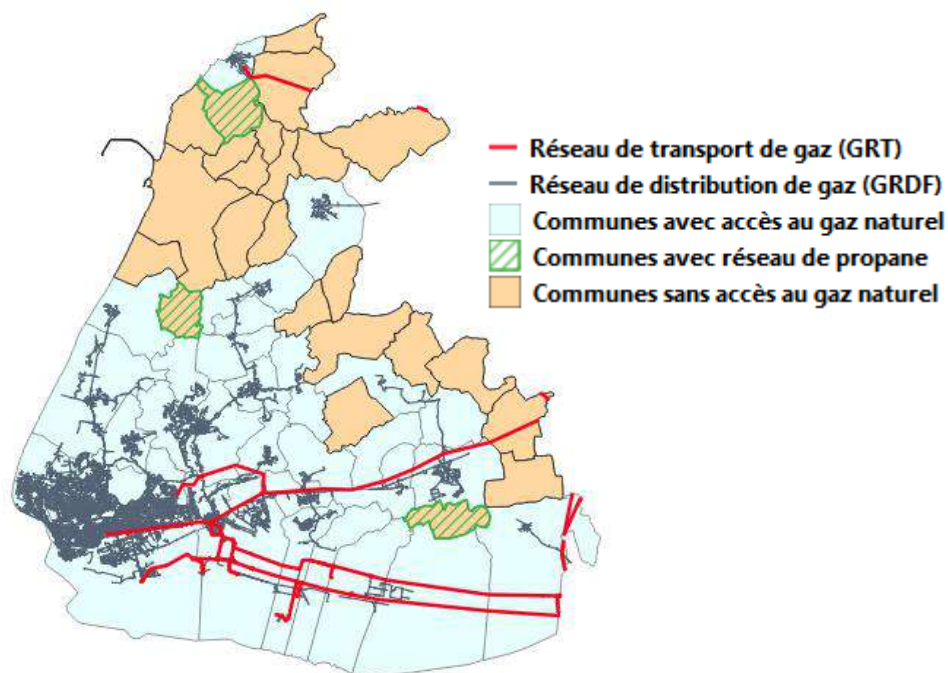


Figure 76 - Tracés des réseaux de transport et de distribution de gaz sur le territoire de la CU LHSM, année 2019

6.3. Les réseaux de chauffage urbain publics

Sur le territoire de la Communauté urbaine se trouvent 3 réseaux de chauffage urbain publics :

- | RCU Montgaillard (SDCMG)
- | RCU Gonfreville l'Orcher (SECGO)
- | RCU RésOcéane

Ces réseaux produisent de la chaleur pour les villes du Havre (SDCMG et RésOcéane) et de Gonfreville l'Orcher (SECGO). L'extension de ces réseaux est en cours, notamment avec le projet BioSynergy qui devrait relier RésOcéane à la zone industrielle du Havre. Cette extension pourrait permettre de développer l'usage de la chaleur fatale industrielle pour alimenter la ville du Havre, faisant de Résocéane un réseau alimenté à hauteur de 80% d'ENR&R à échéance 2023. En 2019, 166 GWh ont été produits dans les 3 réseaux de chaleur urbaine publics répartis comme suit :

- | 41 GWh délivrés dans le secteur tertiaire ;
- | 108 GWh délivrés dans le résidentiel ;
- | 17 GWh de pertes dans les conduites (environ 10% de pertes)

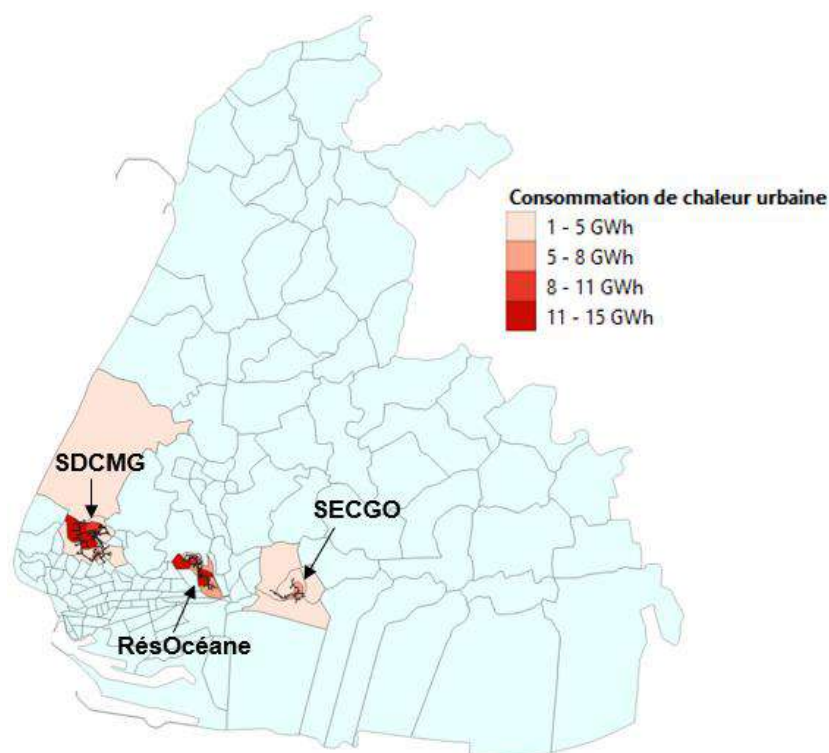


Figure 77 - Tracés des réseaux de chaleur urbaine publics sur le territoire de la CU LHSM, année 2019

Comme le montre le Tableau 5, les réseaux de chaleur urbains publics de la Communauté urbaine sont plus émissifs que la moyenne des réseaux de chaleur français (116 gCO₂/kWh).

| Réseau | Contenu carbone moyen (en gCO ₂ /kWh) |
|---------------------------|---|
| RésOcéane | 303 |
| SDCMG | 173 |
| SECGO | 17 |
| RCU français moyen | 116 |

Tableau 5 - Tableau des contenus carbones moyens des réseaux de chauffage urbain publics de la CU, année 2019

7. Facture énergétique et analyse de la précarité énergétique

7.1. Facture énergétique globale

La facture énergétique du territoire de la Communauté urbaine correspond à la dépense réalisée par l'ensemble des acteurs du territoire afin de répondre à leurs besoins énergétiques. Elle est calculée en multipliant la consommation par secteur (ex : résidentiel) et par type d'énergie (ex : électricité) par le prix de l'énergie correspondant. Certaines simplifications sont nécessaires en raison de la diversité des coûts des énergies existants, même pour une catégorie donnée (ex : il existe plusieurs types de contrats d'électricité pour des clients résidentiels, selon leur puissance raccordée). Un prix moyen par énergie et par secteur a été retenu dans le cadre de cette étude. Les chiffres utilisés pour la facture énergétique proviennent de différentes sources, et sont détaillés dans l'annexe 10.1.

La facture totale ainsi estimée s'élève à 1,26 milliard d'euros, décomposée comme suit :

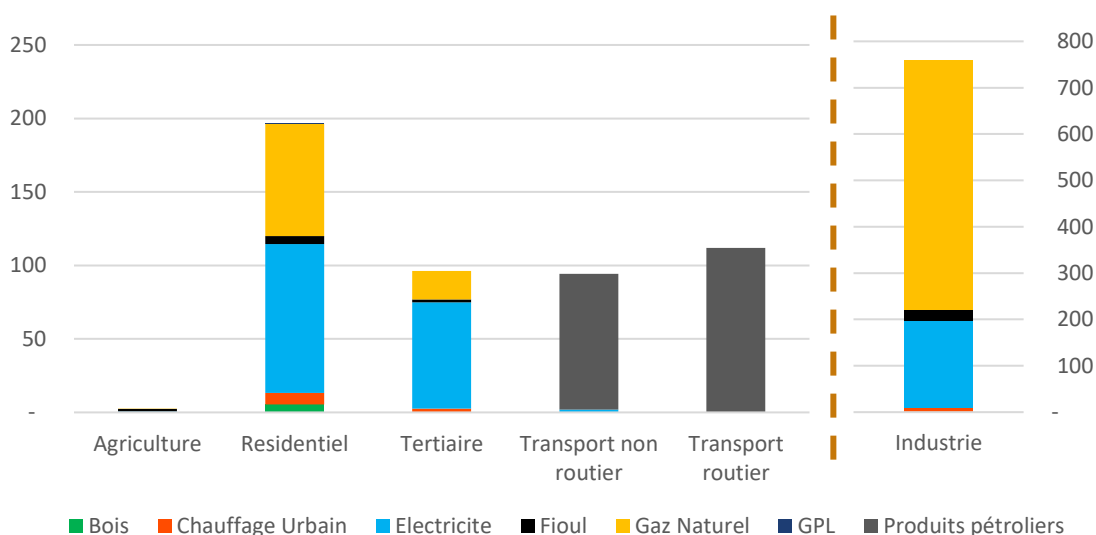


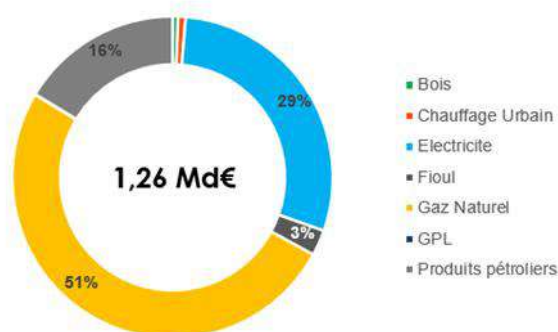
Figure 78 : Répartition de la facture énergétique globale du territoire par secteur d'activités et par énergie (en millions d'euros), année 2019

La facture énergétique annuelle pour le **secteur industriel** est estimée à près de **750 millions d'euros**.

Nota bene : si l'exercice d'estimation de la facture énergétique est particulièrement complexe du fait de la multiplicité des offres de fournitures d'énergie et des leurs tarifs, il l'est en particulier pour l'industrie, secteur dans lequel les acteurs achètent de gros volumes d'énergie, souvent dans le cadre d'achats pilotés par des grands groupes industriels internationaux. La prudence s'impose à l'appréciation de ces données.

Les besoins de chaleur et d'électricité des bâtiments résidentiels et tertiaires du territoire génèrent une charge de près de 300 millions d'euros pour des usages « captifs », que l'offre énergétique locale peut contribuer à satisfaire plus largement, avec la possibilité de modèles technico-économiques de proximité ; au premier titre, les réseaux de chaleur pour les besoins thermiques.

Les énergies fossiles pèsent pour 70% dans cette facture énergétique territoriale (870 millions d'euros). Sortir de la dépendance aux énergies fossiles représente également un enjeu économique et financier local.



7.2. Analyse de la précarité énergétique des ménages

La précarité énergétique des ménages est un indicateur important pour la mise en place de politiques énergétiques. Il peut permettre de prioriser les zones d'interventions sur la métropole afin de cibler les ménages les plus en difficultés en matière de dépenses énergétiques.

7.2.1. Méthodologie d'analyse de la précarité énergétique des ménages

Dans le cadre du diagnostic du Schéma Directeur des Énergies, les indicateurs de précarité énergétique ont été exportés depuis la plateforme GEODIP de l'ONPE. Ces exports ont permis d'alimenter le diagnostic du territoire de la Communauté urbaine du Havre.

On donne ci-dessous les principaux éléments issus de la note méthodologique qui accompagne l'outil GEODIP.

La précarité énergétique est un phénomène qui dépend de nombreux facteurs (niveau de revenu, caractéristiques du logement, mode de chauffage, dépendance à la voiture...) et qui concerne des catégories de ménages très différentes selon les types de territoires : familles nombreuses ou personnes âgées isolées, dans l'habitat privé ou social, collectif ou individuel, etc. La réalisation d'un diagnostic territorial constitue une démarche préliminaire recommandée à la mise en place d'une politique locale de lutte contre la précarité énergétique dans les secteurs de l'habitat et de la mobilité.

Dans l'objectif de faciliter l'accès à un premier diagnostic, l'ONPE met à disposition des acteurs territoriaux (collectivités territoriales, associations de collectivités, agences de l'énergie, agences d'urbanisme, etc...) l'outil de cartographie GÉODIP pour visualiser à différentes mailles (de la France entière à l'IRIS) les zones de précarité énergétique liées au logement et à l'utilisation de la voiture des ménages.

Le modèle développé pour GÉODIP permet d'estimer, pour un territoire donné la part de ménages en situation de précarité énergétique à travers le croisement de plusieurs paramètres. En particulier, l'outil calcule les indicateurs de taux d'effort énergétique (TEE) à partir des revenus des ménages, de la consommation et de la facture énergétique des logements et des dépenses en carburant de la voiture pour la mobilité quotidienne.

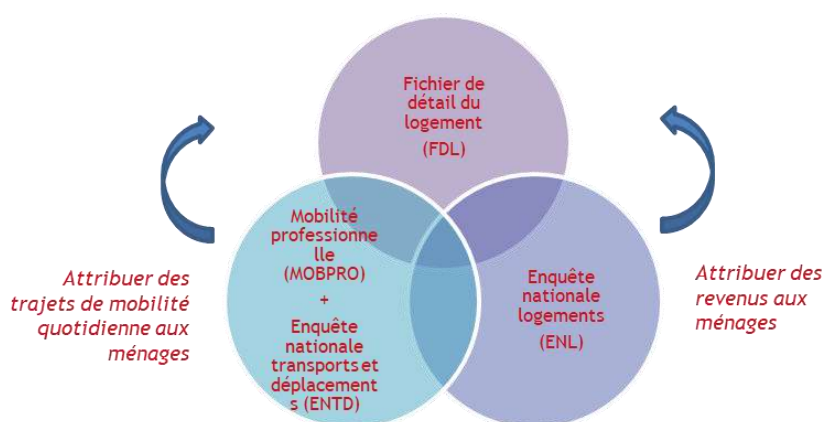
GÉODIP permet également d'évaluer le nombre de ménages sous le seuil de pauvreté, et aussi les éligibles au dispositif MaPrimeRénov' et à l'aide Habiter Mieux Sérénité de l'ANAH (Agence nationale de l'habitat).

L'objectif du modèle est d'estimer le nombre de ménages en précarité sur un territoire suivant un certain nombre d'indicateurs. Ces indicateurs peuvent être calculés en prenant en compte la consommation énergétique du logement, de la voiture ou la combinaison des deux.

La méthodologie repose sur le croisement de différentes sources de données, jusqu'à la maille du ménage.

Les étapes de modélisation ont été les suivantes :

- | Estimation de la consommation des logements et des factures énergétiques des ménages ;
- | Estimation des déplacements en voiture de la mobilité quotidienne et des dépenses carburant associées ;
- | Estimation des revenus des ménages ;
- | Estimation de la précarité énergétique sous différents indicateurs.



La note méthodologique définit également les indicateurs présentés dans l'outil. Parmi eux, il a été retenu pour le diagnostic de la Communauté urbaine l'indicateur du taux d'effort énergétique trois premiers déciles de revenu :

Taux d'effort énergétique (TEE)

Dépense énergétique rapportée aux ressources du ménage. Côté logement, la dépense énergétique correspond à l'ensemble des consommations d'énergie : chauffage, production d'eau chaude, cuisson et autres consommations d'électricité. Elle est calculée en multipliant la quantité de chaque énergie utilisée par son coût unitaire moyen. Côté déplacements, la dépense énergétique correspond à la dépense effective en carburant de la voiture liée aux trajets effectués par le ménage pour se rendre sur son lieu de travail et/ou son lieu d'étude, ainsi que pour les achats, la santé ou des raisons administratives. Ce seuil, fixé par convention au double du taux d'effort médian de l'ensemble de la population, est de 8 % pour le logement et de 4,5 % pour les déplacements (INSEE, 2015).

Taux d'effort énergétique trois premiers déciles de revenu

TEE 3D 8% (logement) et TEE 3D 5,4% (carburant)

Cet indicateur fait intervenir une seconde condition pour éviter de cibler des ménages disposant de ressources jugées confortables. Il se limite aux ménages des trois premiers déciles de revenu disponible par unité de consommation (ce critère permet de pondérer le revenu en fonction de la composition du ménage).

7.2.2. Résultats de l'analyse de la précarité énergétique des ménages

La cartographie de la part des ménages en situation de précarité énergétique est présentée en Figure 79. On observe que les communes en périphérie sont globalement moins concernées par le phénomène de précarité. Par ailleurs, trois IRIS urbains (Tourneville-Haut Graville, Centre-Ville 1 et Caucriauville Mont Le Comte) atteignent les taux de précarité énergétique les plus élevés (dépassant 40%).

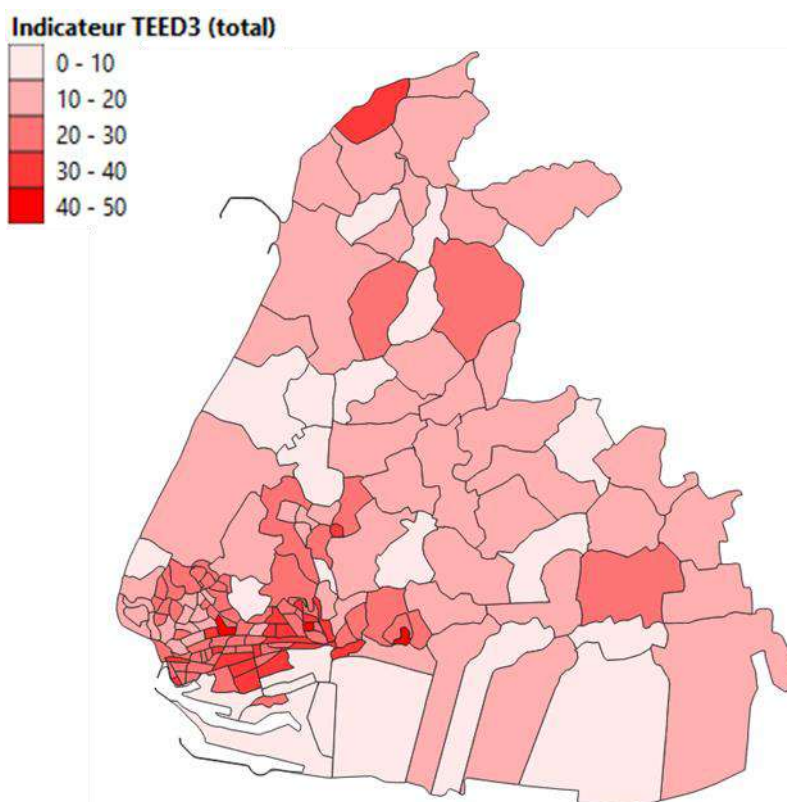


Figure 79 : Cartographie représentant le pourcentage des ménages en précarité énergétique à la maille IRIS, en tenant compte des dépenses énergétiques liées au logement et au transport.

L'analyse des surfaces moyennes des logements et de la facture énergétique moyenne des logements (Figure 80) permet d'investiguer les causes de la précarité. **On note principalement que si la facture énergétique est plus élevée en périphérie (à cause de surfaces de logements à chauffer plus importantes), les ménages y sont également plus aisés.** La corrélation est en effet importante entre les variables « surface moyenne » des logements et « facture énergétique moyenne » des logements.

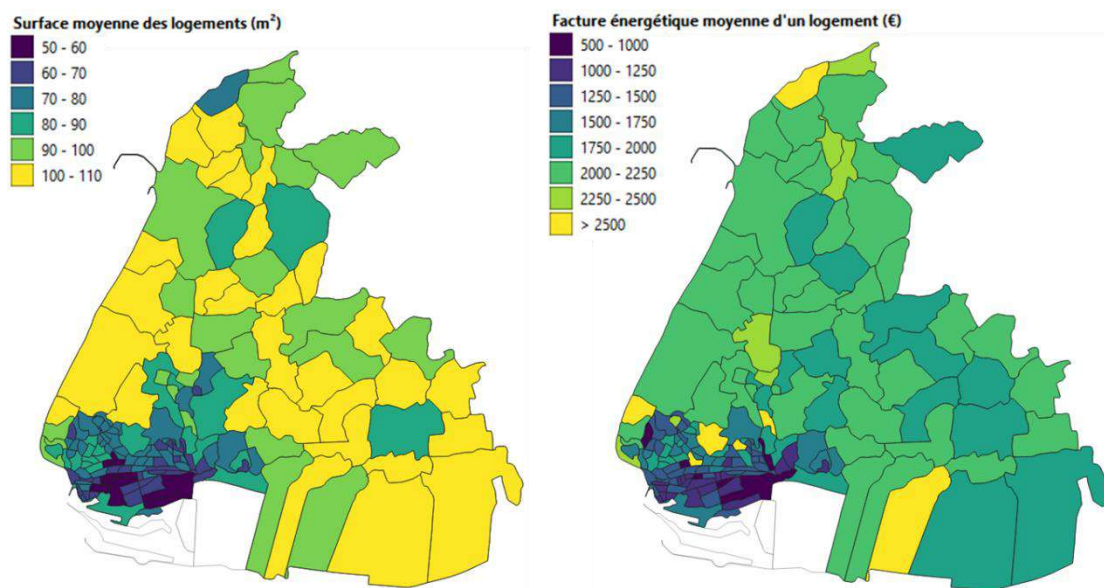


Figure 80 : Cartographie des surfaces moyennes des logements (à gauche) et des factures énergétiques moyennes des logements (à droite) à la maille IRIS sur le périmètre de la CU du Havre

7.2.3. Démarche engagée sur le territoire pour lutter contre la précarité énergétique des ménages

On recense dans le cadre du diagnostic les démarches lancées par la Communauté urbaine et ses partenaires pour lutter contre la précarité énergétique :

- **Plateforme de la rénovation de LHSM** : cette plateforme réunit les dispositifs ANAH et Espace Info Energie, animés sur la Communauté urbaine depuis plus de 10 ans.
- **PACTE-15** : la démarche est menée par la Communauté urbaine (en partenariat avec AMORCE) et vise à accompagner les travaux de rénovation des logements fortement consommateurs d'énergie. Les zones de **Criquetot-l'Esneval** et de **Saint-Romain-de-Colbosc** sont ciblées par ce programme.
- **HelpRenov** : ce dispositif est piloté par Enedis. Il consiste à diagnostiquer les zones où la précarité énergétique est élevée grâce à l'outil GEODIP puis mobiliser des partenaires et des ressources pour accompagner les foyers précaires. Le programme inclut également la formation des services sociaux et des conseillers énergie, ainsi que la mise à disposition d'un outil d'estimation de la classe énergétique des logements.
- **Civigaz** : la démarche est engagée par GRDF et la FACE (Fondation Agir Contre l'Exclusion) sur l'année 2021-2022. Elle vise à prévenir les accidents domestiques au gaz, sensibiliser les habitants à la consommation d'énergie, détecter des situations de précarité et orienter vers des dispositifs et enfin favoriser l'insertion sociale et professionnelle des jeunes en service civique. Sur le périmètre de la Communauté urbaine, le programme a pour objectif de visiter 650 ménages (dont 350 en parc social).
- Une **convention de partenariat pour la promotion du gaz naturel dans le cadre d'une rénovation performante et accessible de la copropriété privée et de la maison individuelle** est en cours d'élaboration entre la Communauté urbaine et GRDF.

- Accompagnement du **CCAS de la Ville du Havre avec EDF** (dans le cadre du contrat de concession électricité de la Ville du Havre). Exemple : distribution de chèque énergie.
- Accompagnement des ménages dans la **conversion des chaudières fioul** (avec participation de GRDF quand il s'agit d'un passage en chaudière gaz)
- Engagements de **RESOCEANE**

8. Analyse par filière des potentiels d'énergie renouvelable et de récupération

8.1. Potentiel bois-énergie (BE)

Cette section a pour but de présenter la méthodologie employée, ainsi que les résultats obtenus dans l'estimation du potentiel de production énergétique de la filière Bois-Energie (BE) pour le territoire de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole.

L'approche choisie s'intéresse à la ressource en bois mobilisable, et consiste à déterminer les quantités de bois pouvant être prélevées, conditionnées et acheminées chaque année, depuis un périmètre fixé autour de la Communauté urbaine. Le potentiel identifié est un gisement global, prenant en compte à la fois les ressources en bois exploitées et supplémentaires.

8.1.1. Choix d'une approche « gisement »

Les horizons de projection considérés (2030 et 2050) pour le schéma directeur des énergies plaident en faveur d'une méthodologie basée sur une étude des ressources nettes disponibles (approche « gisement »), sans prise en compte de contraintes trop fortes sur la structuration de la filière. En d'autres termes :

- | L'évolution prospective des filières d'**approvisionnement en bois** est prise en compte au travers de l'étude des disponibilités nettes supplémentaires ;
- | La structuration des filières de **traitement du bois**, pour les ressources déjà exploitées, est supposée ne pas évoluer.

8.1.2. Description de la méthodologie employée

L'estimation du gisement net valorisable de bois-énergie pour le territoire de la Communauté urbaine s'effectue en trois étapes :

- | Une première étape **d'estimation du gisement net disponible de bois à l'échelle de chaque région**, s'appuyant sur un découpage par ressource et par usage du bois. **Ce gisement net inclus ce qui est déjà valorisé et le gisement supplémentaire.**
- | Dans une deuxième étape, il s'agira d'extraire des gisements nets disponibles identifiés **la part valorisable en bois-énergie.**
- | Une troisième étape d'identification de la part de ces gisements régionaux considérés comme affectables à la Communauté urbaine, basée sur la **définition d'un périmètre d'approvisionnement** et sur la **prise en compte de la concurrence.**

Le détail de la méthodologie utilisée dans chacune de ces étapes se trouve en Annexe 10.7.

8.1.3. Résultats : présentation du gisement net disponible sur la Communauté urbaine

Les résultats sont fournis suivant 2 scénarii d'exploitation de la ressource forestière (primaire) proposés par l'ADEME, et couvrant les horizons 2020 à 2035 :

- | **Scénario tendanciel** : « sylviculture constante, simulant le maintien des pratiques de coupe actuelles »
- | **Scénario dynamique progressif** : « intensification globale de la gestion forestière, au travers de l'accroissement des surfaces actuellement traitées suivant les pratiques les plus dynamiques »

Afin de déterminer le périmètre d'approvisionnement le plus intéressant, les estimations de gisement ont été comparées pour plusieurs rayons d'approvisionnement autour du centre géographique de la Communauté urbaine.

Concernant la conversion en GWh/an, le lecteur pourra se reporter au rapport de l'ADEME, [Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035](#), publié en 2016.

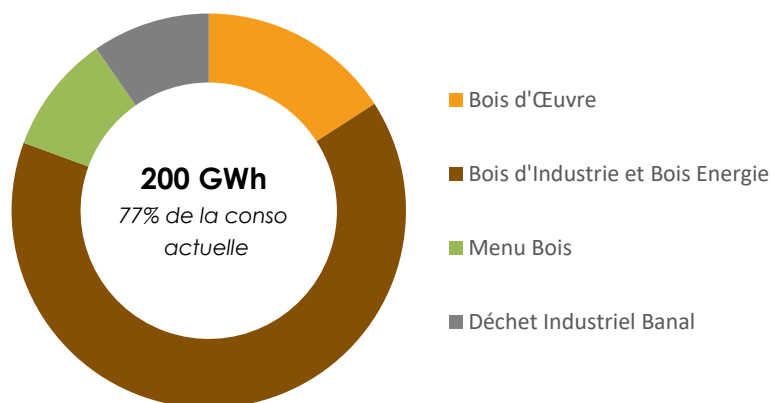


Figure 81 - Nature de bois du gisement Bois-Energie exploitable en GWh, à horizon 2030 pour un périmètre de 75 km autour du territoire de la CU

Le périmètre retenu est de **75 km autour de la Communauté urbaine**. Il atteint les **200 GWh/an pour l'horizon 2030** pour le scénario tendanciel. En le comparant à la consommation annuelle actuelle (200 GWh en décentralisé (hors RCU) et environ 60 GWh en RCU), on constate que le **gisement retenu est inférieur à la consommation actuelle du territoire**. La ressource bois semble ainsi déjà fortement sollicitée. **Certaines actions sont nécessaires pour faire en sorte de s'approvisionner plus localement et plus durablement :**

- | Améliorer l'efficacité énergétique des installations existantes
- | Travailler sur le développement de la filière bois au sein de la CU si celle-ci n'est pas exploitée au maximum
- | Limiter les nouveaux projets utilisant la ressource bois

8.2. Potentiel de production de chaleur fatale

Lors du fonctionnement d'un procédé de production ou de transformation, l'énergie thermique produite grâce à l'énergie apportée n'est souvent pas utilisée en totalité. Une partie de la chaleur est inévitablement rejetée. C'est en raison de ce caractère inéluctable qu'on parle de « chaleur fatale », couramment appelée aussi « chaleur perdue ». Cependant, cette appellation est en partie erronée car la chaleur fatale peut être récupérée, conduisant à deux axes de valorisation thermique complémentaires :

- | *Une valorisation en interne, pour répondre à des besoins de chaleur propres à l'entreprise ;*
- | *Une valorisation en externe, pour répondre à des besoins de chaleur d'autres entreprises, ou plus largement, d'un territoire, via un réseau de chaleur.*

Au-delà d'une valorisation thermique, la chaleur récupérée peut aussi être transformée en électricité lorsque la température dépasse les 150°C, également pour un usage interne ou externe. Ainsi, les procédés industriels peuvent être mis en synergie : la chaleur récupérée sur un procédé peut servir à en alimenter un autre. Ils peuvent aussi constituer une source d'approvisionnement en chaleur pour un bassin d'activité industrielle, tertiaire ou résidentiel.

Cette perspective, est d'autant plus intéressante que l'optimisation énergétique et son rôle crucial dans la lutte contre le réchauffement climatique nécessite une cohérence d'action entre tous les acteurs. »

Rapport [ADEME La chaleur fatale, 2017](#)

L'étude du potentiel de production de chaleur fatale a été réalisée suivant 3 axes :

- | L'identification des opportunités pour **les réseaux de chaleur publics existants** ;
- | L'identification du potentiel de chaleur fatale liée **aux industries** du territoire ;
- | L'identification du potentiel de chaleur fatale sur **les sites hors industrie** : stations d'épurations (STEPs), usines d'incinération des ordures ménagères (UIOMs) et datacenters.

8.2.1. Opportunités identifiées dans les Schémas Directeurs des RCU existants

Les réseaux de chaleur sont les principaux moyens pour effectuer de la valorisation en externe de la chaleur fatale d'un processus. Les 3 réseaux de chaleur urbains publics du territoire de la Communauté urbaine possèdent chacun des schémas directeurs, ces documents contiennent les pistes et les réflexions en cours sur le territoire.

RÉSEAU DE CHALEUR URBAINE DE MONTGAILLARD – SDCMG

Une extension du réseau de chaleur de Montgaillard est prévue. Ce réseau prévoit d'acheminer **22.5 GWh** de chaleur supplémentaire par an. Pour subvenir à ce nouveau besoin, des pistes de récupération de chaleur fatale ont été étudiées. Le potentiel de chaleur fatale le plus prometteur est celui de l'entreprise de torréfaction Les Cafés Légal, qui pourrait permettre de produire 4 GWh/an, via récupération de chaleur fatale.

RÉSEAU DE CHALEUR URBAINE DE GONFREVILLE L'ORCHER - SECGO

Malgré une extension du réseau, les besoins de chaleur devraient rester quasiment constants du fait de travaux de performance énergétique envisagés sur le réseau et chez les entités soutirant de la chaleur sur le réseau. Dès lors, **aucun potentiel de récupération de chaleur fatale n'a été identifié** dans le schéma directeur du réseau de chaleur de Gonfreville l'Orcher. On peut noter que le mix énergétique de ce réseau est constitué de biomasse à 94% : le réseau est déjà faible en émission de GES.

RÉSEAU DE CHALEUR URBAINE DE CAUCRIAUVILLE – RÉSOcéANE

Une extension du réseau de chaleur de Caucriauville est prévue. Ce réseau prévoit d'acheminer **125 GWh** de chaleur supplémentaire par an à horizon 2023 par rapport à 2020. Cette extension prévue a été pensée directement en lien avec le projet de récupération **BioSynErgy permettant de récupérer entre 80 et 130 GWh/an** de chaleur. D'autres opportunités ont été étudiées mais n'ont finalement pas été retenues :

- | Raccordement au réseau de chaleur industrielle SEDIBEX : chaleur récupérable de 40 GWh/an ;
- | Station d'épuration Edelweiss : entre 52 et 58 GWh/an ;
- | Raffinerie de métal ERAMET : aucun potentiel de chaleur récupérable en première étude.

Aussi, le réseau RésOcéane, de par sa situation géographique et son extension vers le Sud, est un atout pour créer des synergies entre la zone industrialo-portuaire et le centre-ville du Havre. La communication entre le port et la ville du Havre est essentielle pour permettre une optimisation du potentiel de récupération de chaleur fatale. Une étude est en cours pour valoriser de la chaleur fatale supplémentaire via un industriel ce qui permettrait d'étendre encore plus le réseau voir d'interconnecter SDCMG et RESOCEANE.

8.2.2. Étude du potentiel de chaleur fatale liée aux industries du territoire

L'étude du potentiel chaleur fatale liée aux industries du territoire est réalisé en plusieurs étapes :

- | Dans un premier temps, le rapport de l'ADEME *La chaleur fatale* publié en 2017 identifie à la maille régionale le potentiel de **chaleur fatale récupérable issue de l'industrie** ;
- | Puis **l'attribution de cette chaleur fatale** récupérable est effectuée en établissant une clef de répartition à l'échelle de la Normandie ;
- | Enfin, une étude additionnelle de **pré-identification des industriels à fort potentiel** est menée afin d'orienter le travail de préféabilité de récupération de chaleur fatale.

On détaille ci-après les 3 étapes de la méthodologie.

IDENTIFICATION DE POTENTIEL À L'ÉCHELLE DE LA NORMANDIE

Les résultats de cette partie sont issus de l'étude de l'ADEME *La Chaleur fatale* publié en 2017. Cette étude identifie un fort potentiel pour les industries en Normandie. En effet, toute industrie confondue, près de 9.9 TWh de chaleur fatale sont produits par an en Normandie, dont **3,2 TWh à proximité d'un réseau de chaleur urbaine existant**. L'étude de l'ADEME fournit une désagrégation de ce potentiel en termes de température et de secteur. Un éventail de températures permet une valorisation par réseau de chaleur ou par production d'électricité. En Normandie, 4 filières sont majoritaires : chimie, agro-alimentaire, métallurgie et autres (dont raffinage).

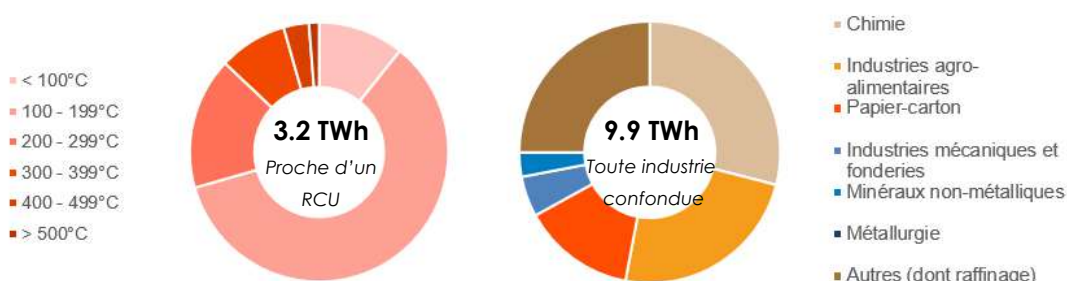


Figure 82 - Répartition de la chaleur fatale en Normandie par température (gauche) et par filière (droite), année 2017

RÉPARTITION DU POTENTIEL DE CHALEUR FATALE SUR LA COMMUNAUTÉ URBAINE

Afin d'attribuer une partie du potentiel normand au territoire de la Communauté urbaine Havraise, il s'agit d'identifier une clé de répartition de la chaleur fatale par commune. On propose ici d'utiliser la quantité de déchets²¹ produite par les entreprises comme clé de répartition, en supposant que la production de chaleur fatale est fortement liée aux émissions de déchets. Ainsi, **une clé de répartition du potentiel de chaleur fatale par commune** a été construite en utilisant la base de données IREP Installations industrielles Rejetant des Polluants disponible sur la plateforme de données Géorisques²².

²¹ Déchet industriel = déchet d'activités économiques = tout déchet, dangereux ou non dangereux, dont le producteur initial n'est pas un ménage

²² La Direction Générale de la Prévention des Risques du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, et de l'Energie recense les principaux rejets et transferts de polluants dans l'eau, l'air et les déchets déclarés par les principales installations industrielles.

Cette clef a été établie en regardant la quantité de déchets comme indicateur du niveau d'activité de l'industrie, pour les communes de Normandie possédant au moins un réseau de chaleur (en ordre décroissant de quantité de déchets industriels : Le Havre, Gonfreville l'Orcher, St Etienne du Rouvray, Rouen, Nd de Gravenchon, etc.)

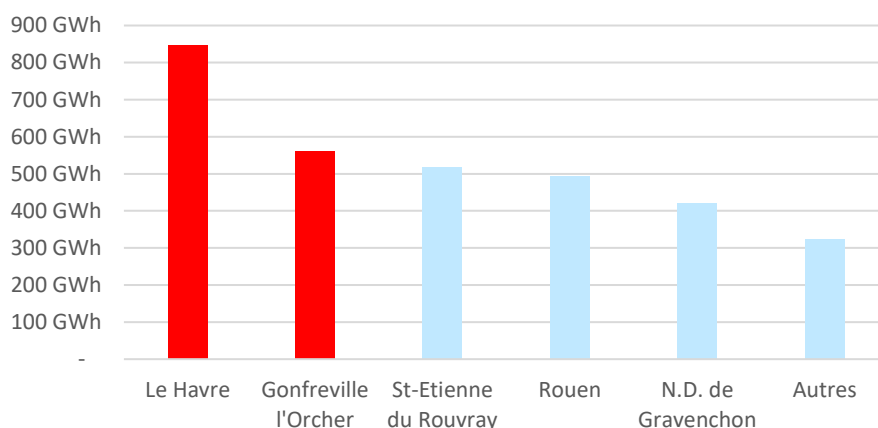


Figure 83 - Potentiel de chaleur fatale valorisable par commune normande dans des RCU, année 2017

Ainsi, la Figure 83 présente le potentiel de chaleur fatale pour les principales communes de Normandie possédant un réseau de chaleur. On observe un très fort potentiel pour les deux communes de la Communauté urbaine possédant un réseau de chaleur :

- | Le Havre : potentiel de **847 GWh/an**
- | Gonfreville-l'Orcher : potentiel de **561 GWh/an**

PRÉ-IDENTIFICATION D'INDUSTRIES À FORT POTENTIEL SUR LA COMMUNAUTÉ URBAINE

Afin d'orienter les actions de la Communauté urbaine et d'avoir plus d'informations sur les industries ayant un potentiel de valorisation de chaleur fatale, un recensement des industries produisant le plus de déchets par an a été effectué. Le Tableau 6 ci-dessous recense ainsi les industries de la base IREP produisant plus de 1000 tonnes de déchets par an (98% des déchets industriels de la Communauté urbaine). Les caractéristiques des entreprises ont été complétées grâce à la base ICPE Installation Classée pour la Protection de l'Environnement, disponible sur la plateforme de données Géorisques.

Il constitue une base pour mener des investigations plus poussées (par site) afin de déterminer si un potentiel est réellement valorisable et dans quelle proportion.

| Entreprises | Commune | Quantité de déchets (t/an) | Activité | ICPE – Puissance thermique évacuée maximale |
|----------------------|----------------------|----------------------------|---|---|
| Suez RV Val'Estuaire | Rogerville | 131 681 | Centre de valorisation des déchets | - |
| Renault | Sandouville | 37 143 | Construction de véhicules automobiles | 10,9 MW |
| Osilub | Gonfreville l'Orcher | 35 810 | Usine de production d'huile de base et de produit pétrolier régénérés | 6,8 MW |
| Lafarge Ciments | Le Havre | 20 922 | Usine de production de structures en béton | 1,5 MW |

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|--------|--|--|
| Estener | Le Havre | 14 824 | Usine de production de biodiesel à partir de graisses animales impropres à la consommation | 9,2 MW |
| Lubrizol France | Oudalle | 13 418 | Fabrication de produits chimiques | 41,6 MW Refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air = 24,4 MW |
| Total Energies Raffinage France | Harfleur | 12 961 | Usine de raffinage de produits pétroliers et bureau d'étude | 1,9 MW |
| Chevron Oronite | Gonfreville l'Orcher | 11 902 | Usine de production de lubrifiants, additifs pour carburants et produits chimiques | 52,5 MW |
| Total Energies Raffinage France | Gonfreville l'Orcher | 11 681 | Usine de raffinage de produits pétroliers | 119,1 MW |
| Compagnie Industrielle Maritime | Le Havre / Saint-Jouin-Bruneval | 6 591 | Entreposage et stockage non frigorifique | - |
| Chimirec Valrecoise SAS | Gonfreville l'Orcher | 6 191 | Collecte des déchets dangereux | - |
| Serep | Gonfreville l'Orcher | 2 248 | Collecte et traitement des eaux usées | - |
| Eramet | Sandouville | 2 136 | Métallurgie des métaux non ferreux | 10,2 MW |
| Shmpp | Le Havre | 1 961 | Entreposage et stockage non frigorifique | Combustion autorisée de 13 MW |
| Omnova Solutions | Sandouville | 1 232 | Fabrication de caoutchouc synthétique | 11,6 MW Refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air = 9,7 MW |

Tableau 6 - Tableau de pré-identification des industries à fort potentiel de récupération de chaleur fatale sur le territoire de la CU

8.2.3. Identification du potentiel de chaleur fatale sur les sites hors industrie

Trois autres types d'entités peuvent être étudiées pour leur potentiel de chaleur fatale récupérable : les Usines d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM), les Stations d'Épuration (STEP) et les datacenters.

- | **UIOM** : l'usine d'incinération des ordures ménagères permettant de traiter les déchets du territoire est située en dehors du périmètre de la Communauté urbaine (Ecostu'air à Saint-Jean-de-Folleville, gérée par le SEVEDE, Syndicat d'Élimination et de Valorisation Énergétique des Déchets de l'Estuaire). Ainsi, le **potentiel est jugé nul**.
- | **STEP** : Edelweiss est une station d'épuration, inaugurée en 2011, qui traite les eaux pluviales et les eaux usées d'un territoire de plus de 300 000 habitants. Dans le Schéma Directeur de RésOcéane le potentiel de récupération de chaleur fatale est estimé de **52 à 58 GWh/an**.
- | **Datacenters** : Un seul datacenter est recensé sur le territoire : Webaxys, à Saint-Romain-de-Colbosc. Il n'existe pas à ce jour d'étude d'évaluation de gisement pour ce site d'une capacité de 90 kW. On note également que Saint-Romain-de-Colbosc ne possède pas de RCU pour valoriser directement cette chaleur fatale. La valorisation impliquerait la

création d'un réseau dédié. **Une étude approfondie permettrait d'évaluer si ce gisement est valorisable et en quelle quantité.** Le propriétaire du site indique qu'une petite quantité de chaleur serait disponible pour alimenter quelques logements voisins.

8.2.4. Bilan du gisement de chaleur fatale pour la Communauté urbaine

Le potentiel de chaleur fatale atteint près de **1,4 TWh pour l'ensemble de la Communauté urbaine**, principalement dû à un tissu industriel dense. Actuellement, des études sont en cours sur 2 sites :

- | **Total Energies** (95 GWh/an avec une puissance de 20 MW)
- | **Les Cafés Legal** (4 GWh/an).

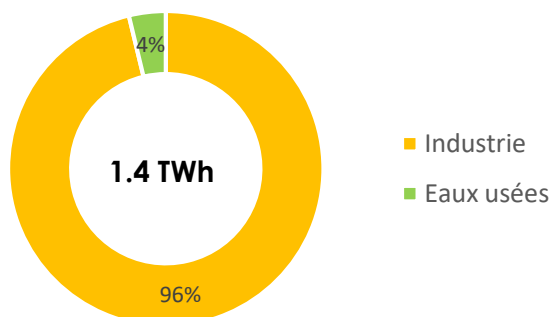


Figure 84 - Répartition du potentiel de chaleur fatale par sources de la Communauté urbaine

Au cours du diagnostic du SDE, un entretien a été réalisé avec SYNERZIP et a permis de présenter les résultats de la présente étude du potentiel de chaleur fatale. On peut retenir des discussions les éléments suivants :

- | Des **investigations complémentaires site par site** permettraient d'identifier d'autres projets valorisables
- | Les projets de valorisation de la chaleur fatale de la zone industrielle peuvent être une étape clef dans la transition énergétique du territoire, la production de chaleur étant fortement émettrice de CO₂. Pour cela, la communication entre le port, regroupant beaucoup d'industries, et la ville du Havre est essentielle afin d'optimiser la valorisation de chaleur fatale sur le territoire de la CU.

8.3. Potentiel solaire

L'énergie solaire est exploitée depuis de nombreuses années pour produire de l'électricité et de la chaleur. Initialement cantonnée à des systèmes difficilement intégrables à un réseau, elle voit son développement exploser depuis une dizaine d'année avec des coûts de plus en plus compétitifs, devenant un levier majeur de la production d'énergie renouvelable dans le monde.

La production d'énergie à partir du soleil se divise en deux catégories :

- | **La production d'électricité** se faisant à partir de **panneaux solaires photovoltaïques (PV)**, qui transforme le rayonnement solaire en électricité ;
- | **La production thermique** vise à convertir le rayonnement solaire en chaleur, et sert principalement à produire de l'eau chaude sanitaire (ECS), même si des installations couvrant aussi une partie de la demande de chauffage se développent. Le solaire thermique entre en concurrence directe avec le photovoltaïque pour l'utilisation des toitures. Par ailleurs, cette filière peine à se développer en France depuis une dizaine d'années. Ainsi, ce diagnostic des potentiels se concentre sur la première catégorie (photovoltaïque).

La production solaire photovoltaïque peut elle aussi se décomposer en deux catégories :

- | Le **solaire toiture** correspond à l'intégration de panneaux photovoltaïques à une toiture. Cela permet de produire localement de l'électricité qui pourra être utilisée par le bâtiment. En revanche les contraintes d'intégration empêchent souvent une orientation optimale des panneaux, conduisant à des rendements plus faibles que le solaire au sol.
- | Le **solaire au sol** permet de créer des fermes solaires de plus grande capacité (de quelques mégawatts à plusieurs centaines de mégawatts, comme la centrale de Cestas en Gironde). Avec des panneaux solaires mieux orientés, incluant parfois des trackers pour orienter le panneau en fonction de la course du soleil, ces centrales possèdent des rendements plus élevés que les panneaux directement posés sur toiture. Combiné avec des coûts plus faibles d'installation, le solaire au sol présente un coût par mégawattheure produit plus faible que le solaire toiture. En revanche la surface nécessaire est importante, posant la question de la concurrence d'occupation des sols avec d'autres usages et milieux (agriculture, bois, ...). Le principe de solaire sur ombrières permet de diminuer l'impact de la concurrence d'occupation des sols : il s'agit de placer des panneaux solaires sur des ombrières situées au niveau des parkings.

8.3.1. Solaire photovoltaïque sur toiture

Le calcul du potentiel de solaire photovoltaïque en toiture est réalisé en plusieurs étapes :

- | Dans un premier temps, **les bâtiments pouvant accueillir des panneaux solaires sont identifiés**. Les contraintes patrimoniales sont prises en compte afin de quantifier les toits qui sont situés à proximité de bâtiments historiques ou dans des zones classées, par exemple. Les toits trop petits sont quant à eux exclus.
- | Puis **l'orientation du toit** (sud-est, sud-ouest, etc.) est déterminée à partir de considérations géométriques simples.
- | Puis, un modèle d'élévation de terrain permet de connaître **l'inclinaison du toit**, et donc la perte de productible correspondant à une inclinaison non optimale.

- Enfin, tous ces éléments permettent de calculer la surface de toit pouvant accueillir des panneaux photovoltaïques. Cela permet de calculer pour chaque toit une puissance potentiellement installable ainsi qu'un productible associé. La somme sur tous les toits donne accès au **potentiel total du territoire**.

LOCALISATION DES BÂTIMENTS POTENTIELLEMENT RECOUVRABLES

La liste des bâtiments de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole utilisée est issue du cadastre complet des bâtiments dont on présente un extrait ci-dessous en Figure 85. Il permet de localiser chaque bâtiment, et de définir précisément leur emprise au sol. Il ne contient en revanche aucune information sur la forme du toit et son orientation.



Figure 85 - Vue d'un extrait du cadastre des bâtiments pour une zone en centre-ville du Havre

Zones sensibles pour l'intégration de panneaux photovoltaïques aux toitures

Comme les panneaux photovoltaïques vont s'intégrer dans des zones déjà artificialisées, il n'y a pas de contraintes spécifiques liées à la préservation des milieux naturels avec le solaire toiture. En revanche, la **modification structurelle des toitures** rentre en conflit avec la préservation du patrimoine, et peut aussi entraîner des problèmes de co-visibilité avec certains monuments historiques aux alentours. Sont aussi à considérer sur le territoire de la métropole les zones inscrites au **patrimoine mondial de l'UNESCO**. Ce patrimoine désigne un ensemble de biens culturels et naturels présentant un intérêt exceptionnel pour l'héritage commun de l'humanité. Il est actualisé chaque année depuis 1978. Sur le périmètre de la Communauté urbaine, le centre-ville du Havre reconstruit par Auguste Perret est inscrit au patrimoine de l'UNESCO.

Par conséquent, les zones suivantes, visibles sur la Figure 86, sont considérées comme sensibles pour le solaire toiture, c'est-à-dire des zones contraintes, où les enjeux patrimoniaux rendent complexe l'installation, celle-ci étant possible mais nécessite une analyse approfondie au vu des enjeux considérés :

- | **Zones Patrimoniales Remarquables**, regroupant les Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) et les sites inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO ;
- | **Immeubles et sites inscrits et classés** ;
- | Périmètre de 500m autour des **monuments historiques**.

Il est important de noter que des discussions avec l'organisme des Architectes des Bâtiments de France, en septembre 2021, ont conduit à expliciter des contraintes concernant l'intégration de PV en zone patrimoniale sensible :

- | Sur les toits terrasse du centre historique, le solaire PV est proscrit dès lors qu'il est visible depuis un bâtiment dont la hauteur est plus élevée.
- | De plus, il faudrait réduire l'installation PV d'une largeur de 2 mètres tout le long de la bordure du toit terrasse afin de limiter la visibilité depuis la rue.
- | Enfin, la co-visibilité installation PV et monuments historiques est proscrite (c'est-à-dire, cas où depuis un tiers lieu, on peut voir à la fois l'installation PV et le site classé).

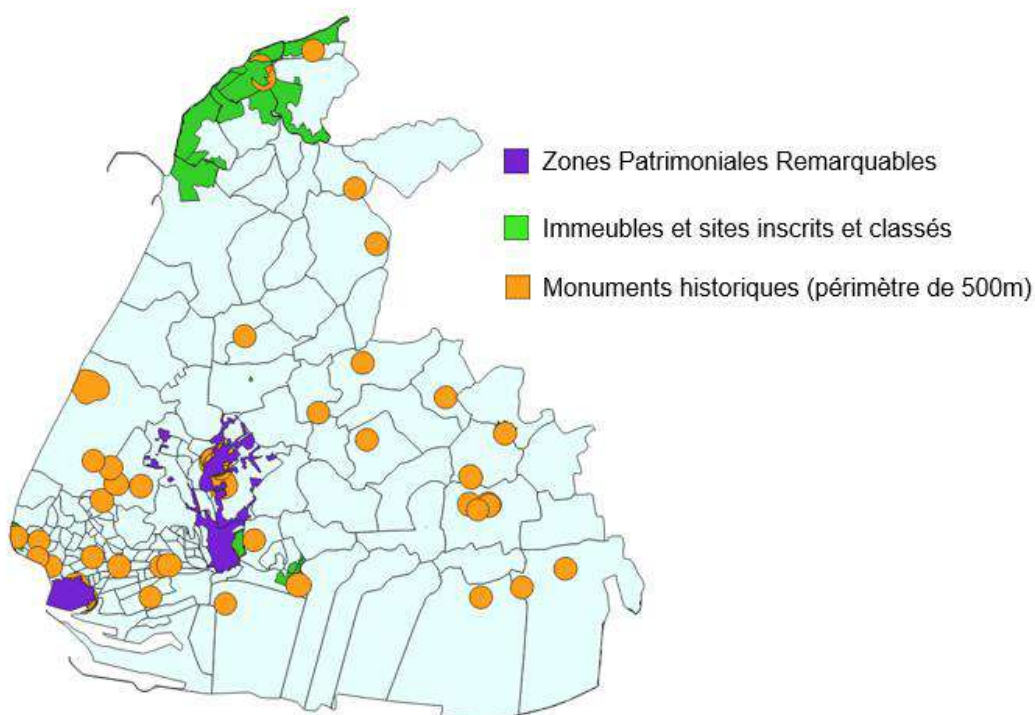


Figure 86 - Zones très sensibles pour le solaire toiture sur le territoire de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole

MÉTHODOLOGIE DE DÉTERMINATION DU POTENTIEL

Orientation et inclinaison du toit

Le cadastre fournit pour chaque bâtiment l'emprise au sol de ce dernier, mais il ne donne aucune information sur la forme du toit ainsi que l'exposition du bâtiment. Pour compléter ces éléments, nous avons utilisé le modèle d'élévation de terrain du territoire de la Communauté urbaine (modèle MNE/MNT) afin d'obtenir une estimation de l'inclinaison du toit ainsi que son orientation. L'orientation du toit est obtenue en supposant que le faîtage du toit est parallèle au côté le plus long du bâtiment :

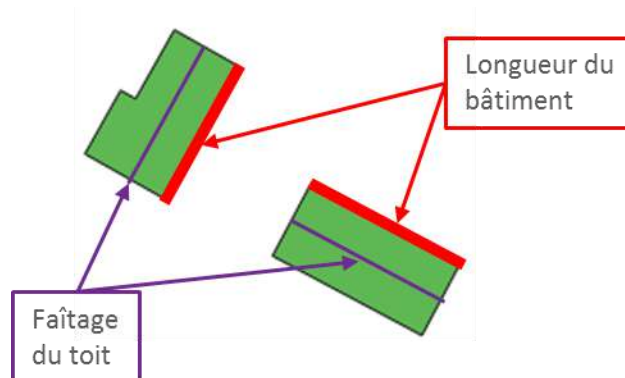


Figure 87 - Détermination du faîtage du toit

L'inclinaison du toit est ensuite estimée (calculs de trigonométrie) grâce au modèle d'élévation de terrain pour le bâtiment en question, qui donne l'élévation de tout point du bâtiment.

Occupation du toit

Pour les bâtiments avec toit incliné, nous supposons que **seul le côté le mieux exposé du toit est recouvert de panneaux solaires** (c'est-à-dire celui le mieux orienté par rapport au sud). Sur les toits, des éléments comme les cheminées et les velux empêchent d'exploiter à 100% la surface la mieux exposée. Des retours d'expérience de différents acteurs du secteur ont permis de poser l'hypothèse suivante : 10% de la surface la mieux exposée n'est pas mobilisable. Ainsi au total pour chaque bâtiment, 45% de la surface est mobilisable.






Puissance installée

Après détermination de la surface disponible pour installer des panneaux photovoltaïques, la puissance installée est simplement fonction de la puissance au m² des panneaux. Une hypothèse de **175 Wc/m²** a été retenue pour cette étude.

Productible

Le productible est principalement fonction de l'ensoleillement de zone où est installé le panneau photovoltaïque. D'après des données d'historique de production sur le département de la Seine Maritime (source : ORECAN), il est possible de déterminer un nombre d'heures de fonctionnement à équivalent pleine puissance, c'est-à-dire le nombre d'heures équivalent qu'il serait nécessaire pour obtenir la même production annuelle avec un panneau qui produirait quelle que soit l'heure à sa puissance maximale. Le nombre retenu est de **950h / an**.

Si la puissance installée ne dépend pas de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux, ces deux paramètres ont une réelle influence sur le productible final. Par conséquent, il est nécessaire de corriger la production si les panneaux ne sont pas parfaitement orientés vers le sud, et si l'inclinaison des panneaux n'est pas de 30°. Les facteurs de correction pris en compte pour cette étude sont résumés dans la Figure 88.

| FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNÉES | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|
| INCLINAISON ORIENTATION | | 0° | 30° | 60° | 90° |
| | | 0° | 30° | 60° | 90° |
| Est |  | 0,93 | 0,90 | 0,78 | 0,55 |
| Sud-Est |  | 0,93 | 0,96 | 0,88 | 0,66 |
| Sud |  | 0,93 | 1,00 | 0,91 | 0,68 |
| Sud-Ouest |  | 0,93 | 0,96 | 0,88 | 0,66 |
| Ouest |  | 0,93 | 0,90 | 0,78 | 0,55 |

Les positions grisées sont à éviter si elles ne sont pas imposées par une intégration architecturale

Figure 88 - Facteur de correction de production des panneaux photovoltaïques
(Source : HESPUL)

RÉSULTATS

En ne prenant pas en compte les contraintes patrimoniales et en sollicitant l'ensemble des toitures des zones, la production photovoltaïque sur toiture pourrait recouvrir **53% de la consommation électrique actuelle du territoire**.

Cependant, il est peu réaliste de considérer une mobilisation de l'ensemble des toitures d'ici 2030. L'ADEME, dans son travail prospectif national (*Les visions de l'ADEME 2030-2050*), estime par ailleurs à 20% la part des toitures qui seraient mobilisées en 2030.

Un potentiel de production photovoltaïque toiture réaliste à horizon 2030 se trouve donc plus proche de **350 GWh**, soit 11% de la consommation électrique actuelle.

| Niveau de prise en compte des contraintes | Surface installée (millions de m ²) | Puissance installée (MWc) | Potentiel de production (GWh) | Part de la consommation électrique (3.27 TWh) |
|---|---|---------------------------|-------------------------------|---|
| Aucune contrainte | 11.21 | 1 961 | 1 748 | 53% |
| Contraintes de patrimoine respectées | 9.05 | 1 538 | 1 371 | 42% |
| Réalisation limitée sans prise en compte des contraintes | 2.24 | 392 | 350 | 11% |

Tableau 7 - Potentiel de production électrique par PV toiture sur la Communauté urbaine, horizon 2030

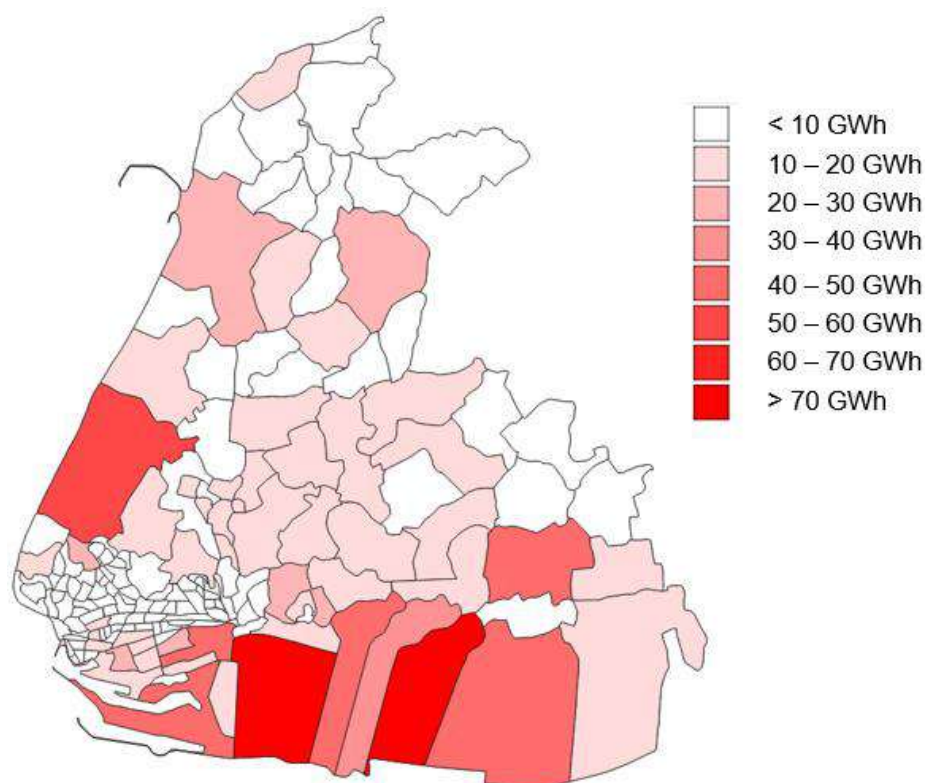


Figure 89 - Potentiel de production des panneaux photovoltaïques sur toiture par zone IRIS (GWh), en prenant en compte les contraintes patrimoniales

8.3.2. Solaire photovoltaïque au sol et sur ombrières

Comme pour l'éolien, la principale difficulté pour déterminer le potentiel sur le territoire réside dans le choix des zones disponibles pour installer les panneaux (ou éoliennes dans le cas de l'éolien). Même si les enjeux sont proches entre l'éolien et le photovoltaïque au sol, il existe des différences notables et structurantes qui obligent à avoir deux méthodologies distinctes de détermination des zones potentielles d'installation.

Les contraintes de sensibilité du territoire sont légèrement différentes entre les deux systèmes, mais c'est surtout l'emprise au sol qui est la plus impactante : si des éoliennes peuvent facilement être intégrées dans des zones agricoles au vu de la très faible emprise au sol, ce n'est pas le cas du photovoltaïque (PV). Pour le PV au sol, la **concurrence d'occupation des sols** est un critère déterminant, et le choix des zones potentielles doit se faire en accord avec ce changement d'usage.

Zones sensibles pour l'intégration de panneaux photovoltaïques au sol et sur ombrières

Comme pour le potentiel solaire toiture, les contraintes patrimoniales s'appliquent aussi pour l'intégration de panneaux photovoltaïques au sol et sur ombrières. À cela s'ajoutent des zones soumises aux aléas d'inondabilité, dans lesquelles l'installation de parc solaire au sol ou sur ombrière est interdite.

Par conséquent, les zones mises en avant dans la Figure 90 sont considérées comme très sensibles pour le solaire au sol et sur ombrières, c'est-à-dire des zones fortement contraintes, où les enjeux environnementaux et patrimoniaux rendent très complexe l'installation, celle-ci étant possible mais nécessite une analyse approfondie au vu des enjeux considérés :

- | Zones Patrimoniales Remarquables, regroupant les Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) et les sites inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO ;
- | Immeubles et sites inscrits et classés ;
- | Périmètre de 500m autour des monuments historiques ;
- | Zones Aléas et Réglementées du PPRI.

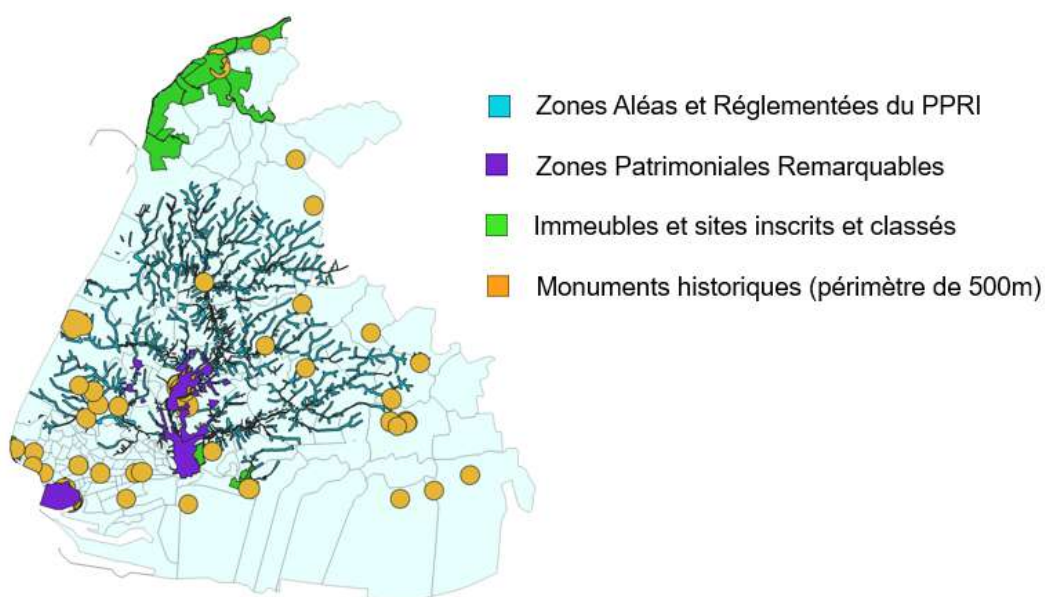


Figure 90 - Zones rédhitoires et très sensibles pour le solaire au sol et sur ombrières sur le territoire de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole

Occupation des sols - Base CORINE Land Cover

Le développement du PV au sol étant principalement un enjeu d'occupation des sols, la base CORINE Land Cover a été considérée pour l'étude du potentiel. La base CORINE Land Cover est une base de données européenne d'occupation biophysique des sols. Elle s'articule sur 3 niveaux de détail, avec 5 catégories au premier niveau, 15 au niveau 2 et 44 au niveau 3.

Le premier niveau de la base CORINE Land Cover se décompose comme suit :

- | Territoires artificialisés ;
- | Territoires agricoles ;
- | Forêts et milieux semi-naturels ;
- | Zones humides ;
- | Surfaces en eau.

Les trois dernières catégories sont incompatibles avec le développement de solaire photovoltaïque. Pour les territoires agricoles la question de la concurrence de l'usage du sol se pose pleinement. Dans notre étude de potentiel, une **contrainte forte de non utilisation des territoires agricoles** a été retenue (conforme au SRADDET de la région Normandie). Ainsi seuls

les territoires artificialisés non agricoles constituent des zones possibles pour le solaire photovoltaïque.

La base CORINE Land Cover sépare ces territoires artificialisés en sous-catégories (niveaux 2 et 3) :

- | Zones urbanisées
 - Tissu urbain continu
 - Tissu urbain discontinu
- | Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication
 - Zones industrielles ou commerciales et installations publiques
 - Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
 - Zones portuaires
 - Aéroports
- | Mines, décharges et chantiers
 - Extraction de matériaux
 - Décharges
 - Chantiers
- | Espaces verts artificialisés, non agricoles
 - Espaces verts urbains
 - Équipements sportifs et de loisirs

Les zones majoritairement couvertes par des bâtiments sont concernées par l'installation de panneaux photovoltaïques sur toiture mais pas au sol, ce qui inclut les zones urbanisées, les zones industrielles ainsi que les équipements sportifs et de loisirs (La question des parkings est traitée séparément par la suite). Les réseaux routiers et ferroviaires sont aussi considérés comme non mobilisables. Les espaces verts urbains sont considérés comme non-mobilisables, car leur utilisation conduirait à une réduction importante de la végétation en zone urbaine.

Les zones restantes pourraient ainsi être considérées comme mobilisables pour le développement de panneaux photovoltaïques au sol :

- | Aéroports
- | Extraction de matériaux
- | Décharges
- | Chantiers

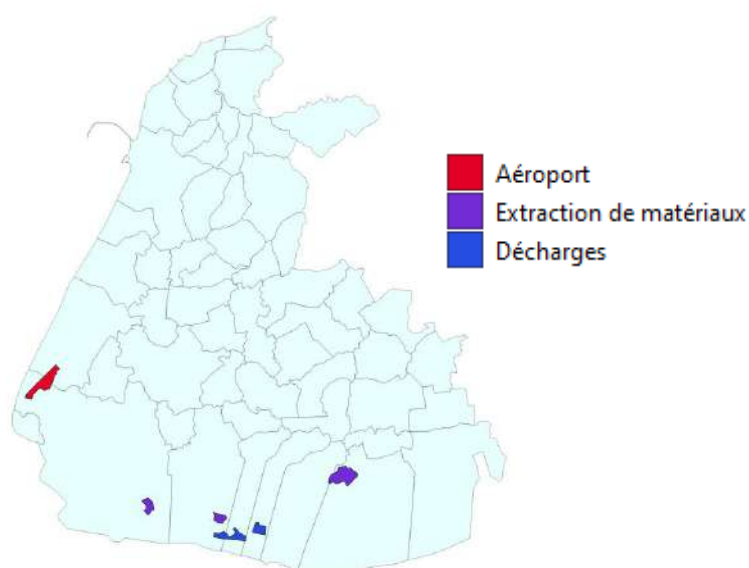


Figure 91 - Occupation des sols : zones favorables pour le photovoltaïque au sol d'après la base CORINE Land Cover sur le territoire de la CU

Du fait de leur actuel état d'activité, il ne semble pas raisonnable d'installer à court terme des fermes de PV au sol sur les sites repérés ci-dessus. Seul l'aéroport possède la place nécessaire pour se permettre d'installer une quantité non négligeable de panneaux solaires sur son terrain sans devoir arrêter son activité économique principale. L'établissement d'un site de production électrique via panneaux solaires à proximité d'un aéroport demande la **réalisation d'étude** d'éblouissement afin d'éviter des reflets vers les pilotes. L'estimation du potentiel sur l'aéroport Le Havre-Octeville repose ici sur un exemple similaire à proximité : l'aéroport de Deauville-Normandie, qui développe actuellement un projet solaire de 60 MWc sur près de 46,3 ha. En conservant le même ratio de surface disponible pour le PV sur la surface totale de l'aéroport, on estime la **surface disponible à 26,5 ha sur l'aéroport Le Havre-Octeville**. Cependant le retour terrain des services de la CU précise que la configuration de l'aéroport du Havre rend ce potentiel difficilement exploitable (loi littoral, activités agricoles).

Ce travail d'analyse ne préjuge en rien des choix qui seront faits par les communes dans le cadre de la définition des zones d'accélération des énergies renouvelables, et ne constitue qu'un calcul théorique du potentiel de production.

➔ Une étude de faisabilité plus poussée est requise pour conclure sur un éventuel projet.

Occupation des sols - Base BD TOPO pour la localisation des parkings

Dans les espaces urbains, en particulier dans les zones commerciales, les parkings constituent des zones facilement mobilisables pour l'installation de panneaux photovoltaïques, via des installations de type ombrières se plaçant au-dessus des places réservées aux voitures.

Un recensement des parkings sur le territoire de la Communauté urbaine a été réalisé à l'aide de la base de données BD TOPO, afin de mettre en évidence les potentiels de déploiement d'ombrières solaires sur ces différentes zones. Cette base de données recense les parkings, publics et privés, de plus d'un demi-hectare.

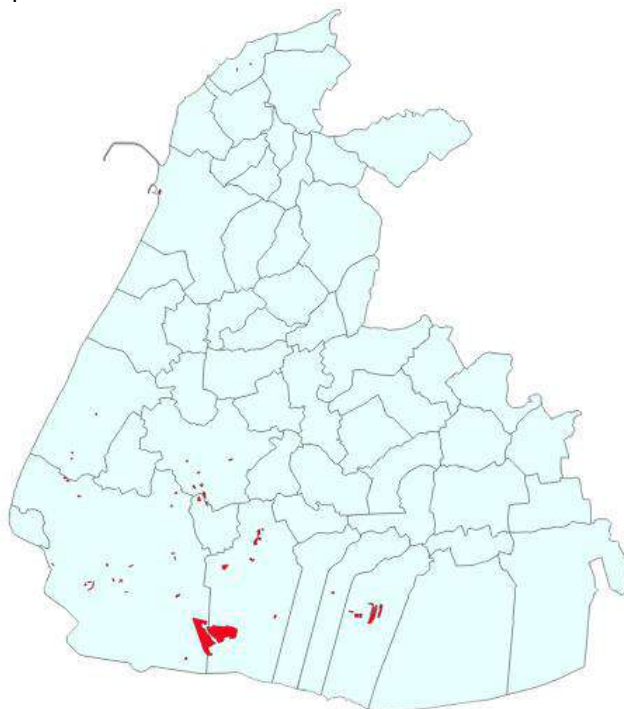


Figure 92 - Aire de stationnement d'une surface supérieure à un demi-hectare sur le territoire de la Communauté urbaine. Source : BD TOPO

Comme on peut le voir sur la Figure 92, deux catégories de parkings se détachent :

- | Les grands parkings situés sur la zone industrielle. En particulier, 2 parkings totalisent une surface de 140 ha : le parking du port et le parking de Renault (dont une partie possède déjà des panneaux solaires sur ombrières) ;
- | Les petits parkings : 41 parkings de taille plus modeste (allant de 0,52 à 5,17 ha) répartis dans 23 IRIS différents, principalement au centre de la CU.

Occupation des sols – Base de données BASIAS pour la localisation des anciens sites industriels

Enfin la bases de données Basias a été analysée afin de compléter l'analyse de potentiels. Basias est l'acronyme pour la *Base des Anciens Sites Industriels et Activités de Services*. C'est une base de données nationales qui recense les sites dont les activités ont pu donner lieu à la présence de polluants dans le sol et les eaux souterraines. La base recense sur le territoire de la Communauté urbaine 32 sites en friche et non réaménagés. De même, ces sites sont de nature très hétérogène et ont souvent une superficie réduite (anciens dépôts, garages ou ateliers par exemple).

Un second filtre a été appliqué pour retirer les sites en zone inondable ou dans le périmètre des zones tampons autour des monuments historiques. Une analyse plus poussée et un groupe de travail avec l'équipe projet de la Communauté urbaine a permis de consolider une liste de sites potentiellement exploitables. Ce travail d'analyse ne préjuge en rien des choix qui seront faits par les communes dans le cadre de la définition des zones d'accélération des énergies renouvelables, et ne constitue qu'un calcul théorique du potentiel de production.

Détermination de la puissance installée et du productible

Un rendement moyen de **0,85 MW par hectare** a été retenu pour la puissance installée sur les surfaces favorables. (Source : [étude de l'ADEME Évaluation du gisement relatif aux zones délaissées et artificialisées propices à l'implantation de centrales photovoltaïques](#))

Le même nombre d'heures de fonctionnement à équivalent pleine puissance que le photovoltaïque sur toiture a été retenu pour le photovoltaïque au sol. Le nombre retenu est de **950 h**.

RÉSULTATS

Au total, le potentiel annuel sur la Communauté urbaine représente une production de près de **214 GWh**, soit près de **7% de la consommation électrique du territoire**. La prise en compte des contraintes patrimoniales ne diminue que légèrement le potentiel (-5%).

| Niveau de prise en compte des contraintes | Surface installée (ha) | Puissance installée (MWc) | Potentiel de production (GWh) | Part de la consommation électrique (3.27 TWh) |
|--|------------------------|---------------------------|-------------------------------|---|
| Parkings (sans contraintes / avec contraintes patrimoniales) | 215 / 208 | 183 / 177 | 174 / 168 | 5,5 % / 5 % |
| Aéroport Le Havre Octeville | 26.5 | 35 | 33 | 1% |
| Sites en friches | 9 | 8 | 7 | < 1% |
| Total sans prise en compte des contraintes | 255.5 | 226 | 214 | 7 % |

Tableau 8 - Potentiel de production électrique par PV au sol et sur ombrières sur la Communauté urbaine

8.4. Potentiel d'éolien en mer

L'éolien en mer est une filière mature pour laquelle la France a des objectifs ambitieux de développement sur son territoire. L'État assurant la maîtrise d'ouvrage de ces projets, ceux-ci sont décomptés de la production au niveau national et ne peuvent contribuer à l'atteinte des objectifs énergétiques de l'EPCI. Toutefois, la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole se positionne en soutien du déploiement des parcs actuels et à venir, tant comme site d'atterrage qu'en accompagnant la création d'un tissu industriel lié à la fabrication et la maintenance de ces installations. Compte tenu des externalités, positives comme négatives, qui impacteront le territoire en lien avec le développement de la production d'éolienne offshore en Manche, la Communauté urbaine tient à faire figurer cette thématique dans son PCAET.

Un débat public est en cours à l'échelle nationale au sujet des parcs d'éolien marin au large de la Normandie. De nombreuses propositions de parc ont émergé comme le montre la figure ci-dessous.

*Grappes de propositions de parcs par les publics,
certaines zones ont reçu de nombreuses propositions de scénarios*

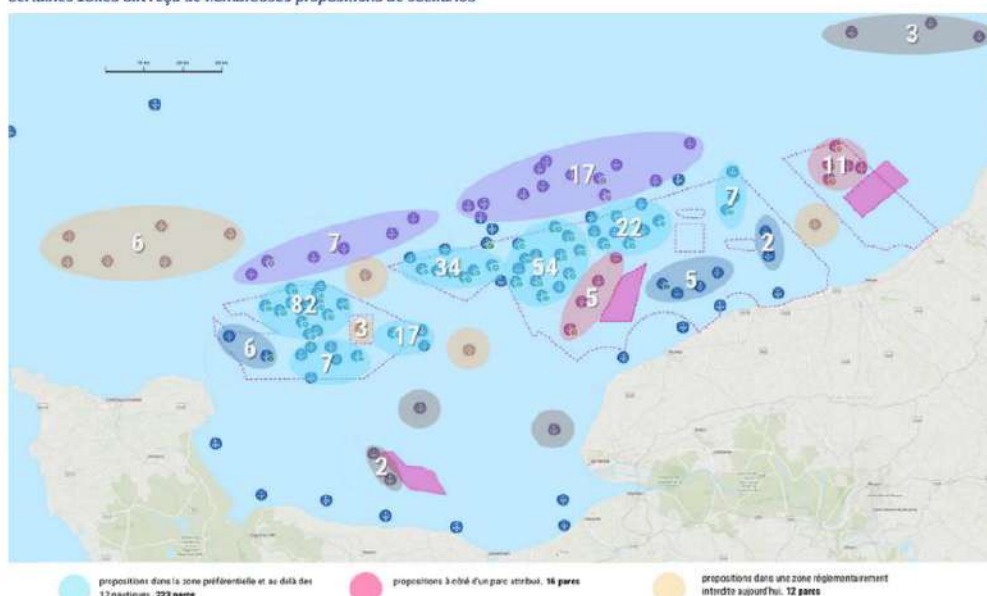


Figure 93 : Groupe de propositions de parcs éoliens en mer. Source : débat public RTE.

L'enjeu est notamment de déterminer sur quel(s) territoire(s) seront raccordés les parcs éoliens à l'étude en zone Centre Manche. Deux possibilités sont étudiées et concernent 1 GW de puissance à raccorder :

- | Option 1 : un raccordement du côté de la Manche, dans le Cotentin (aire illustrée en rose dans le schéma ci-dessous).
- | Option 2 : un raccordement du côté de la Seine-Maritime, sur le territoire de la Communauté urbaine du Havre (aire illustrée en jaune ci-dessous). RTE semble plus favorable à cette option de raccordement car l'atterrage (jonction entre les câbles sous-marins et terrestres) y serait plus facile que du côté du Cotentin.

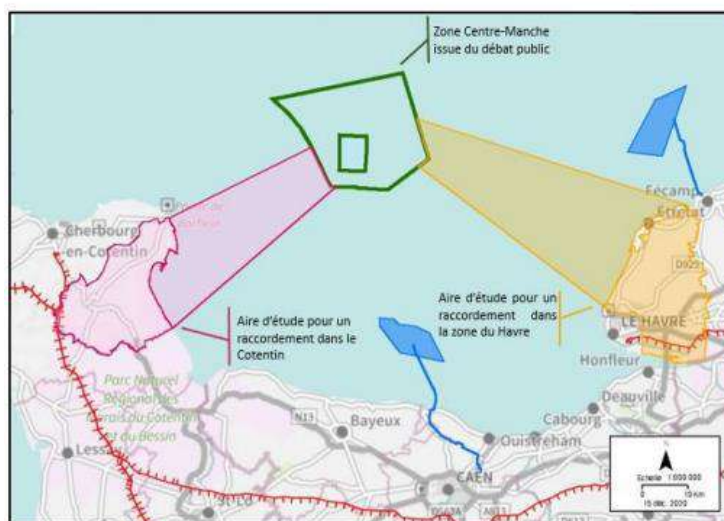


Figure 94 : Schéma illustrant les deux options de raccordement du parc éolien situé en Centre Manche.
Source : débat public RTE

En plus du critère d'atterrage, les réflexions sont menées dans le but de s'accorder sur un tracé au moindre impact au regard :

- | des conditions d'acceptabilité territoriale et de faisabilité au regard de la loi littoral : contrainte sur les zones de pêche, controverse sur le passage des câbles par des surfaces agricoles, crainte de la pollution visuelle et des conséquences sur la santé (impact électromagnétique) ;
- | des conditions de mise en œuvre techniques et industrielles de la solution en courant continu.

Il est à noter également que dans le cas où l'option 2 serait choisie, le fait de considérer que l'énergie renouvelable « revient au territoire du Havre » peut poser question. L'électricité produite sera injectée sur le réseau de transport de RTE. La convention selon laquelle l'énergie serait comptée sur le territoire de raccordement semble pertinente, cela relevant uniquement d'un choix de comptabilisation (on ne distingue pas les électrons distribués en provenance des parcs éoliens en mer de ceux produits par ailleurs).

Le potentiel d'injection d'électricité a été estimé à 3,3 TWh/an, soit l'équivalent de la consommation de la Communauté urbaine du Havre Seine Métropole. Pour cela, les hypothèses sous-jacentes sont :

- | Puissance installée : 1 GW
- | Facteur de charge moyen en Europe : 38% (Source : Wind Europe)

Notes complémentaires au sujet de l'éolien offshore :

- | Le territoire de la Communauté urbaine s'est vu récemment accueillir une usine de construction de pales et de nacelles (Siemens Gamesa Renewable Energy) pour l'assemblage d'éoliennes offshore sur le Grand Port Maritime du Havre. Cela contribue à insuffler une dynamique locale pour le développement des projets renouvelables en mer.
- | Le parc éolien offshore de Fécamp sera raccordé au poste électrique de Sainneville-sur-Seine, sur le territoire de la Communauté urbaine du Havre.



Figure 95 : Schéma explicatif du raccordement du parc offshore de Fécamp au poste de Sainneville-sur-Seine. Source : RTE

8.5. Potentiel d'éolien terrestre

Les éoliennes sont aujourd'hui une technologie mature, qui permet de produire de l'électricité à des coûts de plus en plus compétitifs. Si son déploiement en France reste limité, cela est en partie dû à la complexité de trouver des zones où l'implantation d'éoliennes est possible. En effet, de nombreuses contraintes sur l'occupation de l'espace existent, avec par exemple des distances minimales à respecter avec les habitations, des zones naturelles à préserver ou encore des servitudes militaires à prendre en compte lors du design d'un projet.

L'objectif de cette analyse est de déterminer à l'échelle du territoire si des zones possibles pour l'implantation d'éoliennes existent.

La présente étude se base sur le schéma régional éolien de Normandie (2009) qui a cherché à identifier des zones favorables pour l'implantation d'éoliennes. L'analyse de ce schéma a permis de constater qu'aucune zone favorable ne se trouve sur le territoire de la Communauté urbaine. Par ailleurs, le schéma régional note une forte contrainte sur le territoire du Havre dû à la présence d'un radar militaire. Ce radar **exclut l'implantation d'éoliennes dans un rayon de 20 km autour du Havre** et restreint fortement le nombre et/ou la disposition des éoliennes dans un rayon de 20 à 30 km.

Une zone tampon de 20km puis 30km a été tracée autour du radar du Havre (figure ci-dessous), montrant que la zone de servitude militaire inclut la totalité de la Communauté urbaine.

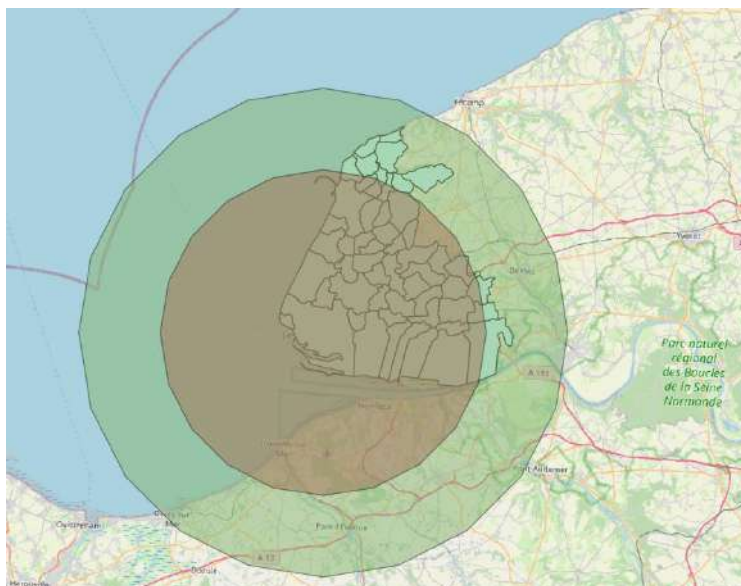


Figure 96 Contour de la CU (communes en bleu) et zones tampons de 20km (en marron) et 30 km (en vert) autour du radar du Havre

Ainsi, au vu de la **contrainte liée au radar militaire**, aucune zone favorable à l'éolien ne semble se dégager sur le territoire. Sauf évolution réglementaire majeure, l'implantation d'éoliennes sur le territoire apparaît donc très complexe.
On peut donc considérer que le potentiel éolien de la CU est négligeable.

8.6. Potentiel de méthanisation

Méthodologie

La filière méthanisation a été étudiée dans le détail en 2018 dans le cadre d'une étude réalisée par Solagro pour le SDE76. L'étude s'intitule *Étude de gisement pour des projets d'unité de méthanisation*. Dans le cadre du Schéma Directeur des Énergies, l'équipe projet a bénéficié d'une présentation des résultats de cette étude par Jérémie PRIAROLLO, Responsable Ingénierie Méthanisation, en charge de cette étude chez Solagro. Cette rencontre a donné suite à un partage des données de l'étude sur le périmètre de la nouvelle Communauté urbaine.

On synthétise ici la méthodologie employée et les résultats obtenus pour le territoire de la Communauté urbaine. Le rapport complet de Solagro, dont on recommande la lecture pour plus de détails, est disponible dans le cadre des données collectées pour le Schéma Directeur des Énergies.

Il convient de noter que la méthanisation est étudiée en tant que filière de production d'énergie renouvelable et filière alternative de traitement de déchets. Le potentiel est déterminé à la maille commune pour l'horizon 2025 en tenant compte des filières suivantes :

- | Les ressources agricoles :
 - Déjections animales, fumier et lisier, bovins et équins,
 - Résidus de culture (paille et menue paille),
 - Cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) ;
- | Les biodéchets de la transformation agro-industrielle ;
- | Les biodéchets des collectivités et des ménages.

Le débouché énergétique principal retenu pour les potentiels identifiés est l'injection de biométhane dans les réseaux de gaz. Ce débouché bénéficie d'incitations financières : aide à l'investissement, tarifs d'obligation, complément de rémunération. De plus, ces projets de méthanisation en injection permettent la valorisation du réseau de gaz existant.

Résultats

À l'échelle du département, les ressources méthanisables se distinguent entre les territoires urbains et ruraux. Ainsi, sur le périmètre de la Communauté urbaine du Havre, et particulièrement de l'ex-CODAH, les biodéchets et les déchets issus de l'industrie agro-alimentaire représentent une part importante des intrants. Du côté des deux autres cantons de la Communauté urbaine, les intrants sont de nature agricole : résidus de cultures et déjections animales.

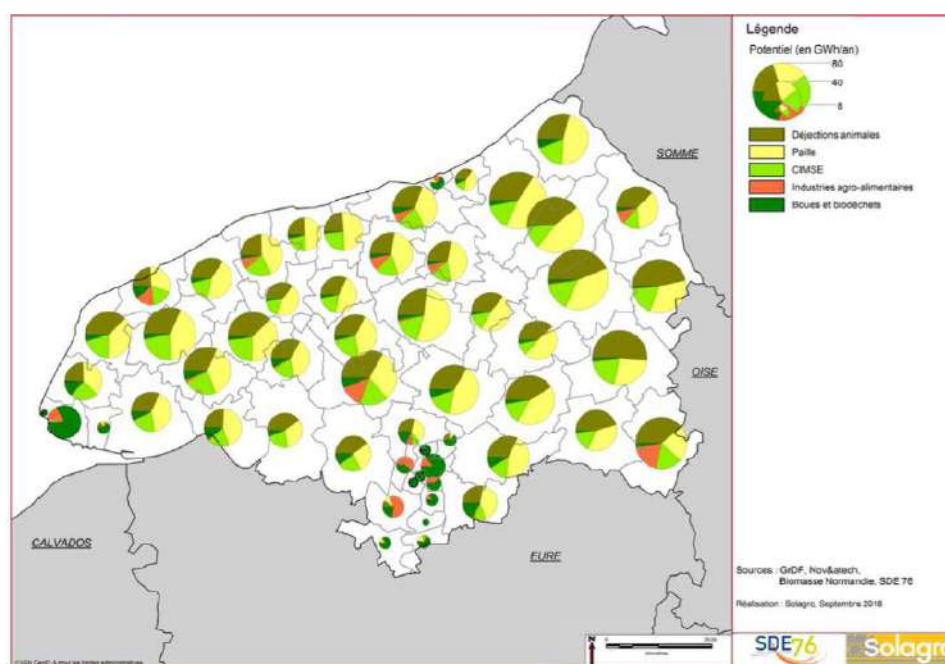


Figure 97 Potentiel de gisement méthanisable par canton en Seine-Maritime. Source : Solagro

Une analyse est réalisée sur les capacités du réseau de gaz à absorber les productions renouvelables locales. Le tracé en rouge correspond à des zones à forte capacité d'injection. C'est le cas autour du territoire de la Communauté urbaine. Cette analyse est croisée avec les potentiels de valorisation de biogaz et permet d'identifier sur le département 4 zones à forts enjeux pour le développement de projets de méthanisation. La Communauté urbaine est identifiée comme l'une de ces 4 zones :

- | Les ressources sont relativement importantes et concentrées sur les 3 cantons ;
- | Le réseau de gaz est en capacité d'accueillir des projets en injection sur la Communauté urbaine.

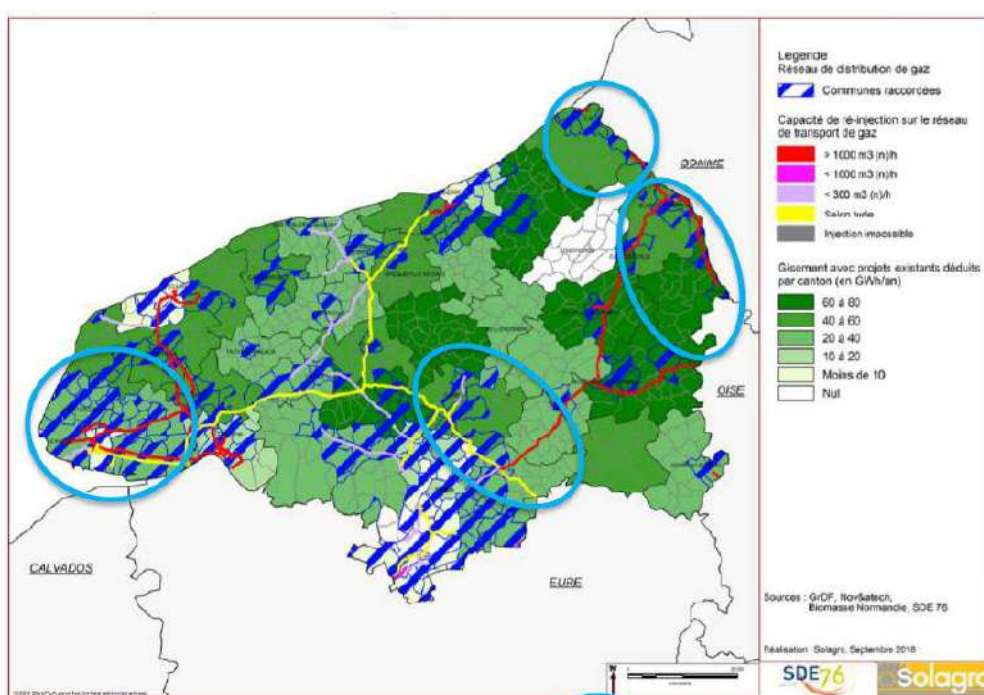


Figure 98 Cartographie des zones à enjeux pour la méthanisation en Seine-Maritime. Source : Solagro

Le potentiel de biogaz valorisable est estimé à 158 GWh pour l'horizon 2025. C'est l'équivalent d'environ 8 unités de méthanisation traitant 20 000 tonnes d'intrants.

On note que les intrants issus de la filière agricole sont dominants : résidus de culture, déjections animales et cultures intermédiaires. Les biodéchets des ménages représentent près du quart des intrants méthanisables du territoire et nécessitent d'organiser la collecte des biodéchets.

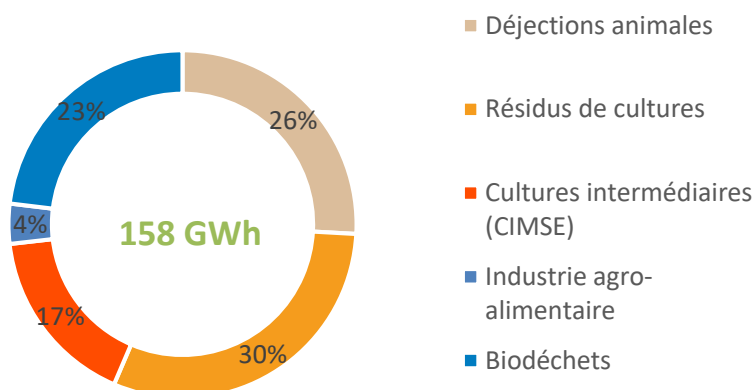


Figure 99 : Répartition du potentiel de méthanisation par filière d'intrants, périmètre de la Communauté urbaine du Havre

Cependant ce potentiel maximal est à considérer délicatement, car il ne tient pas compte de ce qui sera réalisable de manière certaine : des freins telles que la disponibilité du foncier, l'acceptabilité et les délais peuvent en effet ralentir voire bloquer le développement de la méthanisation sur le territoire.

8.7. Potentiel géothermique

La géothermie est une énergie renouvelable intéressante pour produire de la chaleur dédiée à un usage de chauffage dans les bâtiments. Pour cet usage de chauffage, il existe deux types de géothermie :

- | La géothermie basse énergie ($30^{\circ}\text{C} < T < 90^{\circ}\text{C}$).
- | La géothermie très basse énergie ($T < 30^{\circ}\text{C}$)

8.7.1. Géothermie basse énergie

Le présent diagnostic se base sur les conclusions établies dans le cadre du schéma directeur du réseau SECGO de Gonfreville l'Orcher (rapport ITherm Conseil) : « *La ressource géothermique n'est pas particulièrement intéressante en Seine Maritime. De plus, le fonctionnement actuel du réseau n'est pas adapté à l'utilisation d'une ressource géothermique pour les raisons suivantes :*

- | *Réchauffage des températures retour du réseau par la chaufferie G'DO ;*
- | *Débits primaires non adaptés aux besoins réels des abonnés ;*
- | *Pas de mise en cascade du réseau (tubes HT, tubes MT, tubes BT). »*

Ainsi, la géothermie n'a pas été retenue comme potentiel de verdissement des réseaux de chaleur du territoire.

8.7.2. Géothermie très basse énergie

En géothermie très basse énergie ($T < 30^{\circ}\text{C}$), la production de chaleur s'effectue à l'aide d'une pompe à chaleur qui prélève dans le sol l'énergie thermique. On l'appelle aussi géothermie de surface. Ce type de géothermie peut être envisagé sur des constructions neuves ou sur des bâtiments bénéficiant de rénovations lourdes (les conditions techniques d'adaptation du bâtiment étant importantes). Le potentiel peut ainsi être considéré comme illimité, il s'agit en revanche de considérer la concurrence possible avec les autres équipements de chauffage.

C'est pourquoi on propose d'approfondir cette possibilité d'approvisionnement énergétique dans la phase stratégie, tout en notant que ces projets représentent des investissements importants et que les ventes peinent à décoller en France depuis quelques années.

8.8. Indications sur la filière hydrogène

8.8.1. Éléments généraux sur la production de l'hydrogène

L'hydrogène est présent en faible quantité sur Terre. Il faut donc le produire à partir d'autres sources d'énergie primaires. Si l'hydrogène est souvent présenté comme un vecteur énergétique décarboné, son caractère « vert » dépend en fait de la manière dont il est produit.

Plusieurs technologies existent pour produire de l'hydrogène :

- | Aujourd'hui, l'hydrogène est majoritairement produit par **vaporeformage de méthane (SMR : Steam Methane Reforming)**²³. Cela consiste à chauffer du méthane (gaz naturel) et de l'eau pour obtenir du dihydrogène et du dioxyde de carbone. Ce procédé est émissif de gaz à effet de serre (10 kg CO₂/kg H₂) s'il n'est pas couplé à des technologies de captage du CO₂. L'hydrogène produit par SMR n'est donc pas décarboné. Dans le cas où cette production est couplée avec une technologie de captage de CO₂, on parle d'**hydrogène bas carbone**.
- | Une seconde méthode est l'**électrolyse de l'eau**. Elle consiste à décomposer les molécules d'eau à l'aide d'un courant électrique, pour produire du dihydrogène et du dioxygène. Ce mode de production n'émet pas directement de gaz à effet de serre, mais est très énergivore en électricité. La production d'hydrogène par électrolyse requiert donc une production d'**électricité** décarbonée pour que l'hydrogène soit **considéré comme renouvelable** (généralement par centrales éoliennes ou solaires).
 - La production d'hydrogène par électrolyse est prometteuse en raison de sa complémentarité avec une forte pénétration des énergies renouvelables intermittentes. En effet, les électrolyseurs pourraient apporter de la flexibilité au système électrique en adaptant leur fonctionnement aux conditions du système électrique (production solaire ou éolienne et consommation électrique). Ils permettraient ainsi d'intégrer une part plus importante d'énergies renouvelables intermittentes au réseau électrique. On parle de *power-to-gas* ou plus largement de *sector-coupling* (couplage des systèmes électriques, gaziers, hydrogène etc.).
- | Il existe une multitude d'autres procédés industriels (gazéification, fermentation par exemple) de production d'hydrogène à partir d'hydrocarbures, de charbon ou de biomasse. Ces moyens de production ne sont pour l'instant privilégiés ni dans les écrits et ni dans la pratique.
- | L'hydrogène peut enfin être obtenu comme coproduit d'autres procédés chimiques (fabrication de chlore par exemple). Cette production ne présente cependant pas d'enjeu crucial, car elle n'a pas vocation évoluer et présente un potentiel de développement limité.

Aujourd'hui, l'électrolyse est encore très peu utilisée, en raison de ses coûts élevés (4 à 6 €/kg²⁴, contre 1,5-2,5€/kg pour l'hydrogène produit par SMR sans CCS). En France, **94% de l'hydrogène est encore produit à partir d'énergies fossiles**²⁴. La production d'hydrogène est responsable de **2 à 3% des émissions nationales**²⁵. Néanmoins, la production d'hydrogène par électrolyse est en plein développement et ses coûts de production pourraient baisser de 2 à 3€/kg en 2028²⁴.

²³ IEA. *The Future of Hydrogen*. Juin 2019

²⁴ Ministère de la transition écologique et solidaire. *Plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique*. www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Plan_deploiement_hydrogene.pdf.

²⁵ RTE, La transition vers un hydrogène bas carbone, Janvier 2020. www.rte-france.com/sites/default/files/rapport_hydrogene_vf_2.pdf

La Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole s'inscrit dans la démarche de la Région Normandie qui, dans son plan « Normandie hydrogène », s'engage à accélérer la transition énergétique normande et la décarbonation de l'économie et à constituer une filière industrielle d'avenir. En effet, la Normandie, région industrielle de premier plan, souhaite capitaliser sur ses potentiels (tissu industriel dense, projets fluviaux nombreux et forts enjeux de mobilité) afin d'être pionnière dans le développement de cette filière sur son territoire et d'envisager l'atteinte d'un équilibre économique favorable à une transition énergétique rapide.

8.8.2. Utiliser l'hydrogène pour décarboner la mobilité

Il existe aujourd'hui plusieurs types de véhicules à hydrogène : voitures particulières, véhicules utilitaires légers, bus, camions, trains, vélos, bennes à ordures, etc. La maturité des technologies hydrogène est à des stades variables pour tous ces véhicules : des voitures particulières sont par exemple déjà disponibles à la vente, alors que les camions sont encore plutôt au stade de prototype.

GÉNÉRALITÉS SUR LA MOBILITÉ HYDROGÈNE

Tous les véhicules à hydrogène sont constitués des quatre mêmes constituants principaux : un ou plusieurs **réservoirs**, une **pile à combustible**, une **batterie** et un **moteur électrique**. En ce sens, un véhicule à hydrogène est un véhicule électrique qui produit son électricité à bord avec de l'hydrogène. Nous nous proposons d'apporter des précisions aux constituants principaux avant de voir comment l'hydrogène peut être utilisé pour décarboner la mobilité du territoire de la Communauté urbaine.

- | Le **réservoir** : l'hydrogène a une masse volumique bien moins importante par rapport aux carburant automobiles. Il doit donc être comprimé et le réservoir conçu pour supporter des pressions extrêmes. La dangerosité de l'hydrogène est à nuancer. Même s'il est extrêmement inflammable et explosif, la volatilité de la molécule rend difficile l'accumulation de nappes explosives
- | La **pile à combustible** combine l'hydrogène avec l'oxygène de l'air pour former de l'eau, ce processus produit un courant électrique ainsi que de la chaleur. C'est l'élément qui explique le coût élevé des véhicules à hydrogène, notamment à cause de matériaux sophistiqués ainsi que de faibles volumes de fabrication. Une réduction du prix est à prévoir dans les années à venir
- | La **batterie** : L'électricité produite est stockée dans une batterie de petite taille. Elle stocke transitoirement l'électricité entre la pile à combustible et le moteur électrique. Pour le cas spécifique d'un véhicule électrique à prolongateur d'autonomie à hydrogène, la batterie est grande. Une pile à combustible et un réservoir à hydrogène de petites tailles sont ajoutés pour augmenter l'autonomie du véhicule.
- | Le **moteur électrique** est similaire au moteur d'un véhicule électrique classique

Ces principaux composants sont représentés dans la Figure 100 ci-dessous.

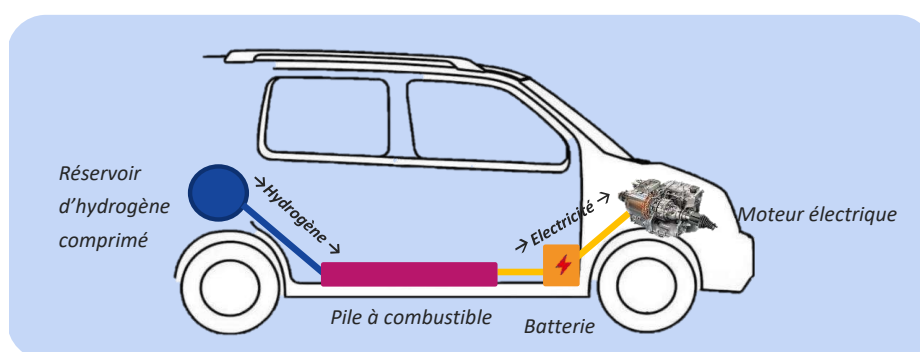


Figure 100 - Principaux composants d'un véhicule à hydrogène

L'ÉCOSYSTÈME HYDROGÈNE SUR LE TERRITOIRE DU HAVRE

Certaines dynamiques sont aujourd'hui en cours en Normandie pour développer un écosystème hydrogène, mais les évolutions récentes du contexte économique ont conduit à mettre certains projets en standby :

- | Une station de distribution a été installée au Havre dans le cadre du projet régional **EasyMob**
- | Le projet **HYNAMICS**, initialement prévu pour 2024, devait être constitué d'un **site de production par électrolyse** sur le site de la CIM du Havre, dépôt pétrolier dans la zone du port (2 MW en 2024, 4 MW en 2026 puis 6 MW en 2030) et de **3 points de distribution** (2 sur le port et 1 sur le site de dépôt de bus de Transdev pour des usages urbains et portuaires). Ce projet, d'un coût estimé de **9,5 M€ pour le Havre Seine Métropole** (dont 2 M€ d'aide demandée) et **15,7 M€ pour le projet total HYNAMICS** (dont 5,4 M€ d'aide demandée), est toutefois suspendu depuis 2023 pour trois ans. Les usages envisagés étaient les suivants :
 - Usages de **mobilité « urbaine »** : bus et bennes à ordures
 - Usages de **mobilité portuaire** au sens large : flottes captives, manutention portuaire, mobilité fluviale en particulier
 - Usages **stationnaires** : électrification des quais du port

Malgré ce ralentissement temporaire, le sujet de l'hydrogène est bien présent en Seine-Maritime et nous présentons ci-dessous quelques exemples :

- **Port-Jérôme-sur-Seine** possède une usine de production d'H2 vert
- **Air Liquide** est un acteur industriel clef de l'hydrogène dans le monde et développe un écosystème autour de lui sur le territoire
- Caux Seine Agglo veut implanter sur son territoire un plateau technique dédié à l'hydrogène appelée **H2 académique** (formation sur l'hydrogène intégrée aux parcours existants)

8.9. Synthèse des potentiels ENR&R

Le **potentiel de production d'électricité renouvelable est important** sur la Communauté urbaine. Si la filière éolienne terrestre ne peut pas se développer sur la zone de servitude militaire du Havre, la filière de l'éolien offshore représente un gisement potentiel très important. La mobilisation de l'ensemble du potentiel est une réelle opportunité qui permettrait à la Communauté urbaine de satisfaire 1,2 fois sa consommation actuelle ou 3 fois sa consommation hors industrie. Cette filière a fort potentiel au large du territoire est également un enjeu stratégique à l'échelle nationale. Les concertations sont en cours pour définir les modalités de raccordement avec une possibilité d'atterrage sur le territoire de la Communauté Urbaine.

Le **bois** est un gisement intéressant mais **déjà fortement sollicité** sur la Communauté urbaine. La capacité de production locale, bien que non encore totalement mobilisée, est inférieure à la consommation actuelle locale, ce qui signifie que l'approvisionnement se fait probablement au-delà du périmètre « raisonnable » défini autour de la Communauté urbaine (75 km).

Les **potentiels de récupération de chaleur fatale industrielle** sont élevés et permettent d'envisager le verdissement puis l'extension des réseaux de chaleur actuels. Il faut pour cela travailler à des partenariats avec les industriels.

Le **potentiel de biogaz** est un gisement existant sur la Communauté urbaine, il atteint près de 160 GWh, soit l'équivalent de 8 unités de méthanisation ou encore 11% de la consommation du territoire hors industrie. Ce gisement est peu encore valorisé à ce jour.

Il convient de noter que la production renouvelable liée à la filière offshore est affectée par convention au territoire de la Communauté urbaine du fait de l'opportunité de raccordement sur un poste électrique du territoire. Cette opportunité pourrait permettre d'accroître l'acceptabilité des projets de raccordement par les communes qui accueillent et par le grand public.

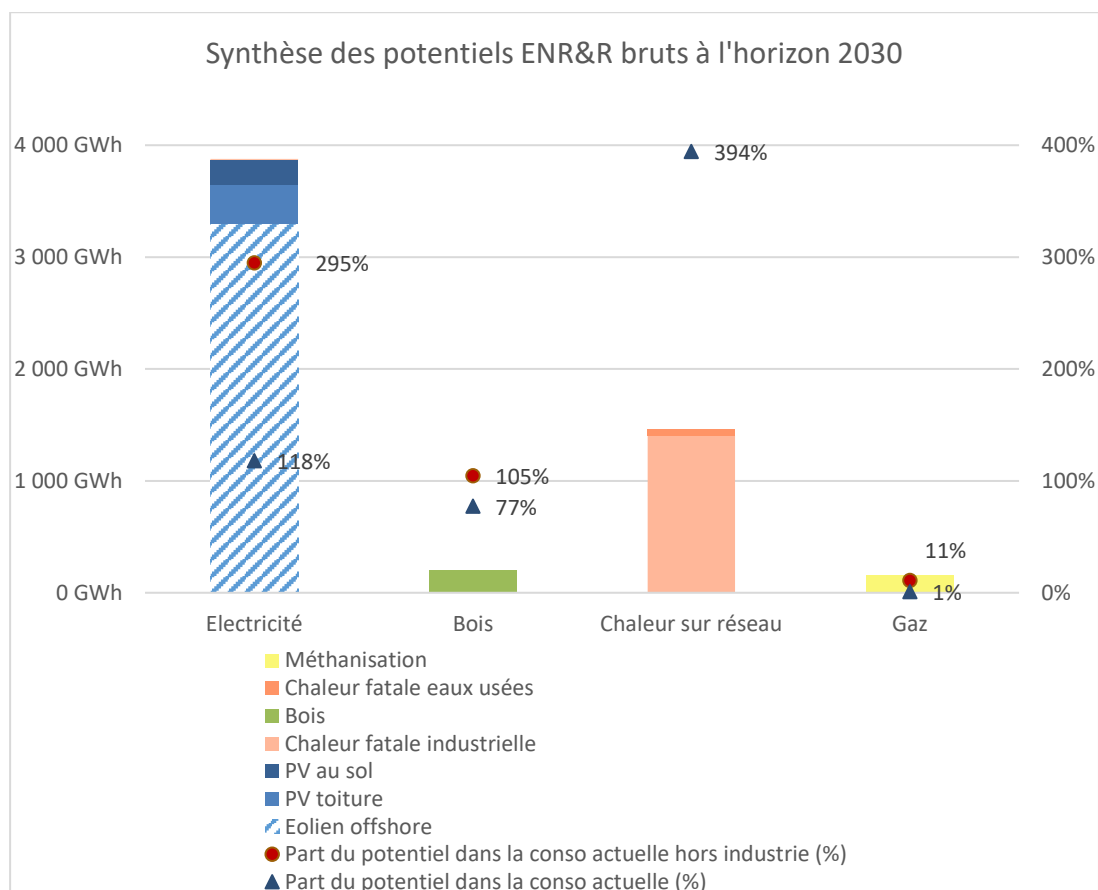


Figure 101 - Synthèse des potentiels ENR&R bruts à l'horizon 2030

9. Conclusion

L'objectif de cette partie est de proposer une synthèse du diagnostic relatif au SDE puis de préparer le questionnement prospectif (la phase stratégie) en identifiant des premières pistes d'actions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Pour cela, on propose de mener l'analyse en 2 axes :

- 1) Réduire les consommations énergétiques du territoire
- 2) Décarboner les énergies consommées sur le territoire

9.1. Principaux messages clés du diagnostic relatif au SDE

Le diagnostic a permis de mettre en évidence des caractéristiques propres au territoire du Havre Seine Métropole du point de vue de la consommation, de la production et des réseaux énergétiques. Les principaux points sont précisés ci-dessous.

Message clé n°1 : Le territoire présente une activité industrialo-portuaire très consommatrice d'énergie et émettrice de GES

- | La zone industrialo-portuaire représente 75% des consommations d'énergie finale du territoire, avec une dominante gaz très marquée
- | Le transport non routier, principalement maritime, est très consommateur également (produits pétroliers principalement), sa consommation d'énergie est équivalente à celle du transport routier sur le territoire

Message clé n°2 : Le secteur des transports routiers représente une part importante des consommations

- | Le transport de personnes émet de façon importante du fait du recours massif à la voiture, y compris pour les trajets de moins de 3km (où la part de la voiture est de 38 %)
- | Le transport de marchandises a une composante importante également, avec un recours quasi exclusif à des carburants pétroliers

Message clé n°3 : Le secteur résidentiel utilise une part importante de gaz et ses consommations sont plus élevées que la moyenne française

- | 54% des résidences principales chauffées au gaz
- | Un parc de logements relativement **ancien**, avec une dynamique de rénovation
- | 8500 logements chauffés au fioul

Message clé n°4 : Le secteur tertiaire est assez présent sur le territoire, avec une activité marquée dans le sous-secteur des transports

- | Ce secteur est marqué par une **activité dans le domaine des transports** (infrastructures & entreprises de transport), c'est le sous-secteur le plus consommateur, suivi des bureaux et commerces.
- | Le tertiaire à **dominante publique** consomme des énergies plus carbonées que le tertiaire à dominante privée
- | **L'électricité** représente une part des consommations notable (56%, soit une proportion plus élevée que celle des autres secteurs)

Message clé n°5 : Le mix énergétique est dominé par les produits pétroliers et le gaz naturel, qui occupe une place centrale sur le territoire.

- | L'électricité est la 3^{ème} énergie consommée
- | Le chauffage urbain, actuellement peu présent dans le mix, se développe avec le projet d'extension de RésOcéane
- | Une petite part du mix global est encore constitué de fioul

- | Le bois est une ressource déjà fortement sollicitée sur le territoire. On peut noter une dynamique existante pour le développement de haies bocagères sur le territoire (partenariat en cours avec CUMA Énergies & Territoire et l'association EDEN).

Message clé n°6 : Le taux d'énergie renouvelable produit sur le territoire est très faible (1% de la consommation).

- | La chaleur renouvelable et de récupération est produite sur le site de SEMEDI (valorisation de déchets) ainsi que sur le réseau de chaleur SECGO (centrale biomasse).
- | L'électricité renouvelable provient des installations de PV du territoire (13 GWh)

Bien que l'industrie concentre la majorité des émissions du territoire, les autres secteurs d'activités représentent des consommations d'énergie importantes et contribuent à ce titre aux émissions de GES locales, de façon aussi importante que sur d'autres territoires français. Ces secteurs sont donc **à intégrer pleinement dans la démarche de transition énergétique de la Communauté urbaine.**

9.2. Propositions de pistes d'actions

9.2.1. Secteur industriel

Objectifs de la SNBC : baisse de 15% de la consommation à horizon 2030 et de 20% à horizon 2050 par rapport à 2015

- Actuellement : baisse de 30% entre 2015 et 2018 (sur le périmètre industrie hors branche énergie)

Objectifs du PCAET :

- Baisse de 36% de la consommation d'énergie finale en 2040 par rapport à 2012
- Baisse de 66% des émissions de gaz à effet de serre en 2040 par rapport à 2005

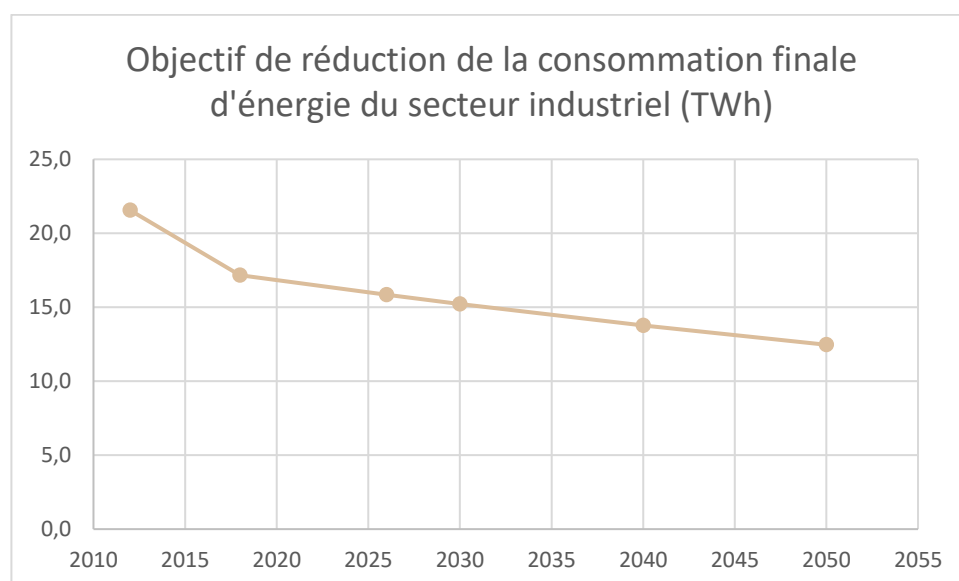


Figure 102 – Objectif de réduction de la consommation finale d'énergie du secteur industriel

La réduction des consommations industrielles via des actions d'efficacité énergétique (tout en maintenant l'activité et les emplois au sein du territoire) devra être menée spécifiquement pour chaque branche d'activité.

Les **principales pistes de réduction des consommations d'énergie du secteur industriel** sont :

- La baisse de la consommation finale de l'industrie de 3%. Cette évolution tendancielle est (selon le scénario tendanciel des Futurs énergétiques de l'ADEME) due à la baisse des volumes produits ;
- L'électrification des procédés industriels à hauteur de 18% de la consommation d'énergie fossile (hors raffineries et Yara).

La mise en place des systèmes de management de l'énergie qui permet une réduction de 10% de la consommation énergétique pour 50% des industriels présents dans la ZIP (hors valorisation de chaleur fatale). La Communauté urbaine a un rôle à jouer en matière d'accompagnement sur **l'écologie industrielle et territoriale**. On donne pour exemple deux axes d'accompagnement :

- | **Valorisation de la chaleur fatale** des industries de la zone industrielle (fort potentiel identifié : 1,4 TWh). Cette chaleur fatale peut alimenter les **réseaux de chaleur urbaine** (notamment RésOcéane) pour aider à décarboner le secteur du bâtiment ou les autres activités industrielles.
- | Accompagner les actions en cours de **diminution des émissions de CO₂** de la zone industrielle, notamment via la technologie de captage et stockage de carbone (CCUS) en sortie de combustion (fort potentiel). Ces procédés sont gourmands en énergie (chaleur) et il pourrait être intéressant de profiter de la chaleur fatale pour les alimenter.

La diminution de la consommation d'énergie finale, la décarbonation des sources d'énergie utilisées et les efforts en matière de captation de CO₂ doivent permettre de diminuer sensiblement les émissions de gaz à effet de serre du secteur industriel du territoire d'ici à 2040 (cf. figure ci-dessous).

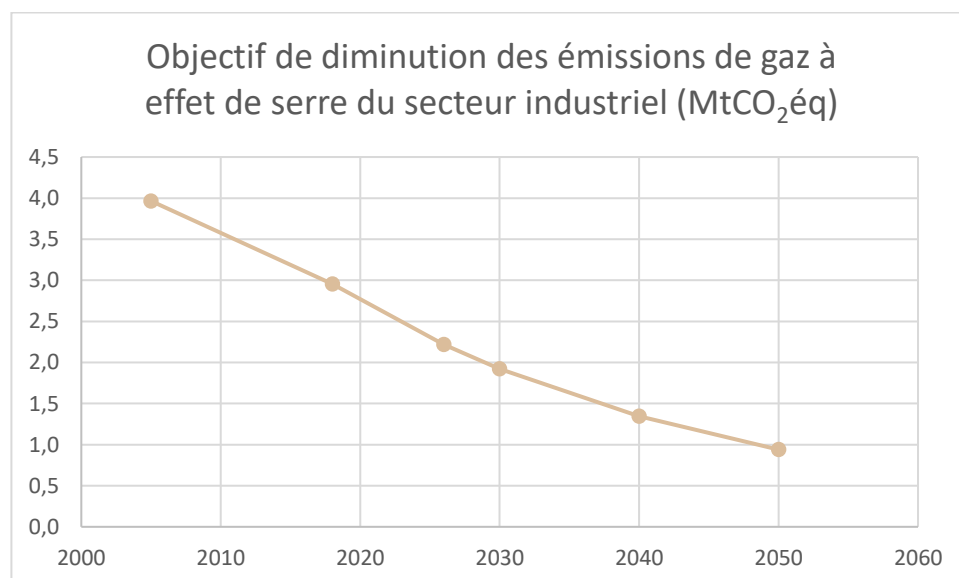


Figure 103 – Objectif de diminution des émissions de gaz à effet de serre du secteur industriel

9.2.2. Secteur transports

Objectifs de la SNBC : baisse de 20% de la consommation à horizon 2030 et de 60% à horizon 2050 par rapport à 2015

- Actuellement : baisse de 2,5% entre 2015 et 2018

Objectifs du PCAET :

- Baisse de 39% de la consommation d'énergie finale en 2040 par rapport à 2012
- Baisse de 75% des émissions de gaz à effet de serre en 2040 par rapport à 2005

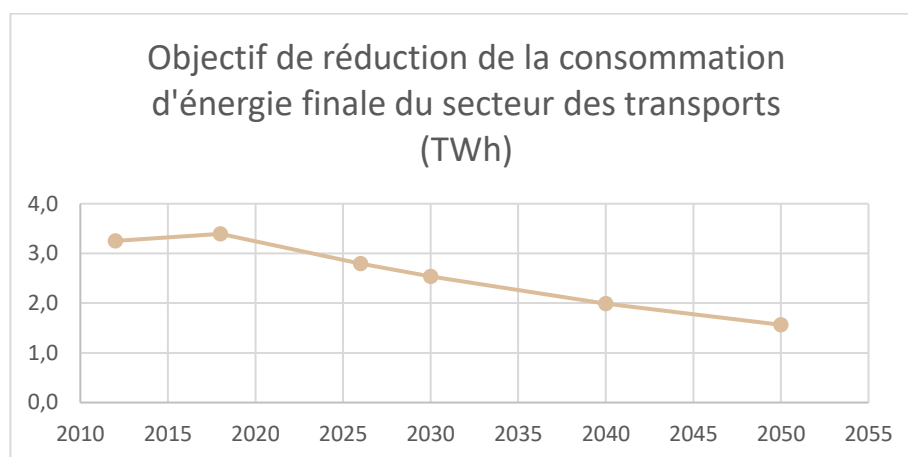


Figure 104 – Objectif de réduction de la consommation d'énergie finale du secteur des transports

Du côté du transport routier, les actions suivantes peuvent être préconisées :

- | Favoriser le **report modal** vers des mobilités douces en menant des actions de sensibilisation pour inciter le report modal : poursuivre le développement des transports en commun et des pistes cyclables, réduire la vitesse dans les espaces urbains à 30km/h. Le PDU en cours d'élaboration est un outil indispensable pour avancer sur ce levier d'action.
- | **Diminuer les déplacements en voiture** : en augmentant par exemple le taux de remplissage des véhicules via le développement d'aires de covoiturage et de voies réservées aux véhicules ayant plus d'un passager, en développant le recours au télétravail
- | **Promouvoir les mobilités alternatives** pour réduire les émissions. Un appel à manifestation d'intérêt pour le développement des IRVE est en cours sur le territoire.

Du côté du transport non routier, les **actions seront à concentrer principalement sur le port** :

- | Permettre le **raccordement électrique des navires à quai** pour limiter l'utilisation des moteurs thermiques lors des escales (« escales zéro fumée »). Les travaux sur le terminal croisière ont débuté en février 2024 et permettront dès 2026 d'éviter l'émission de 15 000 à 20 000 tonnes de CO₂ par an.
- | **Décarboner les carburants** des navires
- | Décarboner les motorisations des remorqueurs, des camions accédant aux terminaux et des engins de manutention
- | Accompagner les actions de développement durable du port. Le Havre a contribué à la mise en place de l'ESI, un index environnemental pour favoriser les navires performants.

La diminution de la consommation d'énergie finale et la décarbonation des sources d'énergie utilisées doivent permettre de diminuer sensiblement les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports du territoire d'ici à 2040 (cf. figure ci-dessous).

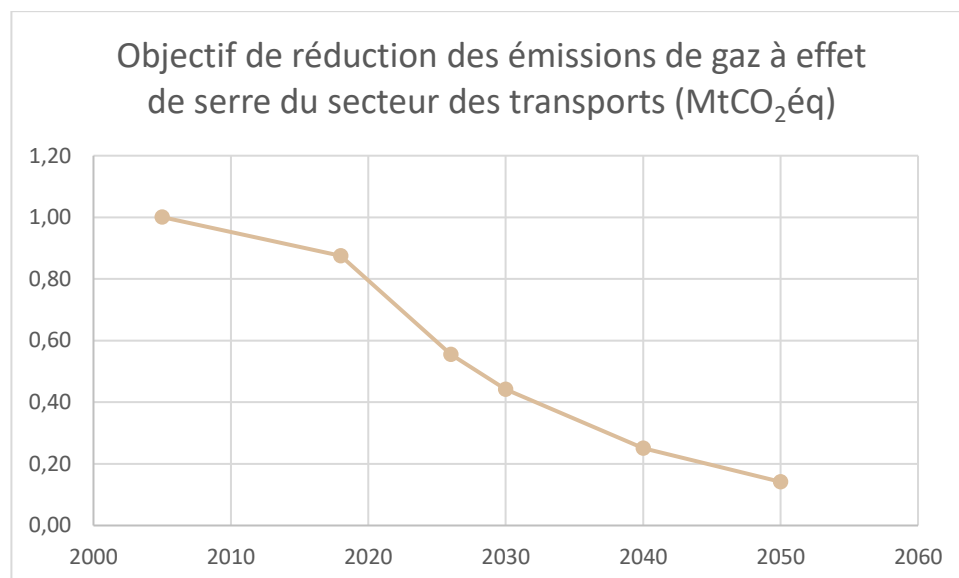


Figure 105 – Objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports (MtCO₂éq)

9.2.3. Réduire les consommations du bâtiment

Objectifs de la SNBC :

- Résidentiel : baisse de 23% de la consommation à horizon 2030 et de 40% à horizon 2050 par rapport à 2015
 - Actuellement : baisse de 0.2% entre 2015 et 2018
- Tertiaire : baisse de 20% de la consommation à horizon 2030 et de 42% à horizon 2050 par rapport à 2015
 - Actuellement : augmentation de 3% entre 2015 et 2018

Objectif SRADET : élimination des passoires thermiques d'ici à 2030

Objectifs du PCAET :

- Résidentiel :
 - Baisse de 38 % de la consommation d'énergie finale en 2040 par rapport à 2012
 - Baisse de 80% des émissions de gaz à effet de serre en 2040 par rapport à 2005
- Tertiaire :
 - Baisse de 39% de la consommation d'énergie finale en 2040 par rapport à 2018 (*données 2012 couvertes par le secret statistique*)
 - Baisse de 77% des émissions de gaz à effet de serre en 2040 par rapport à 2005

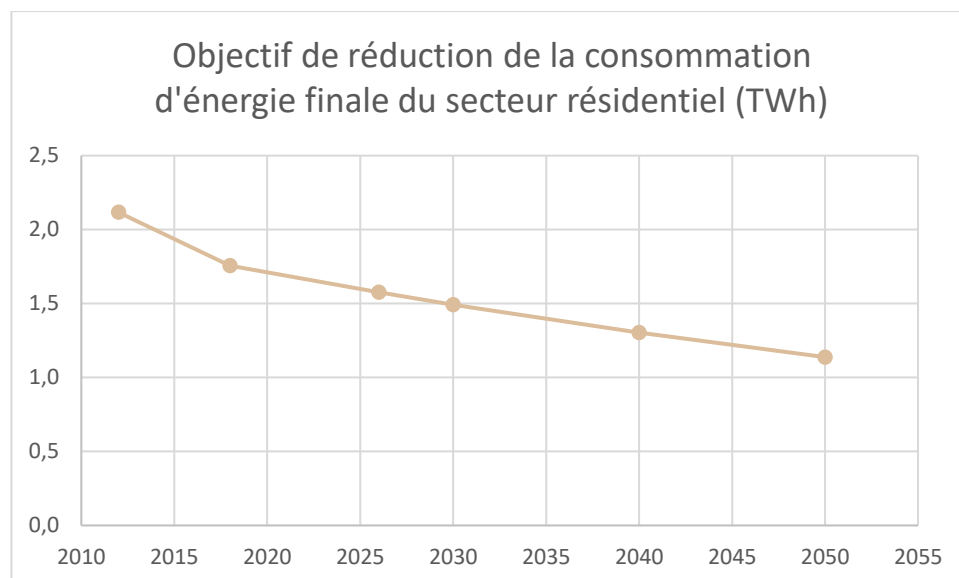


Figure 106 – Objectif de réduction de la consommation d'énergie finale du secteur résidentiel

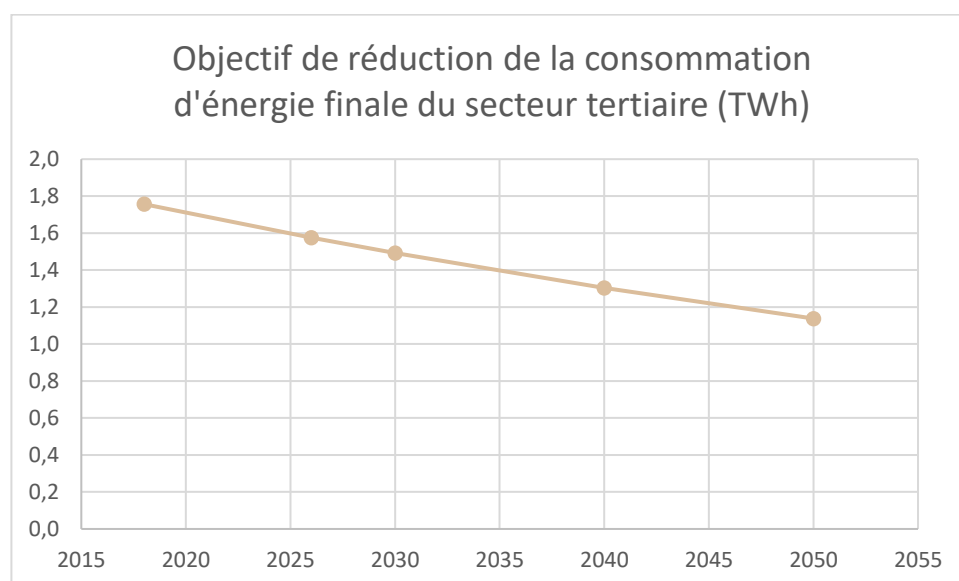


Figure 107 – Objectif de réduction de la consommation d'énergie finale du secteur tertiaire

Trois leviers principaux ont été identifiés pour réduire les consommations du bâtiment à l'échelle de la Communauté urbaine :

- | **Poursuivre la rénovation thermique des bâtiments**, à commencer par le parc le plus ancien ;
- | Mener des actions de sensibilisation à la **sobriété énergétique** auprès des entreprises et des ménages, en s'appuyant notamment sur des réseaux existants (exemple du défi Familles à Energie Positive mené dans le précédent plan climat) ;
- | Recourir à des solutions **de gestion énergétique des bâtiments** : GTB pour le tertiaire, thermostats pour le chauffage.

9.2.4. Décarboner les énergies consommées

Objectifs du SRADDET (horizon 2030) et de la PPE (horizon 2028) :

- 32% d'ENR&R dans le mix de production global en 2030
- 28% d'électricité renouvelable en 2028
- 10% de gaz renouvelable en 2028
- Tout réseau de chaleur devra être alimenté par au moins 50% d'ENR&R d'ici à 2030
- Sortie du fioul à horizon 2030

Objectifs du PCAET :

- Quadrupler la production d'énergie renouvelable et de récupération du territoire en 2040 par rapport à 2018

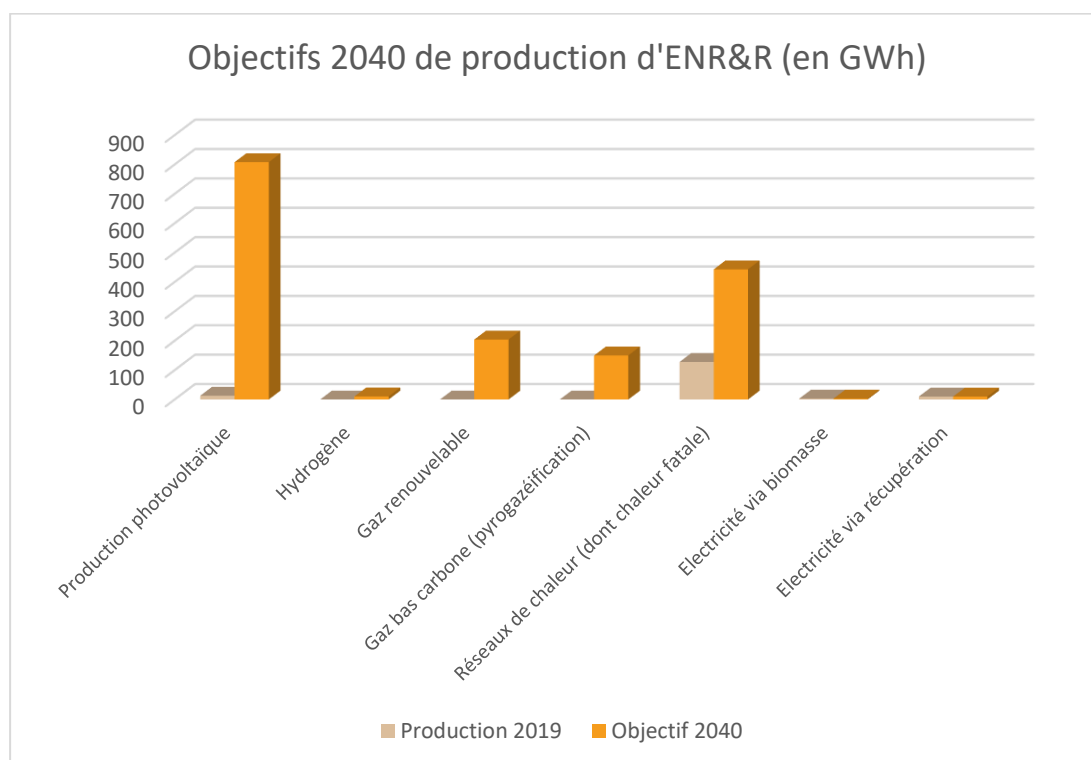


Figure 108 – Objectif 2040 de production d'énergie renouvelable et de récupération

Les leviers principaux identifiés sont :

- | Inciter la production d'électricité renouvelable via notamment le photovoltaïque sur toiture et sur ombrières de parkings.
- | **Décarboner les réseaux de chaleur** existants avant de les étendre, via par exemple la valorisation de la chaleur fatale des industriels.
- | Accompagner le verdissement des réseaux de gaz via des projets de méthanisation sur le territoire (potentiel de production de 160 GWh de gaz) : les débouchés en consommation de gaz sont très importants sur le territoire.
- | Remplacer les bâtiments actuellement chauffés au fioul (8500 logements restants). Des dynamiques sont en cours, la Communauté urbaine et GRDF accompagnent les ménages qui souhaitent passer d'un chauffage fioul à un chauffage gaz. De même, Enedis propose de faciliter les conversions vers la géothermie.

10. Annexes

10.1. Prix des énergies

Le prix des énergies est basé sur différentes sources : EUROSTAT, PEGASE (SOeS), Ministère du Développement Durable, exploitants Communauté urbaine. Les prix pour les secteurs économiques (tertiaire, industrie et agriculture) sont hors taxes, tandis que les prix pour les secteurs résidentiel et transport incluent les taxes.

| Energie | Secteur | 2019 |
|-------------------------|--------------------------|-------|
| Électricité | Résidentiel | 191.3 |
| | Secteurs économiques | 95 |
| | Transport | 95 |
| Gaz Naturel | Résidentiel | 83.9 |
| | Secteurs économiques | 36.8 |
| | Transport | 36.8 |
| Bois | Résidentiel | 42.2 |
| | Secteurs économiques | 23.6 |
| Fioul | Résidentiel | 99.1 |
| | Secteurs économiques | 54.5 |
| Gazole - Essence | Transport - marchandises | 60.6 |
| | Transport - voyageurs | 154.8 |
| Chauffage Urbain | Résidentiel | 66.3 |
| | Secteurs économiques | 56.2 |

Tableau 9 - Prix des énergies en €/MWh

10.2. Bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre à partir du diagnostic énergétique

10.2.1. Périmètre

Dans cette annexe, le bilan réalisé est différent du bilan présenté dans le chapitre 2. Le périmètre d'étude portant **uniquement sur les « émissions énergétiques »**, dites émissions directes. C'est-à-dire les émissions associées aux scope 1 et 2 (selon la définition de l'ADEME) :

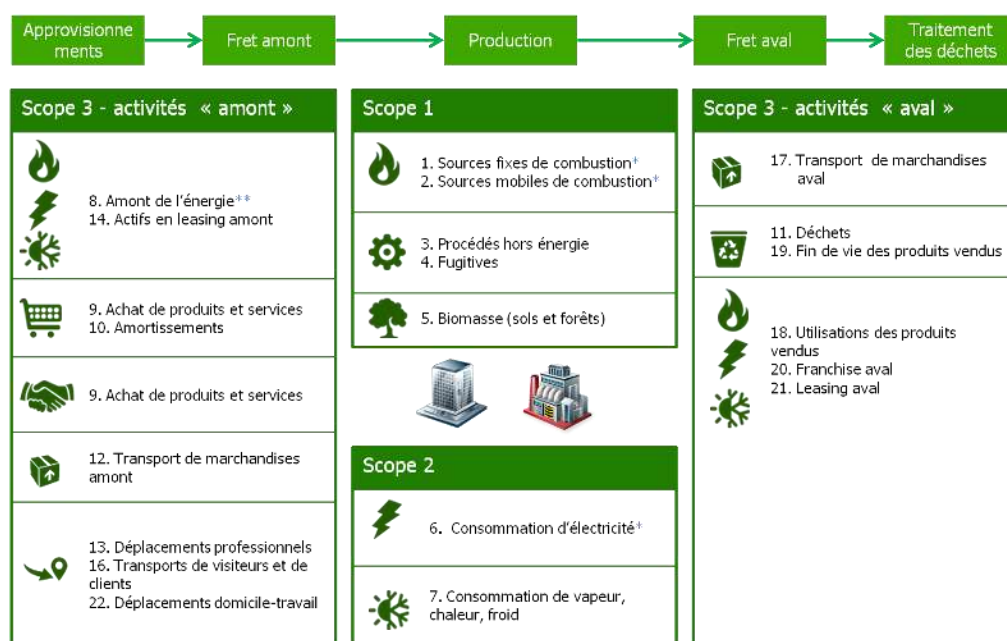
- | (1) sources fixes de combustion
- | (2) sources mobiles de combustion
- | (3) procédés hors énergie
- | (4) fugitives
- | (5) biomasse (forêt et sols)
- | (6) consommations d'électricité
- | (7) consommation de vapeur, chaleur, froid

Figure 109

Pour information, sur les émissions directes de GES en France, les émissions non énergétiques (épandage d'engrais, fermentation entérique des vaches, émissions fugitives de l'industrie, mise en décharge des déchets) représentent environ 20% des émissions totales, et sont principalement portées par le secteur agricole.

Les émissions de GES sont exprimées en grammes équivalent CO₂ (ou tonnes équivalent CO₂, teq. CO₂), c'est-à-dire que les émissions des gaz à effet de serre sont « convertis » en CO₂, par un facteur permettant de prendre en compte la différence de pouvoir de réchauffement des différents gaz.

Ces facteurs d'émissions proviennent principalement de la base carbone ADEME, et sont détaillés dans le Tableau 10.



* Utiliser uniquement la part combustion des facteurs d'émissions
 ** Utiliser uniquement la part amont des facteurs d'émissions

Figure 109 - Catégories de la Base Carbone ADEME (source : base Carbone ADEME)

Ce bilan a été réalisé en prenant en compte toutes les émissions énergétiques directes de GES effectuées sur le territoire de la communauté urbaine, incluant ainsi la branche énergie (y compris le raffinage de pétrole et le stockage de produits pétroliers) et la production d'électricité, de chaleur et de froid.

10.2.2. Facteurs d'émissions des énergies

Les facteurs d'émissions des différentes énergies proviennent de la base carbone de l'ADEME.

Les émissions de la phase amont (scope 3) ne sont pas prises en compte. Ces émissions indirectes correspondent par exemple à l'extraction des produits pétroliers.

Pour le chauffage urbain, le facteur d'émissions des réseaux est obtenu en faisant la moyenne des facteurs d'émissions des réseaux considérés sur la Communauté urbaine, pondérés par leurs consommations respectives. Ces facteurs d'émissions des énergies sont présentés dans le Tableau 10 ci-dessous.

| Energie | Facteurs d'émissions 2019 en gCO ₂ eq/kWh |
|------------------------------|--|
| Gaz (réseau) | 187 |
| Electricité (réseau) | 42 |
| Chaleur urbaine (RCU) | 223 |
| Bois et biomasse combustible | 19 |
| Fioul | 272 |
| GPL | 233 |
| Carburants | 254 |

Tableau 10 – Facteurs d'émissions des différentes énergies

10.2.3. Bilan des émissions énergétiques de GES

Les émissions énergétiques de GES de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole s'élève à **4.2 MtCO₂eq en 2019**. Le secteur industriel est le secteur le plus émetteur de CO₂ de la Communauté urbaine avec 70% des émissions de CO₂, mettant en évidence le lien entre consommation d'énergie finale à partir d'énergie fossile et émissions de CO₂. Le secteur des transports est très intense en émission car représente 21% des émissions, contre 15% de la consommation d'énergie finale du territoire. Ce secteur est plus intense en émission que les autres secteurs.

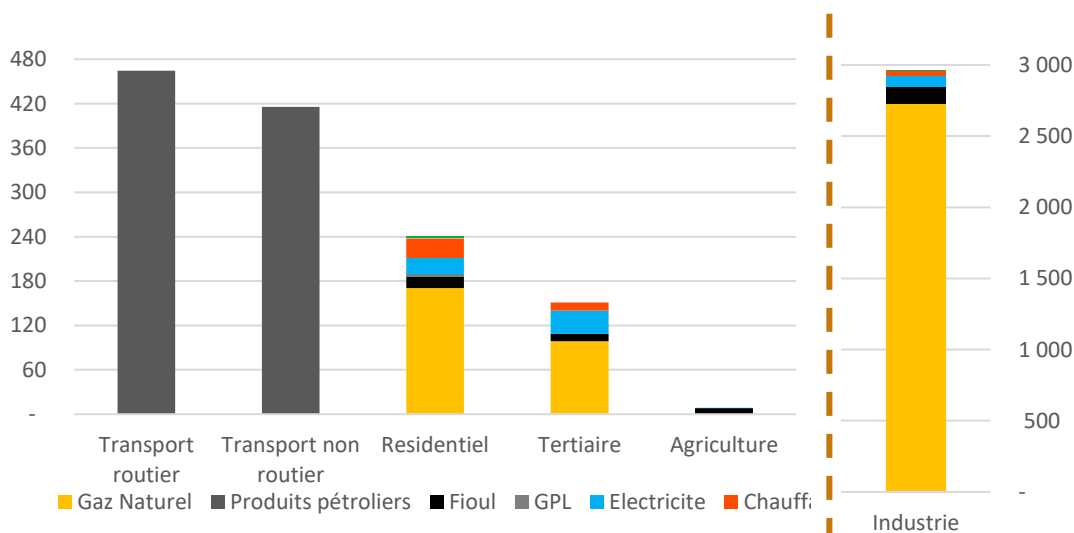


Figure 110 - Répartition des émissions énergétiques de Gaz à Effet de Serre par secteur d'activités, année 2019, en ktCO₂ équivalent

Le tableau ci-dessous présente les émissions de GES par secteur pour l'année 2019.

| Secteur | Emissions de GES (en MtCO ₂ eq) |
|---------------------------------|---|
| Résidentiel | 0.24 |
| Tertiaire | 0.15 |
| Transport routier | 0.46 |
| Autres transports | 0.42 |
| Agriculture | 0.008 |
| Industrie | 2.96 |
| <i>Industrie (hors énergie)</i> | 1.02 |

Tableau 11 - Tableau des consommations d'énergie finale par secteur d'activités, année 2019

Le tableau ci-dessous présente les émissions de GES par type d'énergie pour l'année 2019.

| Energie | Émissions de GES (en MtCO ₂ eq) |
|--|---|
| Gaz naturel | 3.0 |
| Électricité | 0.14 |
| Produits pétroliers (transport) | 0.88 |
| Chauffage Urbain | 0.07 |
| Bois | 0.004 |
| Autres | 0.15 |

Tableau 12 - Tableau des consommations d'énergie finale par type d'énergie, année 2019

10.3. Liste des acteurs consultés

- | SDE76, Patrick DE WIT
- | GRDF, Arnaud JAMARD
- | Enedis, Lionel DEHON
- | Antargaz, Cédric PELISSIER
- | Primagaz, Christian GOVIGNON
- | Resoceane, C NICOLAS
- | CRAM, Yoann HUON
- | CRAM, Sébastien BASSET
- | SDCMG, Laurie-Anne LE CLERC
- | SDCMG, Didier JOBIN
- | ATMO Normandie, Matthieu PRIMAUX
- | ATMO Normandie, Jérôme CORTINOVIS
- | Biomasse Normandie, Quentin GIFFARD
- | Synerzip, Bruno PETAT
- | Haropa Port, Natasha MASSU
- | Solagro via le SDE76, Jeremie PRIAROLLO
- | ADEME Normandie, Guillaume LEFRANCOIS

- | Région Normandie, Thierry BERTHAUX
- | DDTM, Caroline Lengrand
- | Chambre d'Agriculture 76, Valérie Genouville
- | AESN, Jérôme Ratiarson
- | AURH, Alix GUILLEMETTE
- | DDTM, Sophie DUPLESSY
- | DDTM, Stéphanie Lercier
- | DREAL, Nicolas Visage
- | Ville du Havre, Christophe Husser
- | Ville du Havre, Amélie Lemaire

10.4. Liste des données collectées

Les données collectées pour le diagnostic sont recensées dans le tableau Excel de suivi de la collecte des données joint au présent livrable.

10.5. Liste des actions menées par la CU et ses partenaires

La Communauté urbaine a publié un rapport sur le développement durable listant notamment les actions menées sur le territoire. Ce rapport est disponible en ligne : https://deliberations.lehavreseinemetropole.fr/docs/pv/2021-11-18/DELB_20210425-01.pdf. Il présente les principaux axes d'actions du territoire en matière de développement durable que sont :

- | *L'optimisation du réseau de **transport en commun** tant au niveau de la desserte, qu'au niveau de la performance des véhicules avec la mise en service de bus à énergie propre et l'extension du réseau de tramway avec la création d'une 3ème ligne ;*
- | *Le développement des modes doux ;*
- | *L'engagement dans un **système de management de l'énergie** (flotte de véhicules, bâtiments, éclairage public...) pour améliorer les performances énergétiques et diminuer les consommations énergétiques ;*
- | *La mise à disposition des communes d'un **conseiller en énergie** ;*
- | *La massification de la **rénovation énergétique** dans l'habitat ;*
 - La plateforme de la rénovation effectue chaque année 2500 prises de contact, par des ménages du territoire souhaitant un accompagnement technique, administratif et financier dans leur projet de travaux. Plus de détails se trouvent dans la section 4.3.2
- | *La mise en œuvre d'une politique ambitieuse d'**économie circulaire** via la prévention et la valorisation des déchets ; l'écologie industrielle et territoriale, le déploiement des circuits courts ;*
- | *Le soutien à l'**agriculture durable et périurbaine** ;*
- | *La protection des **ressources en eau**, des espaces naturels et de la biodiversité, la gestion écologique du parc de Rouelles et du parc du château de Gromesnil ;*
- | *La promotion de la **santé** et du **respect de l'environnement**.*

D'autres actions et démarches sont actuellement menées par la communauté urbaine comme :

- | **Le développement de la production locale de bois** : un partenariat avec la CUMA Haies'nergie et territoires ainsi que l'association EDEN a pour but de développer la ressource locale. Un potentiel de 2000 tonnes de bois est déjà identifié sur le territoire et permettra d'avoir à disposition de l'énergie décarbonée disponible supplémentaire. Plus de détails se trouvent dans la section 5.5
- | **La lutte contre la précarité énergétique** via des accompagnements à la rénovation des logements les plus consommateurs. Aussi, les gestionnaires des réseaux de distribution

d'électricité et de gaz mettent en place des aides afin de garantir un accès à l'énergie pour tous. Ces actions, détaillées dans la section 7.2.3, sont listées également ci-dessous.

- **Plateforme de la rénovation de LHSM** : cette plateforme réunit les dispositifs ANAH et Espace Info Energie, animés sur la Communauté urbaine depuis plus de 10 ans.
- **PACTE-15** : la démarche est menée par la Communauté urbaine (en partenariat avec AMORCE) et vise à accompagner les travaux de rénovation des logements fortement consommateurs d'énergie. Les zones de **Criquetot-l'Esneval** et de **Saint-Romain-de-Colbosc** sont ciblées par ce programme. [Lien vers l'article de la Communauté urbaine](#)
- **HelpRenov** : ce dispositif est piloté par Enedis. Il consiste à diagnostiquer les zones où la précarité énergétique est élevée grâce à l'outil GEODIP puis mobiliser des partenaires et des ressources pour accompagner les foyers précaires. Le programme inclut également la formation des services sociaux et des conseillers énergie, ainsi que la mise à disposition d'un outil d'estimation de la classe énergétique des logements.
- **Civigaz** : la démarche est engagée par GRDF et la FACE (Fondation Agir Contre l'Exclusion) sur l'année 2021-2022. Elle vise à prévenir les accidents domestiques au gaz, sensibiliser les habitants à la consommation d'énergie, détecter des situations de précarité et orienter vers des dispositifs et enfin favoriser l'insertion sociale et professionnelle des jeunes en service civique. Sur le périmètre de la Communauté urbaine, le programme a pour objectif de visiter 650 ménages (dont 350 en parc social).
- Une convention de partenariat pour la promotion du gaz naturel dans le cadre d'une rénovation performante et accessible de la copropriété privée et de la maison individuelle est en cours d'élaboration entre la Communauté urbaine et GRDF.
- Accompagnement du **CCAS de la Ville du Havre avec EDF** (dans le cadre du contrat de concession électricité de la Ville du Havre). Exemple : distribution de chèque énergie.
- Accompagnement des ménages dans la **conversion des chaudières fioul** (avec participation de GRDF quand il s'agit d'un passage en chaudière gaz)
- Engagements de **RESOCEANE**

| La réponse à la mission européenne « [100 villes neutres pour le climat et intelligentes d'ici à 2030](#) »

- | L'appui pour de futurs projets d'énergie renouvelable et de récupération
- Discussions en cours avec la STEP Edelweiss pour un projet photovoltaïque et un projet de méthanisation
 - Participation au débat public sur l'éolien offshore
 - Projet HYNAMICS pour le développement de l'écosystème hydrogène
 - Suivi des projets de chaleur renouvelable (Biosynergy, Total), de gaz renouvelable (Salamandre, LH Biogaz, Methan'up) et d'électricité renouvelable (photovoltaïque sur les sites d'HAVLOG et d'HAROPA)

10.6. Liste des indicateurs

Les indicateurs établis pour la réalisation du diagnostic climat air énergie sont les suivants :

- | Emissions annuelles de GES énergétique et non énergétique, par secteur, par sous-secteur, par énergie, par usage

- | Consommations annuelles d'énergie finale, par secteur, par sous-secteur, par énergie, par usage
- | Nombre de logements, par vecteur de chauffage et par âge de construction
- | Nombre d'employés par sous-secteur tertiaire
- | Nombre de déplacements par mode, par type de transport, par distance parcourue
- | Production annuelle d'énergie finale par énergie et par filière
- | Facture énergétique annuelle par secteur
- | Part des ménages en situation de précarité énergétique, à la maille IRIS

10.7. Méthodologie utilisée pour l'évaluation du potentiel en bois énergie pour la Communauté urbaine

PREMIÈRE ÉTAPE - ESTIMATION DES DISPONIBILITÉS NETTES PAR RÉGION

Dans cette première étape, il s'agit d'estimer, à l'échelle de chaque région, la disponibilité nette en bois, exploitée ou supplémentaire, valorisable en BE ou non. Ce travail est réalisé pour chaque type de ressource et chaque usage possible du bois. Les huit régions²⁶ considérées sont celles faisant partie d'un périmètre de 150 km autour de la Communauté urbaine : Basse-Normandie, Haute-Normandie, Nord-Pas-de-Calais, Picardie, Ile-de-France, Centre, Pays de la Loire et Bretagne.

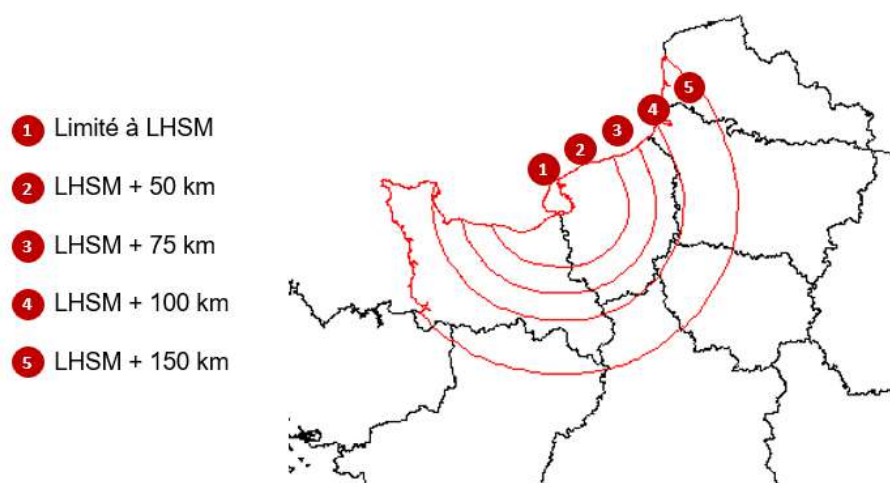


Figure 111 - Cartographie des périmètres d'approvisionnement pris en compte lors de l'étude du potentiel en Bois Energie pour le territoire de la CU

Cette première étape s'appuie sur de nombreux résultats obtenus dans l'étude réalisée en 2016 par l'ADEME (ADEME, *Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035*, 2016), estimant les ressources régionales en bois sur l'ensemble du territoire français, et en particulier le gisement BE. Le périmètre de l'étude réalisée par l'ADEME concerne uniquement les **ressources en bois rond provenant de l'exploitation forestière et potentiellement valorisables en BE**. Les disponibilités en Produits Connexes de Scierie (PCS) et bois de rebut sont issues de sources différentes, parmi lesquelles figure l'étude MAP 2009 (CEMAGREF, 2009). Cette section se propose de présenter les disponibilités nettes régionales prises en compte dans le cadre de cette étude, ainsi qu'un certain nombre de choix de modélisation effectuées.

²⁶ Les estimations fournies par les références sur lesquelles s'appuie notre étude sont disponibles suivant l'ancien découpage administratif des régions françaises. Nous avons décidé de conserver ce découpage.

Ressources primaires

Pour obtenir le gisement régional net exploitable de bois-énergie (hors DIB), l'ADEME procède d'après les étapes suivantes :

- | Définition d'un découpage
 - Par **type de ressources** : feuillus, populicole, résineux
 - Et par **usage du bois** (bois d'œuvre, bois-industrie/bois-énergie, menu-bois).
- | Pour chaque type de ressource, **estimation des disponibilités brutes et nettes en bois**
 - L'ADEME définit notamment plusieurs scénarii d'approvisionnement conduisant à des estimations légèrement différentes des disponibilités nettes en bois :
 - **Scénario tendanciel** : « sylviculture constante, simulant le maintien des pratiques de coupe actuelles »
 - **Scénario dynamique progressif** : « intensification globale de la gestion forestière, au travers de l'accroissement des surfaces actuellement traitées suivant les pratiques les plus dynamiques ».

Définition des usages du bois

Dans le rapport de l'ADEME, *Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035*, les usages sont définis de la manière suivante :

- | Le **Bois d'Œuvre (BO)** : « biomasse comprise dans la bille de pied et les surbilles de tige, jusqu'à la découpe bois d'œuvre, et dont la qualité autorise des usages bois d'œuvre »,
- | Le **Bois d'Industrie et Bois Energie (BIBE)** : « biomasse de la tige comprise entre la découpe BO et la découpe bois fort, biomasse de la tige de dimension BO mais dont l'usage potentiel ne peut être le BO en raison d'une qualité insuffisante, biomasse comprise dans les branches jusqu'à la découpe bois fort »,
- | Le **Menu Bois (MB)** : « biomasse de la tige et des branches comprise dans les bois de diamètre inférieur à 7 cm à leur plus grosse extrémité ».

Pour une meilleure compréhension du vocabulaire propre à la découpe du bois, le lecteur est invité à se référer au rapport de l'ADEME, *Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020*, publié en 2009.

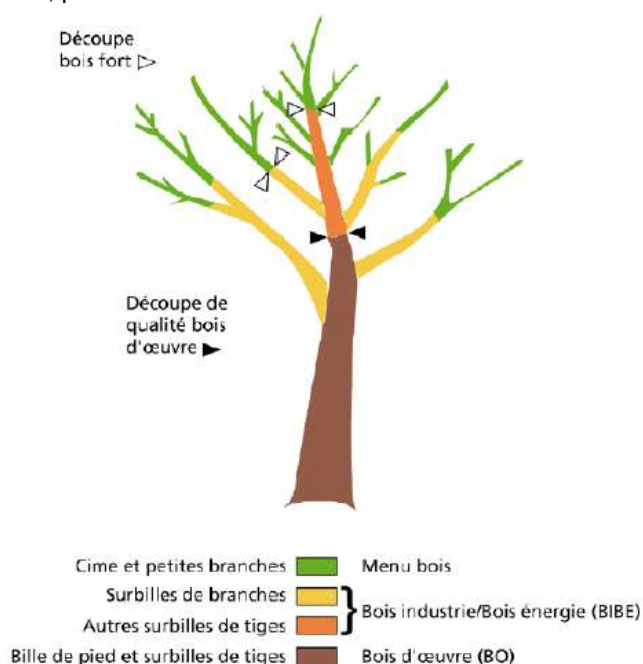


Figure 112 - Schéma représentant la localisation des compartiments de biomasse dans l'arbre, source ADEME, *Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035*, 2016

Distinction entre gisements exploités et supplémentaires

Dans le rapport de l'ADEME, *Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035*, au-delà du découpage par type de ressources et par usage du bois, une distinction est faite entre la part du gisement déjà exploitée et la part supplémentaire.

L'ADEME qualifie ainsi de **gisement net** l'ensemble du gisement qu'il soit exploité ou non, et de **gisement net supplémentaire** la part du gisement non encore exploitée.

Définition du gisement net

Dans l'étude ADEME, **seul le surplus en bois disponible chaque année est considéré**, dans un souci de développement durable et de respect de l'environnement. Les estimations en volume brut de bois sont issues des inventaires 2009 à 2013 de l'Inventaire Forestier National. Afin d'obtenir un gisement net techniquement et économiquement exploitable, ce gisement brut est soumis à un ensemble de contraintes technico-économiques et environnementales, dont notamment :

- | La contrainte liée aux pertes d'exploitation (difficulté d'accès ou d'évacuation des bois abattus) ;
- | La contrainte de préservation de la fertilité des sols (ou durabilité de la récolte) ;
- | Les contraintes liées au contexte économique (sélection des parcelles exploitables au prix de marché actuel, après chiffrage des coûts d'exploitation déterminés par type de coupe et de parcelle).

Informations récoltées

Dans notre étude, nous nous sommes principalement appuyés sur les estimations de gisements technico-économiques régionaux, découpés par usage et essence de bois (type de ressource), fournies dans les annexes de l'étude de l'ADEME, *Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035*, (Annexes 30B, 31B, 32B, 33A, 34A et 35A).

Schéma de synthèse de la méthode ADEME

Le schéma ci-dessous récapitule dans son intégralité la méthodologie employée par l'ADEME pour estimer les disponibilités nettes, exploitées et supplémentaires :

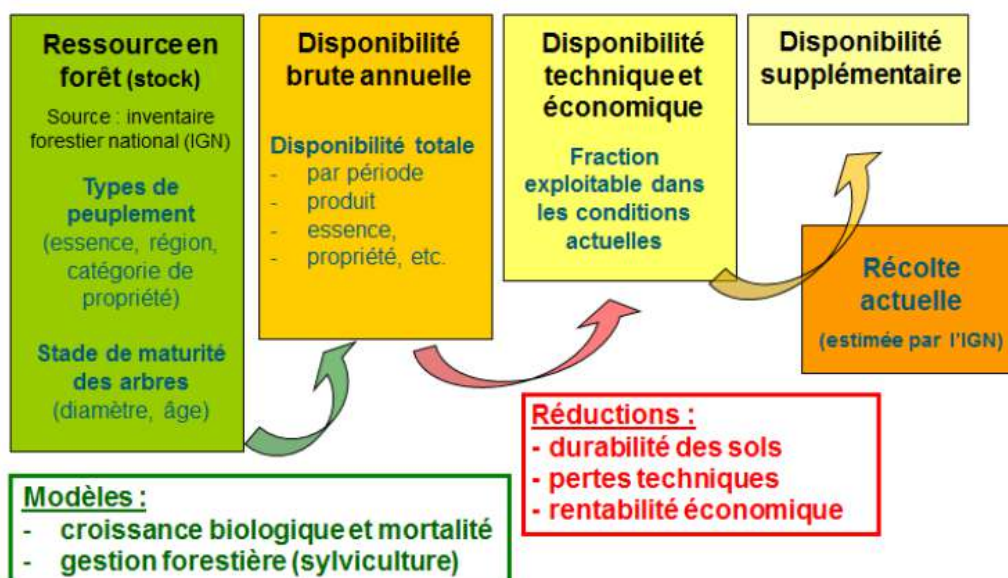


Figure 113 - Schéma représentant la méthodologie d'évaluation du potentiel BE employée par l'ADEME. Source : ADEME, *Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035*, 2016

Ressources secondaires

Pour le gisement issu des DIB (Déchet Industriel Banal), la présente étude s'appuie sur le chiffre fourni par l'atlas des filières d'approvisionnement en BE en Rhône-Alpes (ADEME, Atlas des filières d'approvisionnement en Bois-Energie en Rhône-Alpes, 2012), qui estime le gisement à 29% de la production (hors granulés et bois bûche) de BE à l'échelle de la région, soit 129 000 tonnes ou 20 kg/habitant.

A titre de comparaison, le Plan départemental de prévention et de gestion des déchets non dangereux du Rhône fait état d'un gisement brut (bois traité et bois non traité récolté dans le cadre de la collecte des déchets occasionnels) de 28 000 tonnes à l'échelle de l'ancien département du Rhône, ce qui représente 16,5 kg/habitant. Le plan précise par ailleurs que 100% de ce gisement fait aujourd'hui l'objet d'une valorisation matière.

Le chiffre de 20 kg/habitant a été retenu dans le cadre de cette étude.

DEUXIÈME ÉTAPE - ESTIMATION DE LA PART VALORISABLE EN BE DES GISEMENTS NETS IDENTIFIÉS

Après avoir estimé les disponibilités nettes régionales (exploitées et supplémentaires), il s'agit d'estimer quelle en est la part valorisable en BE.

Cette estimation s'appuie sur les sources documentaires suivantes :

- | Le rapport de l'ADEME *Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035*, publié en 2016 ;
- | Le rapport de l'ADEME, *Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020*, publié en 2009 ;
- | Contribution du comité « bois-énergie » dans le cadre des travaux préparatoires d'élaboration du SRCAE (Région Rhône Alpes, 2011) ;
- | L'atlas de l'ADEME, *Atlas des filières d'approvisionnement en Bois-Energie en Rhône-Alpes*, publié en 2012 ;
- | Production de sciages, bois sous rails et merrains en France métropolitaine de 2002 à 2014 (Ministère de l'Agriculture, 2014).

Cinq sources d'approvisionnement alimentent le gisement BE, pour lesquelles des ratios de valorisation sont proposés :

- | Ressources de feuillus, populicoles et de résineux :
 - Une part du BIBE
 - L'ensemble de la ressource MB
 - Une part des produits connexes de première transformation du BO (produits connexes de scieries (PCS))
 - Une part des produits de deuxième transformation du BO
- | La part non traitée des Déchets Industriels Banals (DIB).

Les ratios de valorisation utilisés sont présentés ci-dessous.

BIBE (BOIS INDUSTRIEL \ BOIS ENERGIE)

Les parts de BE issues du BIBE sont fournies, pour chaque région, par la première étude du genre effectuée par l'ADEME *Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020*, publié en 2009. Les mêmes ratios ont été utilisés pour le gisement supplémentaire, ce qui constitue une hypothèse conservatrice dans un scénario de promotion de la filière BE par rapport à la filière BI.

MB (Menu Bois)

Le MB n'est actuellement pas récolté. Par conséquent le gisement se résume à un gisement net supplémentaire valorisable en BE, qui a été estimé directement dans l'étude de l'ADEME.

Produits connexes de première et deuxième transformation du BO (Bois d'œuvre)

La part de produits connexes de scieries (PCS) générés en première transformation du BO a été fixée à 40% du gisement net de BO (CEMAGREF, 2009). La part de PCS valorisable en BE est issue de l'étude menée dans le cadre du SRCAE (Région Rhône Alpes, 2011), qui fait état d'un ratio de 23%. L'analyse d'autres sources de données fournit des valeurs comparables :

- | L'atlas des filières d'approvisionnement en BE en Rhône-Alpes (ADEME, *Atlas des filières d'approvisionnement en Bois-Energie en Rhône-Alpes*, 2012) fait état de 20% de produit connexes valorisés vers l'énergie sous forme de bois déchiqueté (hors auto-approvisionnement)
- | L'Enquête Annuelle de Branche relative à la production de sciages, bois sous rails et merrains en France métropolitaine estime également cette part à 20% (dont 17% sont commercialisés et 3% servent à l'autoconsommation des entreprises productrices).

Les activités de deuxième transformation étant extrêmement diverses, il est difficile d'évaluer la part de produits connexes générée par ces industries. L'étude menée dans le cadre du SRCAE de la région Rhône Alpes (Région Rhône Alpes, 2011) estime que le volume de déchets produits est plus faible que celui observé dans la première transformation du bois (40%), les rendements matière y étant plus élevés (95% dans le travail des plaquages et dans les menuiseries industrielles). Par conséquent, la part de produits connexes de deuxième transformation du BO a été fixée à 20% du gisement net de BO hors PCS, soit 12% du gisement net total de BO (l'industrie de deuxième transformation traitant 60% du gisement net total de BO).

La part valorisable en BE des produits connexes de deuxième transformation a été fixée à 100%, dans l'hypothèse où ce gisement diffus n'est actuellement pas valorisé pour des usages autres qu'énergétiques.

Par ailleurs, pour ces deux gisements, les mêmes ratios ont été utilisés pour la part supplémentaire, ce qui constitue une hypothèse conservatrice dans un scénario de promotion de la filière BE par rapport à la filière industrie.

DIB (Déchets Industriels Banals)

Le chiffre de 20 kg/habitant a été retenu, pour l'ensemble des périmètres d'étude retenus.

TROISIÈME ÉTAPE – DÉFINITION D'UN PÉRIMÈTRE D'APPROVISIONNEMENT

Définition d'un périmètre d'approvisionnement

Pour aboutir à des estimations locales à l'échelle de la Communauté urbaine Le Havre Seine Métropole, l'approche consiste à estimer le gisement disponible dans un périmètre centré autour de la Communauté urbaine, à partir **d'une somme pondérée des gisements net valorisables régionaux** obtenus lors de la première (et seconde) étape.

Dans cette estimation, le poids associé à chaque région est déterminé, par type de ressource en bois, **au prorata de la surface de forêt exploitable couverte par le périmètre en question**.

L'identification des différents types de ressources sur le périmètre d'approvisionnement considéré, a été réalisée à partir de la base de données **Corinne Land Cover (CLC) 2018**. Cette dernière fournit une description du type de surface au sol, suivant 44 catégories, à partir d'images satellites disponibles à une résolution de 25m.

L'identification des ressources en bois à partir des catégories proposées par la base CLC, a été réalisée en utilisant les correspondances suivantes :

| Type de ressources | Catégories issues du Corinne Land Cover |
|------------------------|---|
| Ressources de feuillus | <ul style="list-style-type: none"> Forêts de feuillus (CLC catégorie 311) Forêts mélangées (CLC catégorie 313) |
| Ressources populières | Mêmes catégories que pour les ressources de feuillus |
| Ressources de résineux | <ul style="list-style-type: none"> Forêts de conifères (CLC catégorie 312) Forêts mélangées (CLC catégorie 313) |

Tableau 13 - Tableau de correspondance entre le type de ressources de bois et les catégories issues du Corinne Land Cover

Par ailleurs, les ressources exploitables situées sur des surfaces ayant un relief trop accidenté (i.e. de pente supérieure à 30% selon le rapport de l'ADEME, *Biomasse forestière, populière et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020*) ont été exclues. Ce travail a pu être réalisé grâce à la base de données SRTM (National Aeronautics and Space Administration) initialement développée par la NASA et fournissant l'altitude à une résolution de 90m.

Prise en compte des projets concurrents

Une fois le gisement du périmètre d'approvisionnement évalué, il reste encore à le diviser entre les différents projets concurrents. La part du gisement que l'on considère comme affectable à la Communauté urbaine est ainsi calculée **au prorata de la population de la Communauté urbaine, vis-à-vis de celle vivant dans l'ensemble du périmètre considéré**. Cette hypothèse suppose une répartition équitable de la ressource entre la population, mais ne prend cependant pas en compte l'existence de certains industriels fortement consommateurs en bois et susceptibles de déformer la répartition de la ressource.

SCHEMA DE SYNTHÈSE DE LA MÉTHODE

Le schéma ci-dessous synthétise les éléments de modélisation présentés ci-dessus :

- | En bleu, l'estimation du potentiel bois-énergie par région, par type de ressource et par usage du bois, à partir des disponibilités brutes et/ou nettes - supplémentaires ou non -, et d'un certain nombre de ratios ;
- | En jaune, la dernière étape consistant à ventiler, pour chaque périmètre d'approvisionnement choisi, les gisements régionaux, au prorata des surfaces forestières (par type de ressource). La méthode est cependant différente pour les DIB, pour lesquels le même gisement est considéré, quel que soit le périmètre d'approvisionnement choisi.

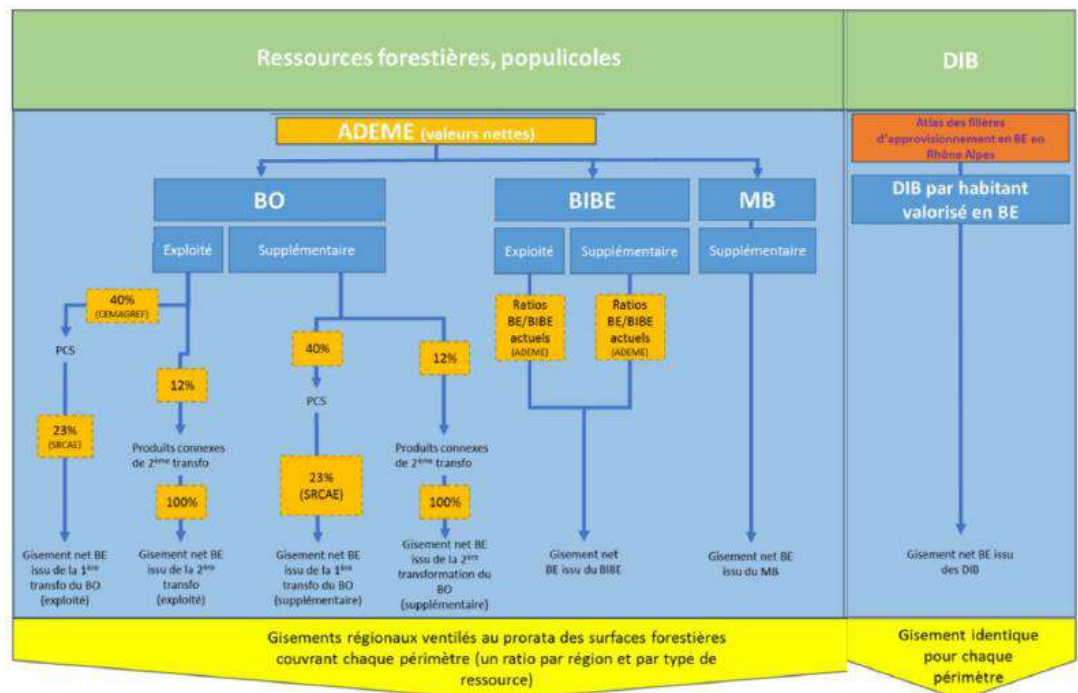


Figure 114 - Modèle utilisé dans l'évaluation de la ressource en Bois-Energie à partir des volumes en bois récoltés, par ressource et par usage

10.8. Table

Table des figures

| | |
|---|----|
| FIGURE 1 - RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE GES PAR SECTEUR SUR LE TERRITOIRE CU, DONNÉES ORECAN 2018..... | 9 |
| FIGURE 2 - RÉPARTITION DES ÉMISSIONS D'ORIGINE ÉNERGÉTIQUE DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR SECTEUR SUR LE TERRITOIRE DE LA CU, DONNÉES ORECAN 2018..... | 10 |
| FIGURE 3 - ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GES ENTRE 2005 ET 2018 SUR LE TERRITOIRE DE LA CU, DONNÉES ORECAN | 10 |
| FIGURE 4 - ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GES ENTRE 2005 ET 2018 SUR LE TERRITOIRE DE LA CU, (HORS SECTEUR INDUSTRIE), DONNÉES ORECAN..... | 11 |
| FIGURE 5 - ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GES ENTRE 2008 ET 2014 EN NORMANDIE, DONNÉES ORECAN..... | 11 |
| FIGURE 6 - ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE GES ENTRE 2005 ET 2018 EN FRANCE (DONNÉES SDES) | 12 |
| FIGURE 7 - RÉPARTITION DES INDICES ATMO EN 2018, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 13 |
| FIGURE 8 - ÉPISODES DE POLLUTION AYANT DONNÉ LIEU À DES PROCÉDURES D'INFORMATION OU D'ALERTE ENTRE 2001 ET 2018, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 14 |
| FIGURE 9 - ÉMISSIONS ANNUELLES DE SO ₂ EN TONNES, DONNÉES ATMO NORMANDIE..... | 15 |
| FIGURE 10 - ÉMISSIONS ANNUELLES DE NO _x EN TONNES, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 15 |
| FIGURE 11 - ÉMISSIONS ANNUELLES DE COVNM EN TONNES, DONNÉES ATMO NORMANDIE..... | 16 |
| FIGURE 12 - ÉMISSIONS ANNUELLES DE NH ₃ EN TONNES, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 16 |
| FIGURE 13 - ÉMISSIONS ANNUELLES DE PM ₁₀ EN TONNES, DONNÉES ATMO NORMANDIE..... | 17 |
| FIGURE 14 - ÉMISSIONS ANNUELLES DE PM _{2,5} EN TONNES, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 17 |
| FIGURE 15 - RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DES POLLUANTS PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS, ANNÉE 2018 | 18 |
| FIGURE 16 - RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS DANS LE TERRITOIRE DE LA MÉTROPOLE ROUEN NORMANDIE, ANNÉE 2018, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 18 |
| FIGURE 17 - RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE POLLUANTS PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS DANS LE TERRITOIRE DE LA CU CAEN LA MER, ANNÉE 2018, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 19 |
| FIGURE 18 : CARTOGRAPHIE DES MESURES DE QUALITÉ DE L'AIR RÉALISÉ PAR ATMO NORMANDIE SUR LA CODAH ET AUX ALENTOURS, SOURCE : ATMO NORMANDIE, 2022..... | 19 |
| FIGURE 19 - CONCENTRATIONS EN PM ₁₀ EN STATIONS, DONNÉES ATMO NORMANDIE..... | 20 |
| FIGURE 20 - ÉVOLUTION DES MOYENNES ANNUELLES DES CONCENTRATIONS EN PM ₁₀ AUX STATIONS DE L'AGGLOMÉRATION HAVRAISE, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 21 |
| FIGURE 21 - PROFILS JOURNALIERS DES CONCENTRATIONS EN PM ₁₀ AUX STATIONS DE L'AGGLOMÉRATION HAVRAISE, DONNÉES ATMO NORMANDIE..... | 21 |
| FIGURE 22 - CONCENTRATIONS EN PM _{2,5} EN STATIONS, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 22 |
| FIGURE 23 - ÉVOLUTION DES MOYENNES ANNUELLES DES CONCENTRATIONS EN PM _{2,5} AUX STATIONS DE L'AGGLOMÉRATION HAVRAISE, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 22 |
| FIGURE 24 - CONCENTRATIONS EN NO ₂ EN STATIONS, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 23 |
| FIGURE 25 - ÉVOLUTION DES MOYENNES ANNUELLES DES CONCENTRATIONS EN NO ₂ AUX STATIONS DE L'AGGLOMÉRATION HAVRAISE, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 24 |
| FIGURE 26 - PROFILS JOURNALIERS DES CONCENTRATIONS EN NO ₂ AUX STATIONS DE L'AGGLOMÉRATION HAVRAISE, DONNÉES ATMO NORMANDIE..... | 24 |
| FIGURE 27 - NOMBRE DE JOURS DE DÉPASSEMENT PAR STATION DE LA VALEUR CIBLE POUR L'O ₃ , DONNÉES ATMO NORMANDIE | 25 |
| FIGURE 28 - ÉVOLUTION DES MOYENNES ANNUELLES DES CONCENTRATIONS EN O ₃ AUX STATIONS DE L'AGGLOMÉRATION HAVRAISE, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 25 |
| FIGURE 29 - PROFILS JOURNALIERS DES CONCENTRATIONS EN O ₃ AUX STATIONS DE L'AGGLOMÉRATION HAVRAISE, DONNÉES ATMO NORMANDIE..... | 26 |
| FIGURE 30 - ÉVOLUTION DES MOYENNES ANNUELLES DES CONCENTRATIONS EN SO ₂ AUX STATIONS DE L'AGGLOMÉRATION HAVRAISE, DONNÉES ATMO NORMANDIE | 26 |
| FIGURE 31 - NOMBRE DE JOURS DE DÉPASSEMENT PAR STATION DE LA VALEUR LIMITE POUR LE DIOXYDE DE SOUFRE, DONNÉES ATMO NORMANDIE..... | 27 |

| | |
|--|----|
| FIGURE 32 - STOCKS DE CARBONE SELON L'OCCUPATION DES SOLS – SOURCE : ASSOCIATION BILAN CARBONE ET ADEME | 28 |
| FIGURE 33 - FLUX DE CARBONE DU SECTEUR UTCATF EN FRANCE – SOURCE : INVENTAIRE NATIONAL DE GES (CITEPA) | 29 |
| FIGURE 34 - TRAITEMENT DES DONNÉES CORINE LAND COVER 2018 POUR INTÉGRATION À L'OUTIL ALDO VERSION CHANTERELLE JUIN 2023..... | 32 |
| FIGURE 35 - RÉPARTITION DES STOCKS TOTAUX DE CARBONE SELON LES RÉSERVOIRS SUR LE TERRITOIRE – SOURCE : ALDO VERSION CHANTERELLE JUIN 2023 | 33 |
| FIGURE 36 – RÉPARTITION DES STOCKS DE CARBONE PAR OCCUPATION DU SOL, SOURCE ALDO – D'APRÈS DONNÉES CLC 2018..... | 34 |
| FIGURE 37 - FLUX EN MILLIERS DE TCO ₂ EQ/AN PAR OCCUPATION DU SOL (SOURCE : OUTIL ALDO, ADEME) | 35 |
| FIGURE 38 - PROCESSUS DE RÉCONCILIATION DES DONNÉES DE CONSOMMATION DU TERRITOIRE | 41 |
| FIGURE 39 - RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE FINALE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS, ANNÉE 2019 | 42 |
| FIGURE 40 - RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE FINALE PAR ÉNERGIE, ANNÉE 2019 | 43 |
| FIGURE 41 - CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE PAR TYPE D'ÉNERGIE ET PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS, ANNÉE 2019 | 44 |
| FIGURE 42 - RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE FINALE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS, HORS ACTIVITÉS INDUSTRIAL-PORTUAIRES, ANNÉE 2019 | 45 |
| FIGURE 43 - RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE FINALE PAR ÉNERGIE, HORS ACTIVITÉS INDUSTRIAL-PORTUAIRES, ANNÉE 2019 | 46 |
| FIGURE 44 - CONSOMMATION ANNUELLE DU RÉSIDENTIEL PAR USAGE ET PAR ÉNERGIE, ANNÉE 2019 | 47 |
| FIGURE 45 - CONSOMMATION ANNUELLE D'UN LOGEMENT PAR USAGE ET PAR PÉRIODE DE CONSTRUCTION (RÉSIDENCES PRINCIPALES) | 47 |
| FIGURE 46 - COMPARAISON ENTRE LA CU ET LA MOYENNE NATIONALE POUR LA RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION PAR USAGE (GAUCHE) ET LA RÉPARTITION DES BÂTIMENTS PAR CLASSE D'ÂGE (DROITE)..... | 48 |
| FIGURE 47 - RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE (GAUCHE) ET DES ÉMISSIONS (DROITE) DU CHAUFFAGE RÉSIDENTIEL PAR ÉNERGIE (RÉSIDENCES PRINCIPALES), ANNÉE 2019 | 49 |
| FIGURE 48 - COMPARAISON DE LA RÉPARTITION DES VECTEURS DE CHAUFFAGE ENTRE LA FRANCE ET LHSM EN NOMBRE DE RÉSIDENCES PRINCIPALES, ANNÉE 2019 | 50 |
| FIGURE 49 - CARTOGRAPHIE DES VECTEURS DE CHAUFFAGE PRINCIPAUX PAR COMMUNE DU TERRITOIRE, ANNÉE 2019 | 51 |
| FIGURE 50 - RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE (GAUCHE) ET DES ÉMISSIONS (DROITE) DU SECTEUR TERTIAIRE PAR ÉNERGIE, ANNÉE 2019 | 52 |
| FIGURE 51 - NOMBRE D'EMPLOYÉS DU TERTIAIRE PAR SOUS-SECTEUR, ANNÉE 2017..... | 52 |
| FIGURE 52 - CONSOMMATION ANNUELLE D'ÉNERGIE FINALE PAR CATÉGORIE SECONDAIRE ET PAR USAGE, ANNÉE 2019..... | 53 |
| FIGURE 53 - CONTENU CARBONE DE L'ÉNERGIE FINALE UTILISÉE PAR CATÉGORIE SECONDAIRE ET PAR USAGE, ANNÉE 2019 | 53 |
| FIGURE 54 - CARTOGRAPHIE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE DU SECTEUR INDUSTRIEL PAR IRIS DU TERRITOIRE, ANNÉE 2019..... | 54 |
| FIGURE 55 - RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE (GAUCHE) ET DES ÉMISSIONS (DROITE) DU SECTEUR DE L'INDUSTRIE PAR ÉNERGIE, ANNÉE 2019 | 55 |
| FIGURE 56 - RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE ET DES ÉMISSIONS DU SECTEUR DE L'INDUSTRIE PAR BRANCHE INDUSTRIELLE, ANNÉE 2019 | 55 |
| FIGURE 57 - RÉPARTITION DES CONSOMMATIONS ÉNERGÉTIQUES DU SECTEUR DES TRANSPORTS PAR TYPE - PÉRIMÈTRE CU, ANNÉE 2018..... | 56 |
| FIGURE 58 - ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DU TRANSPORT NON ROUTIER ENTRE 2005 ET 2018 - DONNÉES ORECAN..... | 57 |
| FIGURE 59 - ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DU TRANSPORT ROUTIER ENTRE 2005 ET 2018 - DONNÉES ORECAN | 57 |
| FIGURE 60 - PARTS MODALES CIBLES DU PLAN DE MOBILITÉ DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE À L'HORIZON 2033..... | 58 |
| FIGURE 61 - ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DU DOMAINE DU TRANSPORT EN FRANCE ENTRE 2004 ET 2019 - DONNÉES SDES..... | 59 |
| FIGURE 62 - CARTOGRAPHIE DES FLUX DE TRANSPORT DE PERSONNES - ENQUÊTE DÉPLACEMENTS ESTUAIRE DE LA SEINE 2018..... | 60 |
| FIGURE 63 - MOTORISATION DES VÉHICULES PARTICULIERS DE TRANSPORT DE PERSONNES, ANNÉE 2018 | 61 |

| | |
|---|-----|
| FIGURE 64 - RÉPARTITION DES MODES DE TRANSPORT EN NOMBRE DE VOYAGES EFFECTUÉS (GAUCHE), EN NOMBRE DE KILOMÈTRES EFFECTUÉS (MILIEU) ET EN CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE (DROITE) POUR DES TRAJETS EN SEMAINE, ANNÉE 2018..... | 61 |
| FIGURE 65 - PARTS MODALES PAR DISTANCE DE DÉPLACEMENTS EN NOMBRE DE DÉPLACEMENTS (GAUCHE) ET RÉPARTITION DES TRAJETS PAR DISTANCE PARCOURUE (DROITE), ANNÉE 2018 | 62 |
| FIGURE 66 - CARTOGRAPHIE DE LA DISTINCTION <i>URBAIN DENSE</i> - <i>HORS URBAIN DENSE</i> POUR L'ÉTUDE GÉOGRAPHIQUE DU SECTEUR DES TRANSPORTS SUR LE TERRITOIRE DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE LHSM | 62 |
| FIGURE 67 - RÉPARTITION DES DISTANCES PARCOURUES EN FONCTION DE LA LOCALISATION, ANNÉE 2018..... | 63 |
| FIGURE 68 - PARTS MODALES PAR DISTANCE DE DÉPLACEMENT EN FONCTION DE LA LOCALISATION, ANNÉE 2018..... | 63 |
| FIGURE 69 - PRODUCTION ANNUELLE D'ÉNERGIE FINALE SUR LE PÉRIMÈTRE DE LA CU, ANNÉE 2019..... | 64 |
| FIGURE 70 - PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ PAR FILIÈRE SUR LE TERRITOIRE DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE, ANNÉE 2019..... | 65 |
| FIGURE 71 : CARTOGRAPHIE DES POINTS DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ SUR LA CU DU HAVRE | 66 |
| FIGURE 72 - RÉPARTITION DE LA PRODUCTION DE CHALEUR PAR COMBUSTIBLE POUR LES RCU DE LA CU LHSM, POUR L'ANNÉE 2019..... | 67 |
| FIGURE 73 - CARTOGRAPHIE DU RÉSEAU DE VAPEUR DE LA SEMEDI SUR LA ZIP, APRÈS EXTENSION EN 2020..... | 68 |
| FIGURE 74 - CARTOGRAPHIE DU RÉSEAU DE CHALEUR PRIVÉE DE LA CÔTE BRÛLÉE, DONNÉES DU SITE VIA SÈVA | 68 |
| FIGURE 75 - TRACÉ DES RÉSEAUX DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ SUR LE TERRITOIRE DE LA CU LHSM, SOURCES ENEDIS (RÉSEAU DE DISTRIBUTION) ET RTE (RÉSEAU DE TRANSPORT) | 71 |
| FIGURE 76 - TRACÉS DES RÉSEAUX DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION DE GAZ SUR LE TERRITOIRE DE LA CU LHSM, ANNÉE 2019..... | 72 |
| FIGURE 77 - TRACÉS DES RÉSEAUX DE CHALEUR URBAINE PUBLICS SUR LE TERRITOIRE DE LA CU LHSM, ANNÉE 2019 | 73 |
| FIGURE 78 : RÉPARTITION DE LA FACTURE ÉNERGÉTIQUE GLOBALE DU TERRITOIRE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS ET PAR ÉNERGIE (EN MILLIONS D'EUROS), ANNÉE 2019 | 74 |
| FIGURE 79 : CARTOGRAPHIE REPRÉSENTANT LE POURCENTAGE DES MÉNAGES EN PRÉCARITÉ ÉNERGÉTIQUE À LA MAILLE IRIS, EN TENANT COMPTE DES DÉPENSES ÉNERGÉTIQUES LIÉES AU LOGEMENT ET AU TRANSPORT..... | 77 |
| FIGURE 80 : CARTOGRAPHIE DES SURFACES MOYENNES DES LOGEMENTS (À GAUCHE) ET DES FACTURES ÉNERGÉTIQUES MOYENNES DES LOGEMENTS (À DROITE) À LA MAILLE IRIS SUR LE PÉRIMÈTRE DE LA CU DU HAVRE | 78 |
| FIGURE 81 - NATURE DE BOIS DU GISEMENT BOIS-ÉNERGIE EXPLOITABLE EN GWh, À HORIZON 2030 POUR UN PÉRIMÈTRE DE 75 KM AUTOUR DU TERRITOIRE DE LA CU | 81 |
| FIGURE 82 - RÉPARTITION DE LA CHALEUR FATALE EN NORMANDIE PAR TEMPÉRATURE (GAUCHE) ET PAR FILIÈRE (DROITE), ANNÉE 2017 | 83 |
| FIGURE 83 - POTENTIEL DE CHALEUR FATALE VALORISABLE PAR COMMUNE NORMANDE DANS DES RCU, ANNÉE 2017..... | 84 |
| FIGURE 84 - RÉPARTITION DU POTENTIEL DE CHALEUR FATALE PAR SOURCES DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE..... | 86 |
| FIGURE 85 - VUE D'UN EXTRAIT DU CADASTRE DES BÂTIMENTS POUR UNE ZONE EN CENTRE-VILLE DU HAVRE | 88 |
| FIGURE 86 - ZONES TRÈS SENSIBLES POUR LE SOLAIRE TOITURE SUR LE TERRITOIRE DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE LE HAVRE SEINE MÉTROPOLE | 89 |
| FIGURE 87 - DÉTERMINATION DU FAÎTAGE DU TOIT | 90 |
| FIGURE 88 - FACTEUR DE CORRECTION DE PRODUCTION DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES (SOURCE : HESPUL) | 91 |
| FIGURE 89 - POTENTIEL DE PRODUCTION DES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES SUR TOITURE PAR ZONE IRIS (GWh), EN PRENANT EN COMPTE LES CONTRAINTES PATRIMONIALES..... | 92 |
| FIGURE 90 - ZONES RÉDHIBITOIRES ET TRÈS SENSIBLES POUR LE SOLAIRE AU SOL ET SUR OMBRIÈRES SUR LE TERRITOIRE DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE LE HAVRE SEINE MÉTROPOLE..... | 93 |
| FIGURE 91 - OCCUPATION DES SOLS : ZONES FAVORABLES POUR LE PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL D'APRÈS LA BASE CORINE LAND COVER SUR LE TERRITOIRE DE LA CU | 94 |
| FIGURE 92 - AIRE DE STATIONNEMENT D'UNE SURFACE SUPÉRIEURE À UN DEMI-HECTARE SUR LE TERRITOIRE DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE. SOURCE : BD TOPO | 95 |
| FIGURE 93 : GROUPE DE PROPOSITIONS DE PARCS ÉOLIENS EN MER. SOURCE : DÉBAT PUBLIC RTE..... | 97 |
| FIGURE 94 : SCHÉMA ILLUSTRANT LES DEUX OPTIONS DE RACCORDEMENT DU PARC ÉOLIEN SITUÉ EN CENTRE MANCHE. SOURCE : DÉBAT PUBLIC RTE | 98 |
| FIGURE 95 : SCHÉMA EXPLICATIF DU RACCORDEMENT DU PARC OFFSHORE DE FÉCAMP AU POSTE DE SAINVILLE-SUR-SEINE. SOURCE : RTE..... | 99 |
| FIGURE 96 CONTOUR DE LA CU (COMMUNES EN BLEU) ET ZONES TAMPONS DE 20KM (EN MARRON) ET 30 KM (EN VERT) AUTOUR DU RADAR DU HAVRE | 100 |

| | |
|--|-----|
| FIGURE 97 POTENTIEL DE GISEMENT MÉTHANISABLE PAR CANTON EN SEINE-MARITIME. SOURCE : SOLAGRO | 101 |
| FIGURE 98 CARTOGRAPHIE DES ZONES À ENJEUX POUR LA MÉTHANISATION EN SEINE-MARITIME. SOURCE : SOLAGRO | 102 |
| FIGURE 99 : RÉPARTITION DU POTENTIEL DE MÉTHANISATION PAR FILIÈRE D'INTRANTS, PÉRIMÈTRE DE LA COMMUNAUTÉ URBAINE DU HAVRE | 103 |
| FIGURE 100 - PRINCIPAUX COMPOSANTS D'UN VÉHICULE À HYDROGÈNE | 105 |
| FIGURE 101 - SYNTHÈSE DES POTENTIELS ENR&R BRUTS À L'HORIZON 2030..... | 107 |
| FIGURE 102 – OBJECTIF DE RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION FINALE D'ÉNERGIE DU SECTEUR INDUSTRIEL..... | 109 |
| FIGURE 103 – OBJECTIF DE DIMINUTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU SECTEUR INDUSTRIEL | 110 |
| FIGURE 104 – OBJECTIF DE RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE DU SECTEUR DES TRANSPORTS | 111 |
| FIGURE 105 – OBJECTIF DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU SECTEUR DES TRANSPORTS (MTCO ₂ Éq)..... | 112 |
| FIGURE 106 – OBJECTIF DE RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE DU SECTEUR RÉSIDENTIEL..... | 113 |
| FIGURE 107 – OBJECTIF DE RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE DU SECTEUR TERTIAIRE | 113 |
| FIGURE 108 – OBJECTIF 2040 DE PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET DE RÉCUPÉRATION | 114 |
| FIGURE 109 - CATÉGORIES DE LA BASE CARBONE ADEME (SOURCE : BASE CARBONE ADEME)..... | 116 |
| FIGURE 110 - RÉPARTITION DES ÉMISSIONS ÉNERGÉTIQUES DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS, ANNÉE 2019, EN KTCO ₂ ÉQUIVALENT | 117 |
| FIGURE 111 - CARTOGRAPHIE DES PÉRIMÈTRES D'APPROVISIONNEMENT PRIS EN COMPTE LORS DE L'ÉTUDE DU POTENTIEL EN BOIS ÉNERGIE POUR LE TERRITOIRE DE LA CU | 121 |
| FIGURE 112 - SCHÉMA REPRÉSENTANT LA LOCALISATION DES COMPARTIMENTS DE BIOMASSE DANS L'ARBRE, SOURCE ADEME, <i>DISPONIBILITÉS FORESTIÈRES POUR L'ÉNERGIE ET LES MATÉRIAUX À L'HORIZON 2035, 2016</i> | 122 |
| FIGURE 113 - SCHÉMA REPRÉSENTANT LA MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU POTENTIEL BE EMPLOYÉE PAR L'ADEME. SOURCE : ADEME, <i>DISPONIBILITÉS FORESTIÈRES POUR L'ÉNERGIE ET LES MATÉRIAUX À L'HORIZON 2035, 2016</i> | 123 |
| FIGURE 114 - MODÈLE UTILISÉ DANS L'ÉVALUATION DE LA RESSOURCE EN BOIS-ÉNERGIE À PARTIR DES VOLUMES EN BOIS RÉCOLTÉS, PAR RESSOURCE ET PAR USAGE..... | 127 |

Table des tableaux

| | |
|---|-----|
| TABEAU 1 - TABLEAU DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE FINALE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS, ANNÉE 2019..... | 43 |
| TABEAU 2 - TABLEAU DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE FINALE PAR TYPE D'ÉNERGIE, ANNÉE 2019..... | 44 |
| TABEAU 3 - TABLEAU DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE FINALE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS, HORS ACTIVITÉS INDUSTRIALO-PORTUAIRES, ANNÉE 2019 | 45 |
| TABEAU 4 - TABLEAU DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE FINALE PAR TYPE D'ÉNERGIE, HORS ACTIVITÉS INDUSTRIALO-PORTUAIRES, ANNÉE 2019 | 46 |
| TABEAU 5 - TABLEAU DES CONTENUS CARBONES MOYENS DES RÉSEAUX DE CHAUFFAGE URBAIN PUBLICS DE LA CU, ANNÉE 2019 | 73 |
| TABEAU 6 - TABLEAU DE PRÉ-IDENTIFICATION DES INDUSTRIES À FORT POTENTIEL DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR FATALE SUR LE TERRITOIRE DE LA CU | 85 |
| TABEAU 7 - POTENTIEL DE PRODUCTION ÉLECTRIQUE PAR PV TOITURE SUR LA COMMUNAUTÉ URBAINE, HORIZON 2030 | 91 |
| TABEAU 8 - POTENTIEL DE PRODUCTION ÉLECTRIQUE PAR PV AU SOL ET SUR OMBRIÈRES SUR LA COMMUNAUTÉ URBAINE | 96 |
| TABEAU 9 - PRIX DES ÉNERGIES EN €/MWH | 115 |
| TABEAU 10 – FACTEURS D'ÉMISSIONS DES DIFFÉRENTES ÉNERGIES | 117 |
| TABEAU 11 - TABLEAU DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE FINALE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉS, ANNÉE 2019..... | 118 |
| TABEAU 12 - TABLEAU DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE FINALE PAR TYPE D'ÉNERGIE, ANNÉE 2019..... | 118 |
| TABEAU 13 - TABLEAU DE CORRESPONDANCE ENTRE LE TYPE DE RESSOURCES DE BOIS ET LES CATÉGORIES ISSUES DU CORINNE LAND COVER | 126 |