SAINT-LOUIS Agglomération
Terres d'avenir

PLAN CLIMAT-AIR-ÉNERGIE TERRITORIAL

TOME 1 - DIAGNOSTIC TERRITORIAL CHIFFRÉ

Version du 28 juillet 2021

Mobilisons-nous !
Climat - Air - Énergie
Saint-Louis Agglomération

alternative carbone
DONNER DU SENS À VOS ACTIONS

l'AdT
l'Atelier des Territoires
BUREAU D'ETUDES

Table des matières

1 Présentation de la collectivité 5
2 Rappel des objectifs du Plan Climat-Air-Energie Territorial 6
3 Les enjeux de développement de Saint-Louis Agglomération (SLA) 7
4 Les objectifs et les démarches déjà engagées par la communauté d'agglomération 8
5 État des lieux complet de la situation énergétique du territoire 11
5.1 Introduction 11
5.2 Les sources d'énergie et l'évolution de notre consommation 12
5.3 Type et sources des données des consommations énergétiques 14
5.4 Consommation énergétique du territoire 15
5.4.1 Le bilan global 15
5.4.2 Le résidentiel 21
5.4.3 Le transport routier 24
5.4.4 L'industrie 27
5.4.5 Le tertiaire 30
5.4.6 Les autres Transport que routier (aérien, rail et fluvial) 32
5.4.7 L'agriculture 34
5.4.8 Les produits pétroliers 38
5.4.9 Le gaz naturel 40
5.4.10 L'électricité 42
5.4.11 Le bois énergie 44
5.4.12 Les autres énergies renouvelables 46
5.5 Le coût des consommations énergétiques du territoire 48
5.6 Les potentiels de réduction des consommations énergétiques 50
5.7 Présentation des réseaux de transport et de distribution 52
5.7.1 Réseau de Chaleur de la Ville de Saint-Louis 52
5.7.2 Le réseau d'électricité 55
5.7.3 Le réseau de gaz naturel 59
6 Analyse du potentiel de développement des énergies renouvelables 63
6.1 Production d'énergie sur le territoire de Saint-Louis Agglomération 63
6.2 Analyse de la production d'énergies renouvelables en 2016 66
6.2.1 L'hydraulique renouvelable 66
6.2.2 Le bois-énergie 67
6.2.3 Les pompes à chaleur 69
6.2.4 Le solaire Thermique et Photovoltaïque 69
6.2.5 Le biogaz 71
6.3 Identification des potentiels de croissance des énergies renouvelables 72
6.3.1 Les objectifs nationaux et régionaux 72
6.3.2 Les potentiels de développement des énergies renouvelables du territoire 75
6.3.3 Synthèse des 3 scénarios de développement des énergies renouvelables 87
7 Émissions territoriales de gaz à effet de serre (GES) et potentiel de réduction 90

7.1 Introduction ... 90
7.2 Type et sources des données des émissions de gaz à effet de serre ... 92
7.3 Le bilan global ... 93
7.3.1 Analyse en tenant compte de toutes les émissions de l'EuroAirport ... 94
7.3.2 Analyse au sens strict du Plan Climat-Air-Energie Territorial ... 95
7.4 Les émissions détaillées par secteur d'activité ... 101
7.4.1 Le transport routier ... 101
7.4.2 Le résidentiel ... 102
7.4.3 L'industrie ... 103
7.4.4 L'agriculture ... 104
7.4.5 Le tertiaire ... 105
7.4.6 Les autres transports : aérien, rail et fluvial ... 106
7.4.7 Les déchets ... 107
7.5 Les potentiels de réduction des émissions de GES ... 109
7.5.1 Les axes de réductions ... 109
7.5.2 Les stratégies de réduction de GES ... 110
7.5.3 Le potentiel de réduction des Gaz à Effet de Serre (GES) ... 111
8 Émissions de polluants atmosphériques et potentiel de réduction ... 112
8.1 Introduction ... 112
8.2 Type et nature des données analysées ... 113
8.3 Bilan 2016 global ... 113
8.3.1 Analyse en tenant compte de toutes les émissions de l'EuroAirport ... 113
8.3.2 Analyse au sens strict de la méthodologie du PCAET ... 115
8.4 Bilan des émissions 2016 par type de polluants primaires ... 117
8.4.1 Le Dixoyde de Souffre – SO_2 ... 117
8.4.2 Les oxyde d'azote – NOx ... 118
8.4.3 L'ammoniac – NH_3 ... 119
8.4.4 Les composés organiques volatils non méthaniques – COVNM ... 120
8.4.5 Les particules microniques – PM10 et 2,5 ... 121
8.4.6 Focus sur les émissions de polluants hors énergie ... 122
8.5 Les concentrations de polluants relevées sur le territoire ... 124
8.6 Les potentiels de réduction des émissions de polluants ... 127
9 Estimation de la séquestration nette de CO_2 et de son potentiel de développement ... 131
9.1 Introduction ... 131
9.2 Une estimation des stocks de carbone du territoire ... 132
9.2.1 L'occupation des sols ... 132
9.2.2 Les produits-bois ... 136
9.2.3 Les stocks totaux de carbone ... 136
9.3 Les flux annuels de carbone dans le territoire ... 137
9.3.1 Les changements de l'occupation des sols et l'évolution de la biomasse ... 137
9.3.2 Les flux annuels dans les produits-bois ... 139

9.3.3 Les flux annuels totaux de Saint-Louis Agglomération 139
9.4 Les potentiels de développement de la séquestration nette de CO2 sur le territoire 140
10 Analyse de la vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique 141
10.1 Définition préalable 141
10.2 Les principales caractéristiques du climat local 142
10.2.1 Les normales climatiques 143
10.2.2 L'évolution récente des températures 145
10.3 Les scénarios utilisés pour simuler l'évolution du climat 146
10.4 Les projections climatiques locales 147
10.4.1 Températures 147
10.4.2 Précipitations : 147
10.4.3 Journées chaudes : 148
10.5 Conséquences possibles du réchauffement climatique en Alsace 151
Listes de Figures 152
Liste des Tableaux 158
ANNEXES AU DOCUMENT PRINCIPAL 159

Note à l'attention du lecteur pressé :

Ce document constitue le livrable de l'étape de diagnostic du PCAET de Saint-Louis Agglomération. Il couvre donc tous les champs définis au titre du décret n° 2016-849 du 28 juin 2016. Il en résulte un document conséquent et dense pour lequel nous proposons une **lecture** plus **rapide**, permettant de capter les conclusions et constats essentiels en ne retenant que les **caractères** écrits en **gras**, **noirs** ou bleus.

1 Présentation de la collectivité

Fusion de trois communautés de communes du sud-est Alsacien

Historiquement, la **Communauté de Communes des Trois Frontières** (CC3F) a été constituée en 2000-2001 par la transformation en Communauté de Communes du District des Trois Frontières puis par l'absorption du Syndicat Intercommunal pour la Promotion Économique et Sociale (SIPES) de la Région des Trois Frontières. Cette Communauté de Communes **était composée de 10 communes** : Saint-Louis, Huningue, Hésingue, Hégenheim, Buschwiller, Kembs, Bartenheim, Rosenau, Village-Neuf et Blotzheim.

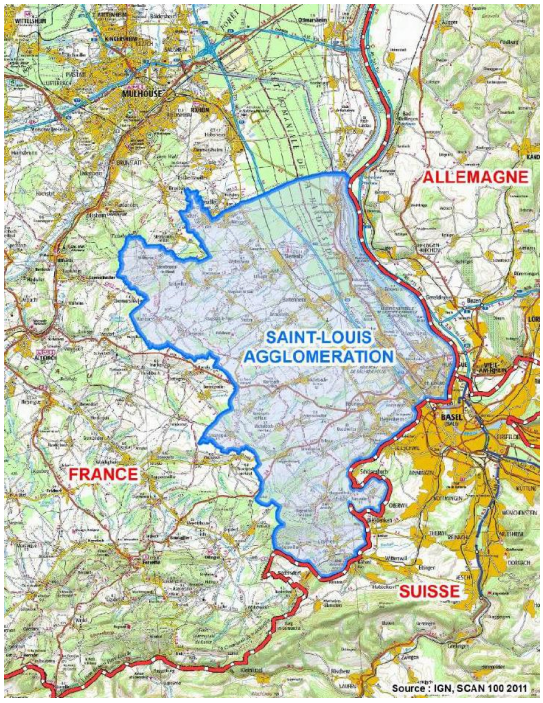
Au 1er janvier **2016**, cette collectivité s'est transformée en **Communauté d'Agglomération** à périmètre équivalent.

Enfin, le 1er janvier **2017**, la Communauté d'Agglomération des Trois Frontières a **fusionné** avec les **Communautés de Communes du Pays de Sierentz et de la Porte du Sundgau** pour former une nouvelle Communauté d'Agglomération appelée SAINT-LOUIS Agglomération.

Forte dorénavant de **40 communes** et de **80 000 habitants**, SAINT-LOUIS Agglomération a une superficie de 270 km².

40 communes, 80 000 habitants 270 km²

Une des particularités géographiques de ce territoire est **l'importance des rapports transfrontaliers** avec la Suisse, l'agglomération de Bâle notamment, et l'Allemagne, Ville de Weil-Am-Rhein et District de Lörrach.



Une position transfrontalière unique en France

2 Rappel des objectifs du Plan Climat-Air-Energie Territorial

Ce que dit la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)

L'article 188 de la LTECV, promulguée le 18 août 2015, modifie les plans climat énergie territorial (PCET), projets territoriaux axés sur l'énergie et le changement climatique, tels qu'ils étaient définis à l'article L 229-26 du code de l'environnement.

Les PCET deviennent ainsi des Plans climat air énergie territorial (PCAET) qui doivent être déposés par tous les EPCI de plus de 20 000 habitants. Leurs contenus et modalités d'élaboration sont précisés par le décret n°2016-849 du 28 juin 2016 et l'arrêté du 4 août 2016 relatif au plan climat air énergie territorial.

Une planification territoriale à un échelon représentatif des enjeux de mobilité et d'activité

Par rapport aux anciens PCET, le PCAET renforce notamment les thématiques portant sur l'efficacité énergétique, l'analyse de la vulnérabilité environnementale, le développement des énergies renouvelables. Il inclut également de nouvelles obligations portant sur le développement des réseaux de chaleur et de froid, la réduction des polluants atmosphériques, le développement des potentiels de séquestration de CO2 dans les écosystèmes et les produits issus du bois.

Qu'est-ce que le PCAET ?

Le PCAET est un outil à la fois stratégique et opérationnel de coordination de la transition énergétique sur le territoire. Il comprend un diagnostic, une stratégie territoriale, un programme d'actions et un dispositif de suivi et d'évaluation. Il concerne tous les secteurs d'activité et a donc vocation à **mobiliser tous les acteurs** économiques, sociaux et environnementaux.

La déclinaison locale des politiques internationales de la lutte contre le réchauffement climatique

Le PCAET a pour objectif de **réduire les émissions de GES et de polluants atmosphériques** du territoire et de l'adapter aux effets du changement climatique afin d'en diminuer sa **vulnérabilité**.

L'énergie est le principal levier d'action dans la lutte contre le changement climatique et la pollution de l'air. Au travers de **son plan d'actions, coconstruit** avec tous les acteurs, le PCAET doit permettre d'agir sur les 3 piliers soutenant un modèle de transition énergétique : sobriété, efficacité et développement des énergies renouvelables.

3 Les enjeux de développement de Saint-Louis Agglomération (SLA)

Le principal marqueur du territoire est l'importance des rapports transfrontaliers avec la Suisse et l'Allemagne. Ils en font un **territoire d'échanges**, de circulations, de flux et de transit. Cette dimension frontalière constitue un facteur structurant de l'évolution de SLA.

Les 3 axes de développement économiques de SLA – vision d'avenir 2030

La mutation des fonctions métropolitaines de la place d'affaires bâloise (tertiarisation, désindustrialisation, augmentation de la qualification de la main d'œuvre) a profondément impacté son hinterland alsacien. En réponse, le développement se fait autour de 3 axes économiques majeurs :

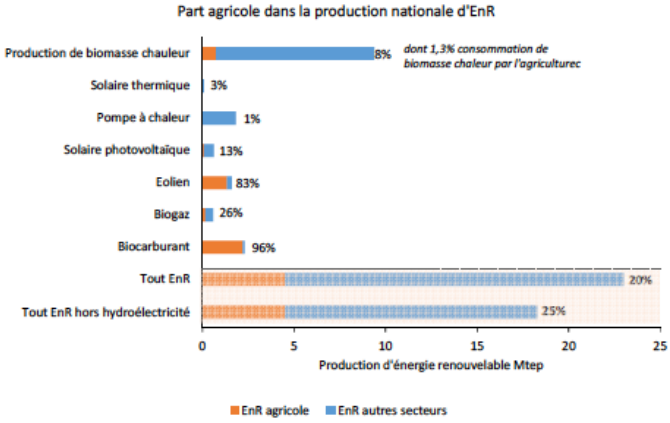
- **La centralité de l'unité urbaine de Saint-Louis et de Huningue** : dans cette perspective, elle n'est plus tant la ville centre du Pays de Saint-Louis que le pôle structurant d'une partie de la métropole bâloise qui s'étire vers le nord-ouest.
- **L'EuroAirport Bâle-Mulhouse** : la synergie de la stratégie de l'aéroport et de celles qui lui sont liées dans le territoire sera la clé majeure de l'affirmation de Saint-Louis Agglomération dans le système bâlois.
- **Le projet 3land** : la profonde transformation de cette zone portuaire et industrielle s'accompagnera d'une mutation économique et structurelle. Ce territoire de projet est un vecteur fort d'intégration métropolitaine.

Les enjeux de durabilité passent donc par le développement d'un schéma de **mobilité** soutenant cette dynamique tout en **respectant l'environnement** (développement des transports en commun, pistes cyclables, tram-train…), accompagné par un processus d'amélioration continue de la politique climat-air-énergie : labélisation Cit'ergie, programme de **maîtrise de l'énergie** dans les bâtiments, projet d'expérimentation **d'économie circulaire** et d'écologie industrielle, développement des **énergies renouvelables et de récupération**…

Une composante rurale, atout de transition

La première des fonctions spécifiques à l'espace rural de la communauté d'agglomération, c'est **l'agriculture**. Le tissu productif agricole, notamment des grandes cultures céréalières et des produits d'élevage, dispose également d'un **réel potentiel de production d'énergies renouvelables** qui reste à valoriser.

Le maintien et le développement de nouveaux **espaces ouverts, agricoles, naturels et forestiers** sont des contributeurs cruciaux aux richesses de demain : poumons verts, stockage carbone, gisement de matériaux de construction…



Source : ADEME « Agriculture et énergies renouvelables : contributions et opportunités pour les exploitations agricoles », 2016

4 Les objectifs et les démarches déjà engagées par la communauté d'agglomération

Les objectifs à atteindre

SAINT-LOUIS Agglomération a la volonté d'élaborer et de mettre en œuvre un PCAET qui réponde :

- aux objectifs nationaux à l'horizon 2030 puis 2050 (base 2012)

Consommations d'énergie	• Réduction de -40% de la consommation énergétique primaire des énergies fossiles en 2030 • Réduction de -17% de la consommation énergétique finale en 2030, puis de -50% en 2050.
Émissions de GES	• Réduction des émissions de gaz à effet de serre de -40% (base 1990), • Atteindre la neutralité carbone en 2050 (division > facteur 6 (base 1990)
Part des énergies renouvelables	• 32% d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale en 2030

- aux objectifs du Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) qui fait suite aux trois Schéma Climat Air Énergie territoriaux du Grand Est, approuvé le 24 janvier 2020 :

Consommations d'énergie	• Réduction de -46% de la consommation d'énergie primaire fossile en 2030 et de 90% en 2050 • Réduction de -29% de la consommation énergétique finale en 2030 et de 55% en 2050
Émissions de GES	• Réduction des émissions de gaz à effet de serre de -54% en 2030 et -77% en 2050.
Part des énergies renouvelables	• 41% d'énergies renouvelables en 2030 et • 100% en 2050

Le futur PCAET concerne l'ensemble du territoire de SLA, comprenant ses 40 communes membres et les acteurs présents physiquement ou travaillant sur cette zone géographique.

Les démarches déjà engagées, éléments de la stratégie air, énergie et climat

SLA dispose déjà d'un **PCET volontaire** (2012) : plusieurs projets climat-énergie ont déjà été réalisés et peuvent alimenter les projets futurs.

SLA est également engagée dans une démarche de **labellisation Cit'ergie**, comme la ville de Saint-Louis. Par conséquent, la collectivité a déjà deux documents de base en interne : un état des lieux du patrimoine

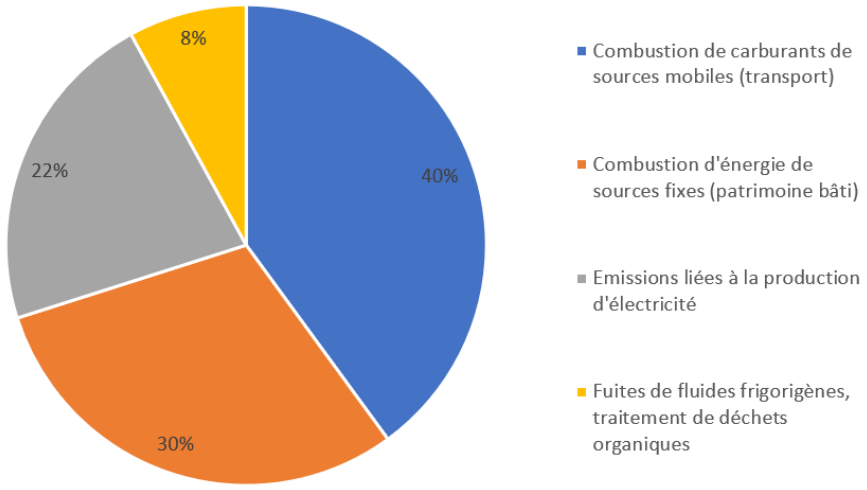
et des compétences et un **plan de 54 actions**. Le dispositif de suivi et d'évaluation du PCAET sera celui adapté de la démarche Cit'ergie.

Le bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES) a été mis à jour en 2019 sur le périmètre Patrimoine & Compétences des émissions sur l'année civile 2018 : il a permis de quantifier et de hiérarchiser les postes d'émissions de GES.

Les émissions prises en compte sont celles correspondant au **patrimoine** (bâtiments et véhicules) et à l'exercice des **compétences**, notamment : l'assainissement des eaux usées, la collecte et la gestion des déchets, la gestion des bâtiments et équipements (piscine, station d'épuration) et les transports (réseau de bus).

Les émissions de Gaz à Effet de Serre de Saint-Louis Agglomération représentent **5 200 tonnes équivalent CO2 en 2018.** Malgré un périmètre qui s'est agrandi lors de la fusion en 2017, les émissions de gaz à effet de serre sont plutôt stables. Cela peut s'expliquer par l'amélioration de la performance des équipements : renouvellement de la flotte de véhicules, acquisition de véhicules électriques, réduction de consommation énergétique des bâtiments.

La répartition des émissions est la suivante :



Une compatibilité et une prise en compte des options et objectifs déposés par les outils de planification et les documents d'urbanisme de l'agglomération

Les émissions de Saint-Louis Agglomération en tant que collectivité représentent environ 1,4% du total des émissions du territoire.

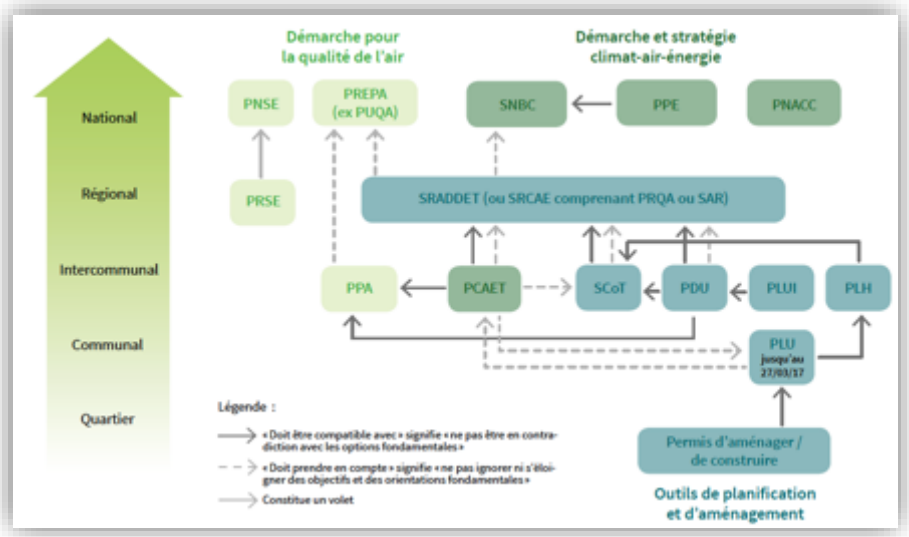
Le Programme Local de Prévention des Déchets (PLPD) fixe un objectif de **réduction de 10% la quantité de déchets** par habitant /an.

Le Schéma de cohérence territorial (**SCOT**) est **en cours de révision** pour une adoption prévue en 2021.

La Communauté d'Agglomération des Trois Frontières a adopté son **Programme Local de l'Habitat** (P.L.H.) le 14 décembre 2016. Il est actuellement en cours de révision pour étendre ses dispositions au nouveau périmètre communautaire. Sans attendre l'approbation de son nouveau P.L.H., Saint-Louis Agglomération a initié une politique volontariste en matière de soutien au développement du parc social et à la réhabilitation du parc de logements, privés comme publics.

Un travail transversal est réalisé par les services de l'agglomération pour assurer une cohérence entre tous ces documents et schémas directeurs portés par la communauté d'agglomération.

Source : ADEME



5 État des lieux complet de la situation énergétique du territoire

5.1 Introduction

L'énergie est une **grandeur physique** qui mesure le **changement d'état** d'un système. Elle caractérise la transformation du monde qui nous entoure, et peut prendre un **grand nombre de formes** différentes : énergie thermique (variation de température…), énergie mécanique (mise en mouvement d'un corps…), énergie électrique (avec une grande variété d'applications), énergie potentielle ou cinétique (hydraulique…), énergie chimique (piles…), énergie rayonnante etc.

Dans un système clos, **l'énergie se conserve** : l'homme ne peut donc pas « produire » de l'énergie mais juste la transformer.

Il transforme donc une énergie « puisée » dans la nature en une autre forme d'énergie avec un « bénéfice » au passage, mais accompagnée d'une **dégradation de la qualité** de l'énergie par dissipation en chaleur (ou rayonnement).

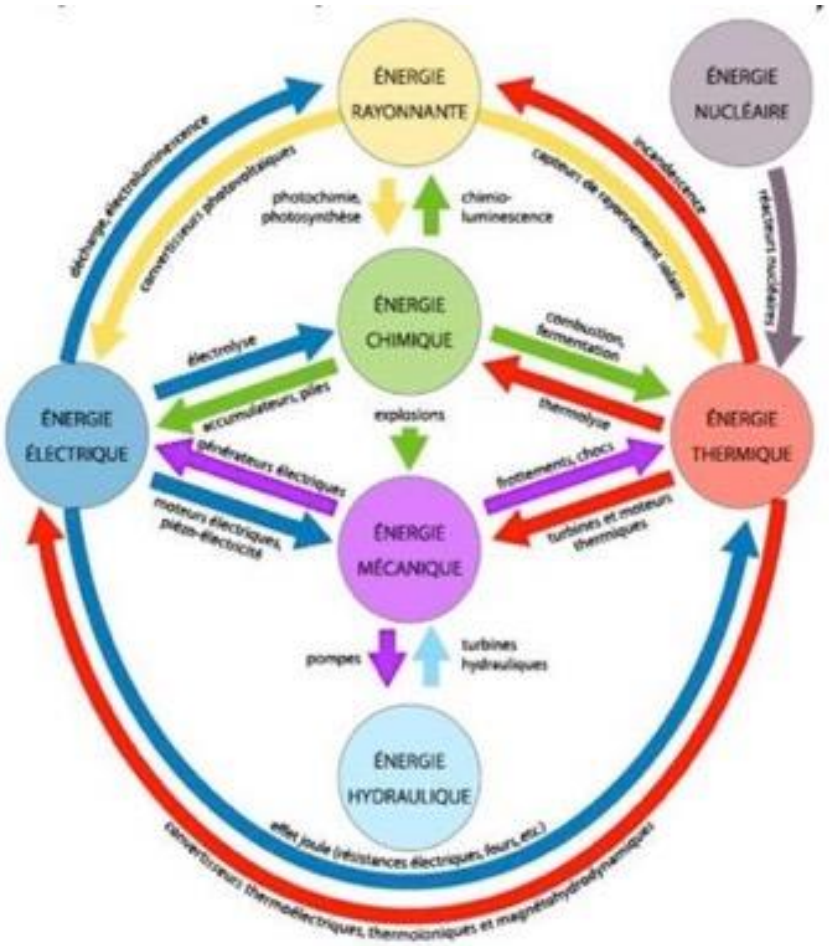


Figure 1 : les différentes formes d'énergie et leur correspondance

L'énergie est donc exprimée dans un grand nombre d'unités variées comme le présente le tableau ci-dessous :

Unites	Symbole	Equivalence	Principales utilisations
Joule	J	1 J = 1 N.m	Physique, bilans économiques, usage général
Wattheure	Wh	1 Wh = 3 600 J	Electricité, physique, énergétique
Kilogrammetre	kg.m	1 kg.m = 9,81 J	Mécanique, physique
Calorie	cal	1 cal = 4,18 J	Thermique, nutrition, médecine
Thermie	th	1 th = 10^6 cal	Thermique
Frigorie	Fr	1 Fr = -1 th	Thermique (réfrigération, climatisation)
Tonne Equivalent Petrole	TEP	1 TEP =11 600 kWh 1 TEP = 10 000 th	Bilans énergétiques, statistiques, macro-économie
Baril	Brl	1 Brl = 0,136 TEP	Industrie pétrolière, bilans énergétiques, macro-économie
British Thermal Unit	Btu	1 Btu = 251 cal	Thermique (pays anglo-saxons)
Electronvolt	Ev	1 Ev = ε	Physique nucléaire

Tableau 1 : principales unités de mesures et équivalences pour les différentes formes d'énergie.

La grande hétérogénéité des niveaux d'énergie mis en jeux impose l'utilisation de multiples ou préfixes comme détaillé dans le Tableau 2.

Préfixe	Symbole	Valeur	Exemple
Kilo	k	10^3	Kilocalorie : Kcal
Méga	M	10^6	MégaTEP : MTEP
Giga	G	10^9	Gigajoule : GJ
Téra	T	10^{12}	TéraWattheure : TWh
Péta	P	10^{15}	Pétajoule : PJ
Exa	E	10^{18}	Exajoule : EJ

Tableau 2 : préfixes couramment utilisés pour les mesures énergétiques

L'objectif de ce chapitre est **d'évaluer les consommations énergétiques** des activités humaines du territoire de Saint-Louis Agglomération (SLA).

Elle se mesure principalement en **Watt-heure**, en utilisant les préfixes :

- **Kilo** (10^3) : consommation énergétique **journalière** d'un français moyen,
- **Méga** (10^6) : consommation énergétique **annuelle** d'un français moyen,
- **Giga** (10^9) : production **annuelle d'une centrale** (thermique, nucléaire, hydro-électrique (Kembs : env. 900 GWh en 2016),
- **Téra** (10^{12}) : consommation énergétique finale **annuelle de la France** (métropole – 2016 : env. 1600 TWh)

5.2 Les sources d'énergie et l'évolution de notre consommation

Depuis la révolution industrielle, l'humanité a consommé de plus en plus d'énergie pour modifier le monde autour d'elle afin d'améliorer ses conditions de vie. **L'exploitation de l'énergie** a permis de **remplacer** une grande part du **travail** avec une meilleure efficacité que celle que pourrait fournir un **humain**.

Cette « **explosion** » de la consommation par habitant est représentée sur la Figure 2.

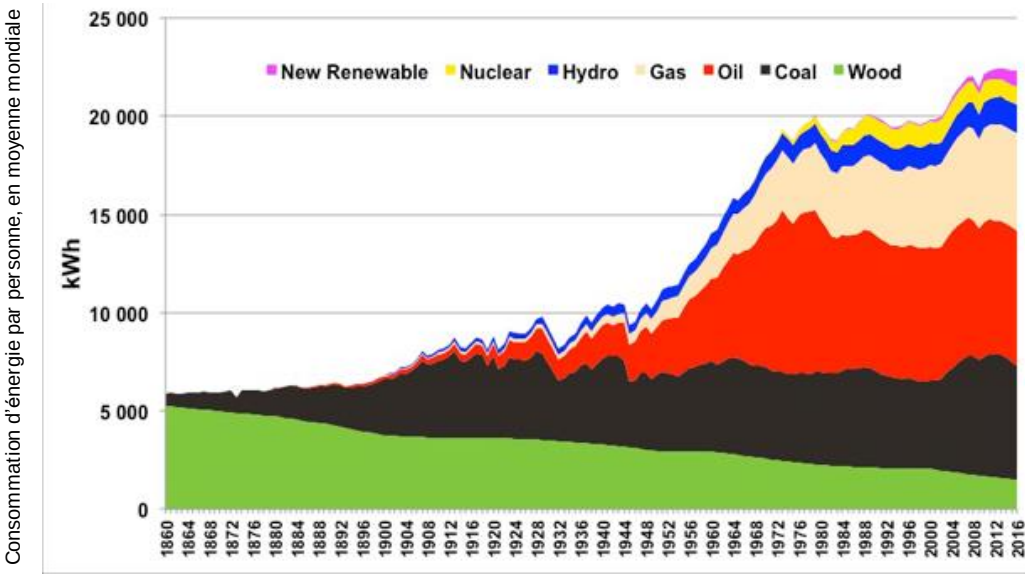


Figure 2 : évolution depuis 1860 de la consommation énergétique finale annuelle d'un humain (moyenne pour le monde entier). Source : calcul JM.Jancovici (https://jancovici.com/) sur données Shilling et al. 1977, BP Statistical Review 2016, Smil 2016

Le **développement** de nos sociétés moderne est **basé** sur une **exploitation massive des ressources fossiles** avec :

- **Le charbon** depuis la première révolution industrielle du 19ème siècle,
- **Le pétrole** depuis la fin de la seconde guerre mondiale,
- **Le gaz** naturel depuis le 1er choc pétrolier.

Les **autres sources d'énergie** (nucléaire, hydraulique, bois énergie et autres renouvelable) ne constituent qu'une **faible composante** (moins de 20%) du mix électrique mondial en 2016.

En **moyenne, un habitant consomme environ 22 000 kWh** (ou 22 MWh) **par an** pour assumer son quotidien. Cette valeur est très hétérogène à la surface du globe : un américain moyen consomme environ 10 fois plus d'énergie qu'un indien par exemple.

Un autre élément d'appropriation est de rapporter cette énergie à celle que nous pouvons déployer uniquement grâce à notre force musculaire. En moyenne, un humain peut fournir en une journée environ 0,5 kWh de travail mécanique. La consommation moyenne d'énergie finale par habitant en 2016 représente donc l'**équivalent de la force de travail de 120 personnes** par an.

5.3 Type et sources des données des consommations énergétiques

La **consommation** énergétique d'un territoire peut être mesurée en fonction de l'énergie primaire ou en fonction de la consommation d'**énergie finale**.

L'énergie **primaire** correspond aux sources d'**énergie** directement disponibles dans la nature **avant toute transformation**. L'énergie primaire n'est pas toujours directement exploitable pour les activités humaines et donc fait souvent l'objet de transformation et de transport.

Après transformation, stockage et transport, l'énergie mise à la disposition et **exploitée par le consommateur** est appelée l'**énergie finale**. La production de l'énergie finale entraîne donc des **pertes**, notamment pour la **production d'électricité** dont la chaîne de production possède un **faible rendement**.

Par convention internationale, la consommation d'énergie primaire est déterminée à partir de l'énergie finale en appliquant des coefficients de transformation égaux à 2,58 pour les consommations d'électricité et à 1 pour toutes les autres consommations d'énergie. **Il faut donc 2,58 MWh d'énergie primaire pour produire 1 MWh d'électricité consommable.**

La **nouvelle réglementation environnementale** pour la construction des bâtiment neufs (RE2020), dont les textes réglementaires doivent être publiés d'ici l'automne 2020, fixe une nouvelle valeur pour le **coefficient d'énergie primaire de l'électricité à 2,3** : elle correspond, selon les ministères, « *à la valeur moyenne anticipée de ce coefficient pour les 50 prochaines années, permettant de prendre ainsi en compte l'évolution prévisionnelle du mix électrique au cours de la durée de vie des bâtiments neufs* ». Cette valeur fait fortement débat, notamment du fait de son caractère « anticipée » qui est loin de faire consensus.

Le **diagnostic** énergétique présenté dans ce chapitre est **issu** de l'analyse :

- **Des données d'ATMO Grand Est**, à la maille de la communauté d'agglomération (récupérée sur le site de l'observatoire : https://observatoire.atmo-grandest.eu) et communale (données fournies par ATMO le 15/10/2016, fichier « ATMO_Données détaillées par commune_sans_conf.xlsx »). L'observatoire fourni la **consommation énergétique finale en kWh PCI**[1], par secteurs d'activité et source énergétique. Il détaille également les **consommations non énergétiques**, par secteur d'activité, c'est-à-dire la consommation de combustibles comme matière première ou en vue d'exploiter certaines de leur propriétés physiques (lubrifiant, solvant, bitume…). ATMO fourni également les consommations des secteurs de la production d'énergie (branche énergie) du territoire, pour les vecteurs énergétiques autres que l'électricité (facteur de 2,58 à appliquer sur la consommation finale), et le chauffage urbain.
    - Les **données des opérateurs de réseau** du territoire : **ENEDIS**, **HUNELEC**, pour l'électricité seule, **EBM/R-CUE** pour la chaleur et l'électricité et **GRDF** et **VEOLIA** pour le gaz (cf. cartes des réseaux de transport et de distribution en § 0). Ces données sont issues d'une fourniture directe opéré par l'opérateur vers SLA (ENEDIS, EBM et GRDF) ou récupérée sur le site de **l'Agence ORE** (Opérateurs de Réseaux d'Énergie), créée en 2017. Cette agence regroupe l'ensemble des distributeurs d'électricité et de gaz en France pour faciliter la fourniture de services complets de données autour de l'énergie. Elle met ces données à disposition sur une plateforme Open Data (https://opendata.agenceore.fr/pages/home/) à partir de laquelle nous avons récupéré les données de consommations pour VEOLIA et HUNELEC.

[1] *Pouvoir Calorifique Inférieur : c'est-à-dire l'énergie délivrée sans tenir compte de celle liée à la chaleur latente de la vapeur d'eau produite lors de la combustion.*

5.4 Consommation énergétique du territoire

Rappel important : les consommations présentées sont celles conformes au décret du PCAET, et calculées par ATMO-GE. Elles ne tiennent pas compte des consommations « importées », en dehors de l'électricité, liées notamment à l'approvisionnement de l'ensemble des biens et services nécessaires au fonctionnement de la collectivité, des habitants et des acteurs privés du territoire.

5.4.1 Le bilan global

La consommation énergétique finale du territoire de Saint-Louis Agglomération (SLA) s'élève en 2016 à 2 300 GWh. Elle a baissé de seulement 2% depuis 2005, et est **quasi stable depuis 2010** (-0,2%). ATMO-GE fourni également les données corrigées des variations climatiques (CVC) qui montrent une augmentation de la consommation énergétique de +5% entre 2010 et 2016 (cf. Tableau 3).

TOTAUX GLOBAUX	Consommation énergétique finale à climat réel en MWh PCI	Consommation énergétique finale corrigée des variations climatiques en MWh PCI
2005	2 357 530	2 351 351
2010	2 303 241	2 211 306
2016	2 299 266	2 321 444
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-2%**	**-1%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	**-0,2%**	**5,0%**

Tableau 3 : évolution des consommations énergétiques finales brutes et corrigées des variations climatiques annuelles de SLA de 2005 à 2010.

Les consommations énergétiques sont principalement induites par les besoins des secteurs résidentiel et du transport (tous modes) qui représentent 2/3 des consommations énergétiques finales :

Conso. Réelles 2016 en MWh PCI	BOIS ÉNERGIE	AUTRES RENOUVELABLES	RESEAUX (CHALEUR	ELECTRICITE	GAZ NATUREL	PRODUITS PÉTROLIERS	Total
AGRICULTURE	215	1 842	-	3 077	1 092	28 119	34 345
BRANCHE ENERGIE							-
DECHETS							-
INDUSTRIE	93	378	-	175 513	256 963	40 108	473 054
RESIDENTIEL	156 728	36 291	29 098	212 412	212 117	137 308	783 955
TERTIAIRE	1 333	205	13 693	95 393	69 025	42 696	222 346
TRANSPORT ROUTIER	-	35 957	-	38	91	537 830	573 916
AUTRES TRANSPORTS	-	747	-	9 566	91	201 339	211 743
Total	158 369	75 420	42 791	495 998	539 380	987 399	**2 299 358**

Tableau 4 : synthèse des consommations énergétiques finales à climat réelles de SLA en 2016, par secteur d'activité et sources énergétiques.

La rigueur climatique ayant diminuée entre 2010 et 2016, la hausse de la consommation d'énergie finale à climat constant constatée sur cette période s'explique principalement par l'accroissement de la population de SLA :

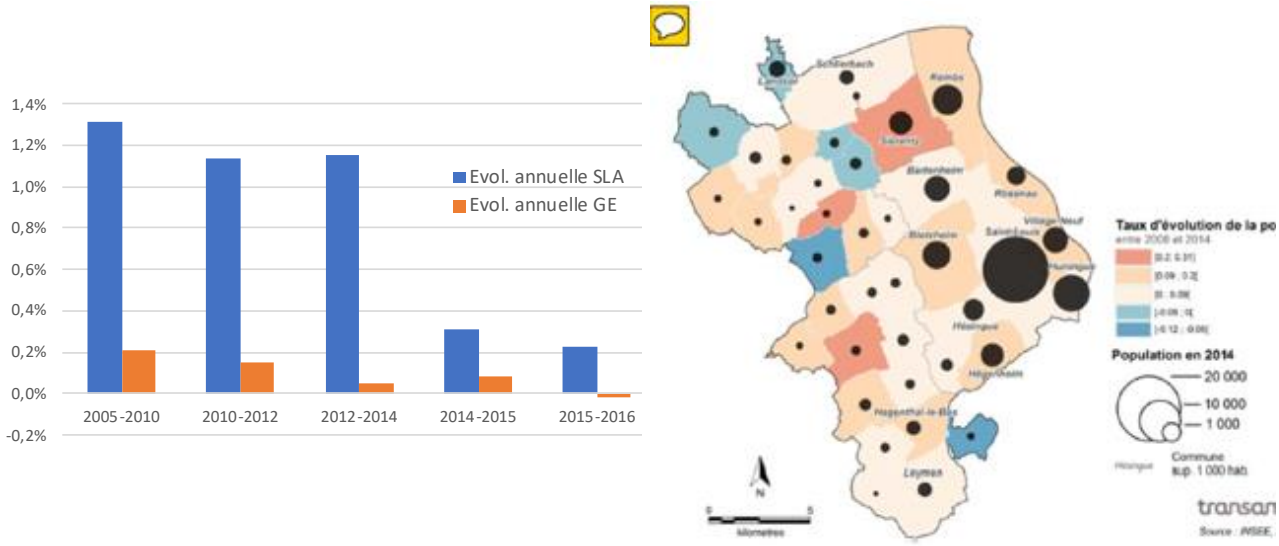


Figure 3: à gauche : évolution comparée des taux de variation annuel de la population pour SLA et le Grand-Est (source: INSEE, données du recensement pour l'année 2015). A droite : taux d'évolution de la population entre 2008 et 2014 (source : Diagnostic du schéma de mobilité de SLA - 26/07/2017)

Celle-ci s'est en effet **fortement accrue depuis 2005** et jusqu'en 2014, avec un taux annuel supérieur à 1%/an. Dans le même temps, cette hausse restait inférieure à 0,2% en moyenne pour le Grand-Est ; Bien que réduite depuis 2014, cette **croissance démographique** du territoire est principalement **portée par les communes de l'ancienne CC3F** hors Saint-Louis, par la commune de **Sierentz** et plusieurs communes rura les des anciennes communautés de communes de Sierentz (par ex. Stetten) et du Pays de Sundgau (par ex. Michelbach-le-haut). Cette dynamique démographique reste un **marqueur fort du territoire, en lien avec son caractère transfrontalier** (bassin d'emploi autour de l'EuroAirport de Bâle-Mulhouse), qui va vraisemblablement perdurer dans les prochaines années.

En ramenant la consommation énergétique finale à la population annuelle de SLA, nous constatons une décroissance depuis 2005 plus marquée (-13% en climat réel, -7% en CVC) : cette réduction est moins forte depuis 2010, et il existe même une augmentation de la consommation à climat constant. Cette hausse traduit que les **systèmes énergétiques de l'agglomération disposent de marges d'adaptation aux évolutions climatiques**, notamment au réchauffement atmosphérique, l'indice de rigueur climatique ayant baissé de 5% entre 2005 et 2010 (source ATMO).

L'analyse des consommations par secteur donne des éléments permettant de mieux expliquer ces évolutions (cf. § suivants).

TOTAUX GLOBAUX	Consommation énergétique finale à climat réel en MWh PCI	Consommation énergétique finale corrigée des variations climatiques en MWh PCI
2005	34	34
2010	31	30
2016	30	32
évol. 2005-2016 [% 2005]	-13%	-7%
évol. 2010-2016 [% 2010]	-5,1%	5,0%

Tableau 5 : évolution des consommations énergétiques finales brutes et corrigées des variations climatiques annuelles par habitant de SLA de 2005 à 2010.

Enfin une cartographie des consommations énergétiques finales du territoire par commune est présentée en Figure 4 : elle montre que la **consommation** énergétique finale (à climat réel) est **pilotée** par la densité de **population** qu'on retrouve élevée dans les **zones urbaines** et semi-urbaine qui **concentrent les emplois industriels et tertiaires**.

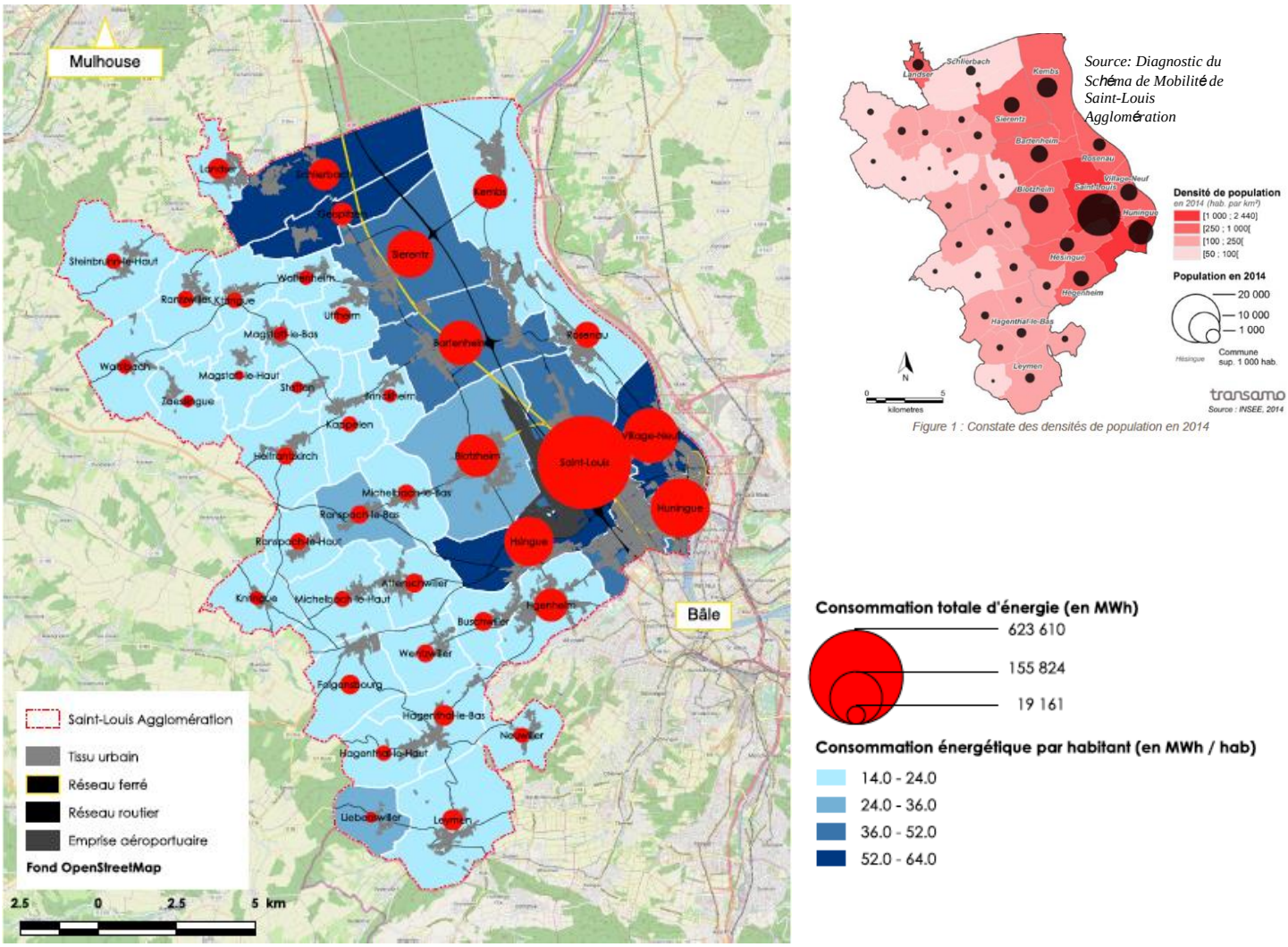


Figure 4 : répartition des consommation énergétiques finales à climat réelle (Sources ATMO – Chiffres clés 2016) et de la consommation énergétique par habitant et par commune de SLA. En haut à droite, cartographie de la densité de population sur le territoire (source : Diagnostic du schéma de mobilité de SLA – 26/07/2017).

Le **résidentiel** est le **premier secteur** consommateur d'énergie (**34%**), suivi du **transport routier** seul (**25%**), puis de l'**industrie** (**21%**) et du **tertiaire** (**10%**). Les autres transport (avion, rail, fluvial) consomment 9% de l'énergie finale alors que l'agriculture ne représente que 1% de la consommation énergétique totale de SLA en 2016 (cf. Figure 5, source ATMO-GE).

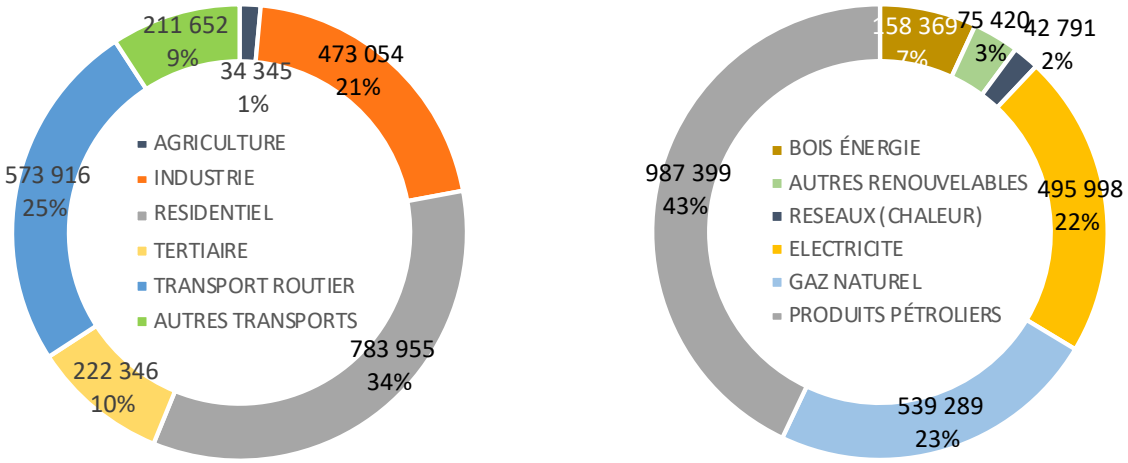


Figure 5 : répartition des consommations énergétiques finales de SLA en 2016 par secteur d'activité (à gauche) et sources énergétiques (à droite). Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016.

Seul le **secteur industriel** présente une **décroissance continue** de sa consommation énergétique finale (cf. Figure 6). Les **secteurs résidentiels**, **transport routier** et dans une moindre mesure le **tertiaire** ont connu une **croissance au moins jusqu'en 2010**, vraisemblablement couplée à la **dynamique démographique**. Leur consommation énergétique se réduit depuis. Le secteur **agricole**, ainsi que celui couvrant les **autres transports** que routier affichent une dynamique opposée, avec **un accroissement de la consommation depuis 2010**.

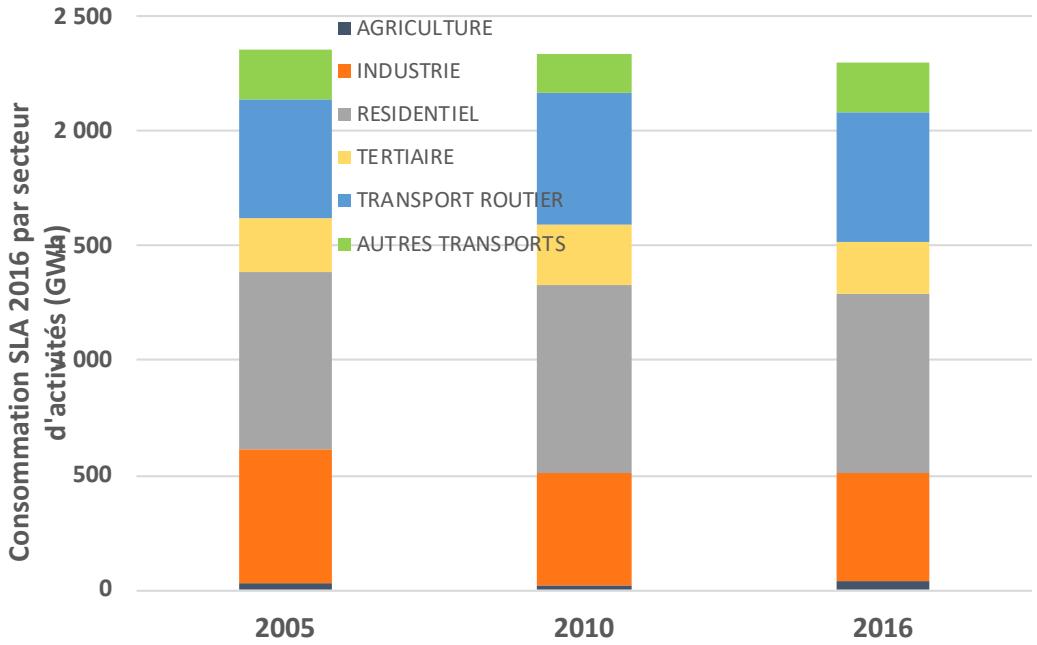


Figure 6 : évolution de la consommation énergétique finale (climat réel) de SLA entre 2005 et 2016 par secteur d'activité.

Le **mix** des consommations énergétiques global de SLA est **dominé par les énergies fossiles** : elles représentent **66%** du mix, et pour une part majoritaire issue des **produits pétroliers** : **43% du mix** de 2016 (cf. Figure 5, graphique de droite). L'**électricité** (à 77% d'origine nucléaire pour le mix moyen du Grand-Est, source RTE) représente **22%** de la consommation. Les **énergies renouvelables** (incluant le bois énergie qui est traité spécifiquement par ATMO) représentent **10%** de la consommation totale. Enfin le **réseau de chaleur** de la Ville de Saint-Louis fourni **2%** de la consommation totale, uniquement pour les secteurs du résidentiel et du tertiaire.

On note néanmoins une **diminution de la consommation de ressources fossiles depuis 2005** (cf. Figure 7), plus marquée entre 2005 et 2010 qu'entre 2010 et 2016 pour les produits pétroliers (-10% entre 2005 et 2016), et inversement pour le gaz naturel (-16% entre 2005 et 2016).

La consommation d'électricité a progressé de 6% mais est stable depuis 2010.

Celle liée aux **énergies renouvelables** a fortement progressé, avec **+65% pour le bois énergie** depuis 2005 et **+420% pour les autres renouvelables**, qui n'étaient que **marginalement présents en 2005**.

Enfin le **réseau de chaleur** de la ville de Saint-Louis a également **progressé de 11% depuis 2005**, avec une accélération depuis 2010 (+21%), liées à la nouvelle DSP, son extension et les investissements réalisés (cf. § 5.7.1).

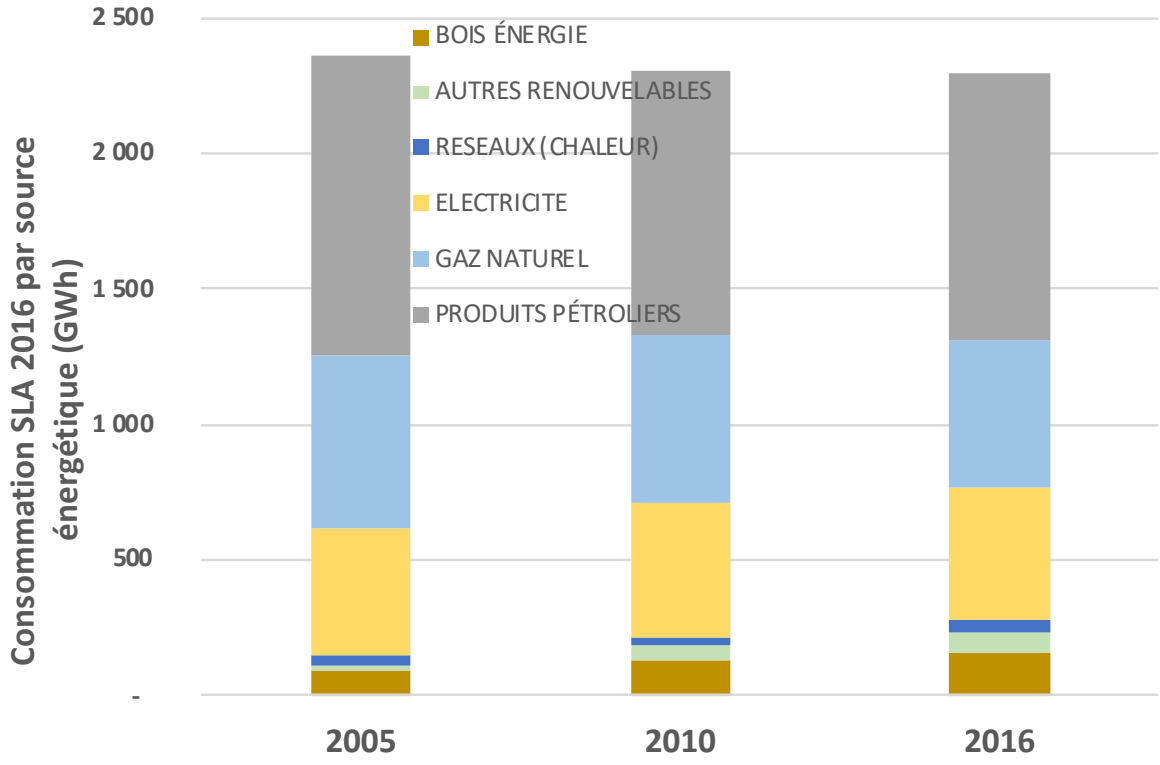


Figure 7 : évolutions de la consommation énergétique finale (climat réel) de SLA entre 2005 et 2016 par sources énergétiques.

Ces **dynamiques**, par secteur et source énergétique, sont en majorités **renforcées** lorsque les consommations d'énergie finale (à climat réel) sont **ramenées à la population annuelle**.

Ces évolutions sont synthétisées dans les tableaux suivants :

TOTAUX PAR SECTEURS PCAET	Consommation énergétique finale à climat réel en MWh PCI
AGRICULTURE	
2005	30 764,8
2010	21 567,3
2016	34 344,6
évol. 2005-2016 [% 2005]	12%
évol. 2010-2016 [% 2010]	**59,2%**
INDUSTRIE	
2005	585 722,4
2010	486 488,3
2016	473 053,7
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-19%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	-2,8%
RESIDENTIEL	
2005	770 980,9
2010	822 424,8
2016	783 954,5
évol. 2005-2016 [% 2005]	**2%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	-4,7%
TERTIAIRE	
2005	231 744,1
2010	265 217,8
2016	222 345,6
évol. 2005-2016 [% 2005]	-4%
évol. 2010-2016 [% 2010]	**-16,2%**
TRANSPORT ROUTIER	
2005	521 919,8
2010	574 484,9
2016	573 915,7
évol. 2005-2016 [% 2005]	**10%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	-0,1%
AUTRES TRANSPORTS	
2005	216 398,2
2010	169 014,7
2016	211 652,1
évol. 2005-2016 [% 2005]	-2%
évol. 2010-2016 [% 2010]	**25,2%**

TOTAUX PAR SECTEURS PCAET ET PAR HABITANT	Consommation énergétique finale à climat réel en MWh PCI
AGRICULTURE	
2005	0,4
2010	0,3
2016	0,4
évol. 2005-2016 [% 2005]	0%
évol. 2010-2016 [% 2010]	**51,4%**
INDUSTRIE	
2005	8,5
2010	6,6
2016	6,1
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-28%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	-7,6%
RESIDENTIEL	
2005	11,2
2010	11,2
2016	10,1
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-9%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	-9,4%
TERTIAIRE	
2005	3,4
2010	3,6
2016	2,9
évol. 2005-2016 [% 2005]	-14%
évol. 2010-2016 [% 2010]	**-20,3%**
TRANSPORT ROUTIER	
2005	7,6
2010	7,8
2016	7,4
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-2%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	-5,0%
AUTRES TRANSPORTS	
2005	3,1
2010	2,3
2016	2,7
évol. 2005-2016 [% 2005]	-13%
évol. 2010-2016 [% 2010]	**19,1%**

Tableau 6 : évolution comparée et par secteur des consommations finales d'énergie totales et par habitants pour SLA. (Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016).

TOTAUX PAR VECTEUR D'ÉNERGIE	Consommation énergétique finale à climat réel en MWh PCI
BOIS ÉNERGIE	
2005	96 210
2010	132 112
2016	158 369
évol. 2005-2016 [% 2005]	**65%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	**19,9%**
AUTRES RENOUVELABLES	
2005	14 517
2010	51 905
2016	75 420
évol. 2005-2016 [% 2005]	**420%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	**45,3%**
RESEAUX (CHALEUR)	
2005	38 598
2010	35 356
2016	42 791
évol. 2005-2016 [% 2005]	11%
évol. 2010-2016 [% 2010]	**21,0%**
ELECTRICITE	
2005	467 986
2010	497 398
2016	495 998
évol. 2005-2016 [% 2005]	6%
évol. 2010-2016 [% 2010]	-0,3%
GAZ NATUREL	
2005	641 171
2010	610 760
2016	539 289
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-16%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	**-11,7%**
PRODUITS PÉTROLIERS	
2005	1 099 047
2010	975 711
2016	987 399
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-10%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	1,2%

TOTAUX PAR VECTEUR D'ÉNERGIE ET PAR HABITANT	Consommation énergétique finale à climat réel en MWh PCI
BOIS ÉNERGIE	
2005	1
2010	2
2016	2
évol. 2005-2016 [% 2005]	**47%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	**14,0%**
AUTRES RENOUVELABLES	
2005	0
2010	1
2016	1
évol. 2005-2016 [% 2005]	**363%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	**38,1%**
RESEAUX (CHALEUR)	
2005	1
2010	0
2016	1
évol. 2005-2016 [% 2005]	-1%
évol. 2010-2016 [% 2010]	**15,1%**
ELECTRICITE	
2005	7
2010	7
2016	6
évol. 2005-2016 [% 2005]	-5%
évol. 2010-2016 [% 2010]	-5,2%
GAZ NATUREL	
2005	9
2010	8
2016	7
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-25%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	**-16,1%**
PRODUITS PÉTROLIERS	
2005	16
2010	13
2016	13
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-20%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	-3,8%

Tableau 7 : évolution comparée et par secteur des consommations finales d'énergie totales et par habitants pour SLA. (Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016).

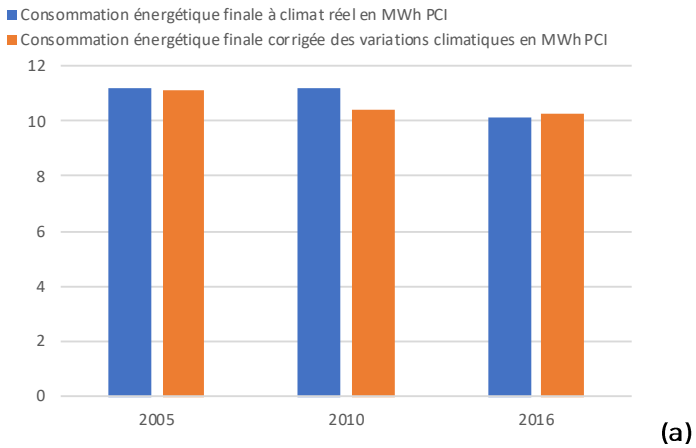
- On note notamment que la **réduction de la consommation de produits pétroliers par habitant est de -20% depuis 2005**, mais ralenti sur la période 2010-2016 (-3,8%).
- Le **constat est identique pour le gaz naturel**, avec une tendance à la baisse plus marquée (-25%/hab depuis 2005, -16%/hab. depuis 2010).
- Pour l'**électricité**, l'analyse montre une **diminution de la consommation par habitant**, constante sur la période 2005-2016 (-5%).
- Enfin les augmentations de consommations de bois- énergie, autres renouvelables et réseau de chaleur (biomasse/Ville de Saint-Louis) viennent en partie compenser, vertueusement, la baisse des usages de fossile avec des augmentations par habitant importantes sur la période 2005-2016 (sauf pour le réseau de chaleur de Saint-Louis) mais qui ralentissent sur la période 2010-2016.

Ces évolutions traduisent **une forte augmentation de l'efficacité énergétiques** dans tous les secteurs **sauf dans les transports**, où elle semble marquer le pas dans celui du **transport routier** (effet rebond d'un usage plus intensif de véhicule pourtant plus efficace) et se dégrade dans les autres transports du fait de **l'accroissement du trafic aérien de l'EuroAirport**.

Les sections suivantes visent à détailler les évolutions spécifiques de la consommation énergétique pour chaque secteur d'activité.

5.4.2 Le résidentiel

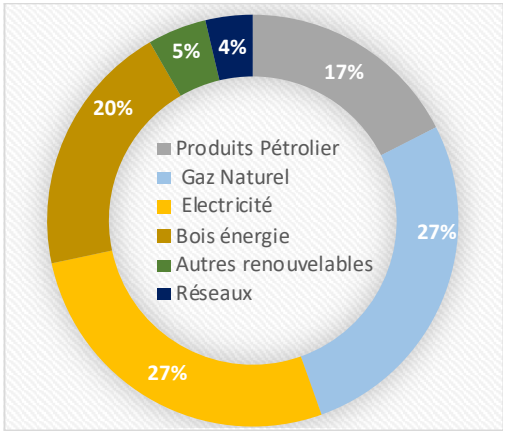
C'est le secteur le plus consommateur de l'agglomération : il représente **34% de la consommation totale** d'énergie finale du territoire en 2016. Voici ci-dessous l'évolution de ces **consommations ramenées au nombre d'habitant** par année, ainsi que le mix énergétique 2016 du secteur.



(a)

	Conso. Réelle	Conso. CVC*
évol. 2005-2016 [% 2005]	-9%	-7%
évol. 2010-2016 [% 2010]	-9%	-1%

(b)



(c)

Figure 8 : Secteur résidentiel – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et par habitant - (b) pourcentage d'évolution de la consommation énergétique par habitant sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur en 2016.

Les **consommations** globales par habitant du secteur **ont baissé de 7% depuis 2016**, à climat constant (CC). On note néanmoins une moindre diminution voire une stagnation sur la période 2010-2016 (-1%, CC).

Le **mix** énergétique du secteur est très **varié** mais conserve une **dominante d'énergie fossile**, notamment le gaz naturel pour le chauffage (**27% du mix**). Néanmoins cette part est réduite grâce à l'utilisation du **bois énergie** pour 20% en usage décentralisé chez les particuliers et 4% par le réseau urbain et biomasse de la ville de Saint-Louis : quasiment **un quart du mix du secteur**.

La consommation d'**électricité** du secteur est également importante avec **27%** du mix (212 GWh en 2016, quasi **43% de la consommation totale d'électricité de SLA**). La part des énergies renouvelables hors bois énergie (solaire, pompes à chaleur, petite et micro hydraulique, cf. §6) reste faible.

La **consommation** globale du secteur est **plus importante dans les communes à forte concentration de la population/logements**, notamment sur l'axe Sierentz-Huningue. Mais la **part du résidentiel** dans la consommation globale est **élevée (>64%) pour les communes plus rurales** situées à l'ouest de l'agglomération, comme **pour Kembs et Rosenau** à l'Est, le long du Rhin.

Les enjeux de réduction de la consommation **du secteur sont donc prioritaires pour la communauté d'agglomération** pour **atteindre les objectifs nationaux et régionaux** déclinés aux horizons 2030 et 2050 (Stratégie Nationale Bas Carbone et SRADDET, cf. §5.6).

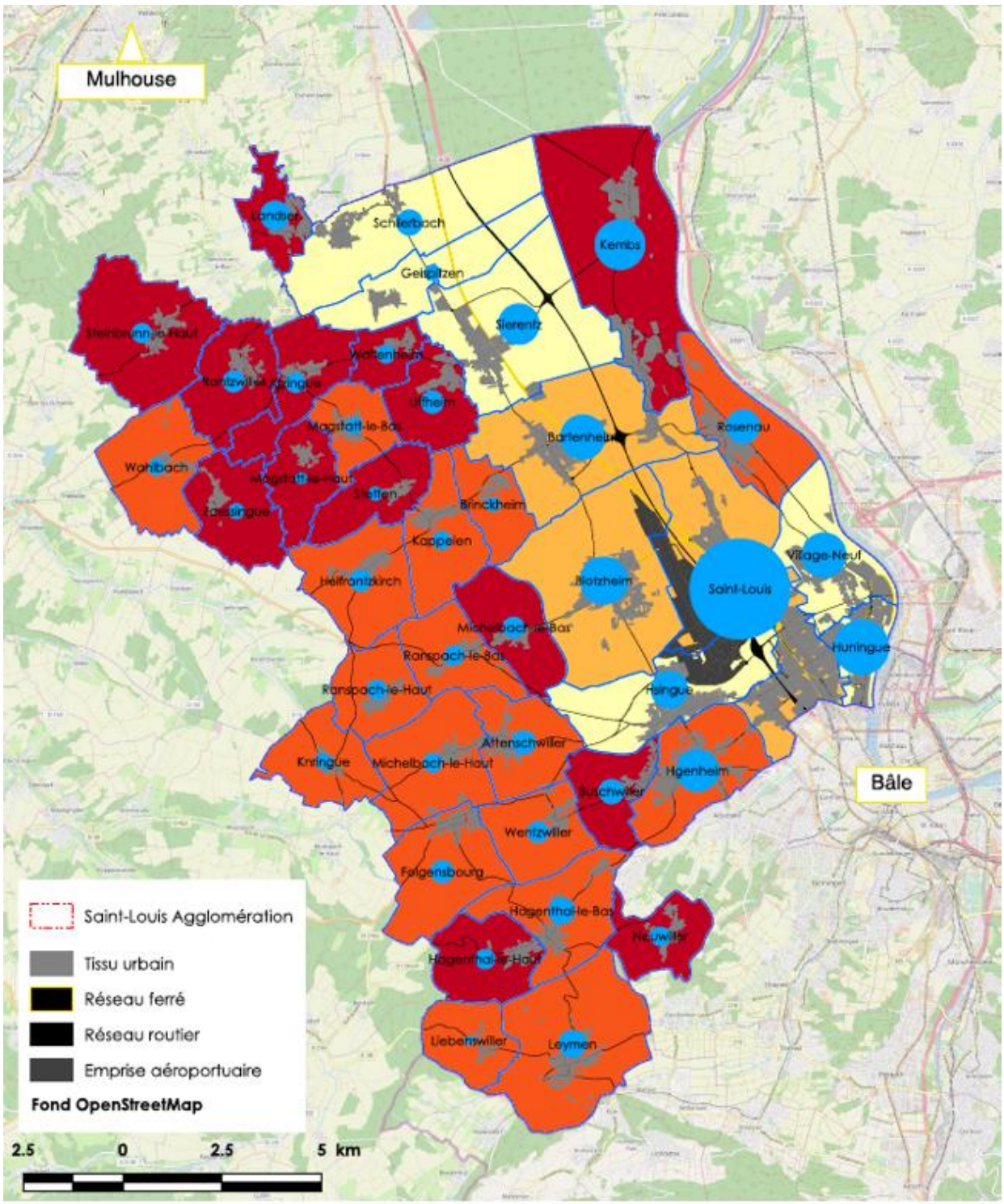
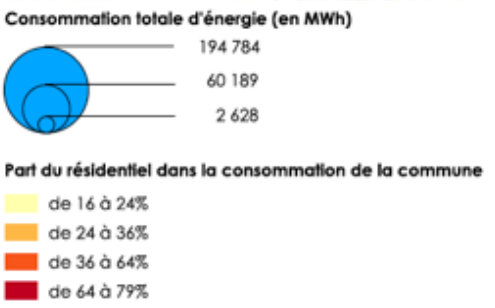
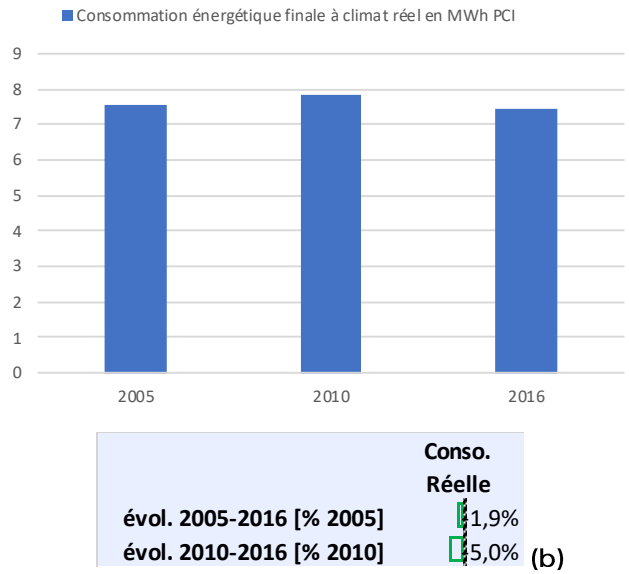


Figure 9 : répartition de la consomaion totale d'énergie (à climat réel) par commune de Saint-Louis Agglomération pour le secteur résidentiel (cercles) et part du résidentiel dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 16 à 79%).



5.4.3 Le transport routier

C'est le **second secteur** en termes de consommation énergétique finale (on ne présente ici que les consommations à climat réel) représentant **25% de la consommation globale** du territoire en 2016 (574 GWh). Les données des consommations énergétiques sont **ramenées à la population du territoire** pour les années 2005/2010 et 2016.



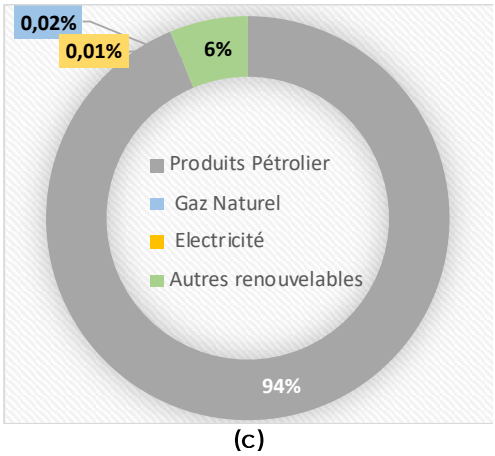


Figure 10 : Secteur du transport routier – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel par habitant - (b) pourcentage d'évolution de la consommation énergétique par habitant sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur.

Les **consommations** globales (celles à climat réel) par habitant du secteur **ont faiblement baissé de 2% depuis 2005.** On note néanmoins une inflexion de la dynamique avec une hausse entre 2005 et 2010 et une baisse, plus marquée (-5%), entre 2010 et 2016. Cette baisse est liée à la **baisse de consommation des véhicules**, est en partie **limitée par l'augmentation des kilomètres parcourus** (périurbanisation, développement du résidentiel dans les zones rurales, plus éloignées des bassins d'emploi).

Le **mix** énergétique du secteur est **massivement basé sur les énergies fossiles**, notamment les produits pétroliers (94% du mix, 538GWh consommés en 2016, soit un équivalent de 54 Millions de litres de carburant). La part de bio carburant est de 6%, en progression de 20% sur la période 2010-2016 (en volume total consommé par le secteur).

La **dynamique démographique et économique** du territoire (+ 12% entre 2005 et 2016) a néanmoins conduit à ce **qu'en volume total**, la **consommation de produits pétroliers du secteur a augmenté de +4%**, passant de 515 GWh en 2005 à 538GWh en 2016.

La cartographie de consommation du secteur doit être analysée en tenant compte du fait que les **consommations calculées par ATMO sont affectées à chaque commune au prorata des distances parcourues sur celles-ci**. Les communes rurales où résident les habitants travaillant sur l'est du territoire ne sont donc pas imputées de l'intégralité des consommations liées au déplacements routiers de leurs habitants : c'est pourquoi des **consommations sont élevées sur les communes de l'est du territoire, concentrant les emplois** et auxquelles viennent s'ajouter celles liées aux **flux de transit par l'axe autoroutier** les traversant notamment (A35, RD66 et RD201). Pour ces communes, notamment Sierentz qui possède également un pôle générateur de flux routier (centre hospitalier, zone commerciale), Bartenheim, Schlierbach et Geispitzen, la part du transport

routier est élevée, entre 40% et 60%. Les communes au sud-est de l'agglomération présentent également des % élevés : Wentzwiller, Folgensbourg, Liebenswiller et Leymen.

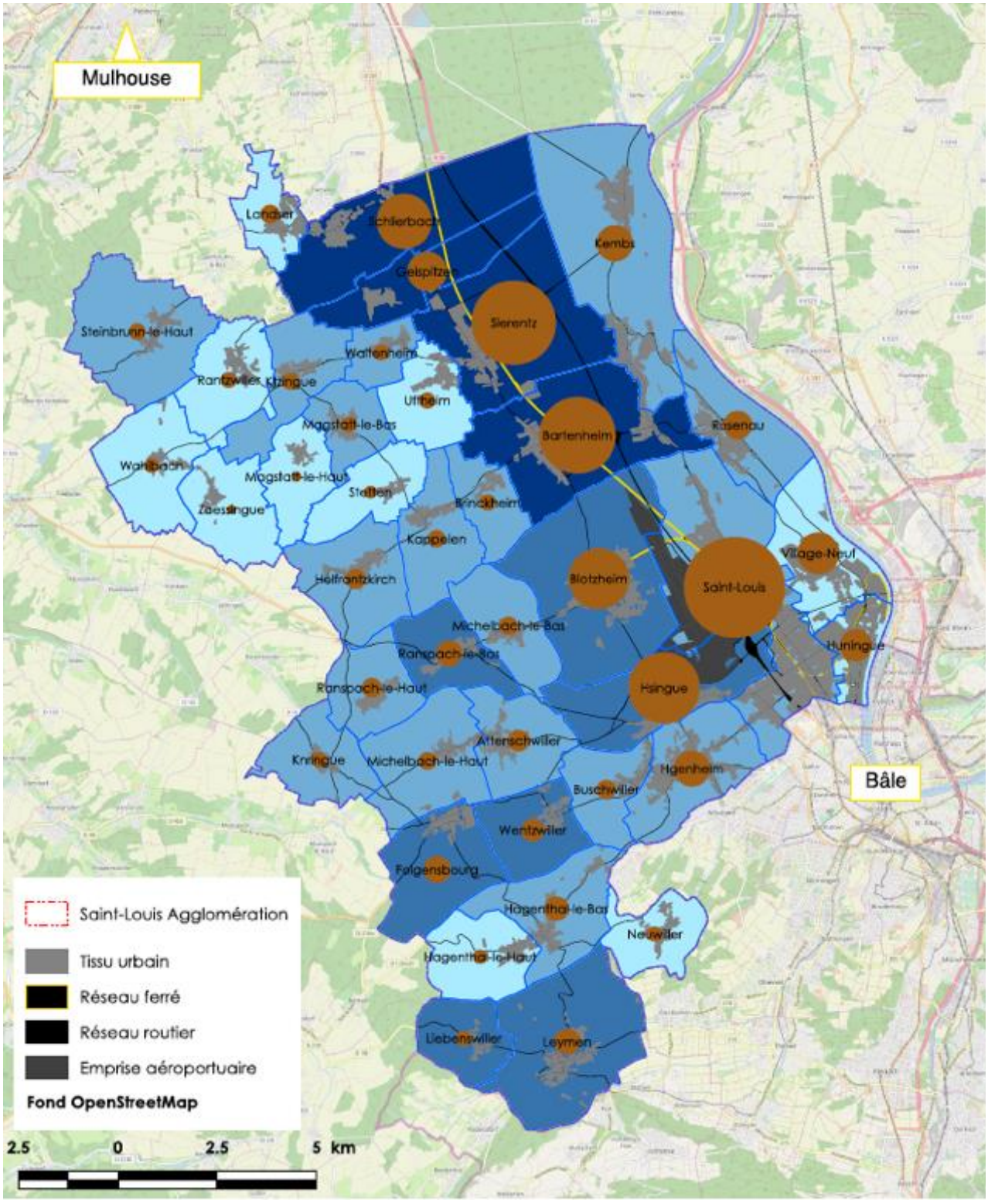
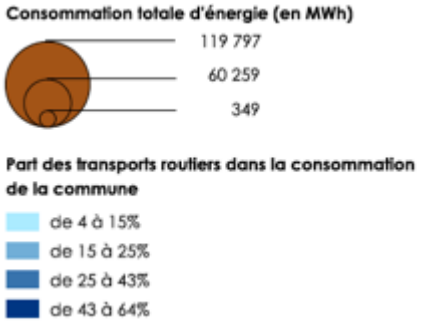


Figure 11 : répartition de la consomaion totale d'énergie par commune de Saint-Louis Agglomération pour le secteur du transport routier (cercles) et part du secteur dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 4 à 64%).



La **maîtrise des flux de déplacements** constitue un des **enjeux majeurs** du territoire **du SCOT** en cours de révision. Celui-ci se place à un carrefour de grande importance constituant un **nœud multimodal au sein de l'espace économique rhénan**. Les **flux de transit**, sur lesquels la collectivité peut difficilement agir seule, sont **prépondérants**. De plus, la communauté d'agglomération dispose de peu de leviers sur les flux de l'autoroute A35, qui s'inscrit dans le cadre du réseau structurant l'axe rhénan Nord-Sud. La traversée actuelle s'avère notamment de plus en plus fréquentée (poids lourd) et problématique notamment du point de vue du fonctionnement urbain et de la densité urbaine.

Néanmoins le territoire est également caractérisé par **d'importants flux quotidiens domicile/travail**, notamment en direction de la suisse à raison de 13 500 déplacements par jour en moyenne en 2014 (données du diagnostic mobilité de SLA-TRANSAMO-2017, ci-contre), mais également vers l'agglomération mulhousienne (2700/j). Ces **flux sortants** sont même **supérieurs aux nombres de flux internes** au territoire de SLA qui s'élèvent à 4000 par jour en moyenne. En termes de flux entrants ceux-ci sont relativement faibles puisqu'ils s'élèvent à 665 par jour en moyenne en 2014. Il existe également une **interaction avec l'Allemagne** qui représente en moyenne 818 flux quotidiens en 2011.

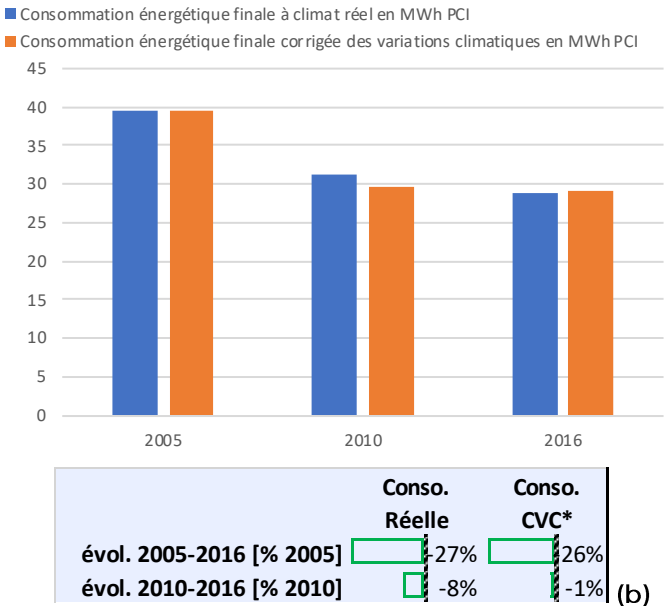
Ces déplacements s'effectuent dans **une grande majorité en voiture** (part modale >80%), vraisemblablement avec une **part d'autosolisme majoritaire** (72% selon l'enquête cordon réalisée par Transamo le long de la frontière).

Le premier potentiel de réduction de la consommation du secteur porte donc sur la **limitation du recours à la voiture** et le **développement de véritables solutions alternative**. Le retard accumulé et l'ampleur des enjeux (cf. § 7.5) implique un **changement d'échelle rapide dans l'action collective**.

Ancien EPCI	Ordre	Lieu de travail	Flux DT (>50)	Part modale de la voiture
CA3F	1	CA3F	10 147	79%
	2	Bâle Ville	6 822	80%
	3	Bâle Campagne	2 847	89%
	4	M2A	1 305	88%
	5	CC du Pays de Sierentz	346	85%
CC de la Porte de Sundgau	1	Bâle Ville	1 513	91%
	2	CA3F	878	97%
	3	CC de la Porte de Sundgau	670	74%
	4	Bâle Campagne	572	94%
	5	M2A	146	94%
CC du Pays de Sierentz	1	Bâle Ville	1 501	84%
	2	M2A	1 304	94%
	3	CC du Pays de Sierentz	1 239	72%
	4	CA3F	1 074	93%
	5	Bâle Campagne	308	94%

5.4.4 L'industrie

L'industrie représente le **3ème secteur** en termes de consommation énergétique finale avec **21% (473 GWh) de la consommation totale** du territoire. Nous présentons les évolutions des **consommations énergétiques ramenées à l'effectif salarié** (calculé sur déclaration URSAAF, données SLA) pour les années 2005, 2010 et 2016.



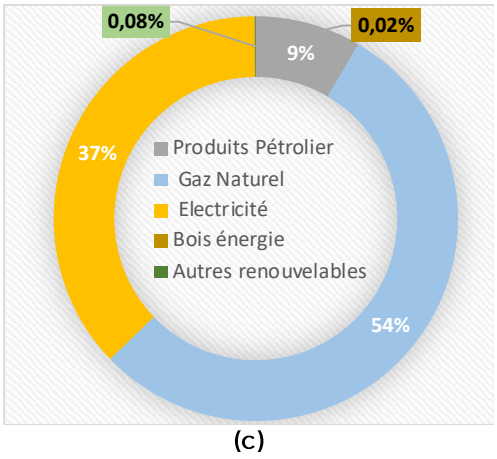
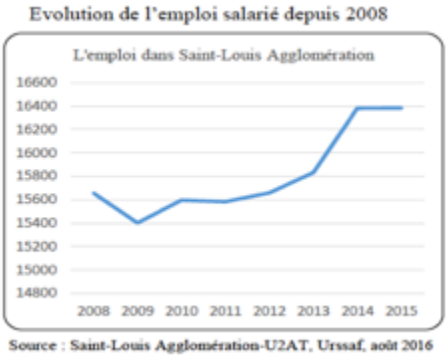


Figure 12 : Secteur de l'industrie – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et par effectif salarié - (b) pourcentage d'évolution de la consommation énergétique par effectif salarié sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur en 2016.

La **consommation** globale par salarié du territoire du secteur industriel a **fortement baissé de 26% depuis 2005**, passant de 40MWh/an/salarié à 29 MWh/an/salarié en 2016. On note néanmoins une **quasi-stagnation** (à climat constant) **sur la période 2010-2016** (-1%, CC). Si l'on ne peut mettre de côté l'impact d'une **baisse d'activité du secteur** liée à la crise de 2007, le territoire de SLA a conservé un dynamisme économique qui permet d'**associer cette baisse aux efforts d'efficacité énergétique** engagé par le secteur depuis de nombreuses années (piloté par des objectifs de réduction des coûts et de gains de compétitivité et aussi parfois des considérations environnementales). Ces actions ont permis de **réduire l'intensité énergétique**, c'est-à-dire la quantité d'énergie nécessaire à la fabrication d'un produit identique, de 11% depuis 2001. La **croissance** du tissu industriel du territoire retrouvée depuis le début des **années 2010** (l'effectif salarié est passé de 15 600 en 2010 à 16 400 en 2016) s'accompagne d'une **hausse de la consommation énergétique** qui ne semble pas encore compensée par les gains liés aux actions d'efficacité et d'économie d'énergie mises en place par les industriels (les actions plus en profondeur, pouvant impacter les procédés, sont plus complexes à mettre en place…).



Le **mix** énergétique du secteur est **dominé par les énergies fossiles**, au 2/3 du mix, notamment le gaz naturel (54% du mix 2016, 256 GWh) et dans une moindre mesure les produits pétroliers (9%, 40GWh). La consommation d'**électricité** du secteur est également importante avec **37%** du mix

(175,5 GWh en 2016), représentant quasi 36% de la consommation totale d'électricité de SLA. La part des **énergies renouvelables**, y compris le bois énergie reste **marginale : 0,1% du mix**.

La consommation du secteur est très importante dans les communes les plus industrialisées : Saint-Louis et Hésingue, mais surtout **Village-Neuf et Huningue où elle représente 66% de la consommation de la commune.**

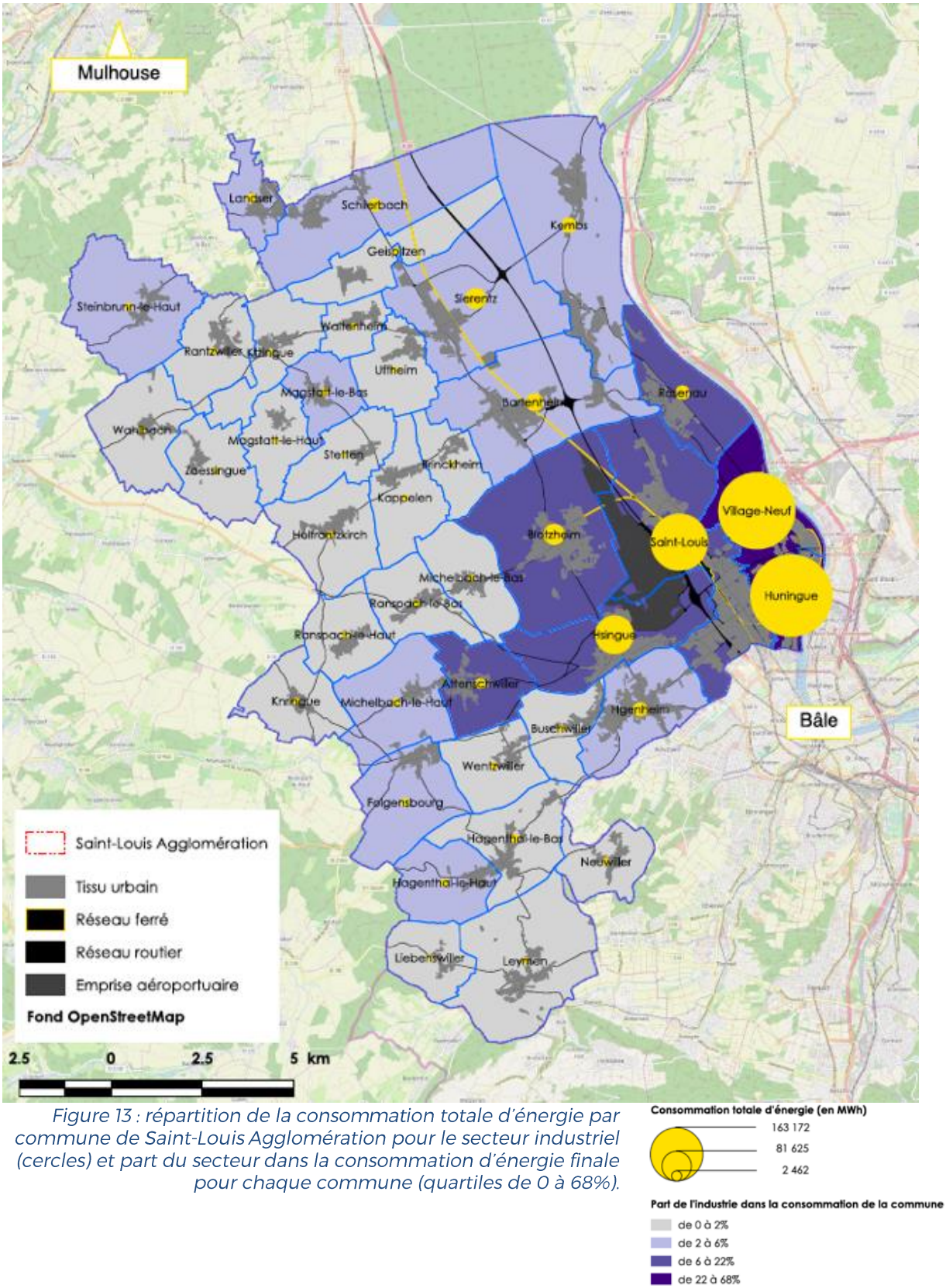


Figure 13 : répartition de la consommation totale d'énergie par commune de Saint-Louis Agglomération pour le secteur industriel (cercles) et part du secteur dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 0 à 68%).

Le territoire de Saint-Louis Agglomération dispose de **16 zones d'activités**, et de **23 réserves foncières** représentées sur les cartes en annexe 1. Les **principaux acteurs** sont néanmoins regroupés sur le périmètre de l'ancienne **communauté de communes des Trois frontières**. Sur les 118 entreprises dénombrées en 2016 par SLA, les **20 plus importantes concentrent 1/3 des effectifs salariés** de SLA. Toujours en effectif salarié, ce sont les secteurs de la **chimie** et de la **pharmacie**, de la **mécanique** et de la **plasturgie** qui concentrent le plus d'emploi salariés. La zone de l'EuroAirport est également un centre d'emploi très important pour l'agglomération (6 300 emplois en 2018).

Les **potentiels de réduction** des consommations énergétiques dans les secteurs de l'industrie, notamment manufacturière, sont liées :

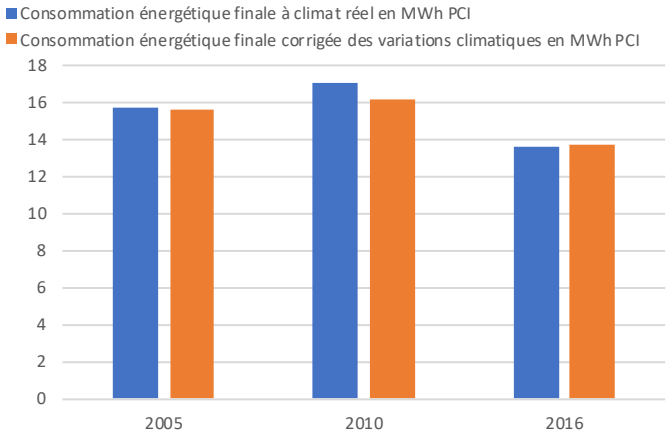
- A la **réduction de l'intensité énergétique du secteur** : l'ADEME estime que les gains d'efficacité énergétique sont encore de 20% dans le secteur, et que le recours à l'**écoconception** des produits, par **Analyse de leur Cycle de Vie**, pourra mobiliser d'important gisement d'économie d'énergie,
- La généralisation des **systèmes de management de l'énergie de type ISO 50 001** permettant d'inscrire les démarches de gestion d'énergie dans un processus d'amélioration continu,
- Le **recyclage, la réutilisation et la récupération d'énergie** devront être intensifiés pour diminuer davantage la consommation d'énergie et de matière.

Si le champ des compétences publiques ne permet pas d'intervenir sur l'ensemble des problématiques industrielles, plusieurs pistes de réduction de la consommation peuvent être retenues:

- Développer des **synergies industrielles** et des échanges de flux entre les établissements (réseau de chaleur ou de froid par exemple) ;
- Inciter l'installation de dispositifs exploitant **les énergies renouvelables** pour la production de chaleur ou d'électricité à finalité industrielle. Le bâti et les emprises industrielles couvrent souvent de grandes superficies qui pourraient être utilisées pour des dispositifs de production énergétique.

5.4.5 Le tertiaire

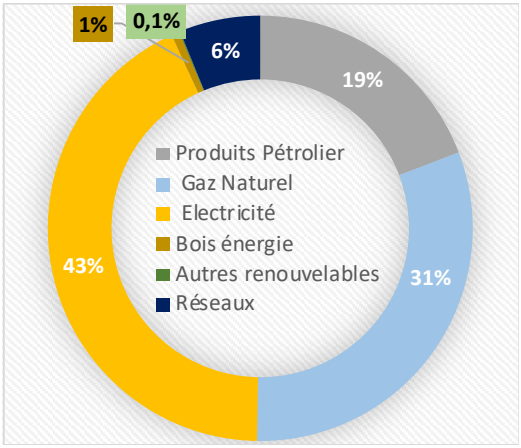
Le secteur du tertiaire représente **10% des consommations énergétiques finales** du territoire en 2016 (222GWh). Les données sont ramenées à l'effectif salarié du territoire pour les années 2005/2010 et 2016 (déclarations URSSAF, données fournies par SLA).



(a)

	Conso. Réelle	Conso. CVC*
évol. 2005-2016 [% 2005]	-13%	-12%
évol. 2010-2016 [% 2010]	-20%	-15%

(b)



(c)

Figure 14 : Secteur de l'industrie – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et par effectif salarié - (b) pourcentage d'évolution de la consommation énergétique par effectif salarié sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur en 2016.

La **consommation** globale par salarié du territoire du secteur tertiaire a **baissé de 12% depuis 2005**, passant d'un peu moins de 16MWh/an/salarié à 29 MWh/an/salarié en 2016 (à climat constant). Cette dynamique est constante sur la **période 2010-2016** (-15%, CC). Cette baisse est **significative car** elle est **concomitante avec une intensification de la tertiarisation de l'économie du territoire** : commerce, santé et social (EHPAD de Kembs et Saint-Louis) et administrations publiques qui représentent quasi **40% de l'emploi salarié** de Saint-Louis Agglomération.

Le **mix** énergétique du secteur est **dominé par les énergies fossile (50% du mix)**, notamment le gaz naturel (31% du mix 2016, 69 GWh) utilisé principalement pour le chauffage et dans une moindre mesure les produits pétroliers (19%, 43 GWh).

La consommation d'**électricité** du secteur est également importante avec **43%** du mix (95 GWh en 2016), représentant 19% de la consommation totale d'électricité de SLA. La part des **énergies renouvelables**, y compris le bois énergie reste **marginale** : **1,1% du mix**.

La **consommation** du secteur est **très importante** dans les **communes concentrant les services et commerces** : axe nord-sud de Landser à Huningue, avec un maximum sur Saint-Louis, qui présente logiquement le taux de consommation du secteur le plus élevé avec Huningue (entre 11 et 21%).

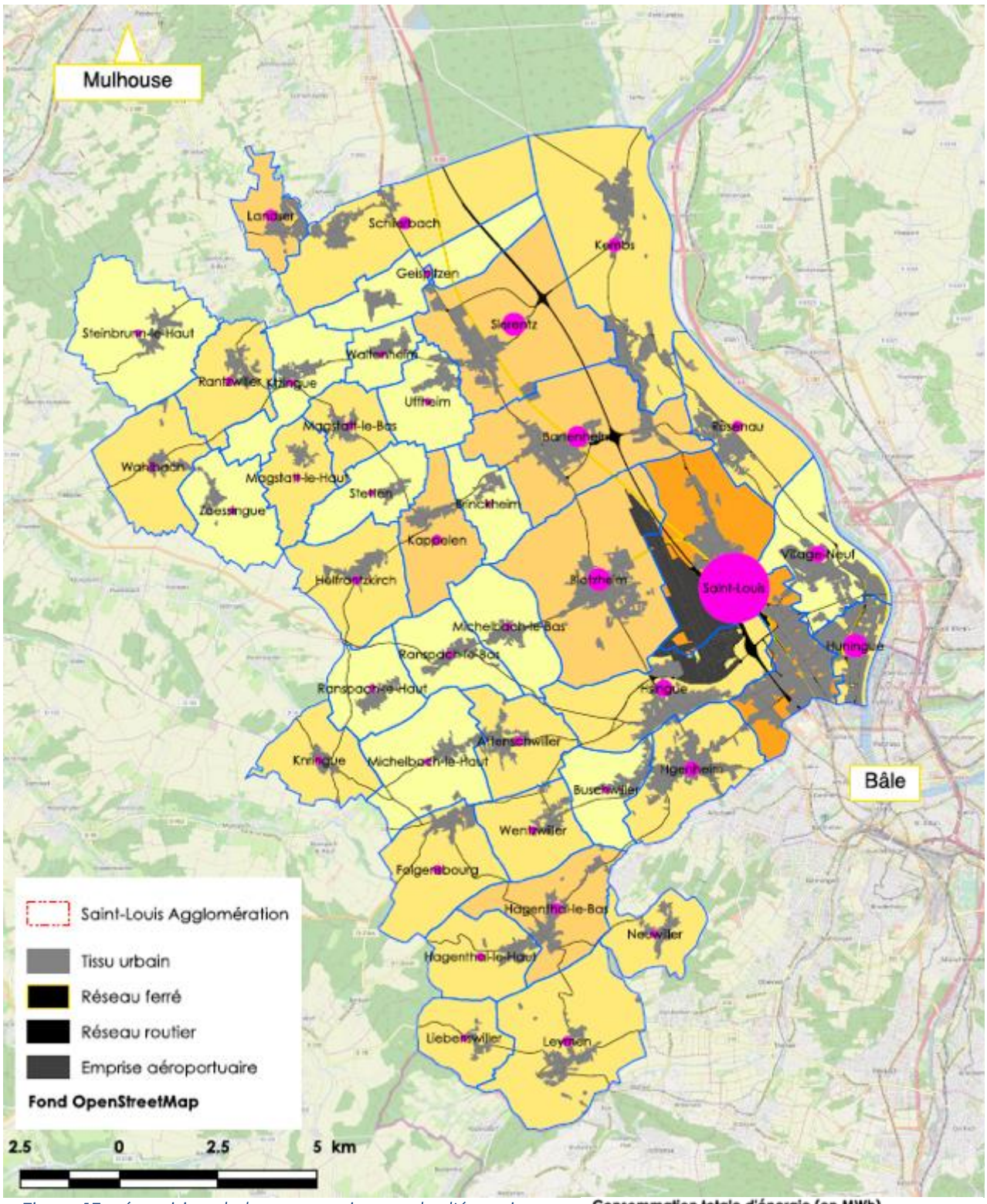
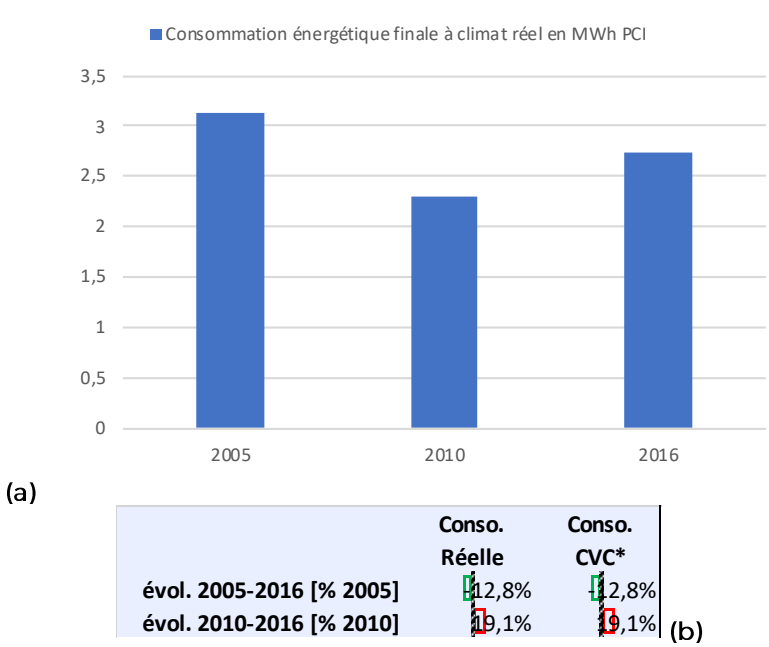


Figure 15 : répartition de la consomaion totale d'énergie par commune de Saint-Louis Agglomération pour le secteur tertiaire (cercles) et part du secteur dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 0 à 21%).

Les **gisements d'économie** du secteur sont **identiques** à ceux du **résidentiel** puisqu'ils portent principalement sur le chauffage et **l'optimisation de la consommation énergétique des bâtiments** et sur l'intensification de l'usage des énergies renouvelables, notamment pour l'autoconsommation. Le renouvellement du parc de bâtiment du secteur tertiaire doit viser à respecter les **futures réglementations thermiques** issues de l'expérimentation E+/C- en cohérence du **décret d'application de la loi ELAN** relatif aux obligations d'économies d'énergie d'ici 2030 (bâtiments de plus de 1000m^2).

5.4.6 Les autres Transport que routier (aérien, rail et fluvial)

Les autres transports représentent **9% de la consommation globale** du territoire en 2016 (212GWh). Les données de consommation énergétiques (à climat réel uniq.) sont ramenées à la population du territoire pour les années 2005/2010 et 2016.



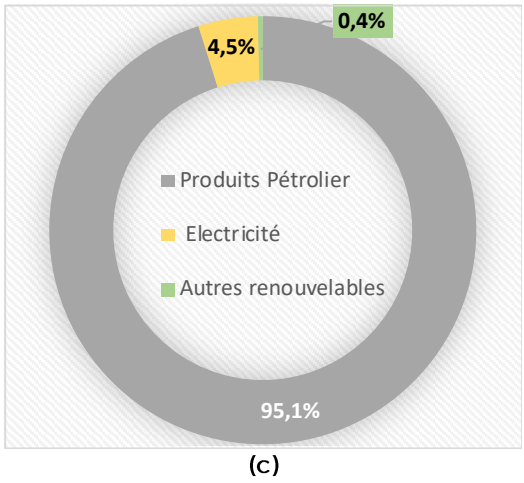


Figure 16 : Secteur du transport autre que routier – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel par habitant - (b) pourcentage d'évolution de la consommation énergétique par habitant sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur.

La consommation du secteur a baissé de 13% depuis 2005, mais il y a une inflexion depuis la fin des années 2000 avec une **augmentation sur la période 2010-2016 (+19%)**.

Les données détaillées par secteur montrent que c'est le **transport aérien** qui **domine** les consommations énergétiques (90%-190,5 GWh en 2016, cf. Figure 18) avec l'activité de **l'EuroAirport** (EAP), qui constitue la plus importante zone d'emploi de SLA.

L'aérien consomme intégralement des produits pétroliers (kérosène). Nous précisons ici que **seules les consommations des vols domestiques** décollant et atterrissant sur l'aéroport sont **comptabilisées** pour le bilan sous format PCAET de SLA par ATMO-GE. L'aéroport connaissant une forte croissance liée principalement aux vols internationaux (il est positionné comme le 3ème aéroport national suisse, cf. Figure 17), cette approche **sous-estime fortement les consommations énergétiques globales de l'aéroport**. Une analyse tenant compte de l'impact totale de l'EAP sera néanmoins présentée pour les émissions de GES (cf. §7) et de polluants atmosphériques (cf. §8)

Les consommations du **transport ferroviaire** sont intégralement liées à l'**électricité**, alors que le **fluvial** s'appuie sur les **produits pétroliers** (fioul lourd) et les énergies renouvelables.

Le secteur au complet reste donc un **consommateur de produits pétrolier** (95,1% du mix – 201 GWh en 2016), **en augmentation de 29% sur la période 2010-2016** (consommation brute). A l'inverse, la consommation d'électricité a baissé de 29% dans la même période.

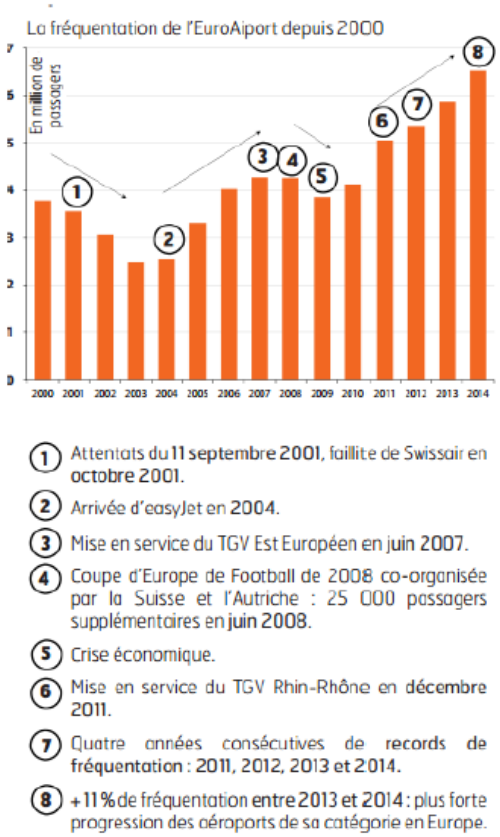


Figure 17 : évolution de la fréquentation de l'EAP de 2000 à 2014. Source : Révision du SCOT du Pays de Saint-Louis et des 3 frontières, diagnostic stratégique – octobre 2018, p145).

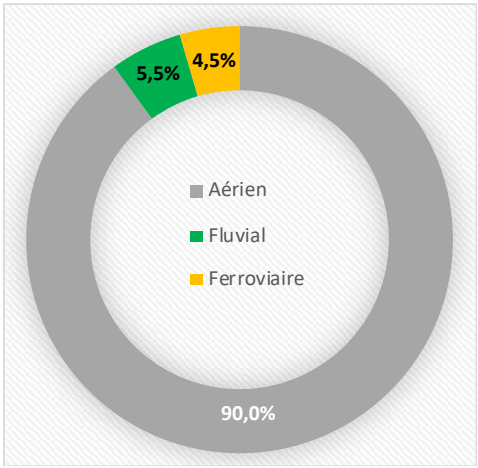


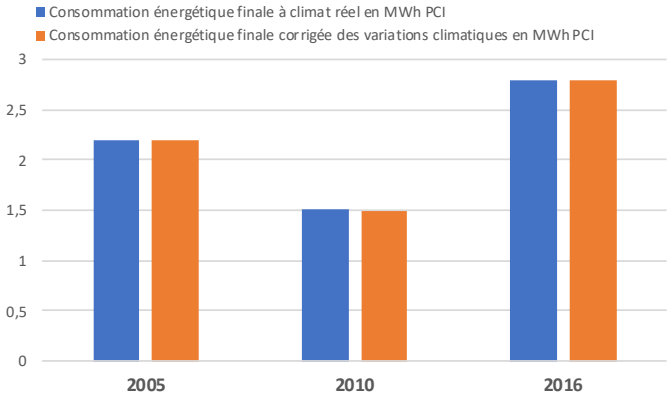
Figure 18 : répartition de la consommation énergétique 2016 de SLA entre les différents secteurs de transport autre que routier.

La collectivité ne dispose d'aucun levier sur la consommation énergétique des avions, aucune action ne peut être engagée sur ce sujet dans le champ d'application du PCAET.

Néanmoins les échanges doivent être menés avec les représentants de l'EuroAirport afin d'identifier des actions permettant par exemple **l'optimisation des déplacement des salariés** à destination de l'aéroport, la réduction du fret routier (flux de marchandises entrant et sortant) en développant la **part modale du ferroutage** avec la nouvelle connexion aux lignes nationales et régionales, les actions d'efficacité énergétique mises en place par les industries présentes sur le site, le **développement de centrale de production d'énergie renouvelable**, de valorisation des déchets etc....

5.4.7 L'agriculture

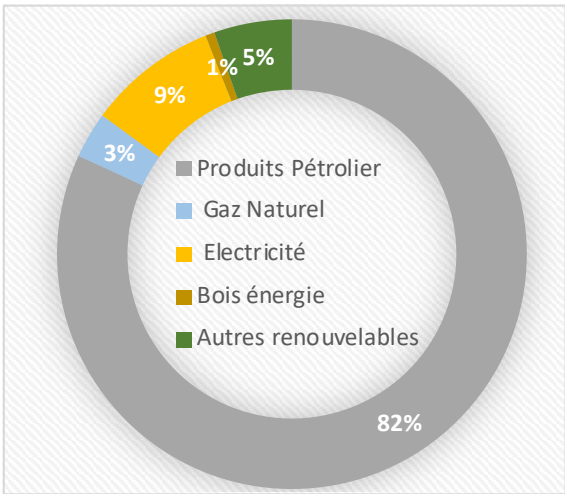
L'agriculture représente **1% de la consommation globale** du territoire en 2016 (34 GWh en 2016). Les données de consommation énergétiques sont présentées en ratio de la **Surface Agricole Utile** (issues des documents du SCOT et du recensement agricole de 2010) pour les années 2005/2010 et 2016.



(a)

	Conso. Réelle	Conso. CVC*
évol. 2005-2016 [% 2005]	27%	27%
évol. 2010-2016 [% 2010]	85%	86%

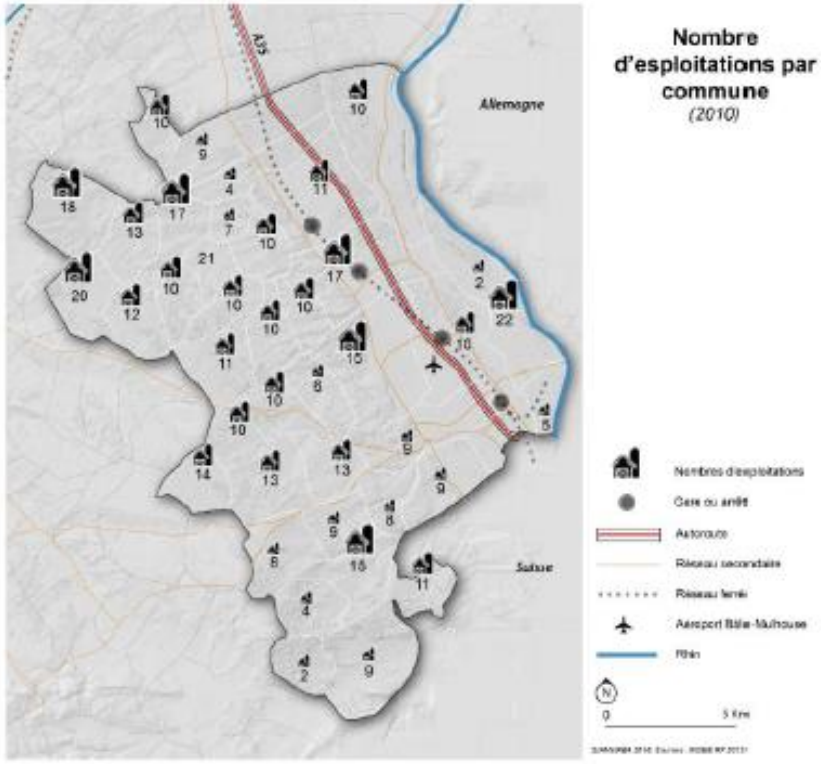
(b)



(c)

Figure 19 : Secteur de l'agriculture – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant par hectare de SAU - (b) pourcentage d'évolution de la consommation par hectare de SAU sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur en 2016.

La consommation énergétique du secteur par hectare cultivé a fortement augmenté, de près de 30% entre 2005 et 2016, avec une forte accélération sur les dernières années (**+85% entre 2010 et 2016**). Cette augmentation est concomitante d'une **réduction de la SAU** depuis 2010 (dernier recensement agricole) en continuité d'une tendance engagée depuis le début des années 1980 (-18% entre 1980 et 2015) ainsi que d'une **diminution continue du nombre de siège d'exploitation** qui est passé de 1400 en 1970 à 432 en 2010.



L'agriculture du territoire de Saint-Louis Agglomération est principalement orientée vers la **culture céréalières** (maïs et blé principalement, 66,1% de la SAU est exploitée à ce titre en 2010). Toutefois, la culture des oléagineux est également présente de façon non négligeable sur le territoire (3,7% en 2010 contre 1,8% au sein du département du Haut-Rhin).

La tendance globale constatée est portée par une « **simplification des systèmes de production** » qui s'est traduit depuis 1970 par une très forte réduction du cheptel bovin accompagné par une nette **réduction des surfaces en herbes et leur remplacement par des cultures céréalières**.

La **hausse de SAU moyenne** constatée **par exploitation** ainsi que cette uniformisation vers la culture de céréale sont les deux faits générateurs de la hausse de consommation d'énergie constatée sur la période 2005-2016.

La consommation énergétique liée à l'agriculture est importante dans les communes rurales de l'ouest du territoire, notamment au nord-ouest de l'agglomération où elle représente jusqu'à 20% de la consommation totale (Walbach, Magstatt-le-Bas, cf. Figure 21).

Les **potentiels d'économie d'énergie** du secteur passent principalement par les actions d'efficacité améliorant la performance énergétique des bâtiments agricoles et la réduction et la substitution des carburants fossiles par les **bio-carburants de 2ème ou 3ème génération.** Néanmoins, le rôle, primordial, que peut jouer le secteur agricole dans la lutte contre le changement climatique porte sur la réduction de ses émissions GES liées aux pratiques agricoles (émissions de CH_4 et N_2O notamment, cf. §7.3) par le développement de **l'agroécologie** et l'agriculture de précision et le **développement des énergies renouvelables**, en valorisant les résidus biomasse des différentes filières d'exploitation et en massifiant les installations d'éoliennes et de solaire thermique et photovoltaïques sur le foncier (centrales au sol ou sur toitures de hangars agricoles).

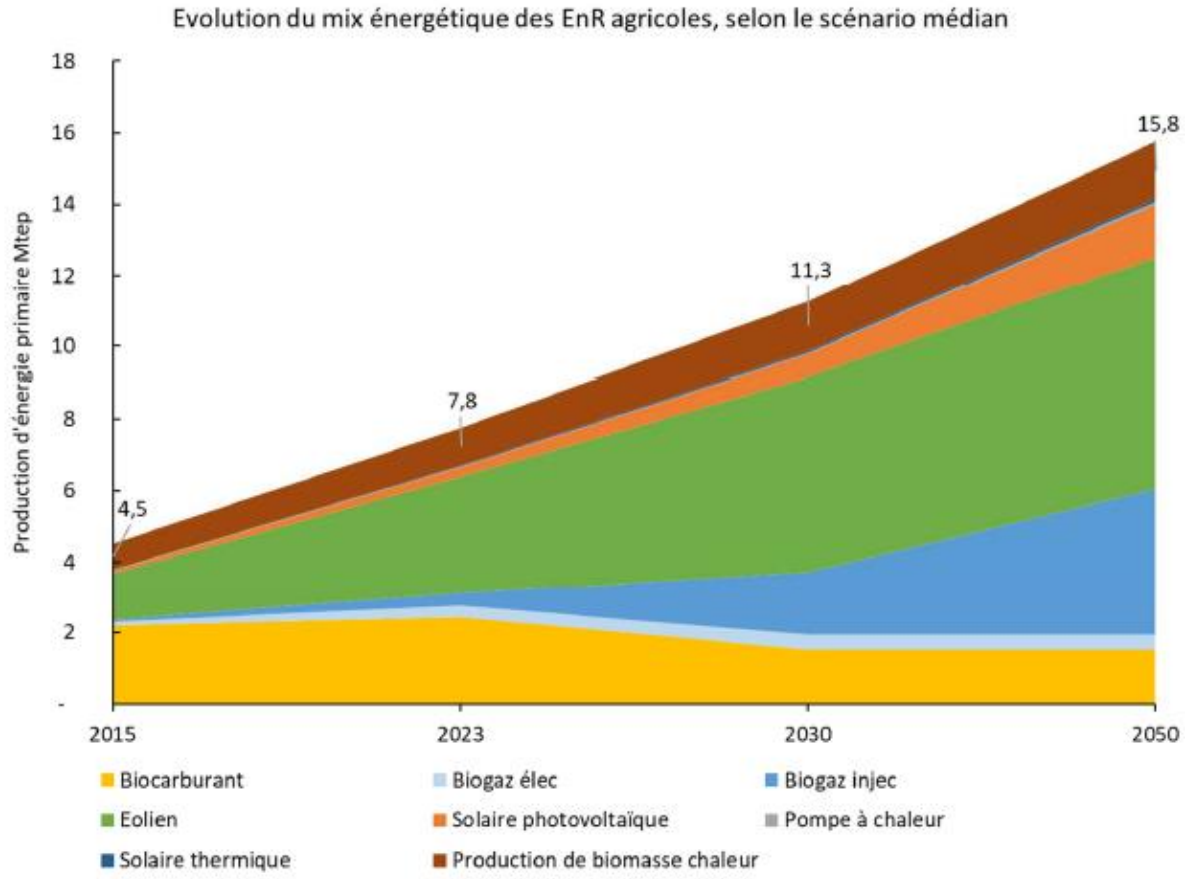


Figure 20 : Évolution du mix énergétique de production des EnR dans le secteur agricole à l'horizon 2050. Source : ADEME, I Care et Consult, Blézat consulting, CERFrance, Céréopa. 2017 « Agriculture et énergies renouvelables : état de l'art et opportunités pour les exploitations agricoles »

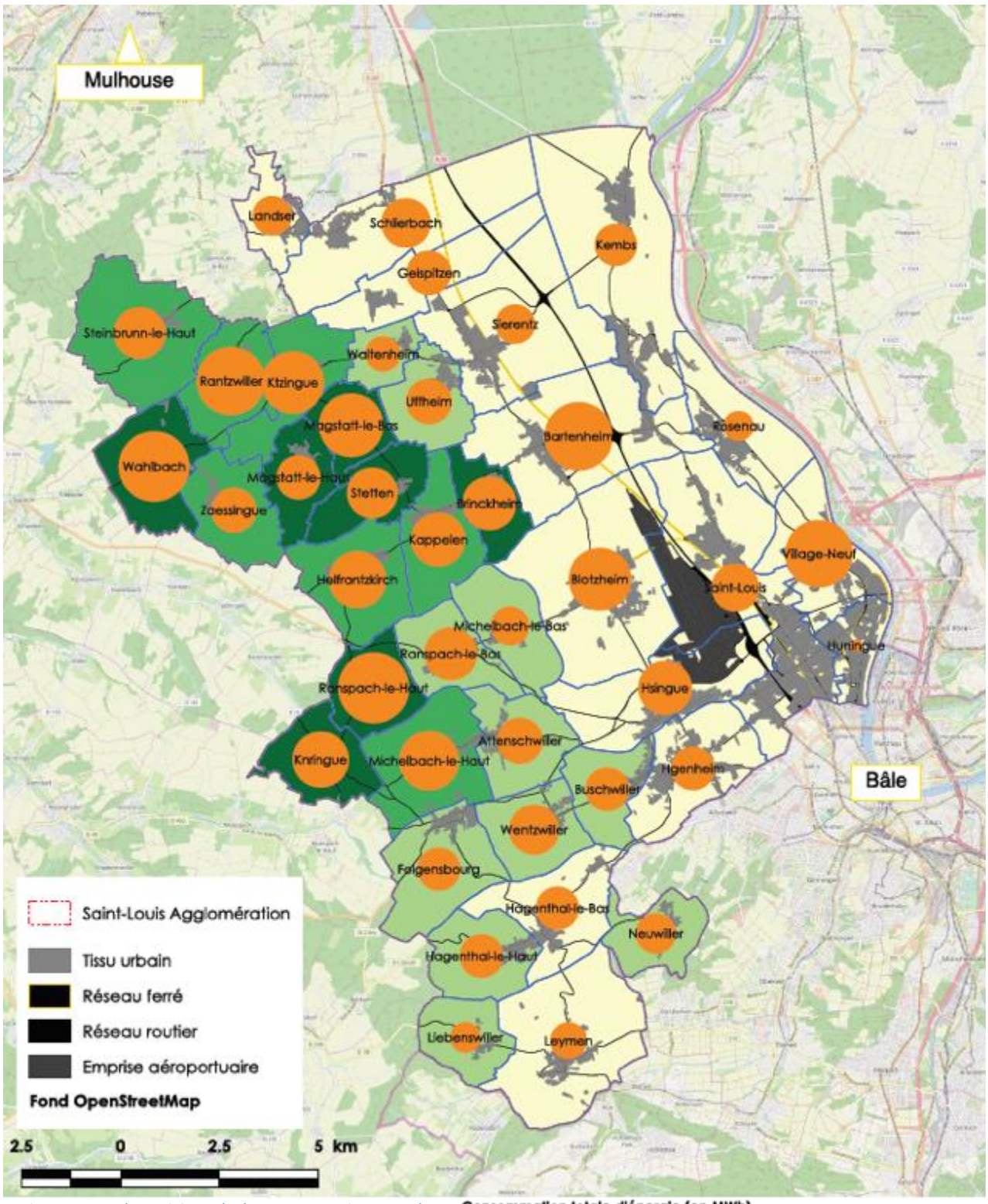
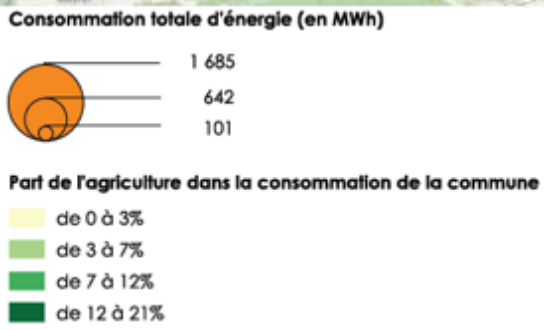


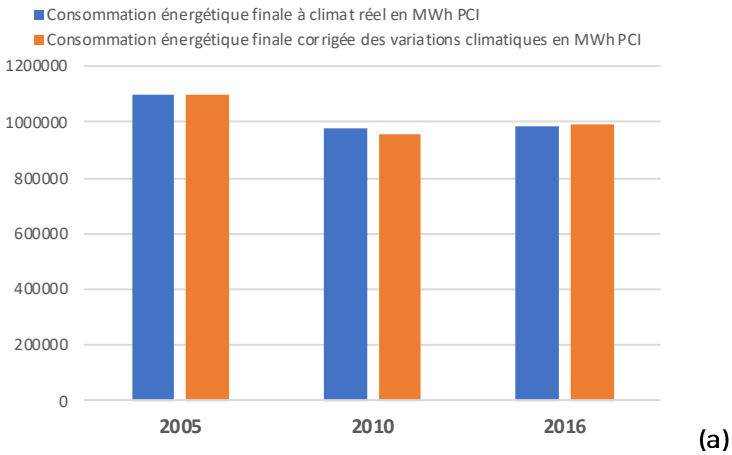
Figure 21 : répartition de la consomaion totale d'énergie par commune de Saint-Louis Agglomération pour le secteur de l'agriculture (cercles) et part du secteur dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 0 à 21%).



Les sections suivantes visent à détailler les évolutions spécifiques de la consommation énergétique par source d'énergie.

5.4.8 Les produits pétroliers

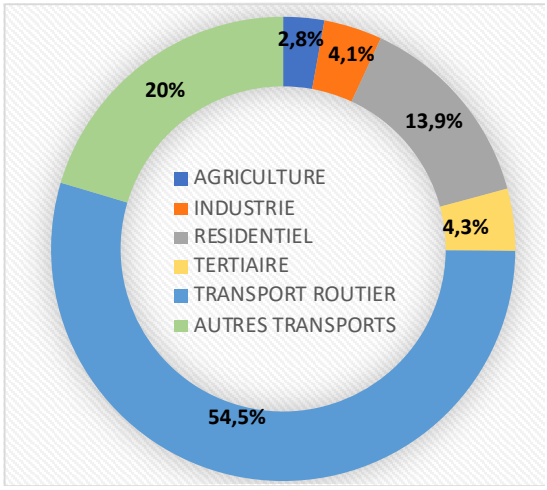
C'est la **première ressource** consommée représentant **43% de la consommation totale** du territoire en 2016 (987 GWh). Cette **consommation** s'est **réduite de 10% depuis 2005**, mais marque une **augmentation sur la période 2010-2016** (+1,2% à climat réel). Cette importante consommation est principalement liée à la **part du transport**, notamment **routier** (54,3 %, 538GWh), mais également aérien (18% des consommation totales de pétrole, sachant que la consommation est minorée du fait de l'exclusion du trafic international de l'EuroAirport dans le bilan PCAET réalisé par ATMO-GE). Le **résidentiel** reste également un consommateur de **fioul** pour le chauffage (14% des consommations de pétrole du territoire).



(a)

	Conso. Réelle	Conso. CVC*
évol. 2005-2016 [% 2005]	-10,2%	-9,7%
évol. 2010-2016 [% 2010]	1,2%	3,7%

(b)



(c)

Figure 22 : Produits pétroliers – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et brutes - (b) pourcentage d'évolution de la consommation brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) par de chaque secteur dans la consommation en 2016.

L'**usage** du **pétrole** est répandu que manière quasi **uniforme sur le territoire**. Et bien que la **consommation** soit plus **importante dans les zones urbaines** du fait du trafic routier et du mode d'affectation aux communes des consommations de ce secteur, les **zones rurales** présentent également de **fort taux de dépendance** au produits pétroliers, surtout dans le sud-ouest de l'agglomération.

Les **gisements d'économie** sont à rechercher dans les secteurs les plus consommateurs : **en priorité dans le secteur des transports**, notamment routier (55% de la consommation de PP), le résidentiel (14%) l'industrie et le tertiaire.

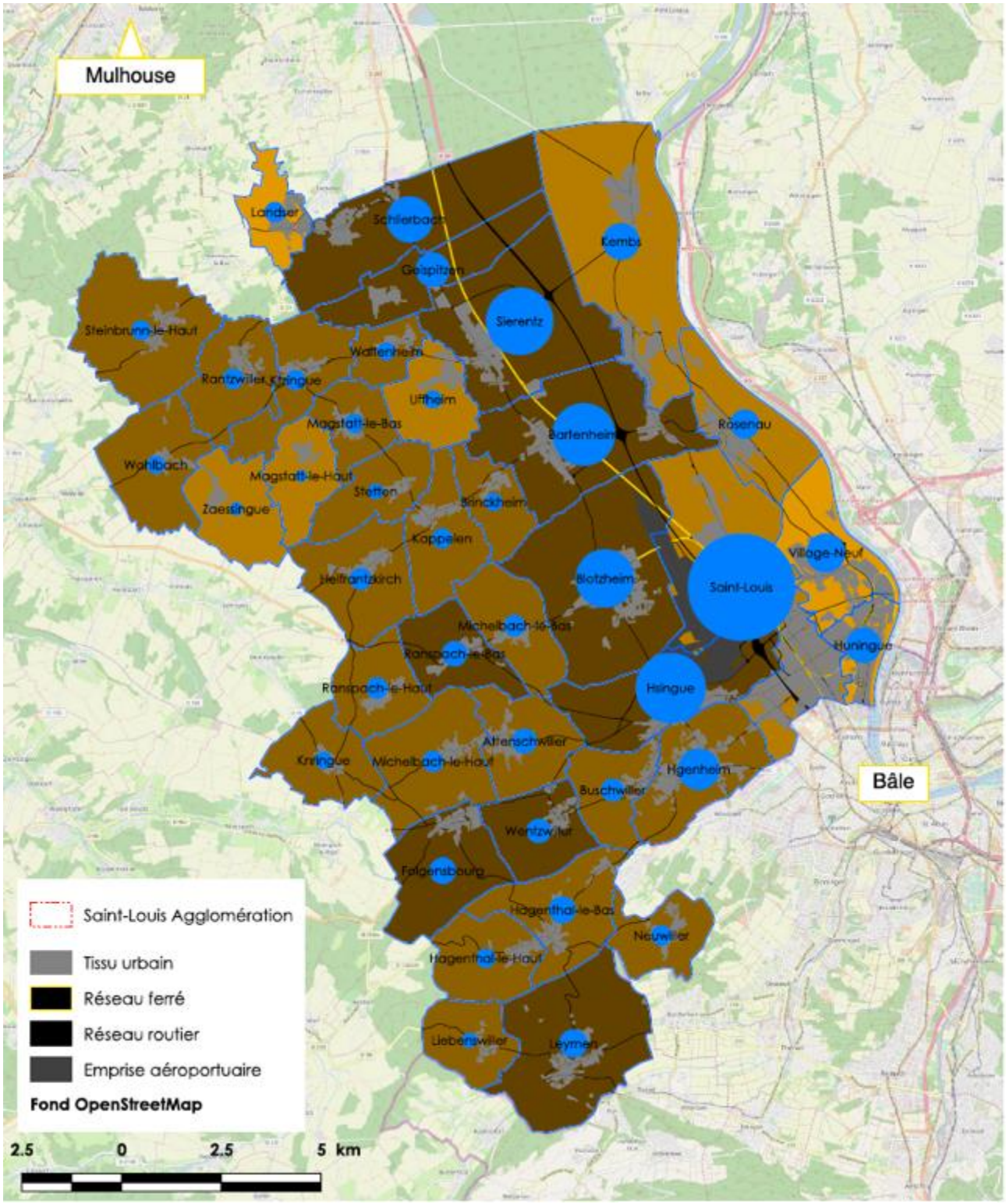
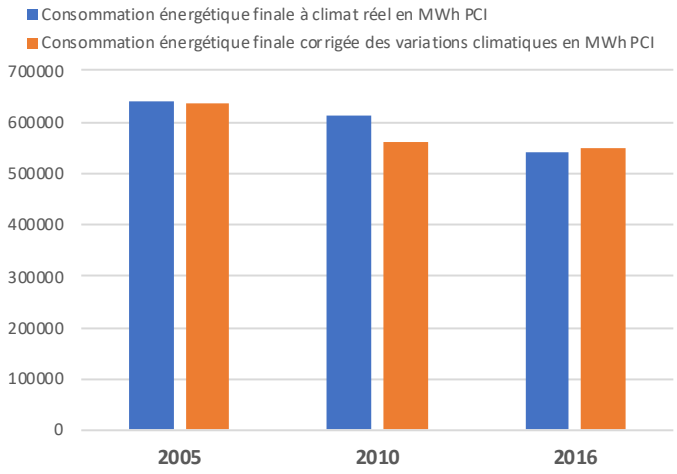


Figure 23 : répartition de la consomaion totale de produits pétroliers par commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part du pétrole dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 9 à 80%).

5.4.9 Le gaz naturel

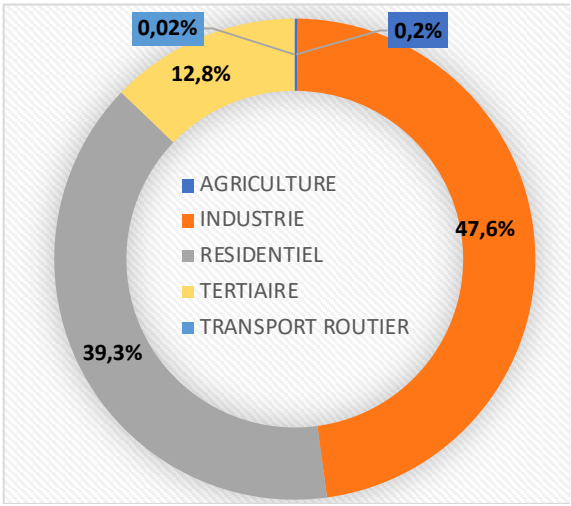
C'est la **seconde ressource** consommée représentant **23% de la consommation totale** du territoire en 2016 (539 GWh). Cette **consommation** s'est **réduite de presque 14% depuis 2005**, mais avec un fort ralentissement de cette décroissance sur la période 2010-2016 (-2% à climat constant). Cette importante consommation est principalement liée à la **part de l'industrie** (48 %, 257 GWh) mais également **du résidentiel** (40%, 212 GWh). Le secteur tertiaire représente 13% des besoins.



(a)

	Conso. Réelle	Conso. CVC*
évol. 2005-2016 [% 2005]	-15,9%	-13,6%
évol. 2010-2016 [% 2010]	-11,7%	-1,8%

(b)



(c)

Figure 24 : Gaz Naturel – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et brutes - (b) pourcentage d'évolution de la consommation brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) par de chaque secteur dans la consommation en 2016.

Au contraire du pétrole, la consommation n'est pas uniformément répartie sur le territoire de SLA puisque **les communes rurales à l'ouest du territoire ne disposent pas de réseau de distribution** (cf. §5.7). De fait, **les communes urbaines concentrent la consommation de gaz** avec pour certaine une part élevée, notamment sur Village-Neuf, Saint Louis et Huningue.

Les **gisements d'économies** sont donc à rechercher en **priorité dans le secteur industriel**, puis résidentiel, et dans une moindre mesure dans le secteur tertiaire.

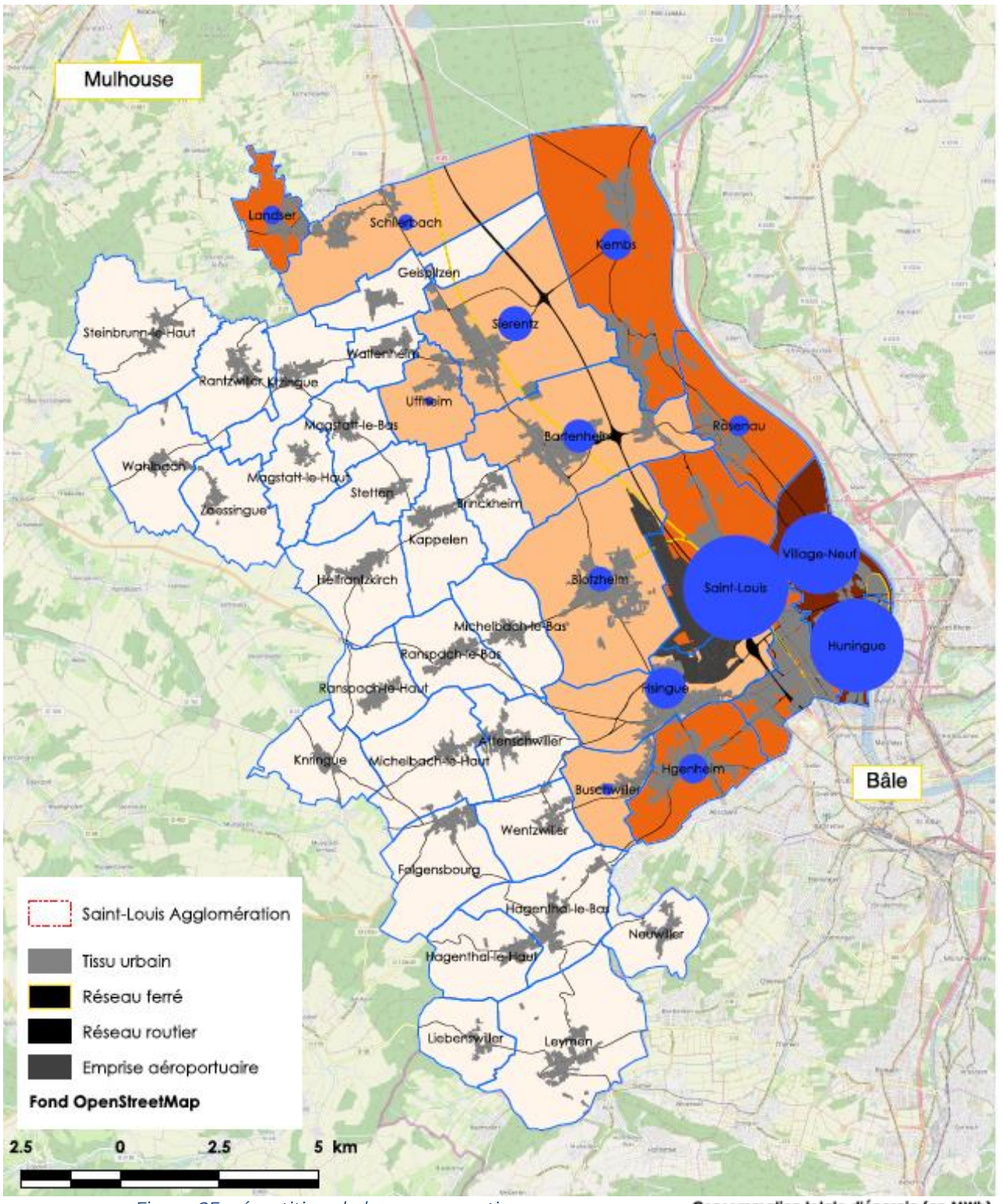
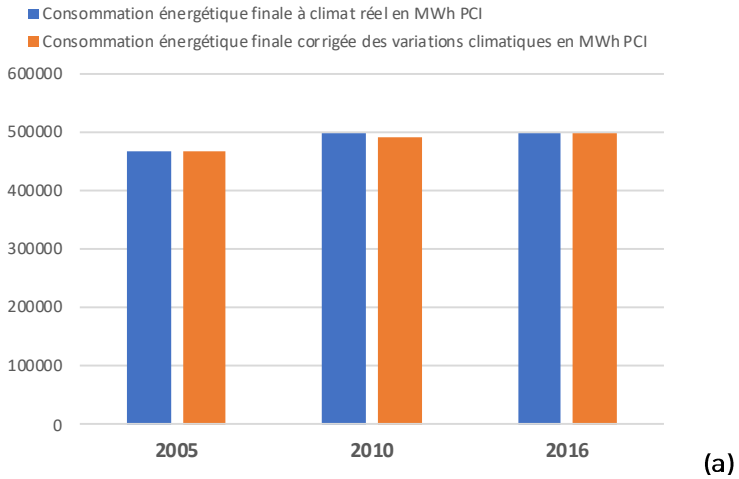


Figure 25 : répartition de la consommation totale de gaz naturel par commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part du gaz dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 0 à 52%).

5.4.10 L'électricité

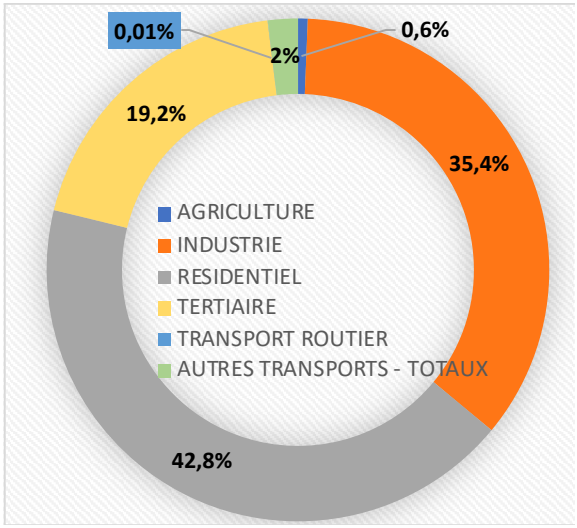
C'est la **troisième ressource** consommée avec **22% de la consommation totale** du territoire en 2016 (496 GWh). Cette **consommation** s'est **accrue de 6% depuis 2005**, mais a quasiment stagné sur la période 2010-2016 (-0,3% à climat réel). C'est la consommation du **secteur résidentiel** qui domine (43%, 212GWh) suivie de **l'industrie** (35%, 175 GWh). Le **tertiaire** représente également une part notable avec quasi 20%.



(a)

	Conso. Réelle	Conso. CVC*
évol. 2005-2016 [% 2005]	6,0%	6,4%
évol. 2010-2016 [% 2010]	0,3%	1,2%

(b)



(c)

Figure 26 : Électricité – (a) évolution de la consommation énergétique finale brute à climat réel - (b) pourcentage d'évolution de la consommation brute sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) par de chaque secteur dans la consommation en 2016.

L'**usage** d'électricité est très répandu sur tout le territoire, mais de façon **plus intensive** dans les **communes urbaines et multisectorielles** (Saint-Louis, Huningue et Village-Neuf). La part d'électricité monte néanmoins jusqu'à 20% dans certaines communes rurales à l'ouest de l'agglomération : Zaessingue, Knoeringue, Hagenthal-le-Haut…

Les **gisements d'économie dont plus difficiles à prioriser** car l'intensification de l'usage de l'électricité doit augmenter pour **permettre la substitution partielle des sources fossiles**. Néanmoins, les actions d'efficacité énergétique dans l'industrie et le résidentiel devront permettre de réduire au plus juste besoin la consommation d'électricité dont le contenu carbone doit rester faible (développement des énergies renouvelables électriques).

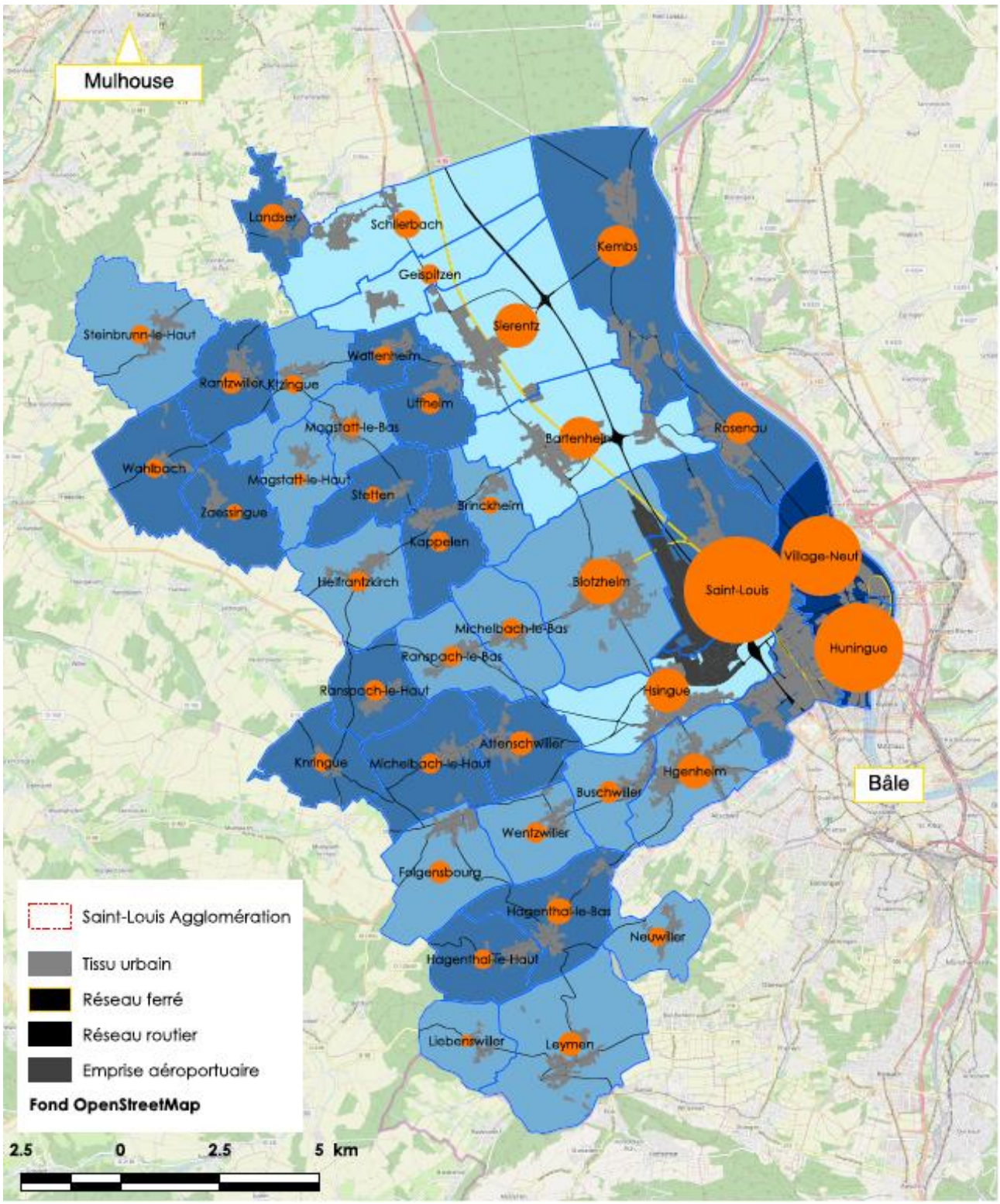
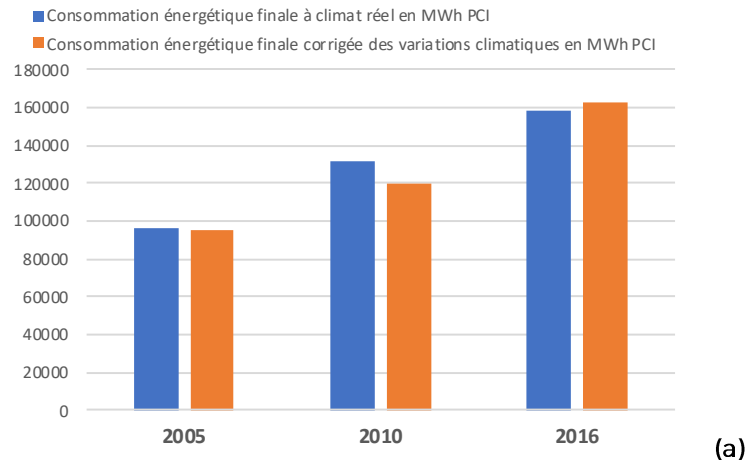


Figure 27 : répartition de la consommation totale d'électricité par commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part de l'électricité dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 9 à 37%).

5.4.11 Le bois énergie

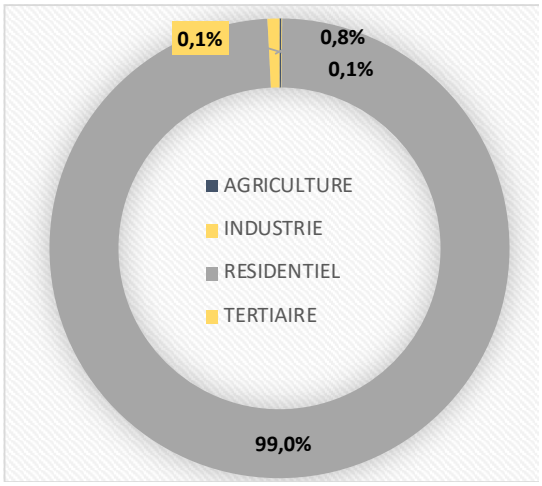
Même s'il ne représente que **7% de la consommation totale** du territoire en 2016 (158 GWh), le bois énergie est une **composante énergétique importante** du territoire puisque sa consommation **a progressé de 70% depuis 2005** (en climat constant), la dynamique étant maintenue sur la période 2010/2016 (+35%). Cette consommation est quasiment intégralement liée au **chauffage dans le résidentiel** (décentralisé pour l'habitat individuel et collectif, le chauffage centralisé étant compté dans les réseaux de chaleur) dans les territoires ruraux mais également en zone urbaine.



(a)

	Conso. Réelle	Conso. CVC*
évol. 2005-2016 [% 2005]	65%	70%
évol. 2010-2016 [% 2010]	20%	35%

(b)



(c)

Figure 28 : Bois énergie – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et brutes - (b) pourcentage d'évolution de la consommation brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) par de chaque secteur dans la consommation en 2016.

L'usage du bois énergie est donc répandu sur tout le territoire, avec une **proportion plus élevée dans les communes rurales**, jusqu'à 40% du mix dans le nord-ouest du territoire.

Il n'y a pas de gisement d'économie à réaliser pour ce vecteur énergétique mais une **rationalisation et maîtrise de son potentiel de développement** sur le territoire pour contenir les effets collatéraux d'un usage intensif, notamment en ce qui concerne les **problématiques de la qualité de l'air** (émissions de particules fines et composés organiques volatils, cf. §8.4).

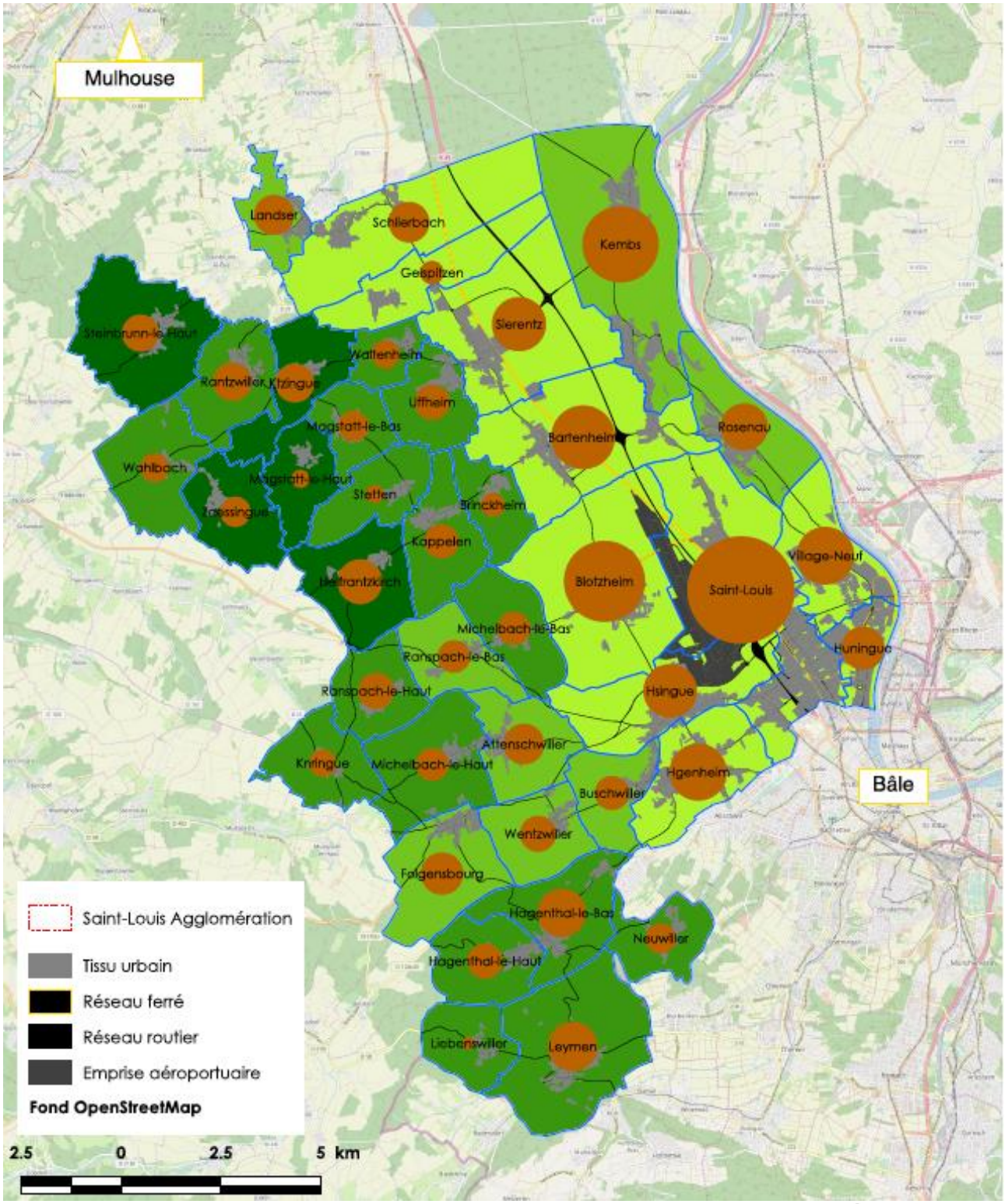
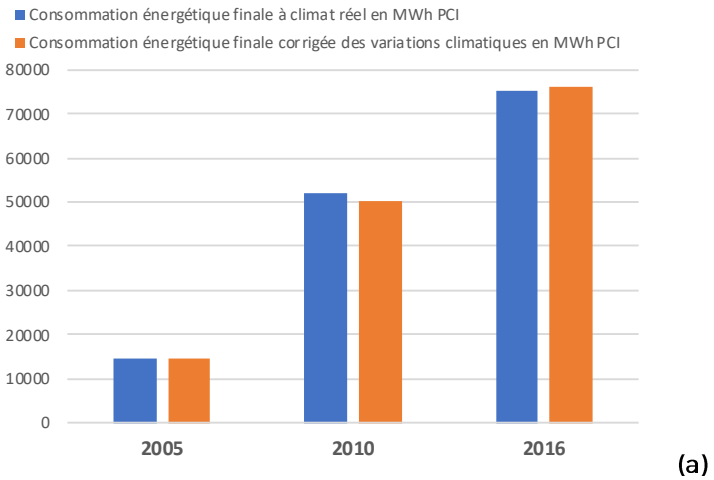


Figure 29 : répartition de la consommation totale de bois énergie par commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part du bois énergie dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 1 à 38%).

5.4.12 Les autres énergies renouvelables

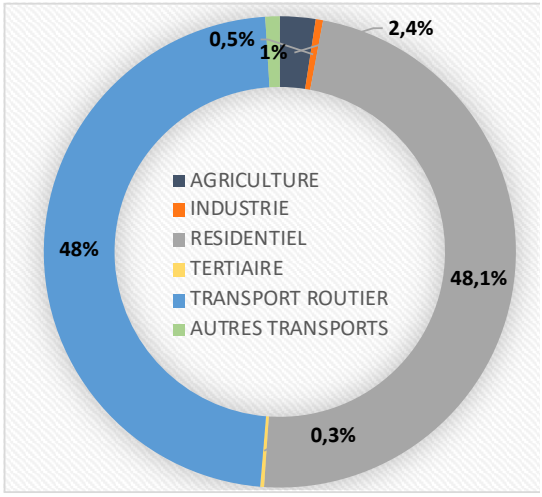
Les énergies renouvelables restent une **composante marginale** du mix énergétique de Saint-Louis Agglomération : elles ne représentent que **3,3%** de la consommation globale du territoire (75 GWh). Elles connaissent **néanmoins une forte progression** : +430% depuis 2005 mais qui semble « s'essouffler » depuis 2010 (+51% en 2016 seulement). Elle se déploie à part égales dans le **résidentiel** (48%-36GWh) mais également dans les **transports**, notamment routiers (48%-36GWh) via les **biocarburants**. Leur pénétration dans l'industrie (en modulant puisque les unités pour autoconsommation dans l'industrie ne sont pas comptabilisées par ATMO-GE), le tertiaire et l'agriculture reste marginal.



(a)

	Conso. Réelle	Conso. CVC*
évol. 2005-2016 [% 2005]	420%	426%
évol. 2010-2016 [% 2010]	45%	51%

(b)



(c)

Figure 30 : Autres renouvelables – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et brutes - (b) pourcentage d'évolution de la consommation brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) par de chaque secteur dans la consommation en 2016.

Le déploiement des énergies renouvelables se fait donc de façon uniforme sur le territoire de SLA, puisque piloté par le résidentiel et les transports (biocarburants) pour plus de 96%. Néanmoins nous constatons que **la part d'énergies renouvelables dans la consommation totale reste faible**, variable de 1 à 2% sur les communes urbaines très industrialisées et **au maximum de 7%**, notamment dans les communes rurales.

Le **potentiel d'accroissement** de la consommation d'énergie renouvelable est donc principalement situé dans le **secteur industriel et tertiaire.** L'utilisation d'énergies renouvelables devra **s'intensifier dans le résidentiel** comme dans l'**agriculture**, qui a également un **rôle majeur à jouer** dans la **production**, notamment à partir de la biomasse (méthanisation cf.§ 6.3.3).

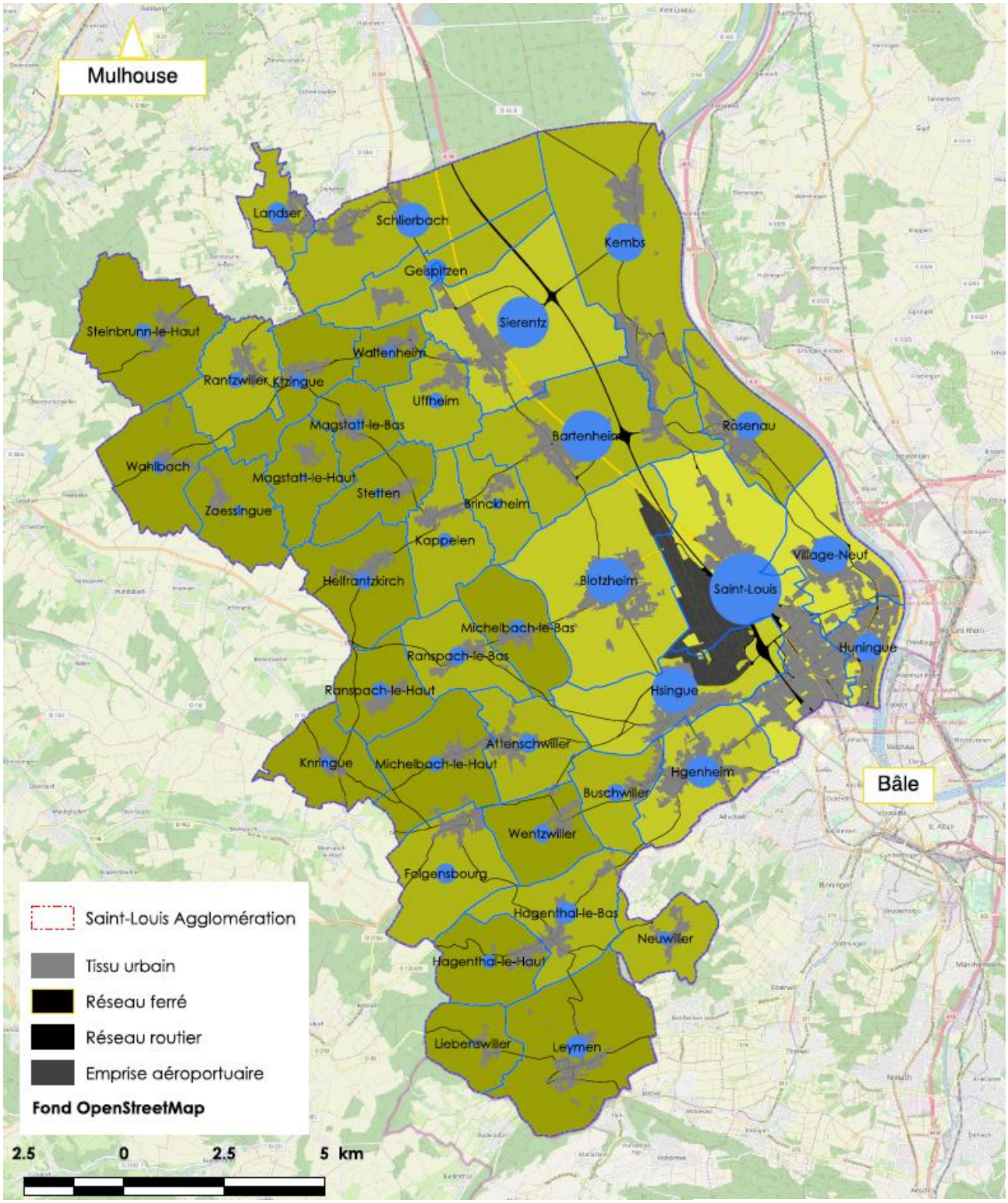


Figure 31 : répartition de la consommation totale d'EnR (hors bois énergie) par commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part des EnR dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 1 à 38%).

Consommation totale d'énergie (en MWh)

12 582
5 339
300

part des autres énergies renouvelables

De 1 à 2 %
De 2 à 4 %
De 4 à 6 %
De 6 à 7 %

5.5 Le coût des consommations énergétiques du territoire

On présente dans ce chapitre une évaluation des **coûts des consommations** énergétiques présentées aux chapitres précédents.

Cette analyse est **basée** :

- Sur les indices de coûts de la **base de données PEGASE** (acronyme de Pétrole, Électricité, Gaz et Autres Statistiques de l'Énergie) du service de la statistique du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/r/pegase.html, consulté le 15/11/2018). Cette base de données permet de fixer les coûts TTC de l'électricité, du gaz naturel, des carburants, du fioul, du bois énergie de façon distincte pour les secteurs résidentiel, de l'industrie, du tertiaire et de l'agriculture.
- Cette base de données fournit également des **coûts** pour les MWh distribués par les **réseaux de chaleur** pour les ménages. En 2017, la base de données PEGASE fourni un coût moyen TTC de 96,5€/MWh. Ce prix est supérieur à celui pratiqué par le délégataire du réseau de la Ville de Saint-Louis (R-CUE) qui est indiqué dans le rapport de « Schéma Directeur de réseau de chaleur de Saint-Louis », Naldeo, 05/02/2018, qui affiche un prix TTC de **68€ par MWH** délivré pour le résidentiel et le tertiaire : nous retenons cette valeur.
- Nous faisons l'hypothèse que les produits pétroliers consommés dans l'industrie, le tertiaire et le résidentiel sont uniquement du fioul,
- Pour les transports, nous considérons 50% d'essence et 50% de diesel.

La synthèse des coûts retenus est présentée dans le Tableau 8 :

Coûts moyen par secteur et type d'énergie [€/MWh]	2016				
	Produits Pétroliers	Gaz	Electricité	Biomasse	Réseaux
AGRICULTURE	31	42	80	43	
INDUSTRIE	31	42	80	43	
RESIDENTIEL	64	64	156	43	68
TERTIAIRE	64	64	120	43	68
TRANSPORT ROUTIER	138	64	80		
AUTRES TRANSPORTS	138		80		

Tableau 8 : synthèse du coût d'approvisionnement en énergies par secteur et source d'énergie pour SLA en 2016.

➔L'estimation du coût global des énergies de SLA (2,3TWh) est d'environ 213 millions d'euros (213 000 000 €) pour la consommation de 2016

➔Soit un coût par habitant (2016) de 2750€

La **répartition des coûts** en fonction des secteurs et des sources d'énergie montre que :

- Les secteurs les plus consommateurs d'énergie fossile (**résidentiel et transport**) représentent quasiment **80% des dépenses énergétiques du territoire en 2016** : 74M€ pour le transport routier, 64M€ pour le résidentiel en 2016,

- Plus des **2/3 de la facture énergétique est induite par l'achat d'énergie fossile** : en 2016, ce sont donc environs **142 M€** (produits pétroliers et gaz naturel) qui **quittent le territoire** de SLA,
- Rien que **pour le pétrole**, la facture énergétique s'élève à **1500€/an/habitant** de SLA,
- Plus du quart de la facture énergétique est liée à la consommation d'**électricité** : 60M€ en 2016, soient **765€/an/habitant**.

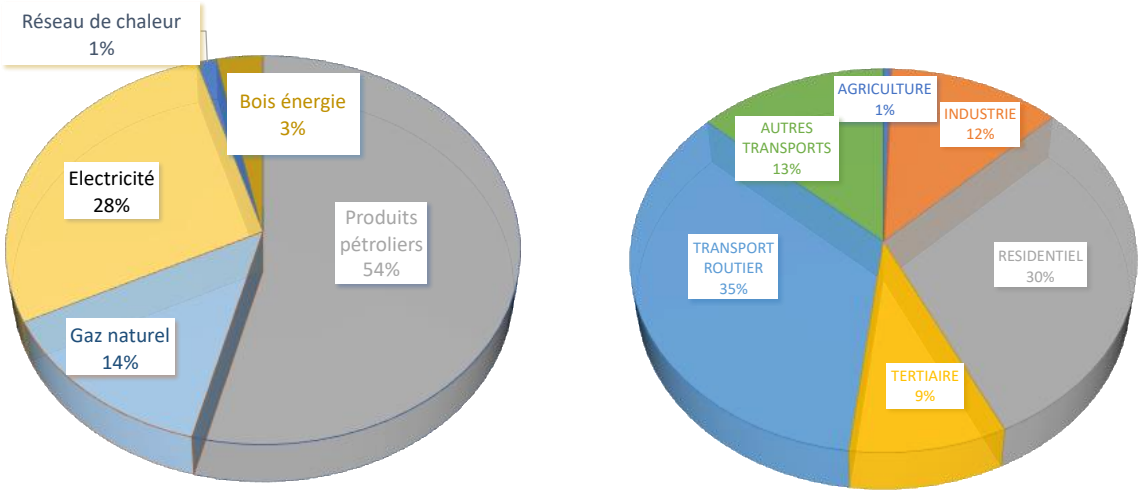
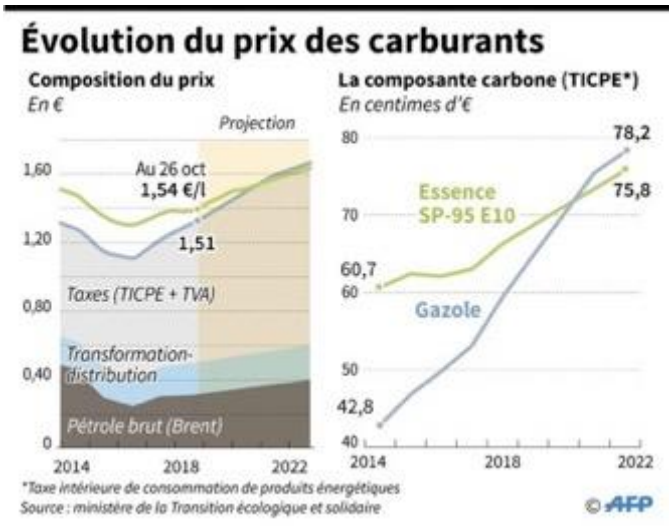


Figure 32 : répartition des coûts TTC des consommations énergétiques de SLA en 2016 (213 M€) par source d'énergie et par secteur d'activité (sources : ATMO GE – Chiffres clé 2016, MTES - BdD PEGASE – Schéma Directeur réseau de Chaleur de CC3F).

Le territoire de Saint-Louis Agglomération est donc très sensible aux fluctuations du prix de l'énergie, notamment fossile :

- **Hors Taxe**, et uniquement pour le carburant du secteur du **transport routier**, une hausse de **+5% du prix du baril** conduirait à une augmentation de 2,5c€ par litre d'essence soit **+1,3 M€** supplémentaire (à iso-consommation 2016),
- En supposant le **maintien** de la hausse des **taxes** sur les carburants à horizon 2022, et une hausse du cours du baril modérée de 15% à la même échéance, avec la même parité €/$ qu'actuellement, le surcoût pour le secteur du transport routier s'élèverait à **+12M€**, soit +155€/habitants et par an.



Enfin le poste lié à la consommation d'électricité est également sensible aux augmentations de prix à venir : sur la période 2000-2017, le prix du kWh électrique a progressé de 22%, inflation déduite (moyenne de 1,3% par an sur la période, données INSEE). A échéance 2022, en supposant la même consommation, la facture d'électricité pour le seul secteur résidentiel aura progressé de +2M€, soit +25€/an/habitant.

➔Réduire les consommations d'énergies est donc également un objectif primordial pour l'économie de Saint-Louis Agglomération.

5.6 Les potentiels de réduction des consommations énergétiques

La réduction des consommations énergétiques et d'abord axée sur la **diminution** de la consommation d'énergies fossiles puis leur **substitution** par des énergies moins carbonées ou renouvelables.

Ces **objectifs de réduction** de consommation sont fixés aux travers de **plusieurs documents stratégiques** déclinés à différentes échelles territoriales : la Planification Pluriannuelle de l'Énergie (PPE), dont la dernière version révisée est en consultation du grand public début 2020 et le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET), approuvé en janvier 2020, et qui remplace, au niveau de la région Grand-Est, les Schéma Régionaux Climat-Air-Énergie (SRCAE) des anciennes régions.

Nous présentons ici simplement les grands objectifs de ces différentes stratégies. Elles sont détaillées dans le tome 2 du PCAET « Stratégie Territoriale ».

Les principaux objectifs de la PPE portant sur la réduction des consommations d'énergie sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Consommation finale d'énergie	Baisse de **7% en 2023** par rapport à 2012 et de **16,5% en 2028**.
Consommation primaire des énergies fossiles	Baisse de **20%** de la consommation d'énergie primaire fossile **en 2023** par rapport à 2012 et de **35% en 2028**.

Tableau 9 : objectifs de réductions des consommations énergétiques pour la nouvelle PPE 2018-2028

A plus long terme, **la PPE ambitionne de faire de la France un territoire neutre en carbone**, en compensant les émissions résiduelles de CO_2 de l'agriculture et de l'industrie par **l'augmentation des capacités de stockage du carbone**.

➔Ces objectifs constituent les minimas qui doivent être pris en compte dans les déclinaisons des politiques publique à l'échelle des territoires.

La **réorganisation des régions** conduit aujourd'hui à la **mise en cohérence des politiques Climat/Air/Énergie, initialement déclinées au travers des SRCAE**.

La stratégie environnementale de la nouvelle région Grand-Est déposée dans le SRADDET, **dans sa version approuvée début 2020** précisent les nouvelles ambitions de la région concernant les réductions de consommations d'énergie :

Consommation finale d'énergie	Baisse de **29% en 2030** (200TWh) par rapport à 2012 et de **55% en 2050** (89 TWh).
Consommation primaire des énergies fossiles	Baisse de **48%** de la consommation d'énergie primaire fossile **en 2030** par rapport à 2012 et de **96% en 2050**.

Tableau 10 : objectifs de réductions des consommations énergétiques pour la nouvelle PPE 2018-2028

➔Par rapport aux objectifs nationaux, les objectifs de la région GE sont relevés quasi d'un facteur 2 pour la réduction de consommation d'énergie finale.

On peut ici mettre en perspectives les gains potentiels accessibles avec la mise en place de certaines actions de réduction identifiées au §5.4 pour les deux secteurs les plus consommateurs d'énergie en 2016.

5.6.1.1 Secteur du bâtiment résidentiel et tertiaire

Le but du **plan de rénovation énergétique des bâtiments** dont la France s'est dotée vise à aboutir à un parc de logement présentant en moyenne un niveau de performance assimilable aux normes des bâtiments basse consommation (BBC -15% de consommation en 2023, objectifs de la PPE). Cela implique, au niveau national, un rythme de **rénovation de 500 000 logements par an** sur la période 2017-2022, puis **700 000 logements/an sur le moyen terme**. L'accélération doit permettre **l'éradication de la précarité énergétique** (« les passoires thermiques ») en 10 ans (2025, LETCV de 2015) ainsi qu'une rénovation profonde du parc public (Stratégie Nationale Bas Carbone – déc 2018).

Pour SLA, les objectifs du SRCAE avaient conduit à fixer les objectifs de rénovation énergétique annuels dans les secteurs résidentiel et tertiaire suivants :

→ Bâtiments – Résidentiel

	Description du parc actuel							OBJECTIF 2020
	Nombre et part des résidences principales		dont maisons individuelles		dont logements collectifs		Part de propriétaires occupants	
Pays de Saint-Louis et des Trois Frontières	32 000	91%	18 900	59%	13 100	41%	66%	**780** rénovations BBC/an
Région Alsace	783 000	91%	395 000	50%	388 000	50%	58%	19 000

→ Bâtiments – Tertiaire

	Description du parc actuel				OBJECTIF 2020
	Estimations des surfaces chauffées (m²)	Dont public (bloc communal)	Dont public (autres)	Dont privé	
Pays de Saint-Louis et des Trois Frontières	800 000	26%	23%	51%	**32 000 m²** rénovés BBC/an
Région Alsace	29 000 000	17%	30%	52%	1 100 000

Tableau 11 : description des parcs résidentiels et tertiaire (2013) et déclinaison pour SLA des objectifs de rénovations BBC fixés par le SRCAE en 2012 (xource : SRACE Alsace – Zoom territorial – Pays de Saint-Louis et des Trois Frontières », Energivie. Info – décembre 2013)

Pour le résidentiel, **en considérant** :

- Un rythme de rénovation de **780 logement/an sur la période 2018-2030**,
- Au niveau de performance **BBC de 80kWh/m²/an** et en retenant un niveau moyen de consommation de **215 kWh/m²/an** (source INSEE, enquête habitat 2015 et l'Observatoire de la précarité énergétique « tableau de bord de la précarité énergétique » 2018) en 2016,
- Ainsi qu'une **surface moyenne de 93m2** par logements (source INSEE, enquête habitat 2015 et CEREN « L'énergie et le bâtiment : les données chiffrées pour la France depuis 1950 », Avril 2018),

➔La réduction de la consommation du parc résidentiel de SLA en 2030 par rapport à 2016 serait de 117 GWh, soient 15% de la consommation 2016 ou encore un effort de 1,35%/an.

Ce rythme sera structurant pour la réduction de la consommation d'énergie du secteur résidentiel.

5.6.1.2 Secteur du transport routier

Les **leviers** d'actions dont dispose la collectivité portent principalement sur la **réduction de la demande de transport en véhicule personnel.**

Cela passe par :

- Une structuration de l'organisation et le développement du territoire par un développement de l'habitat en proximité des commerces, services et équipement et en lien avec le niveau de **desserte par les transports** en communs, notamment dans les territoires peu denses (grands objectifs de l'axe 2 du Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD)).
- Un développement des infrastructures permettant un **report modal vers les mobilités douces** (schéma des pistes cyclables, aires de covoiturage, parking relais)
- Ainsi qu'une augmentation de l'offre de **bornes de recharge pour voiture électrique** et de **stations de gaz naturel liquéfié**/compressé qui doivent également permettre de réduire la très grande dépendance du secteur aux produits pétroliers (43% de la consommation énergétique du secteur en 2016).

Un nombre important d'actions sont déjà engagées sur le territoire pour soutenir ces objectifs (cf. §5.4.3)

Plusieurs leviers permettent alors de réduire la consommation d'énergie, notamment carbonée, et donc d'émissions de GES à l'horizon 2026 :

- Une réduction de la part modale de la voiture à 60% de la distance parcourue permettra de réduire de 10% par rapport à 2016 les consommations de produits pétroliers (PP) du secteur ;
- Une réduction d'un tiers du nombre de déplacements quotidiens permettra de réduire de 12% les consommations de produits pétroliers par rapport à 2016 ;
- Une réduction d'un tiers de la portée moyenne des déplacements permettra de réduire de 12% les consommations de produits pétroliers par rapport à 2016 ;
- Passer d'une moyenne de 1,6 pers./véhicule à 2 pers./véhicule permettra de réduire de 7% les consommations de produits pétroliers par rapport à 2016 ;
- L'ensemble de ces mesures cumulées permettront de réduire de 20% les consommations de produits pétroliers du secteur par rapport à 2016, soit –11% pour le total des consommations de produits pétroliers de SLA : cela représente quasiment un tiers de l'objectif affiché pour 2028 qui est de -35%.

➔Ces potentiels gains ne doivent pas être contrebalancés par des augmentations du trafic routier (poids lourds) dans le même temps.

5.7 Présentation des réseaux de transport et de distribution

5.7.1 Réseau de Chaleur de la Ville de Saint-Louis

[R1] : « Schéma Directeur du réseau de chaleur de Saint-Louis : diagnostic du réseau, étude des possibilités d'évolution et de développement de la desserte réseau », Ville de Saint-Louis/Naldeo- Février 2018

C'est **l'unique réseau de chaleur** ou de froid présent sur le territoire de **SLA**.

Historiquement, la ville disposait de deux délégations de service public (DSP) distinctes, la première pour les installations desservant le quartier de la « cité technique » et la seconde pour les installations desservant le quartier de « l'ilot gare ».

La DSP initiale de la Cité Technique a pris effet en 1964 et s'est achevée en juin 2011.

La DSP initiale de l'ilot gare a pris effet en 1965 et s'est achevée en juin 2011.

A l'issue de ces deux DSP, la ville a décidé de lancer une seule procédure de renouvellement de service public, **regroupant la desserte des deux quartiers en chauffage urbain** : la convention de concession a été signée pour une durée de 20 ans à compter du 1er juillet 2011 par l'entreprise EBM Thermique. La fin de la délégation de service public est fixée au 30 juin 2031.

Afin d'optimiser au mieux les performances des installations et d'obtenir une empreinte carbone minimale, la Ville de **Saint-Louis et EBM ont fait le choix d'interconnecter les deux chaufferies** existantes et d'**intégrer**, au sein du réseau, **une centrale de cogénération biomasse de dernière génération**. Elle s'approvisionne en plaquettes forestières et en rafles de maïs dans un rayon de 100km maximum.

La centrale de cogénération est composée d'une chaudière vapeur de 17,3MW couplée avec une turbine de 5,2MW. Elle a été inaugurée en **juillet 2013**. Les chaudières de la cité technique (gaz et fioul) et de l'ilot gare (fioul) ont été rénovées et une chaudière ultime de secours (au gaz) a été ajoutée. La **puissance thermique totale est de 42,6MW**.

L'ensemble assure le chauffage de **l'équivalent de 4 500 logements** grâce à un réseau enterré de 8km de longueur et 82 sous-stations. La cogénération biomasse permet d'appliquer un taux de **TVA réduit de 5,5%** puisque le réseau est alimenté à plus de 50% (90% en 2015) par les énergies renouvelables biomasse. Grace à la cogénération, le **contenu carbone** du réseau est **nul en 2016** (arrêté ministériel du 22 mars 2017).

Le réseau de chaleur de la ville de Saint-Louis est donc un **réel atout pour décarboner les usages** notamment **liés au chauffage** résidentiel et tertiaire (les secteurs pour l'instant raccordés) dans une zone à forte densité de population.

Il est néanmoins confronté à **deux difficultés majeures** :

- Un coût moyen dans la moyenne des réseaux de chaleur Français selon l'enquête AMORCE (2014) : le levier lié à la TVA réduite étant déjà activé, d'autres pistes doivent être analysées pour maintenir (poursuivre ?) une politique de prix bas et l'attractivité du réseau,
- Les programmes de réaménagement urbain et de **réhabilitation thermique** des bâtiment raccordés qui contribuent à une **diminution des ventes** R1 et des puissances souscrites. En cas de diminution importante des puissances souscrites, l'équilibre de la DSP pourrait ne plus être assuré.

Ces éléments ont été mis en évidence dans le cadre de l'élaboration du schéma directeur réalisé entre 2016 et 2018 (cf. [R1]). Le scénario retenu représente le meilleur compromis entre « nouveaux raccordements » et « mixité énergies renouvelables ». En effet, l'identification des sites potentiellement raccordables montre une **possibilité d'extension importante** du réseau :

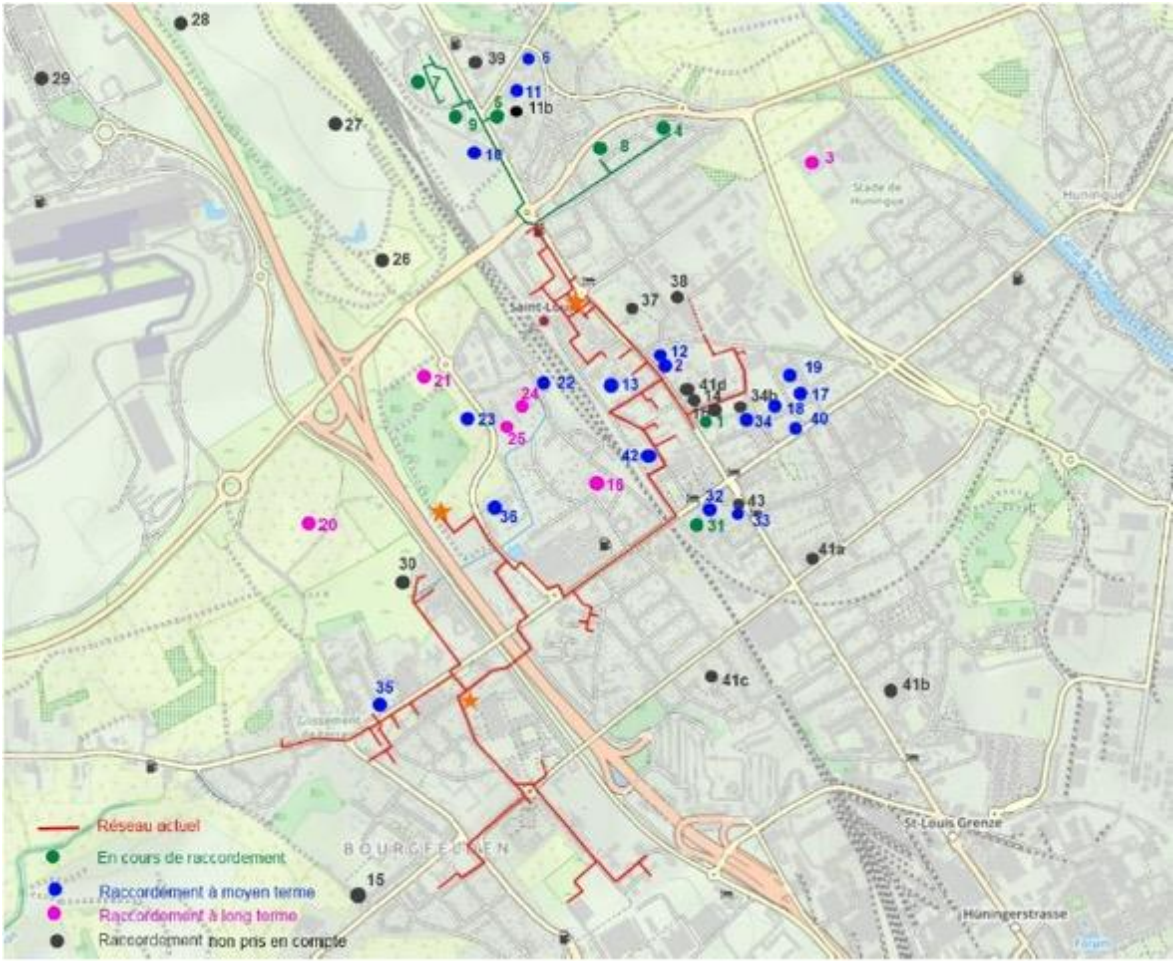


Figure 33 : carte des différents raccordements potentiels classés suivant les délais de raccordement estimé (tiré de [R1]).

Néanmoins une couverture intégrale impliquerait, sans **identification de source de chaleur renouvelable supplémentaire**, une sollicitation des chaufferies gaz (les centrales fioul étant considérée comme remplacées/supprimées à moyen terme) plus importante avec finalement une part des énergies renouvelables chutant à 79% et un coût moyen supérieur de 5,8% au scénario de référence.

C'est donc le scénario 1 de [R1] qui a été retenu :

- Avec le raccordement des zones matérialisées par les points verts (en cours) et bleu (moyen terme) de la Figure 33,
- Pour une production de **52 000 MWh à l'horizon 2030** avec 88% de biomasse, soit +31% par rapport à la référence et pour un coût inférieur de 2,1% au scénario de référence,
- Permettant l'alimentation de **5 400 équivalents logements** et l'atteinte des objectifs Cit'ergie liés aux engagements 1 (promotion des énergies renouvelables sur le

territoire/objectifs 2 et 3 raccordements de 1000 eq. Logements et 5 bâtiments publics d'ici 2020).

Il est à noter cependant qu'**aucun raccordement d'industriel** n'est pour l'instant envisagé dans ce scénario.

Plus largement, les **gisements de chaleur fatale** (industriel, eaux usées), ou renouvelable (aquathermie, géothermie, solaire thermique centralisé) n'ont **pas été analysés en détail**. L'étude fine de ces solutions pourrait permettre une extension plus massive du réseau tout en maintenant un taux d'énergies renouvelables supérieur à 80%.

5.7.2 Le réseau d'électricité

Le réseau électrique Alsacien se caractérise par 893 km de lignes à Très Haute Tension (THT – 400 000 et 225 000 volts) et 1150 km de ligne à Haute Tension (63kV). Il **comprend six gestionnaires de réseau de distribution** directement raccordés sur le réseau public de transport : Enedis, Électricité de Strasbourg, Hunélec, EBM, Vialis, et la Régie de Neuf Brisach.

En pratique, **l'Alsace est raccordée par trois axes à 400kV à la région Lorraine**, fortement pourvue en capacités de production et à même de répondre aux besoins électriques alsaciens. Les lignes qui la relient à la Franche-Comté participent également à cette fonction dans une moindre mesure, tout comme les **interconnexions avec l'Allemagne et la Suisse**.

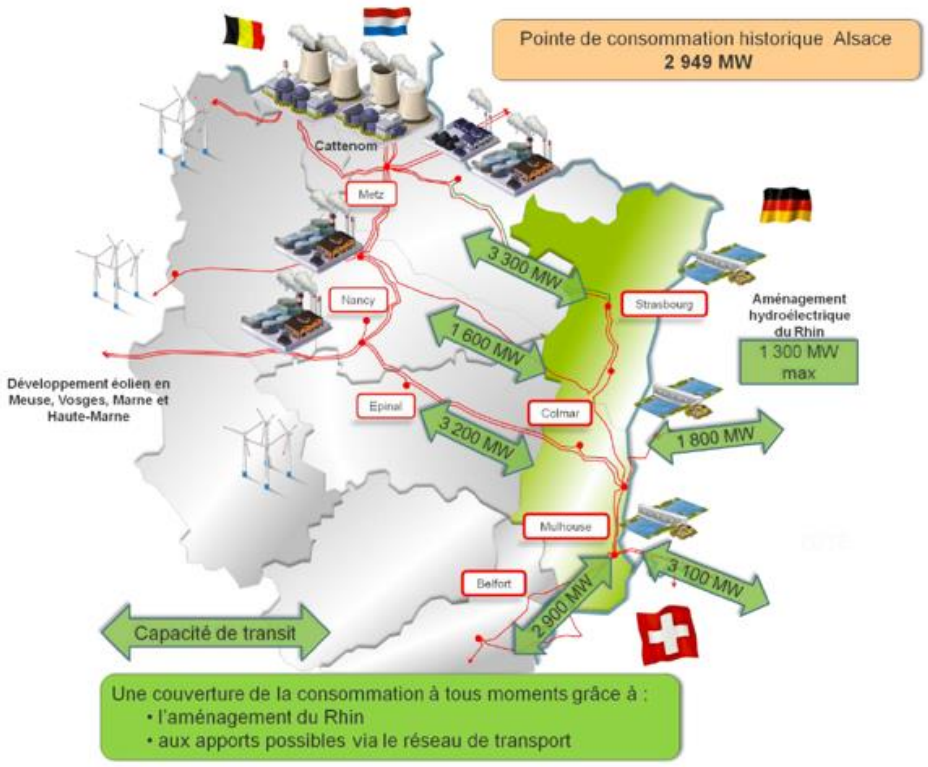


Figure 34 : réseau de transport THT dans le grand est de la France (source : RTE « Arrêt de Fessenheim – Conséquences et perspectives pour le réseau de transport »).

L'arrêt de Fessenheim, planifié vraisemblablement entre 2020 et 2022 (limite d'exploitation des réacteurs n°1 et 2 selon l'ASN), est anticipé depuis plusieurs années par RTE. Les flux de transit régionaux et inter-régionaux sur les réseaux 400kV et 225kV seront modifiés : **renforcement des flux venant de Lorraine**, facilitation du transit, **augmentation de la souplesse du réseau**, travaux sur différents postes de transformation. RTE compte ainsi **assurer une sûreté de l'alimentation électrique** en Alsace après l'arrêt de la production de Fessenheim.

Le territoire fait également l'objet d'un **plan de reconversion territorial doté de 10 millions d'euros** et qui doit notamment accompagner l'émergence de c**entrales de production d'énergie renouvelables** (photovoltaïque, cogénération).

Le territoire de **SLA est raccordé au réseau électrique national via une unique ligne de 63kV** partant d'un nœud situé à l'usine hydraulique de Kembs. Une ligne 225kV y est directement relié à Fessenheim, qui est également connecté au poste situé entre Sierentz et Bartenheim via une ligne très haute tension de 400kV. Ce poste assure également la connexion avec la région Franche-Comté à l'ouest.

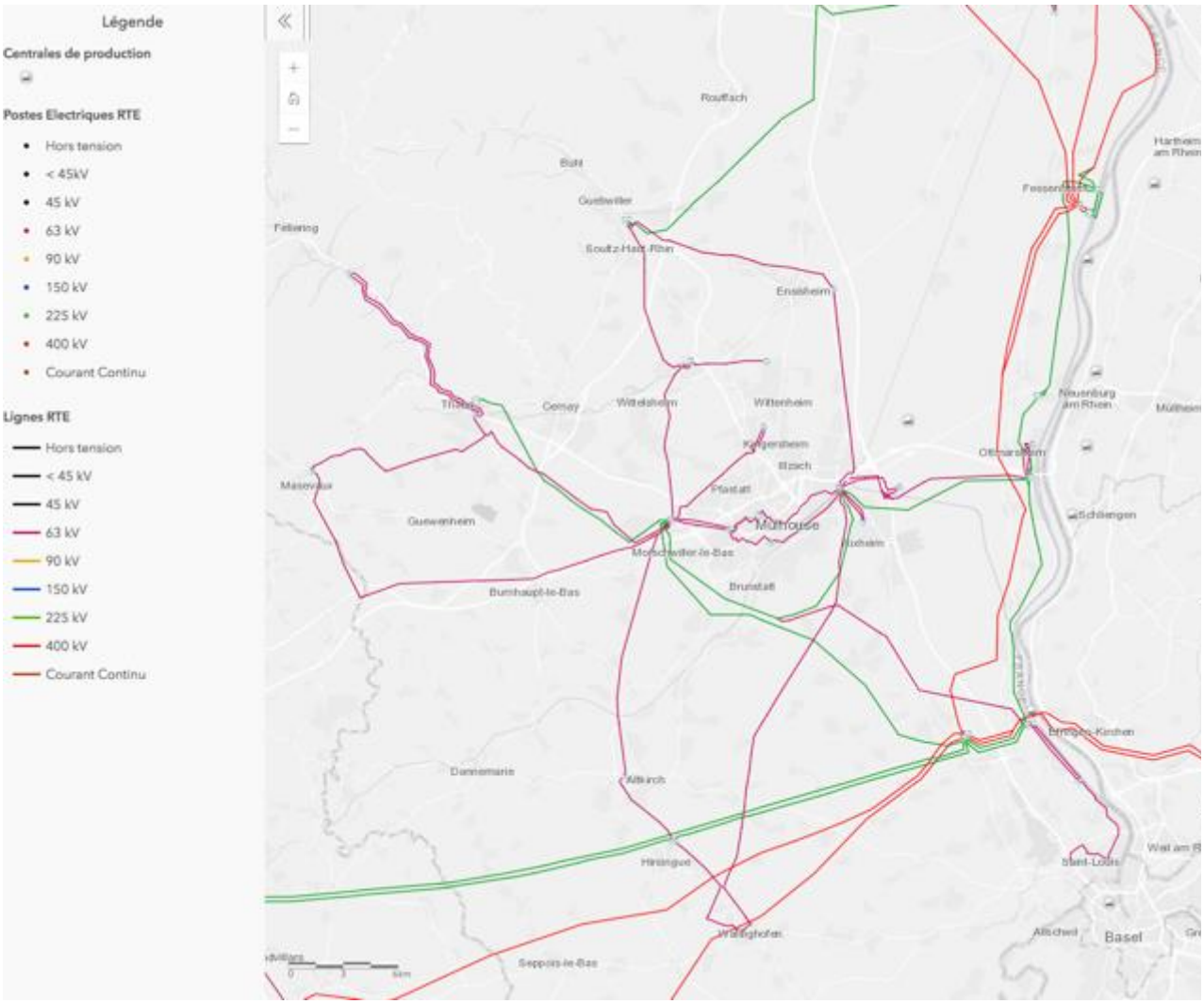


Figure 35 : maillage du réseau RTE au sud de l'Alsace (lignes hautes et très hautes tension).

Le territoire est donc bien desservi par un maillage dense de ligne haute et très haute tension puisqu'elles assurent également l'**interconnexion du réseau Français avec celui en Allemagne et en Suisse.**

Le **marché** de la **fourniture d'électricité sur le territoire de SLA** est **partagé entre** 3 des six **distributeurs** présents en Alsace, à savoir : ENEDIS, EBM et HUNELEC selon la carte suivante :

Figure 36 : réseau électrique sur le territoire de SLA et répartition des différents distributeurs par commune.

- Le premier opérateur historique, **ENEDIS** (ex-ERDF) qui dessert la majorité des **villages ruraux** mais également plusieurs mailles IRIS de **Saint-Louis** et les **villes de Kembs, Blotzheim, Village-Neuf, Bartenheim, Sierentz et Rosenau**. ENEDIS fourni donc l'**électricité** à **60% de la population** du territoire. Pour l'instant il n'a pas été possible de rencontrer un représentant d'ENEDIS.
- **HUNELEC**, filiale d'Electricité de Strasbourg, gère le réseau uniquement sur la commune de **Huningue** (environ **10% de la population**). Pour l'instant il n'a pas été possible de rencontrer un représentant d'HUNELEC.
- **EBM réseau de distribution**, filiale du groupe Suisse EBM est également un opérateur historique au sens où il assure la fourniture d'électricité au tarif réglementé. EBM **gère** le réseau de distribution d'électricité en délégation sur les autres quartiers de **Saint-Louis**, sur les villes de **Hégenheim, Hésingue** et les **villages** de Hagenthal-Le-Haut et Le-Bas, Leymen, Buschwiller, Folgensbourg, Wentzwiller, Neuwiller et Liebenswiller. EBM fourni donc environ **30% de la population** du territoire en électricité,
- **La commune de Saint-Louis dispose donc de deux DSP distinctes** pour la gestion de son réseau de distribution d'électricité sur son territoire,

Plusieurs remarques importantes sont à faire ici :

- L'**unique poste** source (extrémité de la ligne 63kV) est à Hésingue, à côté du Technoparc,
- **L'alimentation de SLA par RTE n'est pas bouclée** : une unique liaison RTE de 63 kV provenant du poste de Kembs alimente les réseaux de distribution du territoire,
- Néanmoins les réseaux **d'HUNELEC et d'EBM** sont **connectés entre eux et au réseau suisse** (50 kV), ce qui permet à EBM d'alimenter SLA si la liaison avec le réseau de transport RTE est coupée au niveau de Kembs,
- **Les réseaux de distribution d'ENEDIS et d'EBM ne sont pas interconnectés** (ils sont en revanche tous deux raccordés au réseau RTE)
- Mais ENEDIS est raccordé à Kembs par une seconde ligne de distribution de 20 000 V.

Les **principales évolutions du réseau d'électricité** sont liées à l'augmentation des puissances à raccorder du fait de la **dynamique de construction de nouveaux logements** liés à la projection de croissance de la population (+1,45%/an retenu par le SCOT) sur la période 2018-2038.

En retenant l'hypothèse de 2,2 personnes/ménages, ce sont **850 logements supplémentaires à raccorder** au réseau chaque année (source : PADD du SCOT).

La sécurité d'approvisionnement impose de dimensionner le réseau de distribution indépendamment des **projets de production sur les nouvelles constructions**, qui sont pour l'instant **difficilement identifiés en amont** par les différents opérateurs.

Le **décloisonnement des réseaux sur la ville de Saint louis n'est pas envisagé**. Celui-ci peut être **source de complexité supplémentaire** pour la réalisation de **projets d'autoconsommation collectives** dont le périmètre des bénéficiaires serait partagé entre EBM et ENEDIS.

A récupérer

Figure 37 : Réseaux de distribution d'électricité d'EBM et d'ENEDIS présents sur la ville de Saint-Louis.

5.7.3 Le réseau de gaz naturel

L'approvisionnement en gaz naturel de la France est intégralement lié à des importations, principalement en provenance de la Norvège (43% en 2016), mais également de la Russie (21%), des Pays-Bas (10%) et d'Algérie (10%).

En 2016, le total des entrées brutes, transit inclus, s'élevait à 533 TWh (PCS, source : Bilan énergétique pour la France 2016, MTES).

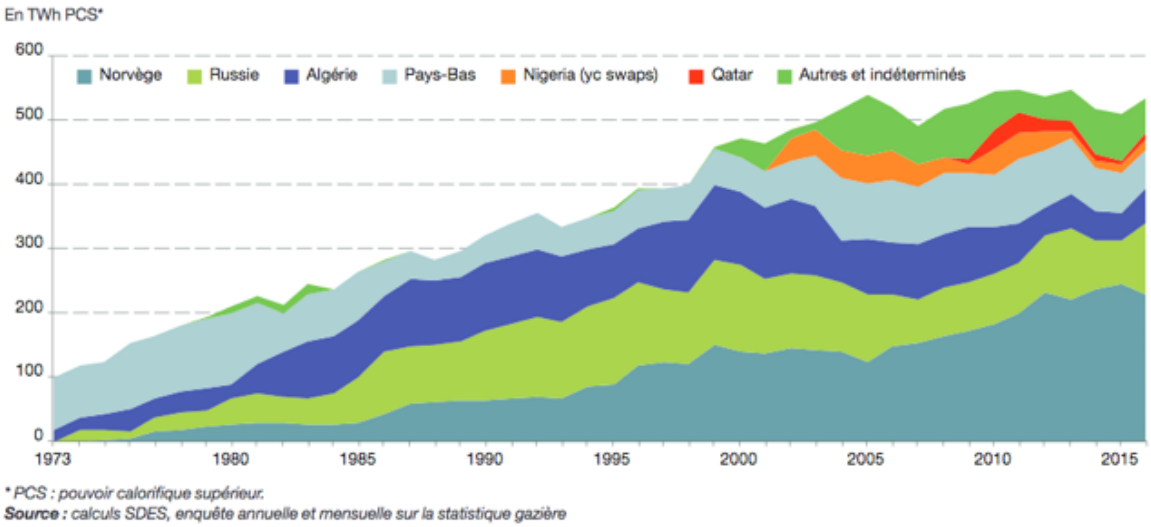


Figure 38 : Évolution des importations de gaz naturel en France par fournisseurs. Source : Bilan énergétique de la France, MTES Mars 2018.

La **consommation** de gaz naturel est principalement induite par les secteurs **résidentiel, tertiaire** et l'**industrie**. La consommation avait marqué une inflexion à la baisse à la suite de la crise de 2007 mais est **repartie à la hausse en 2016**.

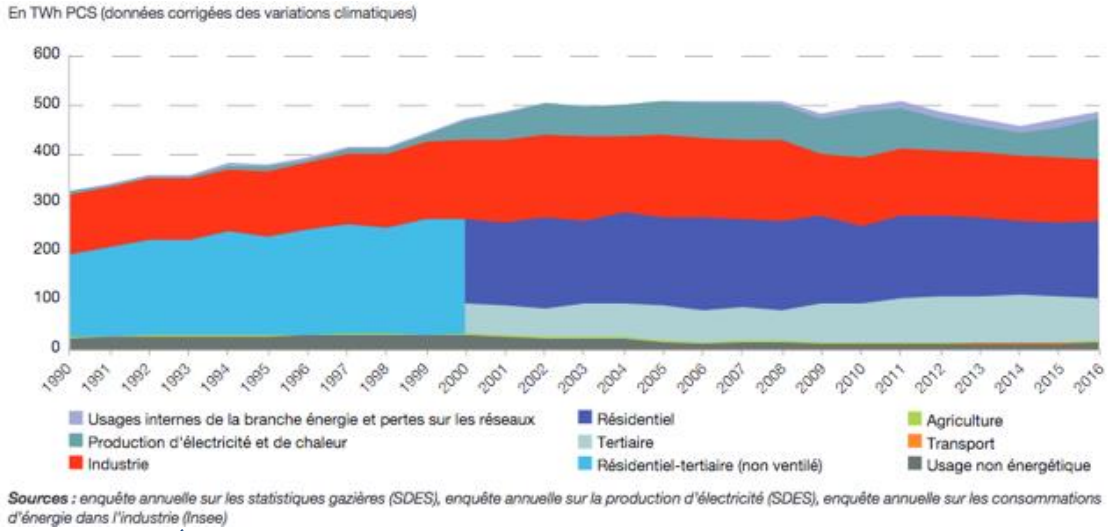


Figure 39 : Évolution des consommations de gaz naturel en France par secteur d'activité. Source : Bilan énergétique de la France, MTES Mars 2018

Le **transport** de gaz naturel est **assuré** sur le territoire français par **deux gestionnaires** :

- **GRTgaz**, filiale d'ENGIE, gère le réseau de gaz B (bas pouvoir calorifique) dans le Nord et la majeure partie du réseau de gaz H (haut pouvoir calorifique) ;
- **TIGF**, filiale d'un consortium réunissant SNAM, C31, GIC et Predica, gère le réseau de gaz H dans le Sud-Ouest.

Figure 40 : Cartographie du réseau de transport du gaz naturel en France (source : site internet de la CRE : https://www.cre.fr/Gaz-naturel/Reseaux-de-gaz-naturel/Presentation-des-reseaux-de-gaz-naturel).

Le réseau de distribution de gaz naturel dessert **11 millions de consommateurs** environ. Ils sont alimentés par **26 gestionnaires** de réseaux de distribution, de taille très inégale :

- **GRDF**, filiale d'ENGIE, distribue 96% des quantités de gaz naturel et sur la majorité du territoire français. C'est le cas **pour 10 communes de SLA** (cf. Figure 41).
- Régaz-Bordeaux et R-GDS représentent chacun 1,5% environ des volumes distribués,
- **20 autres GRD** représentent 1% du total des quantités de gaz délivrées : Gaz de Barr, Vialis et Caleo sont présents en Alsace, ainsi que **VEOLIA pour quatre communes de SLA : Huningue, Saint-Louis, Hégenheim et Village-Neuf**.

Le gaz naturel n'est donc pas distribué dans les 26 communes du territoire, notamment dans les zones rurales à l'ouest de l'A35 (cf. Figure 41).

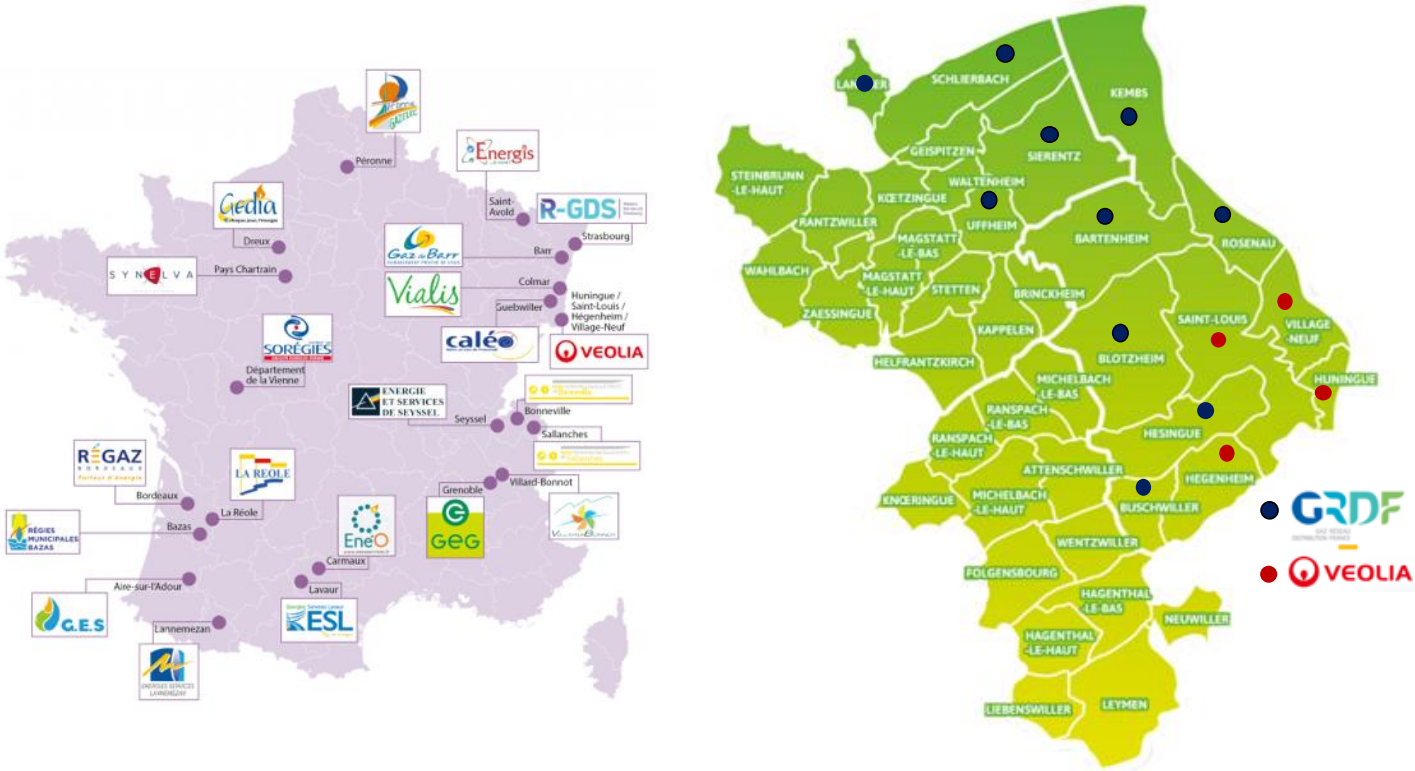


Figure 41 : localisation des distributeurs de gaz naturel autres que GRDF en France et communes de SLA desservies par VEOLIA et GRDF sur le territoire de SLA

GRDF est une filiale d'ENGIE créée pour séparer les activités de fourniture d'énergie (ENGIE) avec celle de construction/exploitation des réseaux de distribution (GRDF) depuis l'o**uverture des marchés.** GRDF dispose de Délégation de Service Public concédées sur les territoires, mais **ne vend pas de gaz naturel**. Le groupe dessert donc les clients raccordés, qui ont le choix du fournisseur.

GRDF est **missionné par la Commission de Régulation** des Énergies (CRE) pour accompagner les projets de raccordement et de densification des réseaux, mais aussi **pour la promotion du biogaz** ou biométhane obtenu par méthanisation, piro-gazeification (biomasse ligneuse) puis méthanation (recombinaison Hydrogène avec CO_2) pour le « **power to gaz** »: stockage inter-saisonnier du surplus d'électricité produite par les énergies renouvelables (photovoltaïque en été, éolien) sous forme de méthane de synthèse : **brique essentielle** aux scénarios de transition énergétique avec un très fort taux de pénétration des énergies renouvelables dans le mix global.

Pour l'instant, **aucun projet n'est identifié par GRDF sur le territoire de SLA**. Il sera nécessaire d'analyser les potentiels plus finement et d'échanger avec les voisins proches (pays de Sundgau notamment) pour identifier d'éventuelles synergies.

Néanmoins, pour faciliter les accès, GRDF analyse la **possibilité de mailler les réseaux avec les autres délégataires** (Véolia pour SLA). Celui-ci va de toute façon évoluer avec :

- L'intégration des stations de rebours : permet de « remonter » du gaz dans le réseau de transport pour équilibrer la demande avec la production sur une zone plus étendue (régionale, coût mutualisé avec les différents producteurs) ;
- La **construction de nouveau** réseaux sur des communes qui ne sont pas desservis actuellement mais **qui ont un potentiel**.

La situation de **distribution de gaz par VEOLIA** en tant qu'opérateur historique sur les 4 communes Huningue, Hégenheim, Saint-Louis et Village-Neuf est **unique en France**. VEOLIA (ex Général des Eaux) dispose de la délégation d'exploitation depuis 1969. Elle fournit du gaz provenant d'abord de la ville de Bâle (gaz de Houille) jusqu'en 1972 où le gaz naturel arrive dans la région. Une refonte complète du réseau est alors nécessaire avec notamment le remplacement des canalisations en fonte grise qui est achevée en 2006.

Les **quatre communes fournies par VEOLIA sont réunies dans un syndicat, le SIAG** (http://www.gaznaturel-3frontieres.fr/syndicat/histoire-syndicat/51.html) dont le président est M Deichtmann, Maire de Huningue.

VEOLIA exerce la compétence de Gestion du Réseau de Distribution par sa filiale VEOLIA EAU – Territoire Alsace. La fourniture de gaz auprès des particuliers de ces 4 communes est assurée par une autre filiale, Régiongaz.

VEOLIA eau **opère également** en gestion par délégation de service public l**a STEP de Village-Neuf**, qui produit du **biométhane** issu des boues d'épuration. Celui-ci est aujourd'hui **intégralement brulé afin de produire de l'électricité** qui est revendue par la société EBM à l'agglomération. Ce modèle économique étant plus satisfaisant pour l'agglomération, la proposition d'injection de ce biogaz dans le réseau de distribution n'a pas été retenue, d'autant plus que la STEP n'est actuellement pas raccordée au réseau gaz (700 m de distance au point le plus proche).

VEOLIA s'intéresse également aux projets de production de biométhane qui pourraient émerger sur le territoire à l'avenir et qu'elle pourrait accompagner.

6 Analyse du potentiel de développement des énergies renouvelables

6.1 Production d'énergie sur le territoire de Saint-Louis Agglomération

Les données de production analysées ici sont celles qui sont présentes dans la base de **données INVENT'AIR d'ATMO Grand-Est**. Au niveau de la communauté d'agglomération, le mix de production d'énergie, toutes formes d'énergie incluses, est présenté sur le graphique suivant, pour les années 2005 et 2016.

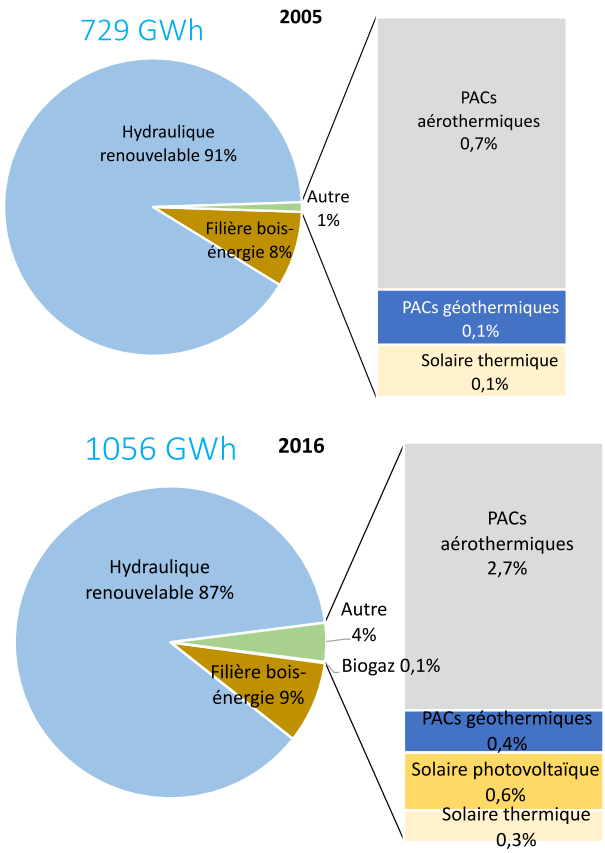
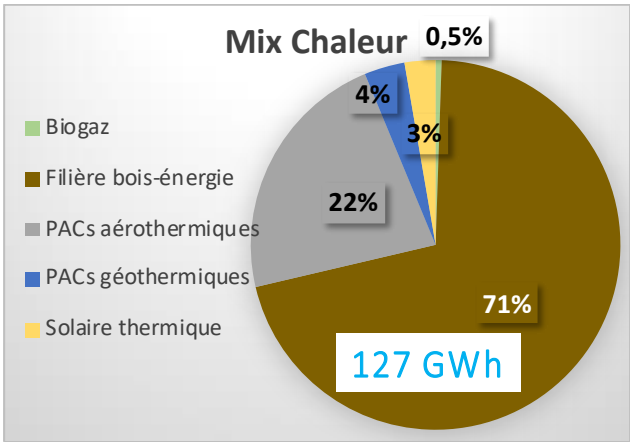


Figure 42 : mix de la production énergétique sur le territoire de SLA en 2005 et 2015

Le territoire est **producteur d'énergie à hauteur de 1,06 TWh** sur l'année 2016, ce qui représente **32% de la consommation annuelle** de 2016 (2,3 TWh). Cette production est en augmentation de +45% depuis 2005 : la production locale d'énergie couvrait alors 31% de la consommation annuelle (2,4 TWh). Depuis 2010, la progression est également forte, avec +26%.

En analysant par vecteur énergétique, c'est-à-dire en séparant la production de chaleur renouvelable et la production d'électricité renouvelable, il en ressort les mix d'énergies renouvelables suivants :



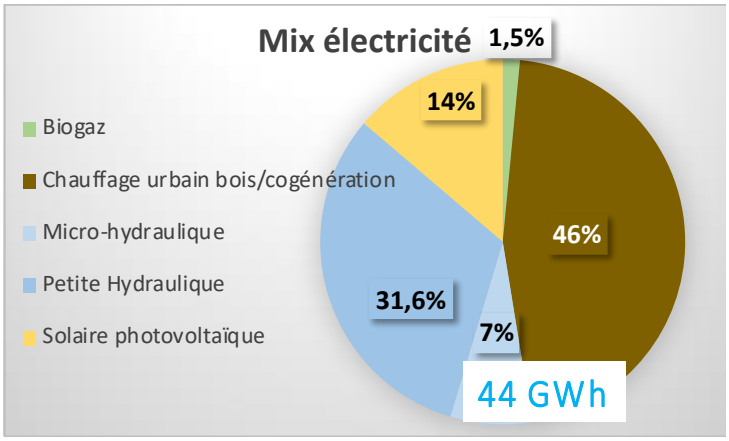


Figure 43 : mix d'énergies renouvelables pour la chaleur et l'électricité en 2016 pour Saint-Louis Agglomération.

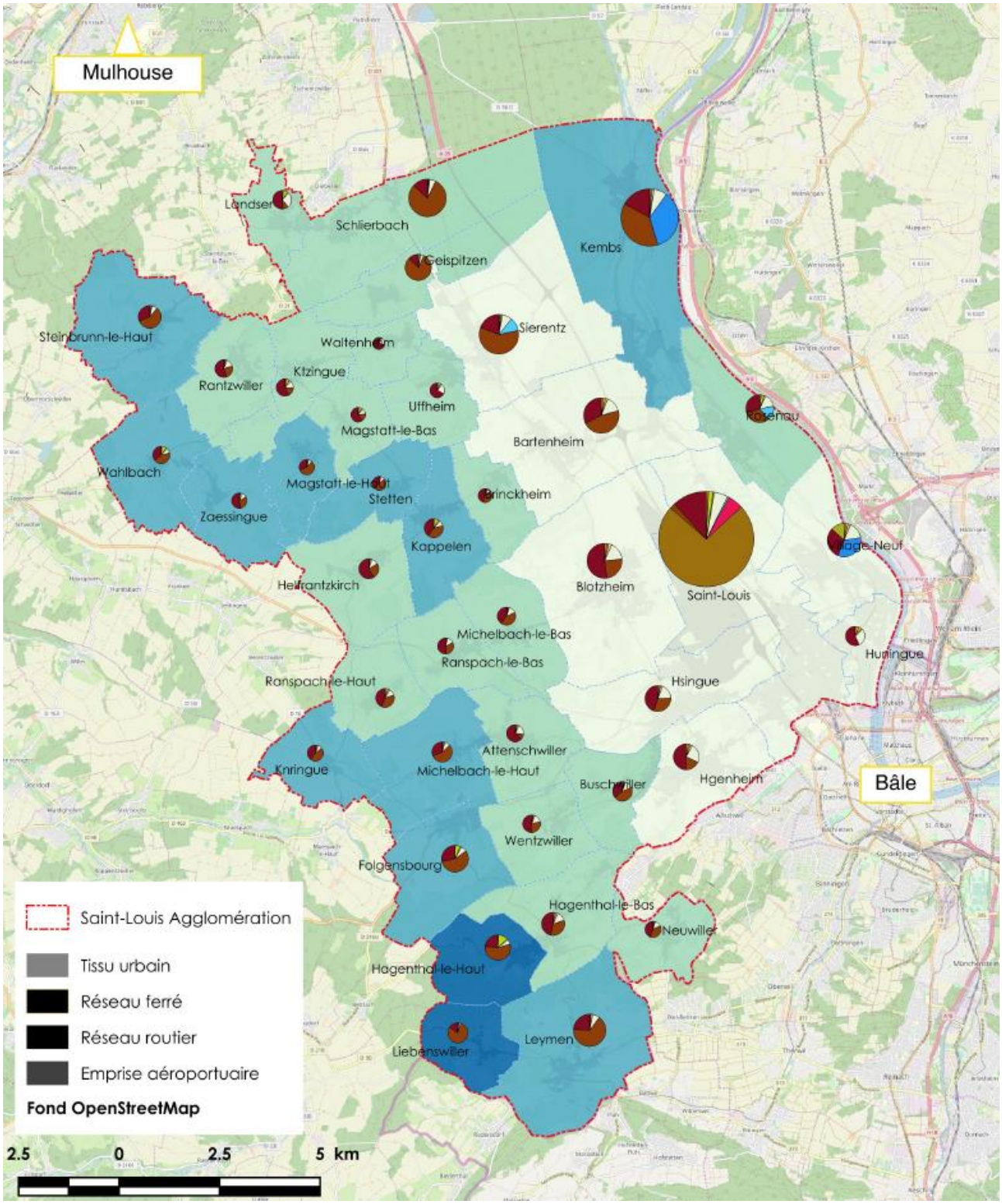
- Pour la chaleur, si l'on y affecte 100% de la filière bois-énergie, **SLA s'appuie principalement sur le bois énergie pour la chaleur**, puis les pompes à chaleur (un total de 97% de la production de chaleur renouvelable). La production totale de chaleur renouvelable est de 127 GWh en 2016.
- Pour l'électricité, si l'on retire **la part de la grande hydraulique** (centrale de Kembs-Rosenau, **moyen « mutualisé »** avec le reste du territoire français, cf. paragraphe suivant), et en **intégrant la production par cogénération de la centrale biomasse de Saint-Louis**, **le mix est plus varié** avec une dominante du bois-énergie en cogénération et de l'hydraulique (petite et micro) qui couvrent 85% de la production. Le solaire photovoltaïque ne représente que 14% de la production. La production d'électricité renouvelable est de 44 GWh en 2016.

La répartition géographique de la production d'énergies renouvelables est présentée sur la figure ci-après.

On note **3 zones principales** :

- **Les communes rurales les plus à l'ouest du territoire** présentent les **taux** de production d'énergies renouvelables rapportés à la consommation totale d'énergie finale **les plus élevés** (50% en moyenne) grâce à un mix d'énergies renouvelables s'appuyant sur le bois énergie, les pompes à chaleur aérothermiques et le solaire photovoltaïque. Ceux-ci permettent en effet de commencer à **décarboner le secteur résidentiel** (chauffage) qui est le **principal secteur de consommation**. On note que la ville de Kembs affiche le même profil, car la nouvelle centrale de petite hydraulique (la centrale K) le long du Rhin est située sur son ban communal ;
- Les **communes urbaines fortement industrialisées** et/ou le **poids du tertiaire est important** présentent les **taux d'énergies renouvelables les plus faibles** (13% au maximum), du fait de la **faible pénétration** des énergies renouvelables dans ces secteurs d'activités. Le mix d'énergies renouvelables n'est pas uniforme pour ces communes et plutôt varié, mixant du bois énergie, de l'aérothermie, du photovoltaïque et de la micro hydraulique ;
- Enfin **les communes situées entre ces deux zones** présentent un profil médian : elles sont **en réalité** beaucoup **plus proches des communes rurales** mais le plus faible taux d'énergies renouvelables rapporté à la consommation totale d'énergie est lié aux **poids**

des déplacements affectés à ces communes « périurbaines », où résident des populations plus mobiles vers les centres d'activités de SLA ou de l'extérieur (Mulhouse, Allemagne et Suisse).



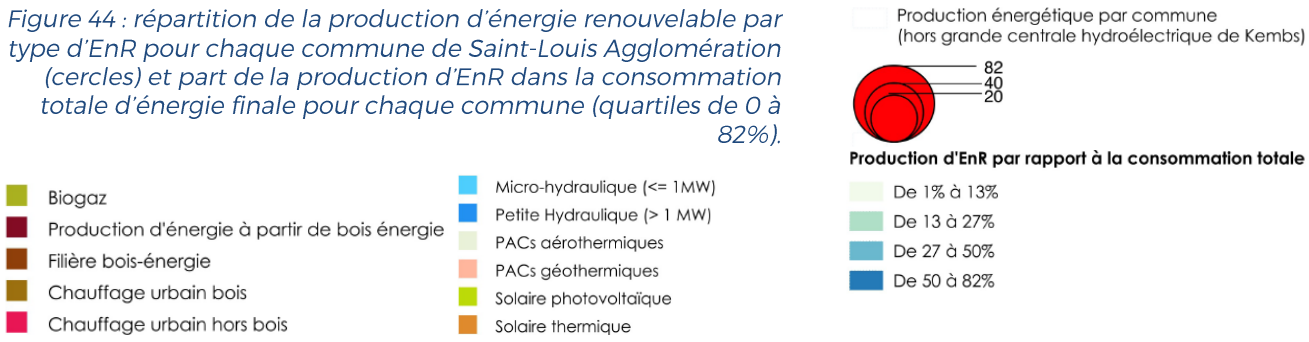


Figure 44 : répartition de la production d'énergie renouvelable par type d'EnR pour chaque commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part de la production d'EnR dans la consommation totale d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 0 à 82%).

Nous détaillerons dans les sections suivantes l'origine des productions d'énergies renouvelables et leur contribution à l'augmentation de la production totale du territoire.

6.2 Analyse de la production d'énergies renouvelables en 2016

6.2.1 L'hydraulique renouvelable

La progression de la production constatée entre 2005 et 2010 sur le territoire de SLA est induite principalement par **l'augmentation de la production hydroélectrique** : celle-ci est passé de 661 GWh en 2005 à 922 GWh en 2016, soit +40%. Cette augmentation de 261 GWh correspond à **80% de l'augmentation totale de la production mesurée entre 2005 et 2016**.

Cette énergie est produite à plus de 98% par la centrale hydroélectrique de basse chute d'EDF située sur le vieux Rhin à Kembs-Rosenau. Datant de 1932, elle dispose d'une puissance turbine totale de 151 MW (2 turbines Kaplan et 4 « Hélice »).

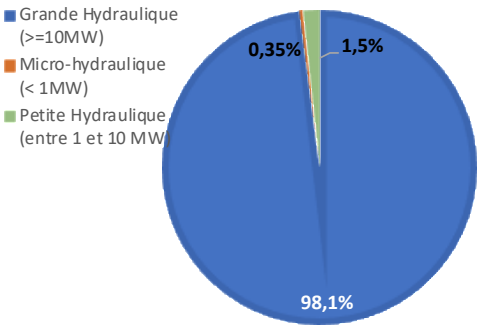


Figure 45 : détail de la production hydroélectrique SLA en 2016 suivant les types de centrales

Figure 46 : Centrale hydroélectrique d'EDF située à Kembs sur le vieux Rhin. (crédit : EDF/CCI club énergie Alsace)

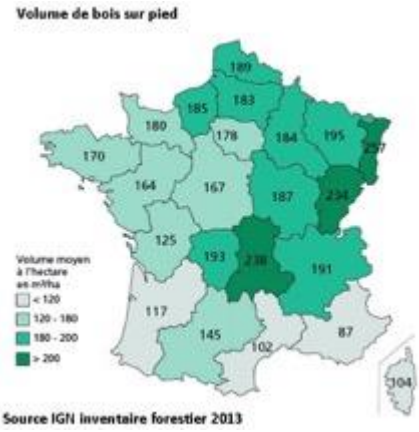
En 2016, elle a produit 905 GWh d'électricité, injectée dans les réseaux de distribution. Elle contribue donc à la part d'électricité d'origine renouvelable dans le mix global de la France. **Cette production** de la centrale de Kembs **ne peut donc pas être imputée en totalité au territoire de Saint-Louis Agglomération**. Néanmoins, elle participe au premier ordre à la décarbonation du mix électrique de la région Grand-Est et national.

Une nouvelle centrale (K) a d'ailleurs été inaugurée en 2016 sur le site de Kembs par EDF : d'une puissance de 8,7 MW, elle contribue à la production de type **petite hydraulique** qui représente 1,15% de la production hydroélectrique totale de 2016 (10,62 GWh/an). Il y a également une production à Village-Neuf pour 3,4 GWh produits en 2016 (0,35%).

Enfin il existe sur le territoire des **microcentrales hydroélectriques** (centrale de très basse chute ou au fil de l'eau, type ancien moulin, production identifiée sur les communes de Rosenau, Saint-Louis et Sierentz) pour une production totale en 2016 de 3,2 GWh, soit 0,35% de la production hydroélectrique totale.

6.2.2 Le bois-énergie

Le bois-énergie (bois bûche, pellets, plaquettes forestières, déchets de scierie) est la **seconde source d'énergie du territoire** avec 9% de la production totale (89,7 GWh en 2016). Elle a progressé de 49% depuis 2005, et à un rythme quasiment équivalent depuis 2010 (+40%). Cette augmentation de 29,4 GWh entre 2005 et 2016 contribue à hauteur de 9% de l'augmentation totale de la production énergétique du territoire mesurée sur la même époque.



Cette production de la filière bois-énergie comptabilisée pour le territoire en 2016 ne couvre que 58% de la consommation de bois énergie inventoriée en 2016 (158,37 GWh). Le territoire de SLA est donc dépendant à hauteur de 42% d'un approvisionnement en bois provenant de l'extérieur du territoire.

Ceci n'est pas un problème en première approche, car la ressource du bois-énergie est largement disponible dans un périmètre proche de SLA. En effet, en Alsace, la forêt couvre 38% de la surface régionale (319 000 ha soient 2% de la surface nationale) avec un volume de bois sur pieds de 80 millions de m^3 (3,2% du volume français). La majeure partie des forêts alsaciennes (73%) est gérée par **l'Office National des Forêts**, avec une relative optimisation de la récolte de bois qui conduit à **une production brute annuelle de 9m3/ha/an supérieure à la moyenne nationale (5,8 m3/ha/an)**.

Néanmoins le fait d'importer du bois induit des consommations énergétiques et des émissions de gaz à effet de serre et de polluants liées au transport routier, mode d'acheminement quasiment unique.

Une évaluation de cet effort d'importation est possible grâce aux données complémentaires de la filière fournis par ATMO, selon le diagramme suivant :

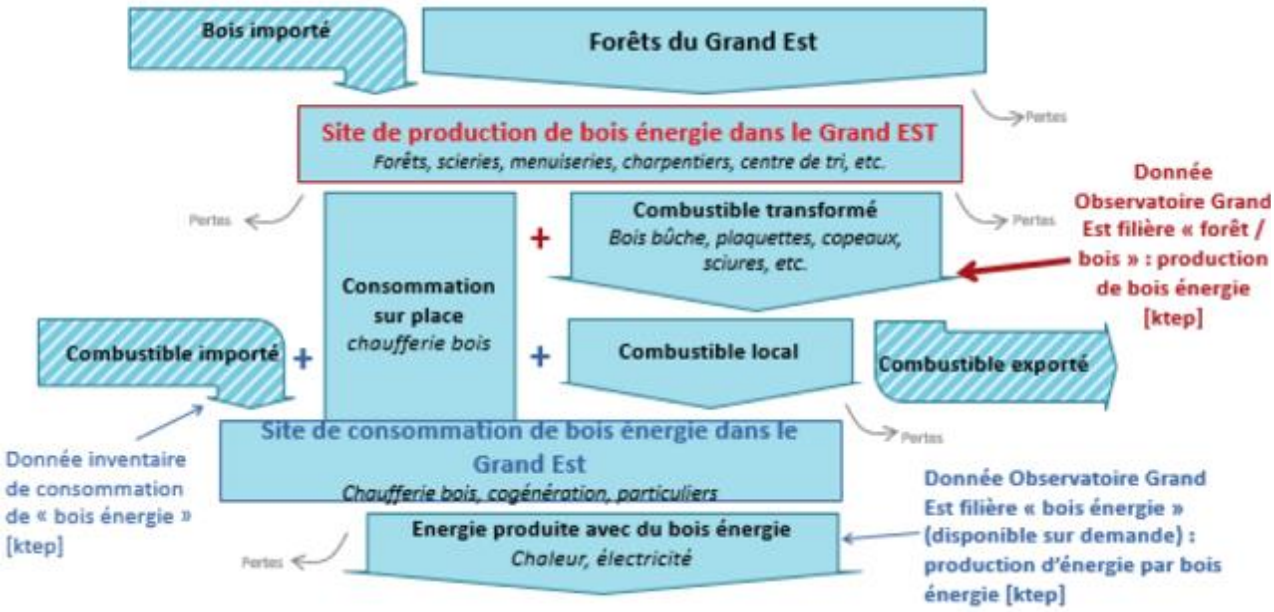


Figure 47 : diagramme de flux du bois énergie tel qu'il est comptabilisé par ATMO GE pour la base INVENT'AIR (consommation et production).

Ces données couvrent :

- la production de chaleur centralisée pour le collectif (résidentiel et tertiaire) : la production d'énergie du chauffage urbain pour la partie alimentée en biomasse du réseau de chaleur de la ville de Saint-Louis. Ce poste est hors bilan puisqu'on suppose que l'intégralité de la biomasse est importée du territoire.
- La production de chaleur décentralisée pour l'individuel et l'industrie (production d'énergie à partir du bois-énergie),
- La production de bois-énergie du territoire : filière bois-énergie, dont tout ou partie est consommée sur le territoire.

On rappelle que la consommation totale de bois-énergie est de 158,4 GWh PCI sur le territoire en 2016 (cf. § 5.4). **Les données ATMO ne permettent pas de préciser l'origine du bois consommé.**

Nous disposons uniquement de la production locale de la filière bois-énergie du territoire qui correspond à 90 GWh PCI en 2016. En supposant que l'intégralité de ce bois produit/transformé soit consommé sur place, **la part couverte de la consommation est donc de 57%.**

SLA reste donc dépendant, au mieux, à hauteur de 43% (68 GWh/PCI) de sa consommation d'importation de bois-énergie provenant de l'extérieur du territoire.

En prenant comme hypothèse :

- un approvisionnement uniquement en plaquettes forestières,
- à 30% d'humidité, avec un contenu énergétique de 3,7 kWh PCI/kg,
- une masse volumique de 250 kg/m3,

Ce sont l'équivalent de **18 400 t de plaquettes** qui sont importées chaque année :

- soit 74 000 m3 de matériau qu'il faut importer,
- qui impliquent le transit de **822 camions de 24 tonnes** par an,
- soit quasiment 16 camions par semaine.

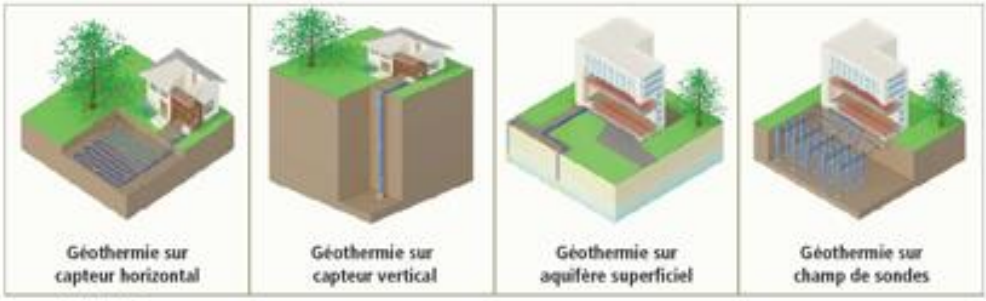
➔Le développement de la filière bois doit donc être analysé en tenant compte de ces impacts collatéraux (transport et qualité de l'air).

6.2.3 Les pompes à chaleur

Les Pompes à chaleur (PAC) sont des **systèmes électromécaniques** permettant de **transférer l'énergie puisée dans un milieu** (air, eau, sol) en exploitant les propriétés thermodynamiques d'un fluide (dit caloporteur) vers les zones à chauffer. Ces systèmes augmentent la température de ces fluides caloporteurs afin qu'il soit compatible avec celle de l'eau des circuits de chauffage. Les pompes à chaleur peuvent également **servir à rafraichir des zones** (pompes à chaleur réversibles) en transférant la chaleur dans un milieu air, eau ou sol, voire faire les deux simultanément (thermo frigo pompe).

Ces systèmes permettent de valoriser des sources chaudes dites de très basse énergie (T<30°C) disponible à faible profondeur (<100m), par opposition à la géothermie haute température (T>150°C) qui nécessite des forages très profonds (>1500m) et dont aucun gisement n'est identifié sur le territoire de SLA.

Le milieu, à partir duquel on transfère les calories, définit le type de technologie de pompes à chaleur : aérothermique (en général un échange air/air mais possible air/eau), géothermique puisant dans le sol avec différents types de capteurs (verticaux, horizontaux) ou dans une nappe ou un cours d'eau (aquathermie).



Source : ADEME/BRGM

Les pompes à chaleur aérothermiques représentent 86% de la production par pompes à chaleur, avec 28,4 GWh produits en 2016, soient 2,7% de la production totale. Cette production a progressé de 431% depuis 2005, et poursuit sa montée en puissance avec +77% depuis 2010. L'extension du parc de **pompes à chaleur aérothermiques** de SLA a donc contribué à hauteur de 3,1% à l'augmentation de production d'énergies renouvelables du territoire depuis 2005.

Le parc de pompes à chaleur géothermique (ou aquathermique) est **beaucoup plus réduit** avec 4,5 GWh produits (14%), soient 0,4% de la production totale en 2016. Il a néanmoins progressé de 318% depuis 2005 et 66% depuis 2010, avec une augmentation de production de 3,4 GWh. Le déploiement de cette technologie sur le territoire de SLA a donc contribué à hauteur de 1% de l'augmentation globale.

6.2.4 Le solaire Thermique et Photovoltaïque

L'énergie solaire est une **énergie renouvelable** consistant à produire de la chaleur ou de l'eau chaude à partir de capteurs solaires (solaire thermique) ou d'électricité au travers de cellules photovoltaïques par effet photoélectrique.

- La **filière thermique** est constituée des productions réalisées par les installations de **chauffe-eaux solaires** individuels (CESI), collectifs (CESC) et système solaire combiné (SSC).

- La **filière photovoltaïque** rassemble les technologies **à base de silicium** (la plus répandue, 90% du marché, en monocristallin mais également multicristallin) et à couche mince (les technologies sur polymères organiques sont encore au stade du développement).

L'intérêt d'une production d'eau chaude sanitaire ou d'électricité alimentée par l'énergie du soleil est variable suivant les régions françaises, selon leur **niveau d'ensoleillement** :

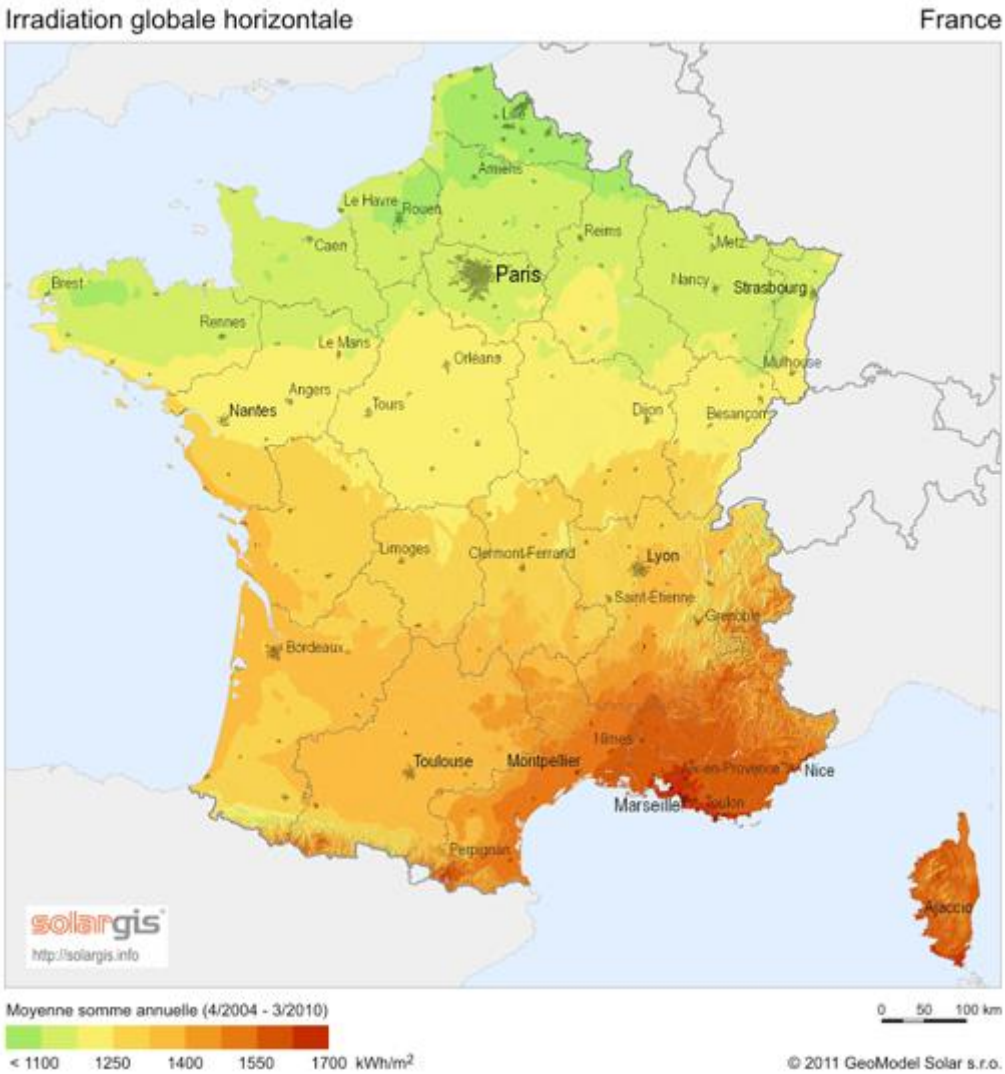


Figure 48 : valeur locale de l'irradiation globale horizontale en France (Source : Solargis).

SLA se situe dans une zone qui est intéressante en termes de gisement maximum accessible : environ 1200 kWh/m² d'irradiation globale par an, légèrement supérieur à ce qu'on peut espérer sur l'Eurométropole de Strasbourg et les Vosges du nord (<1100 kWh/m²) mais moindre que dans le sud-est de la France (>1550 kWh/m².an).

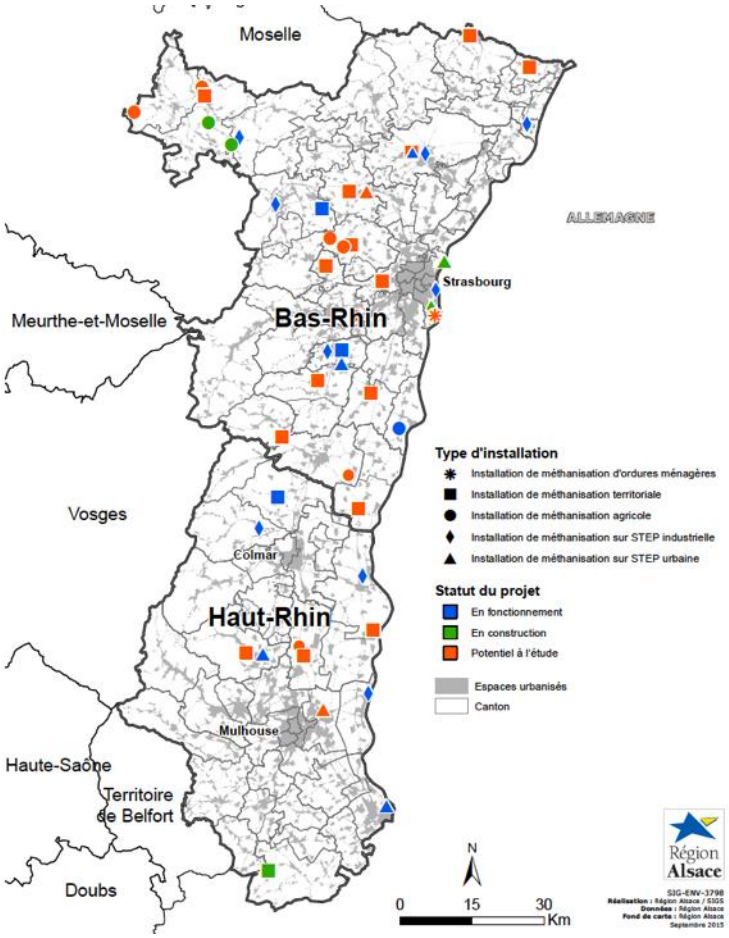
Pour le solaire thermique, avec un peu plus de **8 000 m² de capteurs solaires installés fin 2016** (source ATMO), la production annuelle sur le territoire de la communauté d'agglomération a progressé de 233% (+2,4 GWh) entre 2005 et 2016, pour s'établir à 3,4 GWh en 2016 (0,3% de la

production totale). Cette progression contribue à hauteur de 0,7% de l'accroissement total de la production d'énergie sur la même période.

Pour le **solaire photovoltaïque**, les installations sont plus récentes puisqu'aucune production n'était identifiée en 2005 : mais **la dynamique est forte** car la progression est de 355% entre 2010 et 2016, pour atteindre 6,8 GWh, soient 0,6% de la production totale en 2016.

6.2.5 Le biogaz

La production de biogaz ou biométhane (CH_4) s'obtient par la **digestion anaérobie** (sans oxygène) de **matière organique par de micro-organismes**. Sa production contrôlée porte le nom de **méthanisation**. Elle peut se réaliser à partir de différentes sources de produits organiques : agricole, industriel, déchets de restauration, déchets de collectivités, gaz issu des installations de stockage des déchets non dangereux (ISDND), etc. **La méthanisation a pour spécificité d'être une filière de production de combustible ou de carburant, mais aussi une filière alternative de traitement des déchets organiques**. La production de biogaz génère également un coproduit appelé **digestat. Cette matière fertilisante organique naturelle** peut être épandue sur les terres agricoles et se substitue ainsi aux engrais minéraux d'origine fossile.



Le **biogaz** produit, une fois épuré et mis aux normes, peut être directement **injecté** dans les réseaux de distribution, et/ou utilisé pour produire simultanément de l'**électricité** et de la **chaleur** (cogénération). Mais l'usage le plus emblématique du biométhane est à mettre au crédit de la **mobilité** : la France est devenue le marché le plus dynamique d'Europe depuis l'introduction des bus au GNV et au BioGNV avec plus de 11% du parc français qui roule au gaz.

Une seule unité de production de biogaz est présente sur le territoire de SLA : **méthanisation des boues d'épuration** de la station de traitement des eaux usées **de Village-Neuf**. Cette unité a produit 1,34 GWh (0,1% de la production totale d'énergie en 2016). Ce biogaz n'est pas injecté dans le réseau de distribution de gaz (DSP de Veolia Eau, cf. §5.7), mais intégralement brûlé pour produire pour moitié de la chaleur et pour l'autre moitié de l'électricité (0,67 GWh de chaque en 2016).

6.3 Identification des potentiels de croissance des énergies renouvelables

Toutes les énergies renouvelables déjà présentes sur le territoire de SLA **devront continuer de croître**, en cohérence avec :

- **Les objectifs de développement** des énergies renouvelables affichés au niveau national : ils sont déposés dans la **Programmation Pluriannuelle de l'Énergie** (PPE), mise à jour en décembre 2018 ;
- **Les objectifs déclinés au niveau régional** : ils peuvent être plus ambitieux que ceux affichés par la PPE et sont définis au travers du **Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires** (SRADDET). Ce document supplante les prescriptions initialement déclinées au travers des Schéma Régionaux Climat Air Énergie (SRCAE), dont les objectifs avaient été eux même déclinés à chaque EPCI, il a été approuvé le 24 janvier 2020 ;
- **L'état de l'existant et les potentiels identifiés sur le territoire de SLA**. On s'appuiera notamment sur les résultats de l'Étude de Potentiel et de développement des énergies renouvelables en Alsace, Pôle Energivie/Axenne/Energie Demain/ADEME, cofinancée par l'ADEME et la région Alsace, datant de Mars 2016, ainsi que l'état des lieux des gisements et de la gestion de la matière organique en Alsace, perspectives et développement des installations de biogaz, ADEME/Région Alsace, prg Energivie.info – 2013.

Comme pour l'énergie (cf. §5.6), nous présenterons d'abord les objectifs puis les potentiels permettant le développement de chaque filière d'énergie renouvelable pour le territoire.

6.3.1 Les objectifs nationaux et régionaux

Au niveau national, la loi de transition énergétique pour la croissance verte adoptée en 2015 prévoit que **32%** de la consommation finale d'énergie **en 2030** soit **d'origine renouvelable.**

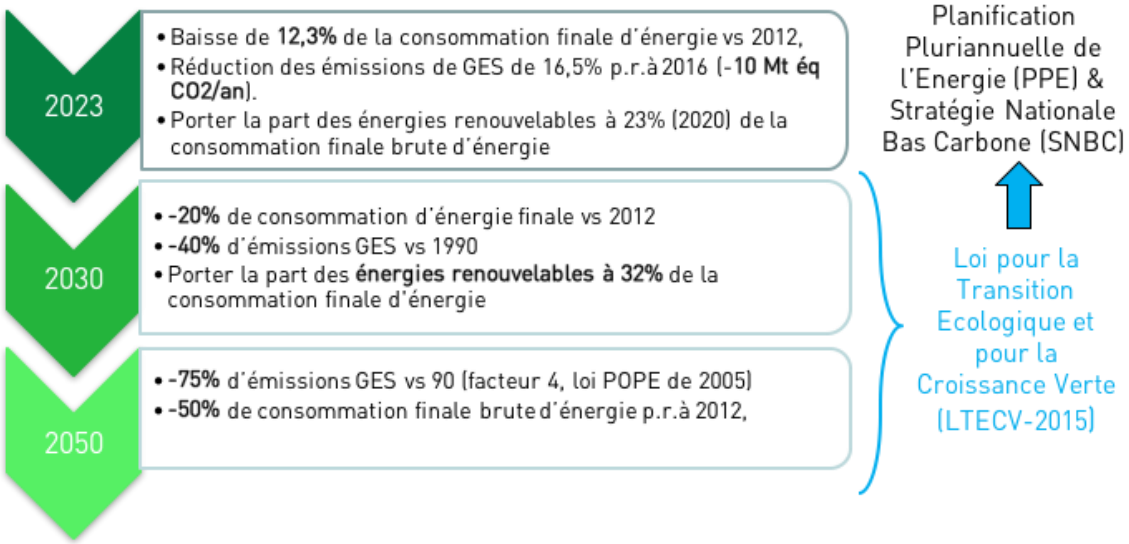


Figure 49 : synthèse des principaux objectifs fixés par la LTECV en 2015

Cet **objectif** est décliné par vecteur énergétique :

- **40 % de la production d'électricité,**

- 38% de la consommation finale de chaleur,
- 15% de la consommation finale de carburant,
- 10% de la consommation de gaz

doivent être d'origine renouvelable.

Si l'horizon 2030 paraît encore lointain, on constate néanmoins que les **objectifs** de développement des énergies renouvelables fixés pour le **court terme** (à 2020) par la LTECV en 2015 seront **difficilement atteints** :

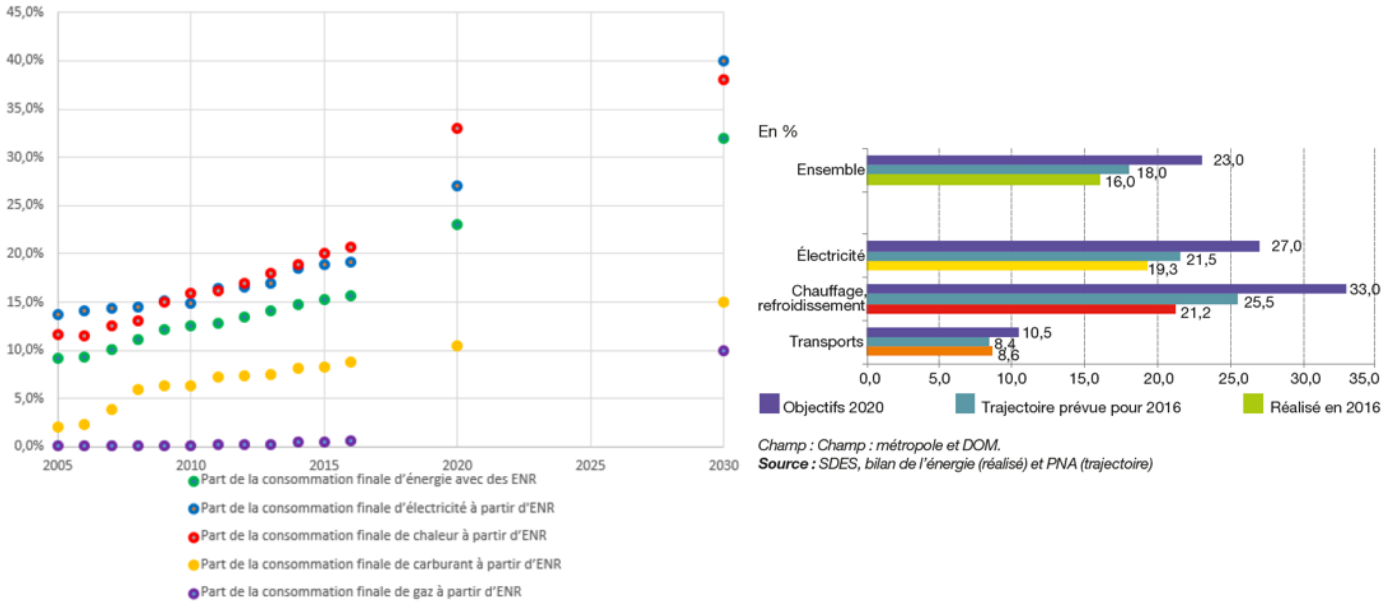


Figure 50 : Évolution des EnR de 2005 à 2016 et objectifs à 2020 et 2030 – source SDES/Dossier de presse de la Stratégie Française pour l'énergie et le climat- novembre 2018 / Panorama 2018 des énergies renouvelables.

L'effort doit notamment **être intensifié** pour quasiment tous les vecteurs énergétiques (et dans une moindre mesure pour les carburants). La **révision de la PPE attendue début 2020**, à la suite de la consultation du public, doit permettre une accélération significative du rythme de développement des énergies renouvelables :

Énergies renouvelables électriques	**Doubler** la capacité installée en 2028 par rapport à 2017 : **101 à 113 GW** en 2028 avec **+50% dès 2023**.
Chaleur renouvelable	**Augmenter entre 40% et 60%** en 2028 la production de chaleur renouvelable par rapport à 2017 : entre **218 et 247 TWh** en 2028, soit **34,5 à 39%** de la consommation de chaleur.
Gaz renouvelable	**Production de biogaz à hauteur de 24 à 32 TWh en 2028,** assujetti à une baisse des coûts.
Réseaux de chaleur et froid renouvelable	Atteindre une quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrés par les réseaux entre **32,4 et 38,7 TWh** en 2028, soit une **hausse de 50% à 100% du rythme de développement actuel**.

Tableau 12 : objectifs de développement des énergies renouvelables par vecteurs déposées par la nouvelle PPE 2018-2028

Plusieurs engagements sont pris par l'Etat français pour accompagner ces développements et aider à l'atteinte de ces objectifs.

Notamment pour la chaleur renouvelable :

- **Taux minimum de chaleur renouvelable obligatoire** dans tous les bâtiments neufs, individuel, collectif et tertiaire dans la future réglementation environnementale sur les bâtiments neufs ;
- **Renforcement des aides du Fonds Chaleur** : 315 M€ en 2018 et 2019, 350 M€ en 2020 et simplification de son utilisation notamment en remplaçant les avances remboursables par des subventions ;
- **Intégrer dans le CITE les coûts de main d'œuvre** pour l'installation de chaleur renouvelable pour les ménages modestes, puis faire évoluer ce crédit d'impôt (montant forfaitaire différencié selon les technologies) ;
- **Maintenir la TVA à 5,5% pour les équipements de chaleur renouvelable** éligibles au CITE, et les travaux liés (exemple : conduit d'évacuation des fumées, silo à granulés) ;
- **Généralisation des éco prêt à taux zéro** : applicable au forfait pour tous travaux éligibles au CITE (exemple : jusqu'à 18 000 euros de prêt pour l'installation d'une pompe à chaleur géothermique).

Pour le gaz renouvelable :

- **Consolider l'obligation d'achat de biogaz à un tarif réglementé** et lancer des appels d'offres permettant d'atteindre les objectifs à un coût maîtrisé grâce à de fortes baisses des coûts ;
- **Favoriser le GNV et le bioGNV** notamment grâce au suramortissement pour l'achat de véhicules compatibles ;

Pour l'électricité renouvelable :

- Poursuivre les mesures de **simplification administrative** engagées afin de raccourcir les délais de développement et de réduire les coûts ;
- Soutenir le **développement de l'investissement participatif** dans les projets par les citoyens et les collectivités locales ;
- Mettre en place des **dispositifs de soutien pour des projets d'autoconsommation collective** ;
- Porter à **1MW** la taille maximale des **installations éligibles** à l'appel d'offres **autoconsommation** ;
- Élargir la maille de l'autoconsommation pour permettre des projets **d'autoconsommation collective à une maille plus importante** (grand projet d'aménagement / écoquartiers).

Au niveau régional, le SRADDET, fixe, aux horizons 2030 et 2050, un objectif ambitieux de territoire à énergie positive alimenté par 100% d'énergies renouvelables.

Couverture de la consommation d'énergie finale par les énergies renouvelables	41% en 2030 et 100% en 2050.
Développement de la production d'énergie renouvelable et de récupération	109 TWh en 2050 soit une multiplication de la production d'un facteur 3,2. Le mix s'appuiera principalement sur la biomasse (biogaz, bois énergie), l'éolien et le solaire, la géothermie, la valorisation des déchets et la récupération de chaleur fatale.

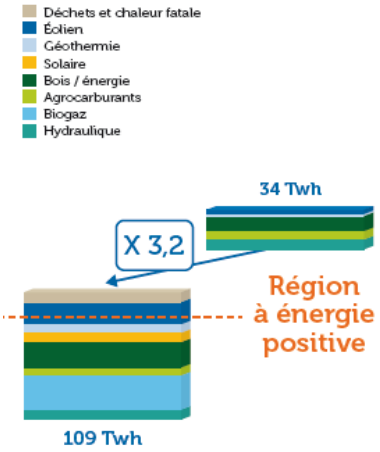


Tableau 13 : objectifs de développement des énergies renouvelables fixés par le SRADDET de la région Grand -Est

Les potentiels permettant d'atteindre ces objectifs sont détaillés dans les chapitres suivants.

6.3.2 Les potentiels de développement des énergies renouvelables du territoire

Les **potentiels de croissance** de la production d'énergies renouvelables de la région Alsace avaient été **identifiés lors de l'élaboration du Schéma Régional Climat Air Energie en 2012.**

Pour tenir les objectifs fixés à l'époque, pour certains plus ambitieux que ceux nationaux, comme porter la part des énergies renouvelables à 26,5% de la consommation finale, le SRCAE identifiait également des potentiels de croissance pour :

Les ambitions du SRCAE de 2012
Alsace

- Porter la part des énergies renouvelables à 26,5 % de la consommation d'énergie finale à l'horizon 2020
- Réduire de 20 % la consommation énergétique finale entre 2003 et 2020
- Réduire de 75 % les émissions de gaz à effet de serre entre 2003 et 2050.

- le bois énergie : +42 ktep en 2020,
- le solaire photovoltaïque : +27ktep,
- le solaire thermique : +21ktep,
- la géothermie profonde donc : +20ktep,
- à égalité avec l'éolien : +20ktep,
- la biomasse déchet : +18ktep,
- la géothermie de surface : +14ktep,
- l'hydroélectricité : +10ktep
- le biogaz : +9ktep,
- les agrocarburants : +7ktep,
- la biomasse agricole : +5ktep

Il est intéressant de noter que **dans le mix alsacien** projeté par le SRCAE en 2012, **l'hydroélectricité et le bois énergie représentent à eux deux plus de 80% de la production totale d'énergies renouvelables en 2020** (1 141ktep), permettant d'atteindre les 26,5% visés pour le mix énergétique.

6.3.2.1 Atteinte des objectifs du SRCAE pour Saint-Louis Agglomération à 2020

Ces objectifs ont été déclinés, en 2012-2013, au niveau du Pays de Saint-Louis et des trois frontières, sur la base d'hypothèses qui sont également rappelés dans le Tableau 14.

Par rapport à la référence de 2010, la production de 2016 montre :

- Pour les énergies renouvelables électriques :
  - Un très **fort dépassement de l'objectif pour l'hydroélectrique** (+38 GWh en 2020) : 922 GWh produits en 2016 (données ATMO), principalement par la « grande » hydraulique et le barrage de Kembs qui a vu sa production augmenter de 155 GWh entre 2010 et 2016. Cette variation, ici dans un sens positif, correspond bien à une **hydrologie particulièrement positive couplée à une disponibilité des groupes de production** selon EDF Hydro-Est. On note également la progression de la production pour la petite hydraulique (P<10MW) avec la nouvelle centrale de Kembs (centrale K, cf. §.6.2.1), qui constituait le principal potentiel identifié en 2012. Par ailleurs, l**e développement d'une production de micro-hydroélectricité** sur le territoire de SLA (communes de Rosenau, Saint-Louis et Sierentz), **plus diffuse et décentralisée**, a permis de produire 3,2 GWh en 2016. Ce type de production est vraisemblablement le seul potentiel d'accroissement encore disponible sur le territoire de SLA pour l'hydraulique. Mais il restera faible en termes de production annuel (<5 GWh/an).
  - **Un retard sur le solaire photovoltaïque avec seulement 43% de l'objectif 2020 atteint en 2016** : 6,1 GWh, soit environs 5,7 MWc raccordés (hypothèse de rendement : 1080Wh/Wc/an), ou 33 500 m² de panneaux pour 78 000 m² visés (hypothèse : 170Wc/m²). L'**effort** est clairement **à cibler sur cette filière** mais l'objectif 2020 sera vraisemblablement repoussé de plusieurs années.
  - **Aucun développement de l'éolien comme prévu**, en cohérence des contraintes liées à la présence de l'EuroAirport sur le territoire de SLA, et le faible gisement accessible.

- Pour les énergies renouvelables thermiques :
  - **Un dépassement de l'objectif pour la biomasse bois** : 89,7GWh en 2016 pour 53 planifiés en 2020 par le SRCAE. On note donc que **cette filière s'est très rapidement développée** et **de façon uniforme sur tout le territoire** puisque chacune des 40 communes de SLA présente une production en 2016 (moyenne de 2GWh). Même si un potentiel de progression du bois énergie est encore possible, les **études d'impact** des nouveaux projets devront analyser finement les **émissions polluantes** liées à la combustion (particules fines PM2,5, cf. 8.4 et Figure 89) et au **transport** du bois énergie importé (plan d'approvisionnement).
  - **Un retard sur l'objectif de production de biogaz** puisque seuls 0,7GWh (valorisation des boues de la STEP de Village-Neuf) ont été produits en 2016, pour 16GWh planifiés par le SRCAE en 2020. L'objectifs 2020 ne sera donc pas atteint : un **potentiel de développement existe** sur le territoire de SLA (méthanisation à la ferme, cf. Tableau 14), mais il devra être **analysé en cohérence avec les autres projets** connus d'installation sur les territoires voisins, notamment du **pays du Sundgau** (plan d'approvisionnement, raccordement).
  - **Un retard sur le développement de la géothermie de surface** (pompes à chaleur « sol ») avec 4,5GWh produits en 2016 pour 21GWh attendus en 2020. Néanmoins le SRCAE n'identifiait pas le potentiel pour les **pompes à chaleur aérothermiques** (qui puisent/rejettent la chaleur de/dans l'air) et qui ont **fortement progressé** sur le

territoire SLA avec 28,4 GWh produits en 2016 (présentes dans toutes les communes, pour une moyenne de 0,7GWh produits). **L'objectif du SRCAE peut donc être déjà considéré comme atteint**, même si **l'exploitation du potentiel géothermique basse énergie doit maintenant être priorisée face à l'aérothermie,** moins performante sur le plan énergétique, et ce afin de poursuivre la réduction de la consommation de gaz pour le chauffage notamment dans le résidentiel et le tertiaire.

- Enfin **un retard également sur le solaire thermodynamique** avec 3,4 GWh produits en 2016 pour 13,3 planifiés en 2020, soit un déficit de 80 000 m^2 de toiture non couverte (hypothèse : chauffe-eaux solaires individuels de 4m^2). Ce retard est à l'image du **faible développement de cette filière** qui doit être revalorisée (aide fond chaleur, alimentation des réseau…).

En résumé, l'analyse de la production des énergies renouvelables en 2016 au regard des potentiels de croissance des énergies renouvelables identifiées par le SRCAE Alsacien de 2012 montrent :

- **Un dépassement des objectifs pour les** énergies renouvelables **électrique**, mais uniquement **dû à la grande hydraulique**, centralisée. Néanmoins **la filière solaire photovoltaïque n'est pas sur la bonne trajectoire** et la dynamique de raccordement doit être accélérée pour rattraper le déficit et **diversifier le mix local**. Le **gisement du solaire photovoltaïque accessible est de +9,24 GWh** (en 2016) pour atteindre l'objectif du SRCAE décliné au niveau de SLA qui sera repoussé au-delà de 2020.
- **Une atteinte de 70% des objectifs de développement des** énergies renouvelables **thermiques**, porté quasi uniquement **par le bois énergie**. La **diversification** du mix « chaleur » doit être **augmenté** afin de réduire les impacts connexes de la filière bois (pollution aux particules fines, COV). Le potentiel de croissance se situe sur :
  - Le solaire thermique : +10MWh,
  - La géothermie de surface (PAC) : +17GWh
  - Potentiellement le biogaz : +15,4 GWh, mais qui doit être analysé en cohérence ou en synergie avec les autres projets régionaux.

Filières de production dans le Pays de Saint-Louis et des Trois Frontières	Production 2010 (GWh)	**OBJECTIF** : mobilisation supplémentaire d'ici 2020	
		GWh	équivalences (projets possibles ou en cours) :
Grande hydraulique	753	+ 38	Centrale de restitution prévue à Kembs
Petite hydraulique	2	+ 0	≃ 0 petite(s) centrale(s) de 100 kW ou 0 pico-centrale(s) de 20 kW
Solaire Photovoltaïque	0	+ 14	≃ 13MWc, soit 95 000 m² de panneaux solaires
Éolien	0	+ 0	≃ 0 MW, soit environ 0 éolienne(s)
Énergies renouvelables électriques	756	+52	
Biomasse bois	37	+ 16	≃ 32 chaufferies rurales de 200 kW
Biomasse déchets	0	ND	
Biomasse agricole	0	+ 6	
Biogaz	0	+ 16	≃ 5 projet(s) équivalent(s) à l'unité du lycée agricole d'Obernai (180 kWé) ou 0,7 projet(s) équivalent(s) à l'unité Agrivalor à Ribeauvillé (1 415 kWé)
Géothermie profonde	ND	ND	
Géothermie de surface	3	+ 19	≃ 1200 PAC individuelles
Solaire thermique	1,6	+ 11	≃ 22 000 chauffe-eaux solaires individuels de 4 m²
Énergies renouvelables thermiques	42	+68	

Filières de production	Sources et méthodes d'estimation du potentiel à horizon 2020
Grande hydraulique Petite hydraulique	Le potentiel supplémentaire résulte de la déclinaison du potentiel identifié par le SRCAE. Les effets diffus comme l'équipement des marches en éclusées sur le Rhin ou l'augmentation du débit réservé sur le vieux-Rhin ont été affectés au prorata du productible 2010.
Solaire Photovoltaïque Éolien	Le potentiel de développement supplémentaire défini par le SRCAE est réparti en suivant les hypothèses retenues pour le Schéma Régional de Raccordement des Energies Renouvelables réalisé par RTE (téléchargeable sur http://www.rte-france.com/uploads/media/pdf_zip/projets/enr/2012-12-24_S3REnR_Alsace.pdf)
Biomasse bois	Les chiffres de production et de potentiel supplémentaire correspondent à la production de ressources primaires (bois-énergie extrait des forêts). Le potentiel supplémentaire est estimé à partir du potentiel défini retenu dans le SRCAE et réparti de manière à obtenir le même ratio de production par surface boisée (0,82 tep / ha) pour tous les territoires.
Biomasse déchets	Le SRCAE n'identifie pas de potentiel supplémentaire par rapport aux projets déjà en cours. Il n'y a donc pas d'enjeu de déclinaison territoriale du SRCAE pour faire émerger de nouveaux projets.
Biomasse agricole	Le chiffre de production correspond à la production d'agrocarburants (usine) alors que le potentiel supplémentaire correspond à l'ensemble des ressources primaires du territoire (résidus de culture, etc.) qui pourraient être valorisées en énergie. Le potentiel est estimé à partir du potentiel défini retenu dans le SRCAE et réparti au prorata des surfaces cultivées de betterave, blé, maïs et prairies des différents territoires de la région.
Biogaz	Les chiffres de production et de potentiel supplémentaire correspondent à la production de ressources primaires (gisements méthanisables – source (à l'échelle des cantons) : Energivie, État des lieux des gisements de la matière organique et perspectives de méthanisation en Alsace 2013).
Géothermie profonde	Le SRCAE n'identifie pas de potentiel supplémentaire par rapport aux projets déjà en cours. Il n'y a donc pas d'enjeu de déclinaison territoriale du SRCAE pour faire émerger de nouveaux projets.
Géothermie de surface	Le potentiel est estimé à partir du potentiel retenu pour la région par le SRCAE et réparti avec les hypothèses suivantes : 6 GWh pour les Pays dont le potentiel est jugé « faible », 19 GWh pour les Pays dont le potentiel est jugé « moyen » et 56 GWh pour les Pays dont le potentiel est jugé « élevé » à partir de la carte des zones géologiques plus ou moins propices élaborée dans le cadre du SRCAE.
Solaire thermique	Le potentiel est estimé à partir du potentiel retenu dans le SRCAE et réparti de manière à avoir le même taux d'équipement pour tous les territoires alsaciens en 2020 (424 m² de panneaux solaires thermiques pour 1 000 habitants en 2010).

Tableau 14 : synthèse de la déclinaison territoriale du SRCAE pour le Pays de Saint-Louis et des 3 frontières – Energievie.info – décembre 2013

6.3.2.2 *Étude du potentiel d'énergies renouvelables en Alsace déclinée au niveau de SLA à horizon 2050*

Ce chapitre s'appuie principalement sur les résultats obtenus à l'échelle de Saint-Louis Agglomération par l'étude du potentiel de développement des énergies renouvelables en Alsace, réalisée en mars 2016, dans le cadre du programme Energivie.info en partenariat avec la Région et l'ADEME.

Cette étude est accompagnée d'une base de données (« Pot_EnR_Alsace V10 », propriété de l'ADEME et de la région Grand-Est, Juin 2017), qui permet de décliner les potentiels à différentes échelles territoriales, dont les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI). Il faut noter ici que l'établissement public « Saint-Louis Agglomération » n'existait pas à l'époque et que les données des trois anciennes communautés de communes ont été agrégées et aménagées pour cette étude[2].

Cette étude visait à **analyser** la possibilité d'une **production d'énergies renouvelables** (ENR) **égalant ou dépassant la consommation énergétique alsacienne entre 2020 et 2050**.

Le potentiel pour la production d'énergie est réparti entre les différentes ressources renouvelables : l'éolien, le solaire thermique, le solaire photovoltaïque, l'hydraulique, la biomasse, la géothermie, la valorisation des déchets, la culture de biocarburants.

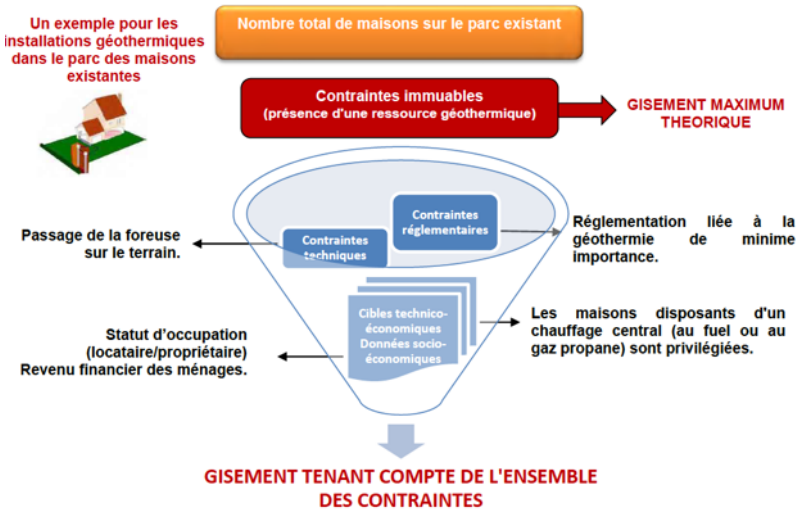
Parmi les **filières renouvelables** se distinguent :

- D'une part, celles qui produisent de la chaleur dont l'utilisation est locale et dépend des besoins des bâtiments et des équipements avoisinants ;
- D'autre part, celles qui génèrent de l'électricité qui n'est pas directement rattachée à des besoins locaux et qui peut être utilisée pour différents fonctions (production de chaleur, transport, ...).

Cette analyse du potentiel de développement des énergies renouvelables est effectuée pour chaque filière de façon indépendante. **L'analyse des résultats doit donc tenir compte des possibles suréquipements induits par le cumul de chaque filière**, notamment sur le résidentiel et le tertiaire pour le chauffage, ou des effets de compétition pour les surfaces accessibles (solaire photovoltaïque et thermodynamique). Les **gisements** sont identifiés **sur le parc existant** et sur une **projection de construction de logements neufs.**

À partir de gisements théoriques maximum accessibles, l'étude définit trois scénarios après **application de différentes contraintes** :

- Les contraintes **techniques** essentiellement présentes sur le parc existant (emplacement des équipements, passage d'une foreuse pour la géothermie, etc.),
- Les contraintes **réglementaires** (enjeux environnementaux, patrimoine culturel, risques naturels),
- Les cibles **technico-économiques** (facilités d'intégration des systèmes à énergies renouvelables suivant le mode actuel de chauffage ou de



[2] Notamment au niveau des compilations des consommations énergétiques de 2012 qui montrent une incohérence avec les valeurs mises à jour par ATMO-GE en 2018 et ont donc été corrigées.

production d'eau chaude sanitaire)
- Les données **socio-économiques** (statut d'occupation des logements, revenu financier des ménages).

Les **trois scénarios reflètent trois trajectoires futures** possibles à savoir :

- Un **scénario tendanciel** qui reflète l'état des lieux énergétique en 2050 si les **collectivités et les acteurs du territoire ne s'engagent pas davantage sur la voie de la transition énergétique.** Les choix d'énergie sont dictés sur une **logique de marché** ne favorisant pas les énergies renouvelables les plus vertueuses. Par exemple ce scénario maintient une concurrence entre les différents systèmes à énergies renouvelables et les systèmes conventionnels (gaz naturel) sur le parc neuf de maison et d'immeubles, malgré une réglementation thermique restreignant le champ des possibilités (RT 2012 uniquement à l'époque).
- Un **scénario volontariste** qui vise un **objectif plausible** de développement des filières sur le territoire compte tenu des potentiels et des dynamiques qui peuvent être engagées. Il a été **construit sur la base des ateliers de concertation avec les acteurs du territoire** : **certaines filières sont poussées à leur maximum** « contraints » (par exemple la géothermie profonde où tous les projets voient le jour à l'horizon 2050), et d'autres sont positionnées à mi-chemin entre le scénario tendanciel et maximal (par exemple la récupération de chaleur fatale, le solaire thermodynamique qui n'est pas déployé au maximum du potentiel chez les particuliers),
- Un **scénario maximal** tenant compte de toutes les contraintes qui s'appliquent aux différentes filières et qui maximise les productions sur les énergies renouvelables les plus vertueuses, visant l'autonomie de l'Alsace à l'horizon 2050. La capacité financière des maîtres d'ouvrages, la concurrence avec les énergies fossiles et entre les filières ne sont pas prises en compte. Chaque filière d'énergies renouvelables est poussée au maximum du potentiel « contraint » et on reporte les choix d'investissement sur les filières renouvelables les plus vertueuses (plutôt des pompes à chaleur géothermiques que des pompes à chaleur aérothermiques).

Ces trois scénarios permettent d'obtenir les niveaux de production d'énergie renouvelable qui sont confrontés aux **objectifs de consommation d'énergie finale visés en 2050**. L'étude de 2016 retenait l'objectif Alsacien de -45% par rapport à 2009.

Nous l'avons mis à jour en préférant **retenir l'objectif affiché du SRADDET** du grand-est : **-54% par rapport à la consommation de 2016** (données ATMO-GE).

Les résultats obtenus pour les trois scénarios appliqués à Saint-Louis Agglomération sont synthétisés sur la figure suivante (l'axe horizontal est volontairement limité à 250 GWh/an pour faciliter la lecture des filières autres que l'hydraulique qui « domine » l'ensemble avec 860 GWh/an pour tous les scénarios) :

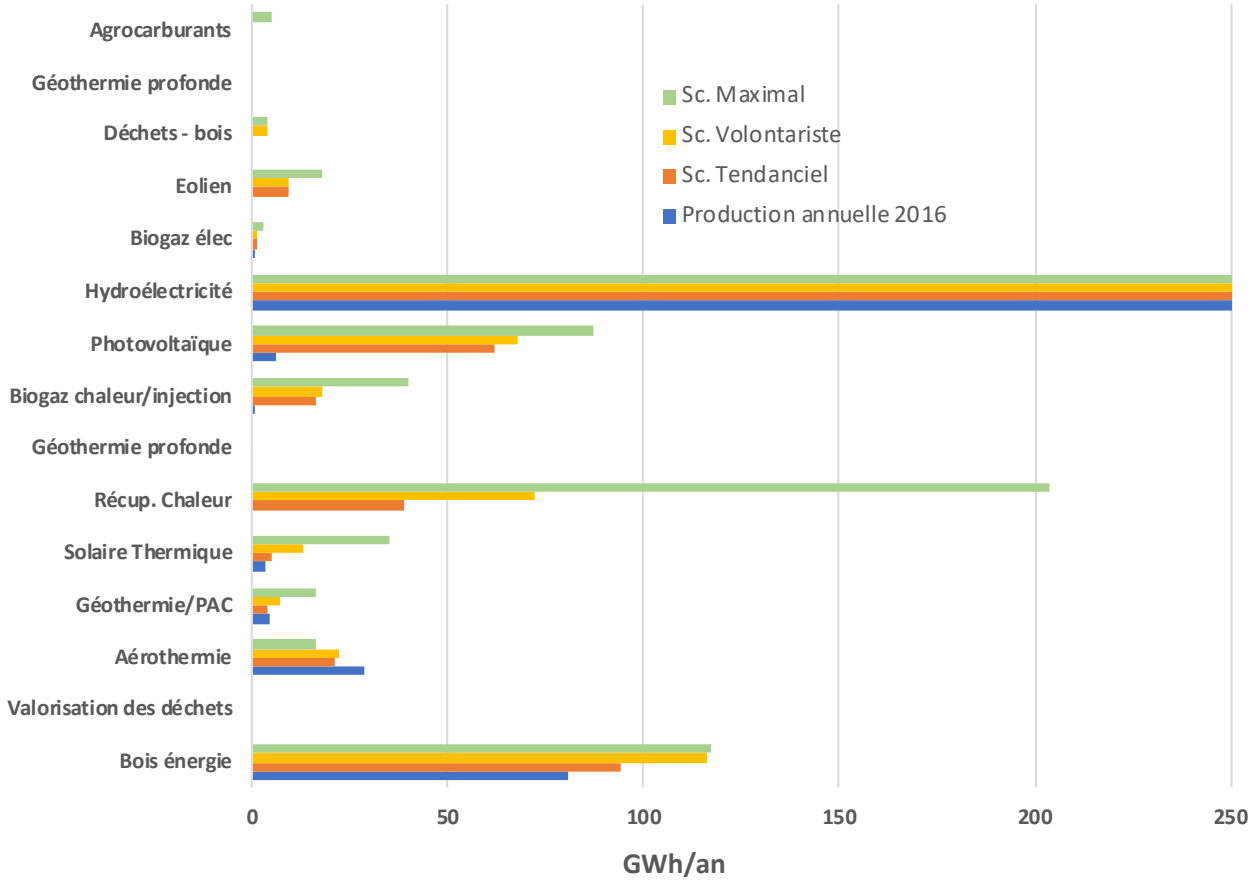


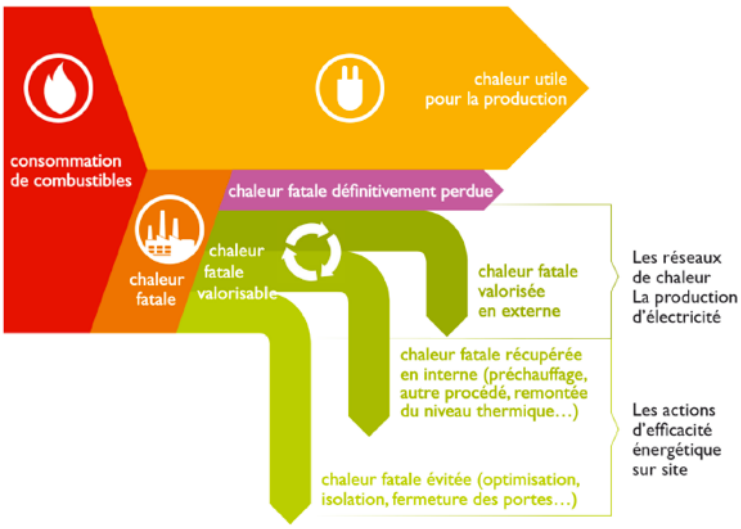
Figure 51 : Comparaison des scénarios de progression des EnR avec la production EnR de 2016 sur le territoire de SLA

En dehors de l'hydraulique, pour tous les scénarios, les plus importants potentiels de croissance à l'horizon 2050 sont portés par les filières qu'on présente brièvement ci-dessous (dans l'ordre décroissant des potentiels).

La récupération de chaleur fatale

La chaleur fatale est la **chaleur résiduelle issue d'un procédé** qui peut être industriel (souvent haute température>100°C), sur le traitement des eaux usées (STEP, très basse température<60°C), de traitement des déchets (haute température), des centres de stockage des données numériques...et **non utilisée par celui-ci**.

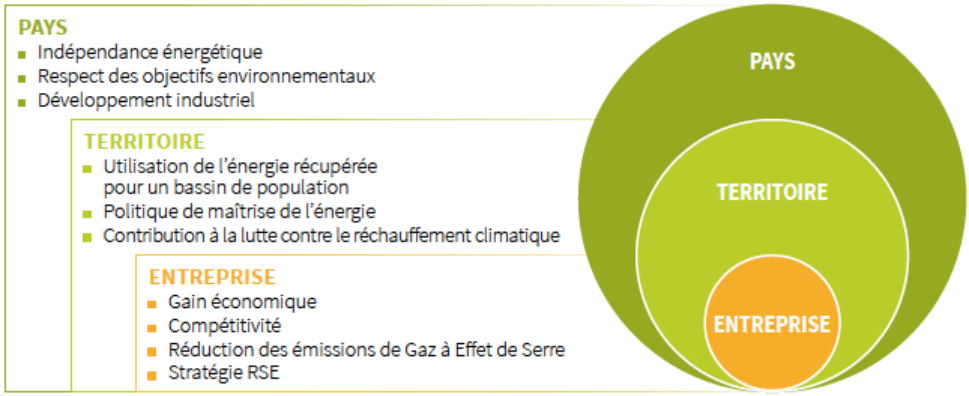
La récupération et la valorisation de cette chaleur pour le chauffage du parc bâti (résidentiel individuel et collectif, tertiaire) et pour les chauffe-eaux constitue un **potentiel important**.



Source : « chaleur fatale industrielle » - ADEME 2017

En Alsace, la chaleur fatale industrielle provient notamment des industries du secteur de la chimie (34%) et de secteurs en secret-statistique (26%) d'après l'étude de l'ADEME sur la chaleur fatale industrielle (2015).

Pour SLA, le potentiel est estimé entre **+39 et +204GWh/an** (scénario tendanciel/maximal), accessible principalement proche des zones industrielles. Il n'est pour l'instant pas exploité (0% en 2016). Néanmoins, une source de chaleur identifiée sur le **réseau des eaux usées** (récupération de chaleur basse température <60°C) fait l'objet d'une **étude de faisabilité technico-économique, pilotée par Saint-Louis Agglomération,** visant l'extension du réseau actuel pour le chauffage de bâtiments qui ne sont pas aujourd'hui raccordés. Le potentiel de récupération doit être précisé. Les résultats seront disponibles mi-2020.



Une **analyse sur la chaleur fatale industrielle** permettrait également de préciser le potentiel, la région Grand-Est disposant d'un des potentiels les plus importants en France (>15TWh, chiffres 2017). L'évaluation de ce potentiel pourrait être consolidé dans le cadre de **projets d'économie circulaire** qui se mettent en place sur le territoire.

Le bois-énergie

Le potentiel de production supplémentaire est estimé **entre 94 et 117GWh/an**.

Ce potentiel dépend de la capacité de **développement des installations individuelles et collectives de chauffage au bois**. Ce gisement intègre des habitations (maisons et appartements), des bâtiments publics, des bâtiments industriels, agricoles et tertiaires. Les gisements les plus importants concernent le résidentiel individuel (poêles, inserts et chaudières automatiques individuelles) et l'industrie (chaudières).

Néanmoins, l'étude avait retenu en 2016 que le développement de la **filière bois s'arrêtait à la disponibilité du combustible bois à l'échelle de l'Alsace** (300ktep/an ou 3500 GWh) identifiée par le SRCAE : cette **valeur limite n'a pas été déterminée pour le périmètre de SLA**, le potentiel n'est donc pas limité, notamment dans les scénarios volontariste et maximal qui font encore nettement progresser la filière (+22 et +23GWh p.r.au scénario tendanciel).

Face aux **problématiques de qualité de l'air et de pollution** (particules/composés organiques volatiles), **l'intérêt de l'accroissement** de la filière que ces deux scénarios proposent sera **à préciser** lors de la définition de la **stratégie territoriale**.

Le solaire photovoltaïque

Le **potentiel** est estimé entre **62 à 87 GWh/an** supplémentaires. Il est calculé sur la base de **l'ensoleillement moyen Alsacien** (mesures Météosat sur la période 1994-2013) de **1180KWh/m².an**, avec des panneaux d'un rendement de 18% et 4 types d'installations :

- Intégrée **en toitures d'habitation** : 3 kWc, 20 m² de panneaux à 250 Wc/panneau monocristallin (150Wc/m².12 panneaux),
- Sur **toiture de bâtiment tertiaire** : 10kWc, 67m² de panneaux polycristallins, 150Wc/m² (40 panneaux),
- **Industrielle** : 100kWc, 672 m² de panneaux polycristallins (400 panneaux),
- **Centrale** : 10 MWc, 67 230 m² de panneaux polycristallins (40 000 panneaux).

En tenant compte des différentes **contraintes**, notamment techniques (orientation des toitures) et de **proximité avec l'EuroAirport** qui impose une analyse d'impact pour tous projets situés dans un rayon de 3 km autour du site[3], et sachant qu'aucune autre contrainte patrimoniale n'avait été identifiée sur le secteur de Saint-Louis Agglomération, le potentiel de SLA équivaut au **raccordement supplémentaire de 57 500 à 81 000 kWc, soit de 383 000 à 540 000 m²** de surface à couvrir en panneaux de 250Wc.

Le détail par type d'installation n'est pas donné pour SLA mais il paraît évident que pour atteindre l'objectif du scénario maximal et compte tenu du retard déjà accumulé, **le seul équipement des toitures de particuliers ne sera pas suffisant** : des **projets** de plus **grandes envergures** dans le secteur **industriel et tertiaire**, et des initiatives de type **centrale villageoise**/citoyenne au sol seront nécessaires pour accélérer le développement de la filière sur le territoire.

Le biogaz

Le potentiel est estimé, en **cumulant la production d'électricité** (par cogénération, qui n'est pas la voie privilégiée par les pouvoirs public) **et de chaleur** (ou d'injection dans le réseau de distribution) à **+17 à +43 GWh/an**. Ce potentiel est principalement disponible sur la **méthanisation des déchets agricoles** (méthanisation « à la ferme »), sachant que la station d'épuration de Village-Neuf valorise en électricité uniquement le biogaz produit à partir des boues (cf. 6.2.5, 1,6 GWh produit en 2016, soit 4% du potentiel total).

Une étude de Solagro/ADEME/Région Alsace État des lieux des gisements et de la gestion de la matière organique en Alsace et les perspectives de développement des installations de production de biogaz a identifié les potentiels du territoire Alsacien en 2013.

Pour SLA, le potentiel est pour un peu moins de la moitié porté par les déjections d'élevage et l'autre moitié ventilée à parts égales entre résidus de cultures, déchets verts, bio déchets et Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique (CIVE, cf. Figure 52). **Le potentiel total issue des matières**

[3] *Voir la note « Disposition relative aux avis de la DGAC sur les projets d'installations de panneaux photovoltaïques à proximités des aérodromes », du Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement/Dir. Générale de l'aviation civile, Juillet 2011*

organiques est estimé à 25 millions de m³ de méthane, soit 250GWh PCI par an pour SLA (10kWh PCI/m³ de CH_4). Le potentiel du **scénario maximal** représente donc **seulement 20% de ce potentiel total**.

Les **potentiels des EPCI voisins** sont également très importants, notamment dans le Sundgau, principalement sur les déjections d'élevage. Une analyse des projets sera à mener conjointement sur les deux EPCI pour assurer une bonne synergie au niveau du plan d'approvisionnement en matière organique.

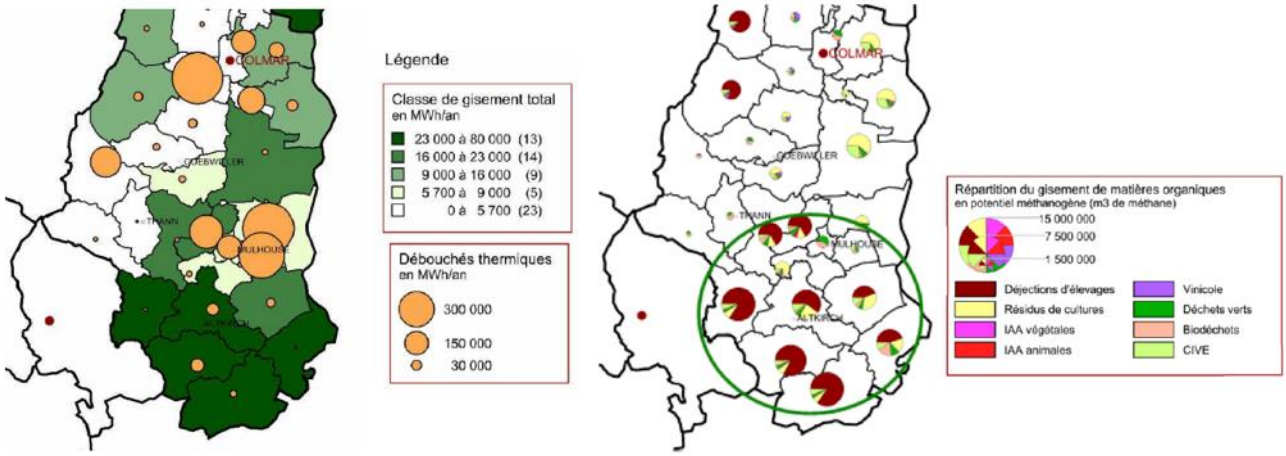


Figure 52 : cartes du gisement total et débouchés (thermiques à gauche) et des zones favorables au développement de la méthanisation (à droite) par canton dans le sud de l'alsace. Source : Etat des lieux des gisements et de la gestion de la matière organique en Alsace – Solagro/Ademe/Energivie.info -2013

Enfin, une nouvelle étude des potentiels de méthanisation vient d'être éditée par Solagro (Ademe/GRDF) : elle confirme **le très haut potentiel du Haut-Rhin avec une évolution des pratiques agricoles vers les CIVE** (ou Culture Intermédiaires Multi Service-CIMS). Si cette tendance permet d'aller dans le bon sens en termes de préservation des sols et de réduction des intrants chimiques (couverture végétale), elle reste **très sensible aux changements climatiques** (sécheresse).

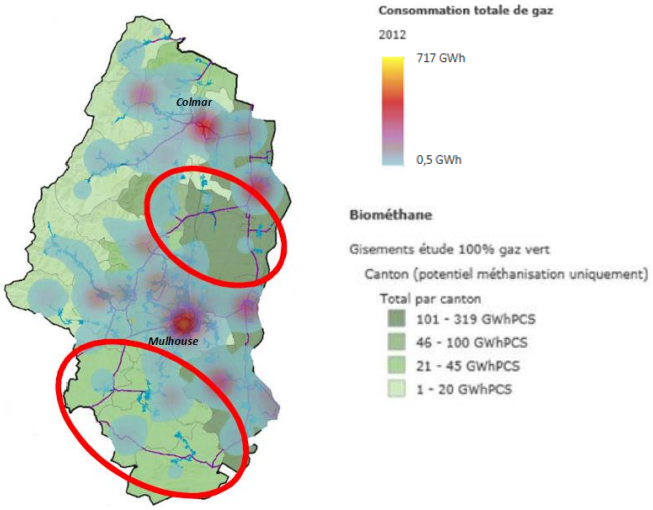


Figure 53 : Analyse GRDF/Solagro du potentiel de Biométhane sur le territoire du Haut-Rhin, 2019

Solaire thermique

La définition du potentiel est de **+5 à +35 GWh/an** selon l'étude de 2016, sachant que la production de 2016 représente 8,5% du gisement maximal. Ce gisement est évalué sur la base des mêmes hypothèses que celles retenues pour le solaire photovoltaïque, en privilégiant d'abord les installations de **Chauffe-Eaux Solaires Individuels et Collectifs**, puis agricole et industriel/tertiaire.

Les potentiels **conflits d'accès aux surfaces de toiture avec le solaire photovoltaïque** ne sont pas pris en compte dans l'étude de 2016. Nous faisons néanmoins l'hypothèse de cumul des gisements solaires identifiés pour SLA sur la base de 2 éléments :

1. **L'amélioration des densités énergétiques des panneaux photovoltaïques** qui permettent de réduire les surfaces instrumentées pour la même puissance raccordée,
2. L'apparition de **nouveaux panneaux aéro-photovoltaïques** qui permettent de coupler la production d'électrons avec l'eau chaude sanitaire, augmentant ainsi le rendement global et limitant la compétition pour les espaces libres en toiture.

Le solaire thermique était jusqu'à très récemment une filière délaissée par les pouvoirs publics. Le dernier **plan solaire de juin 2018** prévoyait plusieurs mesures :

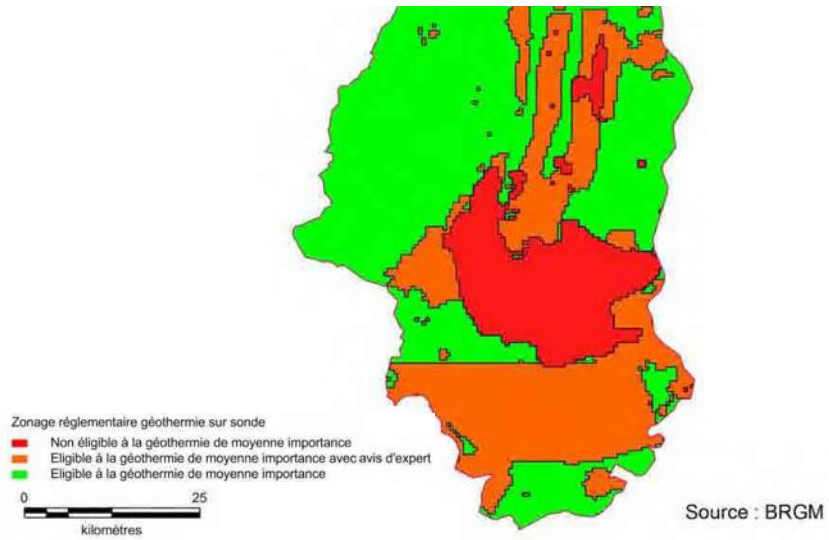
- **Soutien à l'achat de CESI** (recentrage du crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE)),
- Imposition d'un **taux minimum de chaleur renouvelable dans la nouvelle réglementation thermique des bâtiments neufs**,
- Évaluation technico-économique de la production de chaleur solaire lors des audits énergétiques dans l'industrie et le tertiaire ;
- **Augmentation du fond chaleur** et simplification/uniformisation de l'attribution des aides pour le solaire thermique ;
- Prise en compte dans la part d'énergie renouvelable et de récupération du **solaire thermique alimentant des réseaux de chaleur** ;

La période est donc propice pour inciter au développement massif de cette technologie qui permet de réduire la consommation de gaz fossile, notamment dans le résidentiel et le tertiaire.

La géothermie très basse température

Le **potentiel** est estimé entre **+4 à +16GWh/an** selon les scénarios. En 2016, la géothermie (PAC) a produit 4GWh, soit 25% du potentiel maximal. On rappelle ici que le scénario maximal privilégie le transfert des investissements vers les énergies renouvelables les plus performantes, par exemple des pompes à chaleur aérothermiques vers les pompes à chaleur géothermiques ou aquathermiques. **Le parc de pompes à chaleur aérothermique de SLA étant déjà conséquent**, l'investissement dans cette filière moins performante pourra dorénavant être ciblé vers la géothermie à faible profondeur (SLA ne dispose pas de secteur favorable à la géothermie profonde haute température).

En effet, le Bureau des Recherches Géologiques et Minières a établi un zonage des contraintes concernant les forages en fonction de la présence de phénomènes d'affaissement/surrection, d'effondrement, de mouvements de terrain ou d'autres entraves rédhibitoires. **La quasi-totalité du territoire de SLA est éligible à la géothermie sur sonde ou sur aquifère**, sur avis d'expert. Le potentiel du scénario maximal semble accessible à moyen terme, en privilégiant les projets chez les particuliers et sur les collectifs, mais également pour l'industrie et le tertiaire (plus de 3000 sites identifiés en Alsace).



L'éolien

Le potentiel est estimé entre **+9 à +18GWH/an** selon les scénarios. Ces productions correspondent à l'aménagement de **1 à 4 éoliennes** (selon les puissances de celles-ci).

Pour SLA, les secteurs les plus exposés aux vents sont plutôt localisés **en bordure nord-ouest** du territoire, en limite du pays du Sundgau, selon le Schéma Régional Éolien édité en 2012.

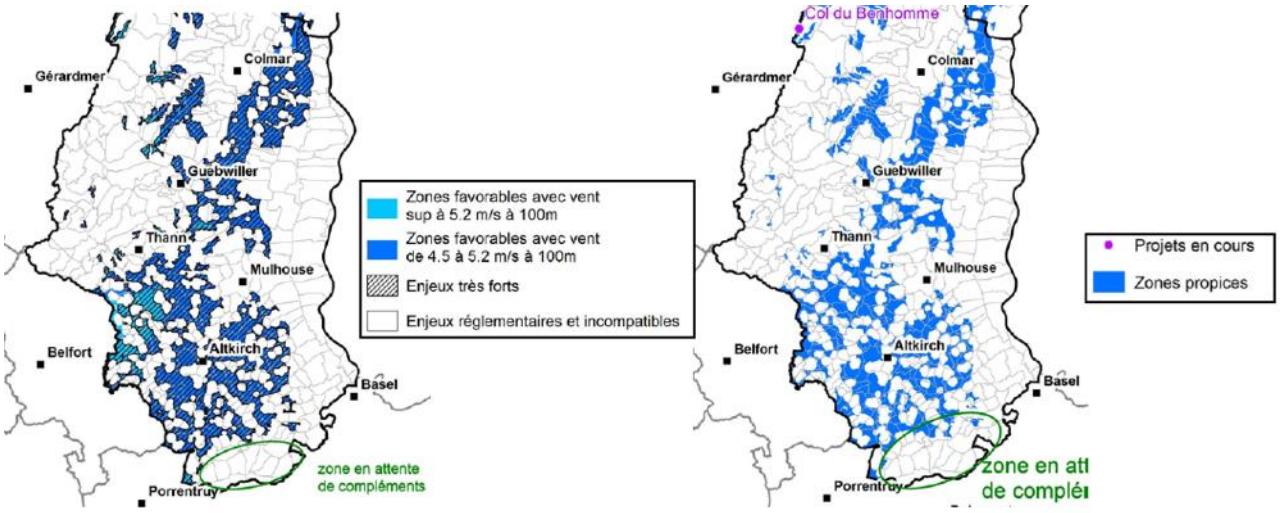


Figure 54 : cartes des zones favorables au développement de l'éolien en fonction de la vitesse moyenne du vent. Source : Schéma régional éolien Alsace - 2012.

L'éolien est relativement **contraint en Alsace**, notamment parce que le **critère de rendement économique** des projets (vents >5,2 m.s-1 à 100 m de hauteur) n'est **pas atteint** dans toute la zone de plaine. L'éolien n'est donc pas une composante majeure du mix d'énergies renouvelables en Alsace, au contraire de la zone ouest de la région Grand Est (2nde région de France après les Hauts de France en termes de puissance raccordée selon le baromètre Eurobserver 2018). On note également une **résistance** plus élevée pour cette filière et sur tout le territoire français, notamment **des publics impactés**, qui rend plus complexe l'aboutissement des nouveaux projets.

La valorisation des déchets

Le potentiel de cette filière est évalué à +4GWh/an pour les scénarios volontariste et maximal, **uniquement sur la combustion de déchets bois**. Ce potentiel n'est pas actuellement exploité : en effet, l'ensemble des déchets récoltés sur l'agglomération sont traités sur des plateformes de valorisation et/ou de recyclage situées hors du territoire (cf. § 7.4.7).

Le **potentiel** a été déterminé sur le chiffre estimé dans le SRACE (+200GWh/an) et **ventilé au prorata de la population de l'EPCI**.

Les agro-carburants

Le potentiel est estimé à **+5 GWh/an**, uniquement pour le scénario maximal. En effet, les agro-carburants n'ont pas été étudiés dans le détail dans le cadre de cette étude. Les objectifs indiqués dans le SRCAE ont été repris en recherchant un **gisement supplémentaire sur les cultures intermédiaires à vocation énergétique** (CIVE) pour le scénario maximal, qui est donc le seul à intégrer un potentiel non nul.

6.3.3 Synthèse des 3 scénarios de développement des énergies renouvelables

Les **3 scénarios** sont **résumés** dans les figures suivantes où l'on présente le potentiel à développer pour chaque filière à partir de 2016. Pour l'analyse, le potentiel de la **grande hydraulique** et de l'**aérothermie** sont exclus car ils sont déjà exploités à 100% en 2016.

Les consommations de 2050 sont celles obtenues en appliquant la réduction de 54% visée par le SRADDET par rapport à celles de 2016 :

- 458 GWh/an pour la chaleur,
- 228 GWh/an pour l'électricité,
- 349 GWh pour les transports,

Pour un total de 1035 GWh consommés en 2050.

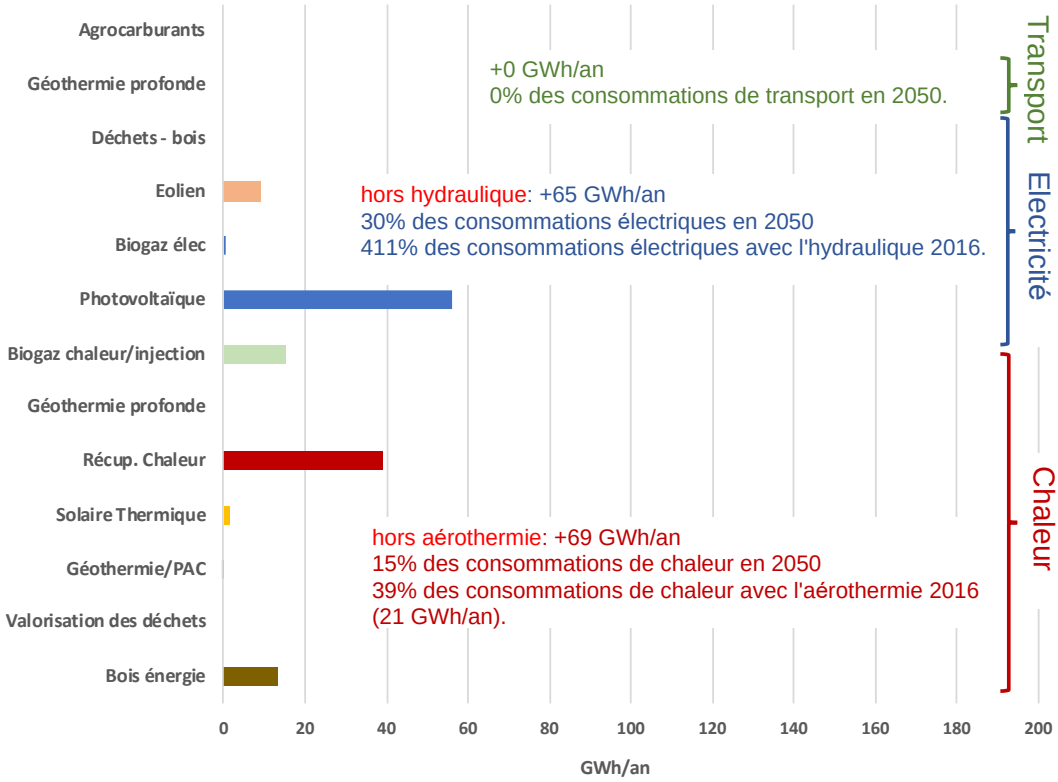


Figure 55 : Scénario tendanciel pour SLA - production supplémentaire de chaque filière d'EnR à partir de 2016.

Le **scénario tendanciel** permettrait de **couvrir 45% des consommations globales de 2050**. La grande hydraulique permettrait effectivement de disposer d'un très fort surplus de production d'électricité (*4) permettant une consommation de 100% d'électricité renouvelable. Une partie de ce surplus pourra combler les nouveaux besoins concernant la mobilité électrique et de chaleur soit par méthanation (changement de vecteur énergétique : élec -> gaz), soit par l'utilisation de pompes à chaleur (notamment dans l'industrie). Il convient néanmoins de garder à l'esprit que **les autres territoires français** desservis par la centrale de Kembs-Rosenau auront également **besoin de cette électricité**.

Concernant ce scénario, **seulement 40% de la chaleur serait issue de renouvelables**, en intégrant la production aérothermique, impliquant une **dépendance toujours forte** du territoire aux **énergies fossiles**.

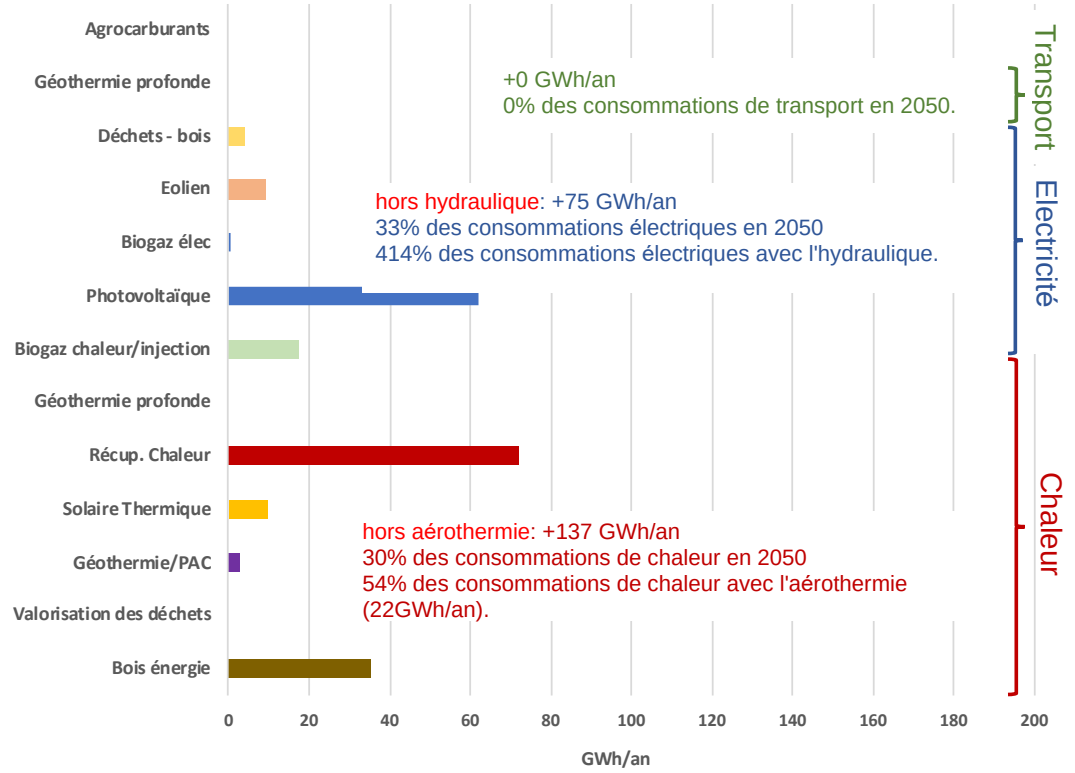


Figure 56 : Scénario volontariste pour SLA - production supplémentaire de chaque filière d'EnR à partir de 2016.

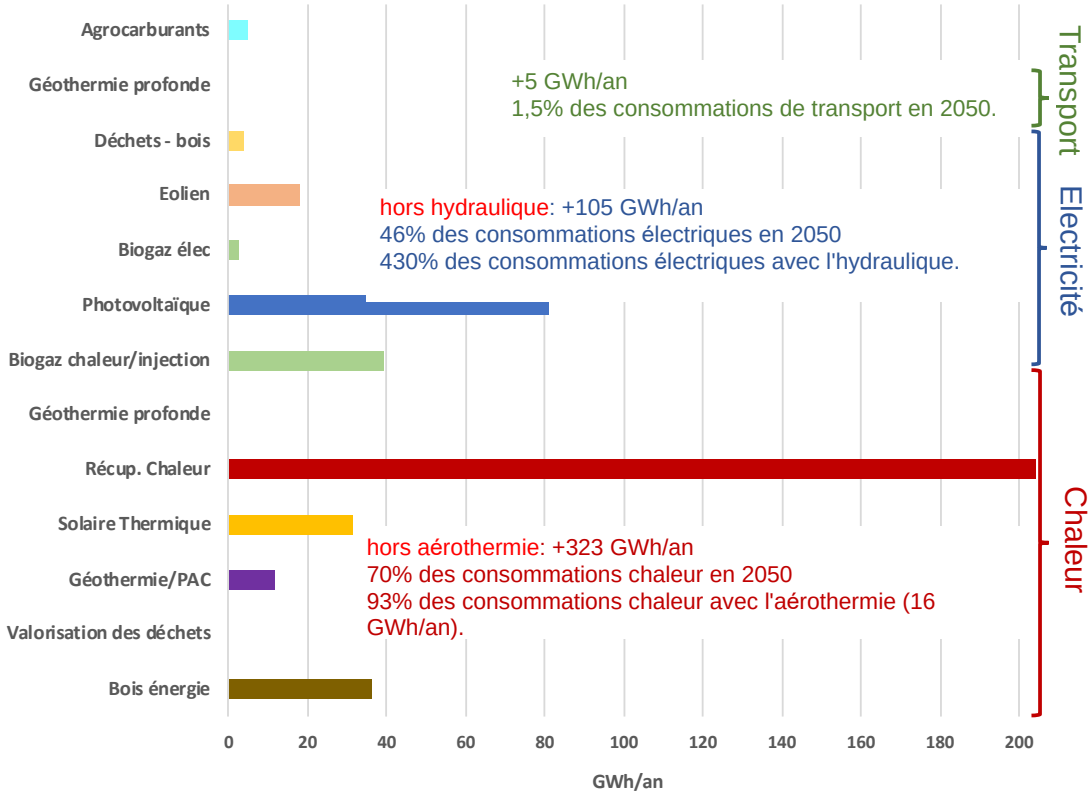


Figure 57 : Scénario maximal pour SLA - production supplémentaire de chaque filière d'EnR à partir de 2016.

Les **scénarios volontariste et maximal sont plus ambitieux**. Ils se distinguent du scénario tendanciel par un investissement beaucoup plus marqué dans la récupération de chaleur, le biogaz, l'éolien et le solaire thermique. **Hors hydraulique, le scénario maximal permettrait de couvrir presque la moitié des besoins en électricité, et la totalité des besoins en chaleur** (incluant l'aérothermie à un niveau plus faible qu'actuellement). **Le scénario volontariste atteint respectivement 1/3 et 50% des besoins d'électricité et de chaleur.**

Finalement, seul le scénario maximal permettra d'atteindre les objectifs fixés par le SRADDET en 2050 (100% d'énergie renouvelable) d'autant plus que les ambitions de réduction des consommations sont très ambitieuses.
Plus précisément, c'est **la production de 100% de chaleur renouvelable qui reste un enjeu pour le territoire de SLA**. Les projets de **développements des énergies renouvelables thermiques** devront être **privilégiés** si d'éventuels arbitrages devaient avoir lieu.

7 Émissions territoriales de gaz à effet de serre (GES) et potentiel de réduction

7.1 Introduction

Le processus physique dénommé « **effet de serre** » caractérise le processus complexe qui permet à l'atmosphère terrestre de « piéger » dans l'atmosphère une certaine quantité de l'énergie du rayonnement solaire réfléchie par la surface de la planète (ce qu'on appelle également le « **forçage radiatif** »). Ce mécanisme est **essentiel au développement de la vie** car il permet de maintenir une température moyenne à la surface du globe **permettant à l'eau** de rester sous forme **liquide** : sans effet de serre, la température moyenne serait proche de -18°C.

Un ensemble complexe de mécanismes couplés caractérise ce phénomène, comme le présente la Figure 58.

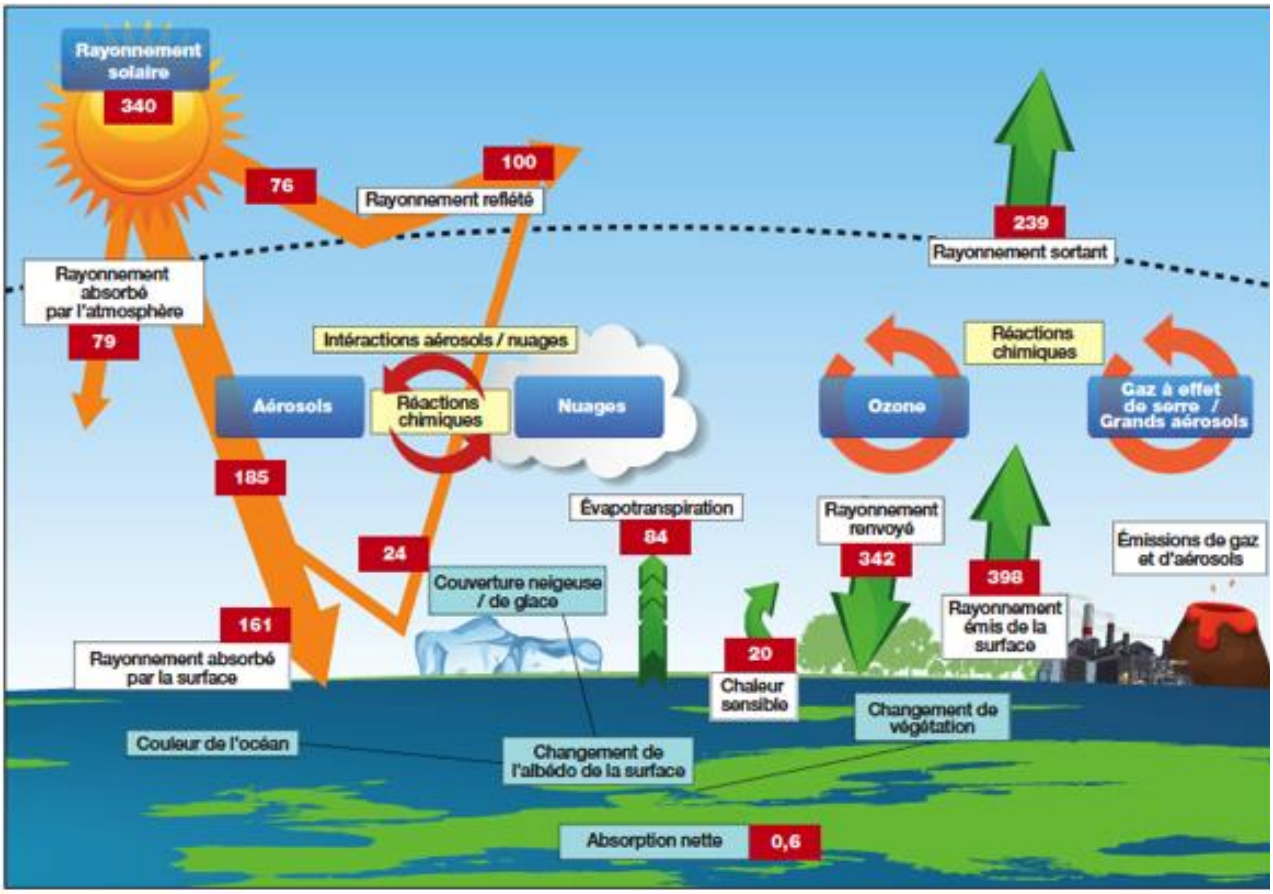


Figure 58 : principe de l'effet de serre (source : Chiffres clé du climat 2016 – MEDDE/I4CE). Les données numériques dans les cadres rouges expriment les flux en watt par m²

Néanmoins la variabilité de l'effet de serre est principalement pilotée par le niveau de concentration d'espèces gazeuses présentes naturellement dans l'atmosphère : **les Gaz à Effet de Serre** (ou GES). Ce sont des gaz qui, par leur propriétés chimiques et thermodynamiques, disposent d'un « pouvoir de réchauffement global » ou PRG qui **influence les mécanismes et couplages régulant l'effet de serre**.

Les principaux gaz à effet de serre sont le **dioxyde de carbone** (CO_2), le **méthane** (CH_4) et le **protoxyde d'azote** (N_2O), mais également ceux faisant partie de la famille des « halocarbures »[4], c'est-à-dire les **fluides industriels** que l'on retrouve principalement dans les systèmes de réfrigération (HydroFluoroCarbure ou HFC), les **aérosols** (avec les ChloroFluoroCarbures ou CFC destructeurs de la couche d'ozone), ou pour certains procédés industriels (SF6 ou héxafluorure de souffre).

Chaque gaz à effet de serre dispose d'un **Pouvoir de Réchauffement Global** (PRG) **spécifique**, régulièrement réévalué sur la base des nouvelles connaissances acquises, notamment pour chaque nouveau rapport émis par le **Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat** (le GIEC, dont le 5ème rapport est paru en 2013). Enfin, par convention, **le PRG du Dioxyde de Carbone** (CO_2), qui est le gaz à effet de serre le plus présent dans l'atmosphère, est considéré comme la **référence** dans laquelle les PRG des autres gaz à effet de serre peut être exprimée :

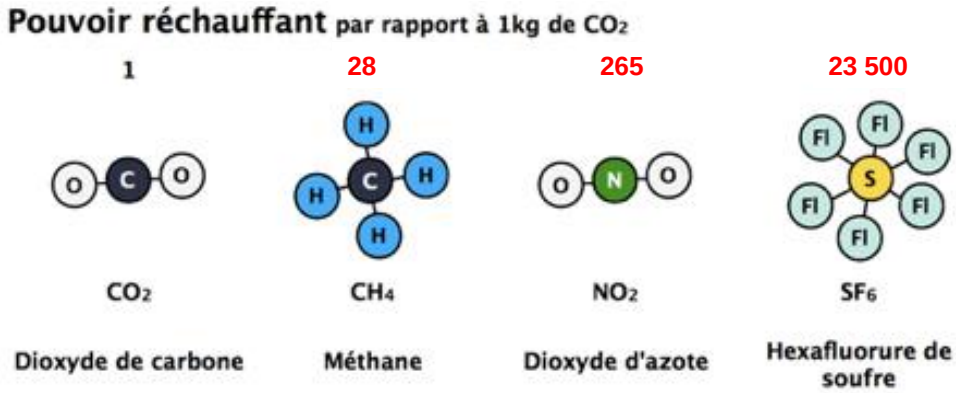


Figure 59 : comparaison des PRG de différents GES, exprimés en PRG du CO_2 (ou équivalent CO_2-GIEC 2013).

On relève ainsi qu'**une molécule de méthane a un effet « réchauffant » supérieur de 28 fois à celui d'une molécule de CO_2**. Ce facteur est de 265 pour le N_2O, et de 23 500 pour le SF_6 .

Les fluides « frigo » présentent également des PRG, en équivalent CO_2, très élevés : le R22, désormais interdit, avait un PRG de 1760 kg eq. CO_2 pour un kg rejeté dans l'atmosphère.

Les émissions de gaz à effet de serre sont principalement **liées à notre consommation d'énergies fossiles** avec le rejet de CO_2 issue de la combustion des hydrocarbures, mais également des pratiques agricoles et des changements d'usage des terres (déforestation, imperméabilisation des sols), qui sont les principales sources d'émissions de CH_4 et de N_2O. Les transports représentent également une part importante.

4 Ce sont des hydrocarbures dont tout ou partie des atomes d'hydrogène a été remplacés par un ou plusieurs atome(s) de gaz halogène : Fluor, Chlore, Brome et Astate

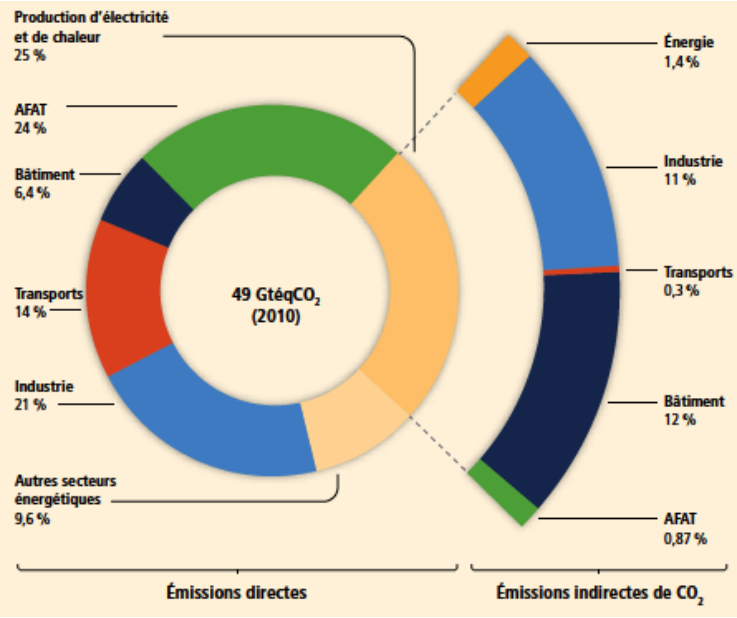


Figure 60 : répartition des émissions mondiales de GES en 2010 suivant les principaux secteurs d'activités. Source : GIEC, 5ème rapport, résumé à l'intention des décideurs - 2013

7.2 Type et sources des données des émissions de gaz à effet de serre de SLA

Les données d'émissions de gaz à effet de serre pour le territoire sont intégralement obtenues au travers des données collectées dans la **base INVENT'AIR réalisée par ATMO Gd-Est**.

L'approche retenue par ATMO est basée sur la **méthode de l'inventaire**, c'est-à-dire que seules les émissions liées à la consommation énergétique du territoire sont comptabilisées : on parle d'émissions directes. Cela implique donc que **les émissions indirectes ne sont pas comptabilisées** dans le bilan **au format PCAET**. Elles sont néanmoins calculées pour celles concernant la production d'énergie, notamment pour l'électricité et les réseaux de chaleur et de froid (on considère que les combustibles de ceux-ci sont intégralement importés sur le territoire) : par exemple, la centrale hydroélectrique de Kembs-Rosenau y est considérée comme un moyen mutualisé à l'échelle nationale, participant au mix énergétique Français, et non un producteur d'électrons dédiés uniquement à SLA. **L'électricité consommée sur le territoire a donc le même contenu carbone que celle consommée en moyenne en France à la même époque (env. 70 à 80g CO_{2e}/kWh)**.

Une deuxième distinction importante porte sur la méthode de l'inventaire : en ne comptabilisant que les émissions produites sur le territoire, on ne tient pas compte des émissions induites par les importations, de biens et d'énergie[5] notamment, nécessaires aux diverses activités présentes sur le territoire de Saint-Louis Agglomération. A titre d'exemple, une comptabilité intégrant **les émissions liées à la consommation des habitants**[6], ou méthode de l'empreinte carbone, montre que les émissions moyennes de la France sont de plus de 689 millions de tonnes équivalents CO2 (689 Mt CO2e) en 2016, soient **1,54 fois supérieure à celles obtenues par une approche de type inventaire**.

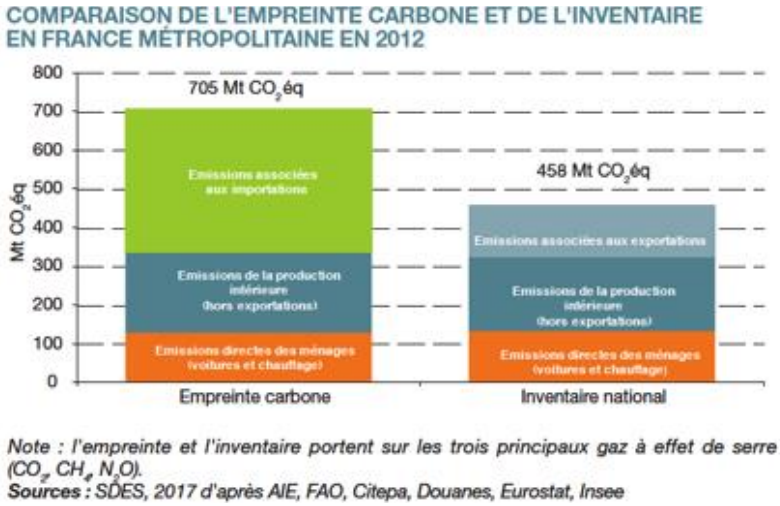
Les deux approches, émissions territoriales et empreinte carbone, ont chacune leur intérêt et sont complémentaires :

---

[5] *C'est pourquoi la branche énergie ne comptabilise pas d'émissions de GES pour l'inventaire du PCAET, notamment pour le bois énergie (à Saint-Louis) et le gaz naturel.*

[6] *Mais où les émissions liées aux exportations Françaises ne sont pas intégrées, puisqu'affectées aux pays « acheteurs » de ces produits/services.*

- La méthode **des émissions territoriales privilégie le lieu de production**. C'est l'approche la plus ancienne et celle qui prévaut dans les accords internationaux. Elle est retenue pour l'élaboration des inventaires nationaux de gaz à effet de serre officiels. Elle correspond d'ailleurs à la responsabilité juridique des états (en capacité de réguler les modalités de production sur leur territoire) qui ont donc pu contracter des engagements en la matière. C'est aussi la méthode retenue dans les budgets carbone français.
- La méthode **des émissions de la consommation** – ou de « l'empreinte carbone » – **privilégie le lieu de consommation**. Cette approche, plus récente, rend compte des conséquences pratiques du niveau de vie et du mode de vie des populations. Elle reflète donc la responsabilité des consommateurs. Il est utile de savoir que sa mesure est sujette à des difficultés techniques et à des incertitudes sensiblement supérieures à celles des émissions territoriales.



Note : l'empreinte et l'inventaire portent sur les trois principaux gaz à effet de serre (CO_2, CH_4, N_2O).
***Sources :** SDES, 2017 d'après AIE, FAO, Citepa, Douanes, Eurostat, Insee*

Figure 61 : comparaison des émissions de GES de la France en 2012 pour la méthode de l'empreinte carbone et de l'inventaire national).

Il n'existe pas actuellement de comptabilité de type « empreinte » du territoire de SLA.

Nous analyserons donc uniquement les données ATMO issues de l'inventaire, tout en conservant à l'esprit que **ces volumes de gaz à effet de serre émis représentent seulement une fraction des émissions totales** réellement générées par le territoire.

7.3 Le bilan global

Comme indiqué au §5.4.6, le territoire dispose du **seul aéroport binational** présent sur le sol Français. Bien que son emprise au sol, répartie sur les bancs communaux de Saint-Louis, Hésingue et Blotzheim, soit intégralement comprise dans le périmètre de SLA, l'EAP dispose d'une zone suisse en son sein. **C'est notamment dans la zone suisse que l'activité de transit, majoritairement international, est la plus importante**. Celle-ci n'étant pas considérée par l'approche PCAET, qui ne recense que les émissions émises depuis le sol Français, le bilan global des émissions de gaz à effet de serre fourni par ATMO-GE sous-évalue alors fortement l'impact global de l'activité de l'EAP pour la collectivité de Saint-Louis Agglomération.

Le bilan global sera donc présenté dans un premier temps en tenant compte des **émissions de** gaz à effet de serre **de l'ensemble des vols opérés depuis l'EAP**, permettant d'avoir une **vision globale et non tronquée** de l'activité du transport aérien pour le territoire de SLA.

Puis nous reviendrons à une vision PCAET, en conformité avec le décret, afin de poursuivre l'analyse dans la suite de ce chapitre.

7.3.1 Analyse en tenant compte de toutes les émissions de l'EuroAirport

Pour réaliser cette analyse, nous nous appuyons sur les travaux d'ATMO-GE qui a réalisé un bilan carbone de l'ensemble de l'activité de l'EAP en 2015 : *« Inventaire des émissions atmosphériques sur la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport® », ACC-EN-170, 12 janvier 2018.*

Nous relevons en p.35, tableau 7, l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre pour les phases de vol des aéronefs (Landing and Take-Off ou LTO, voir §7.4.6) comptabilisées sur l'année 2015 :

	Polluant	Emissions Sources au sol	Emissions aéronefs	Total	Unité
ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE	CH_4	2 405	2 182	4 588	kg
	CO_2	16 448 677	56 275 504	72 724 181	kg
	N_2O	738	2 201	2 938	kg
	HFC	248 328	0	248 328	kg CO2e
	PFC	0	0	0	kg CO2e
	SF_6	0	0	0	kg CO2e

Tableau 15 : Émissions de GES pour l'ensemble des activités de l'EAP sur 2015.

En effet, nous considérons qu'une partie des émissions au sol sont déjà présentes dans les données d'ATMO-GE au format PCAET, dans d'autres secteurs (transport routier et bâtiments tertiaires notamment).

L'intégration de ces données pour les aéronefs permet de dresser le bilan suivant :

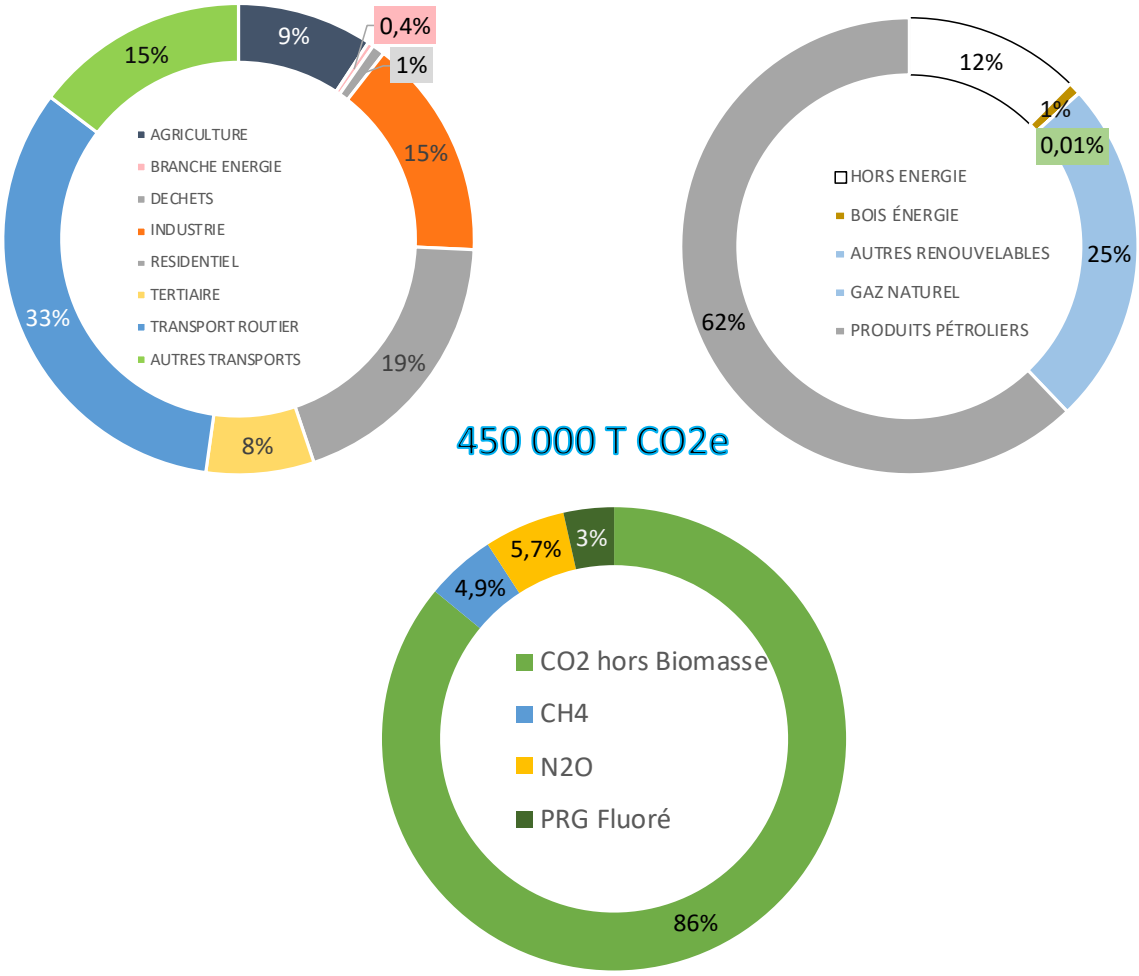


Figure 62 : répartition des émissions GES de SLA en 2016 par secteur d'activité (en haut à gauche) et en tenant compte de l'ensemble des émissions des aéronefs de l'EAP (2015) sources énergétiques (en haut à

droite) et gaz à effet de serre (en bas). Sources ATMO Grand-Est : Chiffres Clés SLA - 2016 et Bilan Carbone EAP-2015.

➔L'ensemble des émissions de gaz à effet de serre pour s'élèvent à 450 000 T CO_{2eq}, soit 5,8 TCO_{2eq} par habitant en 2016.

- Le secteur du **transport routier induits 1/3 des émissions directes du territoire**, principalement via l'utilisation de **produits pétroliers**.
- Ceux-ci constituent la **source principale d'émissions GES**, notamment de CO_2 (62% du total en masse, cf. Figure 63, à droite).
- Le secteur résidentiel représente également un poste important (19%), comme les secteurs de l'industrie (15%) où l'on retrouve l'impact de l'utilisation du **gaz naturel fossile** en plus des produits pétroliers.
- Le secteur des autres transports (15% également), notamment **le transport aérien**, émet autant que l'industrie et contribue à augmenter la part de gaz à effet de serre due à la combustion de produits pétroliers, rendant très majoritaire les émissions de CO_2 devant les autres GES,

➔Selon cette approche, la contribution de l'ensemble des transports est largement majoritaire : elle génère quasiment 50% des émissions de gaz à effet de serre de SLA.

7.3.2 Analyse au sens strict du Plan Climat-Air-Energie Territorial

Selon cette comptabilité (périmètre des émissions de la zone française de l'EuroAirport), la part des **émissions liées aux autres transports** (principalement aérien), **passe de 15 à 2%** du total des émissions de SLA.

Les émissions de gaz à effet de serre du territoire (colonne « PRG 2013 – PCAET » du Tableau 16) s'élèvent alors en 2016 à **393 000 tonnes de CO_2** équivalent (393 kt CO_2e), soient **5 TCO_{2e} par habitant de 2016**.

Les émissions gaz à effet de serre ainsi comptabilisées ont **baissé de 13% depuis 2005**, et d'un peu moins de 7% depuis 2010, principalement en lien avec la **baisse de consommation des énergies fossiles**.

Si le CO_2 domine nettement, avec 84% des émissions de gaz à effet de serre (en masse), ATMO-GE fourni également les données pour les émissions spécifiques de :

- CH_4, qui marquent une **régression de 22% depuis 2005**,
- N_2O pour lesquelles une **augmentation significative de +13%** est notée **depuis 2005**, vraisemblablement induite par des **évolutions des pratiques agricoles**, avec une tendance toujours à la hausse mais plus faible depuis 2010,
- Des halocarbures ou **fluides industriels halogénés** (fluor, fluides frigo) : on constate une **forte progression de +24% depuis 2005**, très certainement liée à la progression de l'installation de **systèmes de climatisation** (tertiaire et résidentiel), mais avec une tendance à la réduction depuis 2010.

TOTAUX GLOBAUX	CO2 (hors biomasse et indirect) en kg	CH4 en kg	N2O en kg	PRG Fluorés 2013 kgco2e	PRG 2013 - PCAET kg co2e
2005	395 604 772	1 002 120	83 705	12 807 970	450 083 569
2010	363 873 689	862 604	87 643	18 811 464	421 965 735
2016	332 887 112	782 871	94 302	15 873 147	393 307 665
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-16%**	**-22%**	**13%**	**24%**	**-13%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	**-8,5%**	**-9,2%**	**7,6%**	**-15,6%**	**-6,8%**

Tableau 16 : évolution des émissions de GES annuelles de SLA de 2005 à 2010.

Comme pour l'énergie, il est plus approprié de présenter les évolutions des **émissions de** gaz à effet de serre **rapportées à la population de SLA**. On constate ainsi que les émissions de gaz à effet de serre (PCAET) **ont diminué de 22% depuis 2005**, tendance poursuivie sur 2010-2016 avec un ralentissement.

TOTAUX GLOBAUX	PRG 2013 - PCAET kg co2e
2005	6 522
2010	5 737
2016	5 084
évol. 2005-2016 [% 2005]	**-22%**
évol. 2010-2016 [% 2010]	**-11,4%**

Tableau 17 : évolution des émissions globales de GES pour SLA entre 2005 et 2016.

➔Les émissions de gaz à effet de serre sont principalement induites par les besoins énergétiques des secteurs du résidentiel, de l'industrie et du transport et les mix d'énergies qui leur sont associés.

Les données croisées entre secteurs et sources sont présentées dans le tableau suivant :

CO2 PCAET en t CO2e	HORS ENERGIE	BOIS ÉNERGIE	AUTRES RENOUVELABL	GAZ NATUREL	PRODUITS PÉTROLIERS	Total
AGRICULTURE	33 203	0,89	51	223	8 326	41 805
BRANCHE ENERGIE	1 803	-	-	-	-	1 803
DECHETS	3 888	-	-	-	-	3 888
INDUSTRIE	3 891	1	-	52 822	11 517	68 231
RESIDENTIEL	1 874	3 951	2	43 353	36 887	86 067
TERTIAIRE	7 726	5	2	14 107	11 498	33 339
TRANSPORT ROUTIER	3 462	-	-	19	145 407	148 887
AUTRES TRANSPORTS	89	-	2	-	9 184	9 275
Total:	55 936	3 957	57	110 524	222 821	**393 295**

Tableau 18 : ventilation des émissions de GES de SLA en 2016, par secteur d'activité et sources énergétiques.

Le secteur du **transport routier induit 38% des émissions directes du territoire**, principalement via l'utilisation de **produits pétroliers**. Ceux-ci constituent la source principale de GES, notamment de CO_2 (573% du total en masse, cf. Figure 63, à droite). Les secteurs résidentiels et industriels représentent également des postes importants (resp. 22 et 17%), où l'on retrouve l'impact de l'utilisation du **gaz naturel fossile** en plus des produits pétroliers. La consommation de gaz émet 28% des gaz à effet de serre du territoire en 2016.

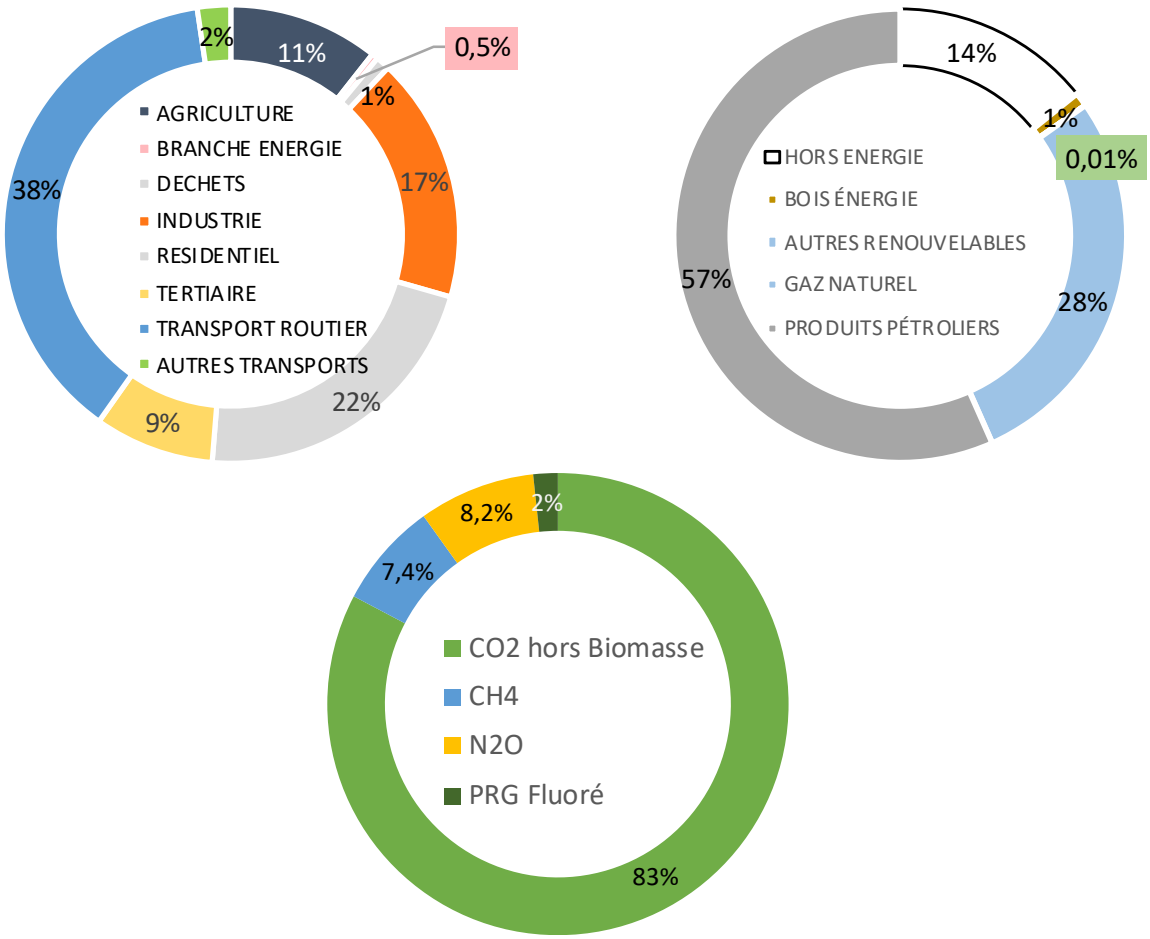


Figure 63 : répartition des émissions GES de SLA en 2016 par secteur d'activité (en haut à gauche), sources énergétiques (en haut à droite) et gaz à effet de serre (en bas). Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016.

Nous avons déjà indiqué que la part des émissions liées aux **autres transports** (principalement aérien), à 2% du total des émissions de SLA, soit le **dernier secteur contributeur, n'est pas représentatif de l'impact réel de l'activité de l'EAP, en forte croissance depuis 2008**.

Enfin les secteurs de l'agriculture et du tertiaire représentent des postes plus faibles (resp. 11 et 9%), avec des émissions liées à l'utilisation d'hydrocarbures mais également des **émissions non énergétiques** pour l'**agriculture**, principale contributeur des **émissions de méthane et de protoxyde d'azote**, et pour le tertiaire avec les fluides frigorifiques (48% des émissions de PRG fluoré du territoire). **Ces émissions non énergétiques représentent 14% des émissions globales de GES**. Enfin le **bois énergie**, s'il contribue à hauteur de 7% des consommation énergétiques du territoire, n'émet qu'**1%** des gaz à effet de serre annuels.

Finalement, **les émissions des** gaz à effet de serre **du territoire sont issues à 83% d'émissions de CO_2**, 7,5% de méthane et 8% de protoxyde d'azote. Les émissions d'halocarbures représentent seulement 2% du total des émissions de GES.

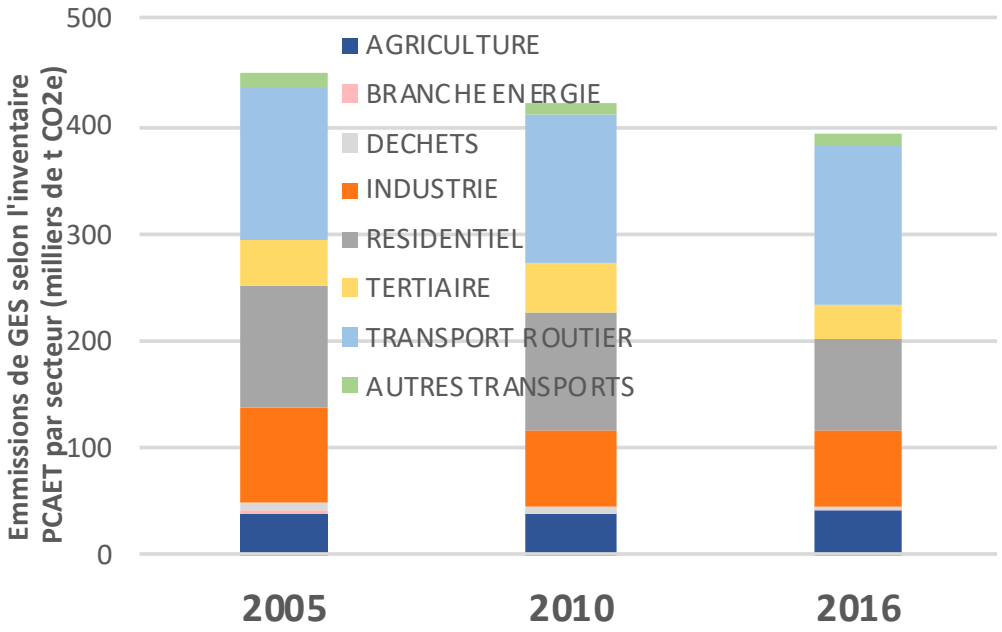


Figure 64 : évolution des émissions de GES par secteur d'activité entre 2005 et 2016. Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016.

L'évolution par secteur d'activité constatée entre 2005 et 2016 montre une tendance à la **hausse des émissions du secteur du transport routier** (+5% depuis 2005), notamment liée à l'accroissement de la population et des distances parcourues, mais amortie par la réduction de consommation des véhicules. Le secteur de **l'agriculture montre également une augmentation de ses émissions**, de +8% depuis 2005 et +11% depuis 2010, portée par la hausse des émissions de N_2O (+14% depuis 2005) et de CO_2 hors biomasse (+8% depuis 2005, liée à l'augmentation des consommation énergétiques qui s'appuient sur 82% d'hydrocarbure en 2016).

Tous les autres secteurs présentent une baisse continue de leurs émissions depuis 2005. Notamment la branche énergie avec -15%, liés au passage à une centrale biomasse pour le réseau de chaleur de la ville de Saint-Louis. **Dans les secteurs résidentiels, industriels et tertiaires, les baisses sont de l'ordre de -22% depuis 2005.**

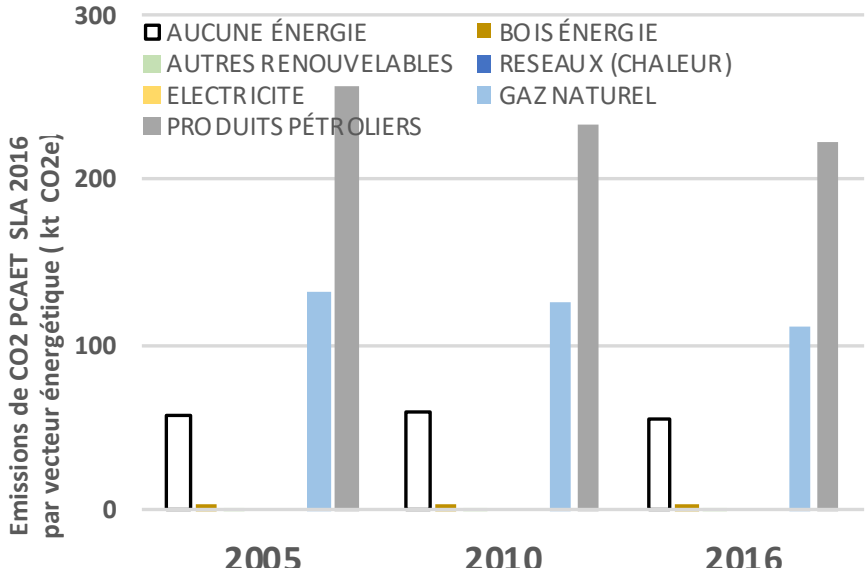


Figure 65 : évolution des émissions de GES par source énergétique entre 2005 et 2016. Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016.

Concernant les sources énergétiques, la **diminution** de la **consommation d'hydrocarbures** conduit logiquement à une **diminution des émissions de** gaz à effet de serre **associées** : -16% depuis 2005 pour le gaz naturel et -13% pour les produits pétroliers. La part du bois énergie a quant à elle progressé de 13% depuis 2005, mais représente une fraction très faible des émissions globales.

Enfin le panorama global doit être complété avec les **émissions** qualifiées d'**indirectes**, c'est-à-dire non comptabilisées pour le territoire parce qu'induites en amont et hors du territoire, par la fourniture d'énergie notamment. Ils participent néanmoins à compléter la vision de l'impact environnemental de la consommation énergétique de SLA.

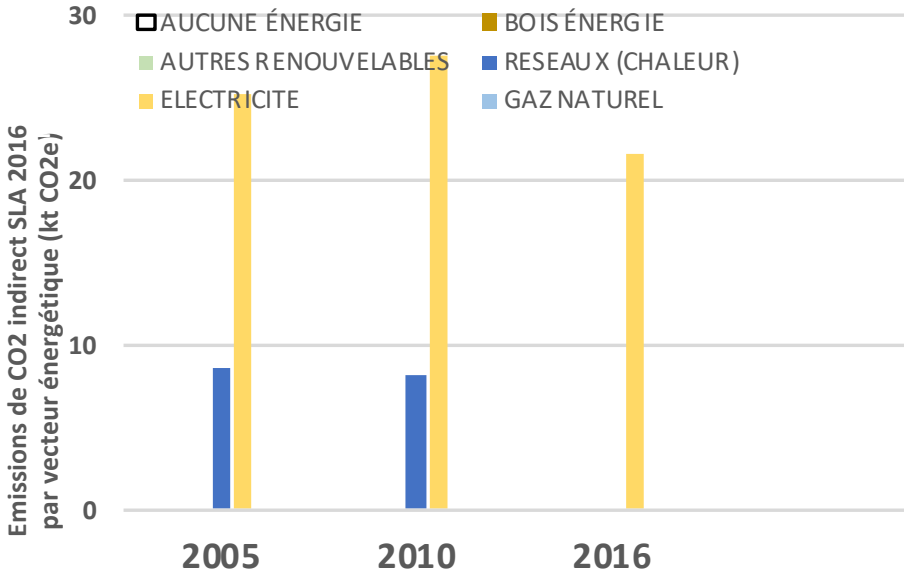


Figure 66 : évolution des émissions de GES indirect par source énergétique entre 2005 et 2016. Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016.

On note une **forte diminution globale de 36% depuis 2005** due à part égales par une **diminution des GES émis par l'électricité** et la **suppression** d'émission de **GES indirect du réseau de chaleur** de Saint-Louis en 2016. Pour l'électricité, cette baisse n'est pas liée à une baisse de la consommation mais à une **réduction du contenu carbone de l'électricité** produite en France. Pour **le réseau de chaleur**, la baisse est liée à la compensation des émissions amont de GES générées par la source biomasse avec la **production d'électricité en cogénération** qui conduit à un **contenu carbone nul en 2016**.

La répartition géographique indicative des émissions de GES sur le territoire est présentée sur la carte ci-dessous. Son analyse doit être faite en ayant bien à l'esprit que **les affectations des émissions liées au transport routier se font**, également pour les communes, **selon la méthode de l'inventaire** : c'est-à-dire que **toutes les émissions liées aux trajets effectués sur leur territoire leur sont affectées**, même si le propriétaire du véhicule vit dans une autre commune ou en dehors du territoire. Cette méthodologie **pénalise les communes placées sur les principaux axes de circulation** et/ou objet des déplacements. Cette comptabilité **sous-estime** donc **la part de GES du secteur des transport pour les communes périurbaines**. Les communes à forte composante industrielle et ou tertiaire et localisées le long de l'A35 présentent donc logiquement les émissions les plus importantes en volume. Mais rapportées aux habitants, les émissions des villes de Saint-Louis et Blotzheim sont équivalentes à celles de plusieurs communes rurales de l'ouest du territoire, ou le poids du carbone dans le secteur résidentiel est prépondérant.

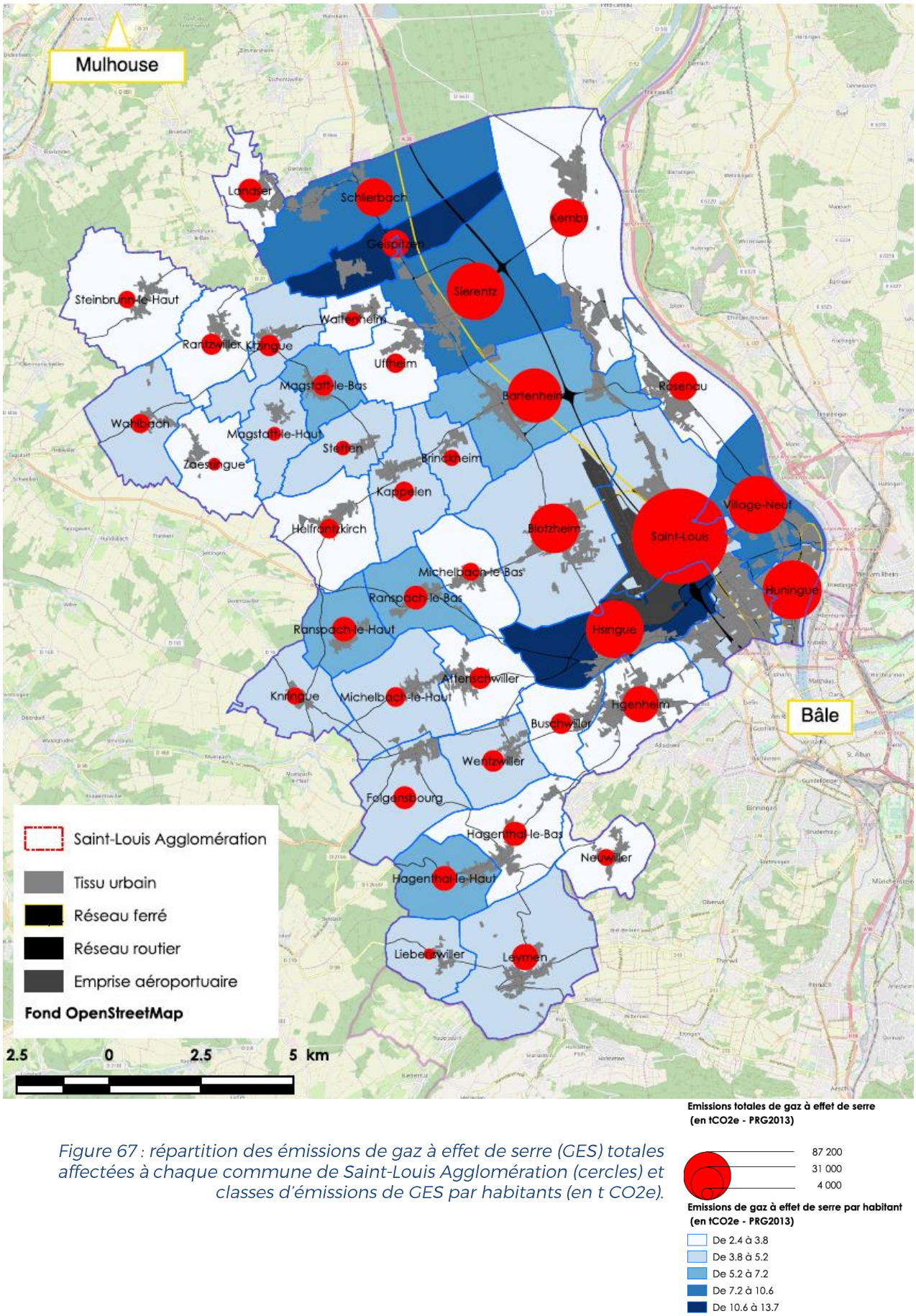


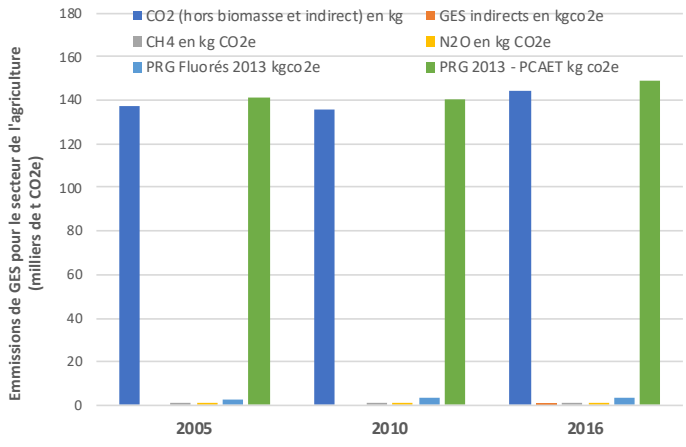
Figure 67 : répartition des émissions de gaz à effet de serre (GES) totales affectées à chaque commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et classes d'émissions de GES par habitants (en t CO2e).

On détaille dans les paragraphes suivants les émissions de GES par secteur d'activité (hors branche énergie et déchets qui sont de **très faibles contributeurs sur le territoire selon la méthode de l'inventaire retenue pour la comptabilité du PCAET**.

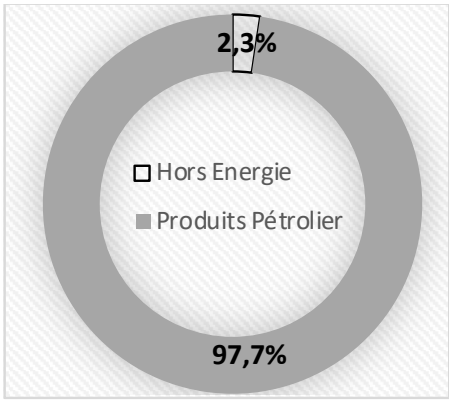
7.4 Les émissions détaillées par secteur d'activité

7.4.1 Le transport routier

Le transport routier est le **contributeur principal** aux émissions de GES avec **38% du total** en 2016. Il est un faible contributeur aux émissions de CH_4 et N_2O mais pèse plus de 20% des émissions hors énergie liées aux gaz réfrigérant de climatisation des véhicules. Ses émissions sont quasi intégralement liées à l'**usage des produits pétroliers**.



(a)



(c)

	Types de GES					TOTAL (exclu GES Indirects)
	CO2 hors BioGES Indirect		CH4	N2O	PRG Fluoré	CO2 PCAET
évol. 2005-2016 [% 2005]	5%	7524%	-65%	21%	25%	5%
évol. 2010-2016 [% 2010]	6%	5623%	-36%	29%	5%	6%
2016 - % vs Global SLA	43,3%	0,0%	0,4%	4,8%	21,8%	38%

(b)

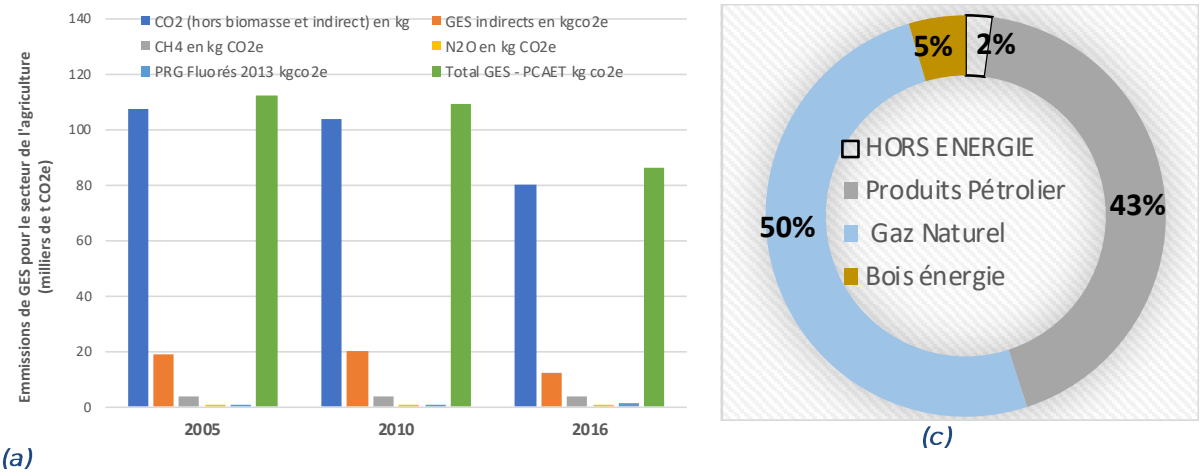
Figure 68 : Secteur du transport routier – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016– (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques.

Les émissions de GES du secteur ont **progressé de 5% depuis 2005**, passant de 141 à 149 kt CO2e en 2016. Cette **tendance** semble se **renforcer depuis 2010** (+6%). Cet accroissement est intégralement dû à la progression des émissions de CO_2 (+5% depuis 2005) issues de la **combustion des hydrocarbures**, eux même liés à l'augmentation de la population et des distances parcourues (développement du secteur résidentiel dans les communes rurales) qui « effacent » les réductions d'émissions par km parcourus des nouveaux véhicules.

Ramenée à la population SLA, les émissions GES du secteur du transport routier ont baissé de 6% depuis 2005, mais augmenté de 1% depuis 2010.

7.4.2 Le résidentiel

Le résidentiel est le **second contributeur** du territoire aux émissions de GES avec **22%** du total en 2016. Il est un faible contributeur aux émissions de N_2O mais pèse quasiment 17% des émissions de CH_4, liés notamment à l'utilisation du bois énergie comme mode de chauffage (93% des émissions de méthane du secteur). Il est également un **fort émetteur de GES indirects** (56,5% du total SLA), notamment via la consommation d'électricité du secteur. On rappelle ici que ces émissions ne sont pas comptabilisées dans le bilan GES du secteur sous format PCAET (émissions indirectes). Les émissions de CO_2 restent la composante principale des émissions GES du secteur, principalement liées à sa **consommation d'énergies fossiles** : **43%** des émissions GES du résidentiel sont dues à la combustion de **produits pétroliers** et **50%** à celle de **gaz naturel**.



Types de GES

TOTAL (exclu GES Indirects)

	CO2 hors Biom	GES Indirect	CH4	N2O	PRG Fluoré	CO2 PCAET
évol. 2005-2016 [% 2005]	-25%	-36%	3%	32%	64%	-23%
évol. 2010-2016 [% 2010]	-23%	-39%	-2%	9%	32%	-21%
2016 - % vs Global SLA	24,2%	56,5%	16,6%	3,0%	7,9%	21,9%

(b)

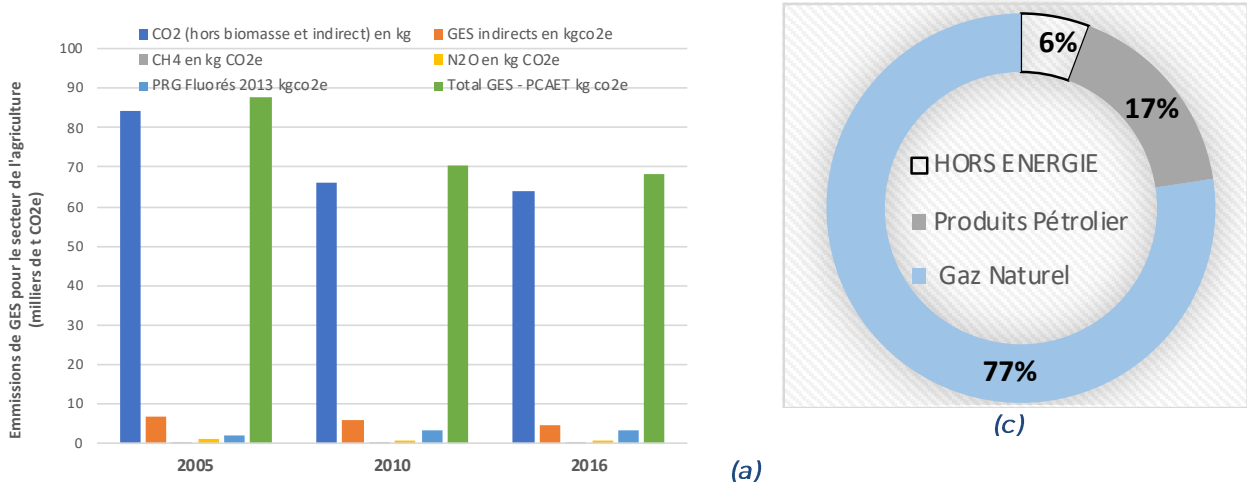
Figure 69 : Secteur du résidentiel – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016 – (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques.

Les émissions de GES du secteur ont **diminué de 23% depuis 2005**, passant de 112 à 86 kt CO_2e en 2016. Cette **dynamique** semble **maintenue depuis 2010** (-21%). Cette forte réduction est en partie liée à la **réduction de la consommation de produits pétroliers** (17% du mix énergétique du secteur en 2016), la montée en puissance du **réseau de chaleur urbain neutre en carbone** depuis 2015 (4% du mix en 2016) et le **développement du bois énergie** comme mode de chauffage (20% du mix). Même si sa contribution reste faible sur le territoire (8% des émissions de gaz fluoré), le secteur résidentiel a noté une forte **progression** aux émissions **de GES** hors énergie issues des **systèmes de climatisation** : +64% depuis 2005.

Ramenée à la population SLA, les émissions GES du secteur résidentiel ont baissé de 32% depuis 2005 et de 25% depuis 2010.

7.4.3 L'industrie

L'industrie est le **troisième contributeur** du territoire aux émissions de GES avec plus de **17% du total en 2016**. Il est un contributeur important au **GES indirect** (22% du total SLA) liés à sa **consommation d'électricité**. On rappelle que ces émissions ne sont pas comptabilisées dans le bilan GES du secteur sous format PCAET (méthode de l'inventaire). Il contribue également aux **émissions hors énergies à hauteur de 20%** du total en 2016, via l'utilisation d'halocarbures hors énergie (**production de froid** uniquement, pas de process industriels utilisateurs). Ces émissions liées à la production de froid ont progressé de 43% depuis 2005, mais sont sur une tendance à la réduction depuis 2010 (-9%, remplacement des CFC et HFC). Les émissions de CO_2 restent la composante principale des émissions GES du secteur, principalement liées à sa **consommation d'énergies fossiles** : 17% des émissions GES de l'industrie sont dues à la combustion de produits pétroliers et **77% à celle de gaz naturel**.



Types de GES

TOTAL (exclu GES Indirects)

	CO2 hors Biom	GES Indirect	CH4	N2O	PRG Fluoré	CO2 PCAET
évol. 2005-2016 [% 2005]	-24%	-30%	53%	-24%	43%	-22%
évol. 2010-2016 [% 2010]	-3%	-23%	95%	1%	-9%	-3%
2016 - % vs Global SLA	19,3%	21,8%	0,4%	3,6%	19,8%	17,3%

(b)

Figure 70 : Secteur du résidentiel – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016 – (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques.

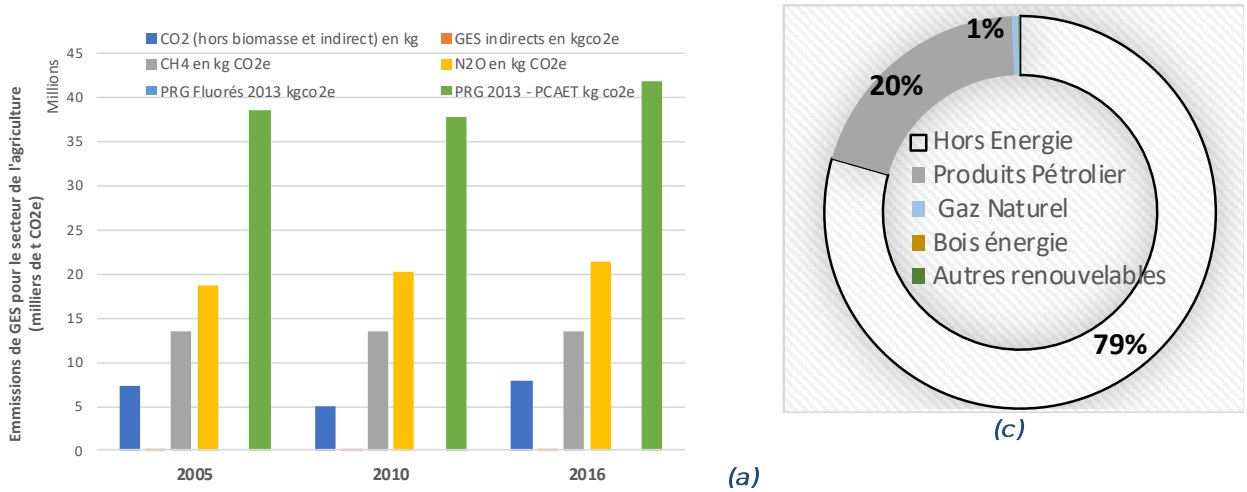
Les émissions de GES du secteur ont **diminué de 22% depuis 2005**, passant de 82 à 68 kt CO2e en 2016. Cette **dynamique** est **maintenue depuis 2010** mais à un **rythme** beaucoup **plus faible** (-3%). En dehors d'un effet de ralentissement de l'activité industrielle liée à la crise de 2007, cette forte réduction est en partie liée à la réduction de la consommation énergétique du secteur, notamment de **produits pétroliers, substitués par du gaz** naturel (54% de la consommation énergétique du secteur, augmentation des émissions de CH_4 de 95% depuis 2010) mais également

à la baisse du contenue carbone de l'électricité consommée (37% de la consommation énergétique du secteur, mix France).

Ramenée à l'effectif salarié de SLA, les émissions GES du secteur industriel ont baissé de 30% depuis 2005 et de 8% depuis 2010.

7.4.4 L'agriculture

L'agriculture contribue à hauteur de **11% des émissions du territoire** (pour 1% des consommations énergétiques), mais à **86% des émissions totales de N_2O et 58% de celles de CH_4**. Ses émissions sont donc principalement liées aux pratiques agricoles (émissions hors énergie) à hauteur de 80%, le reste étant quasi intégralement induit par l'usage des produits pétroliers.



Types de GES — *TOTAL (exclu GES Indirects)*

	CO2 hors BioGES Indirect	CH4	N2O	PRG Fluoré	CO2 PCAET
évol. 2005-2016 [% 2005]	8%	-17%	0%	14%	0%	8%
évol. 2010-2016 [% 2010]	58%	3%	1%	5%	0%	11%
2016 - % vs Global SLA	2,3%	0,5%	57,5%	85,6%	0,0%	10,6%

(b)

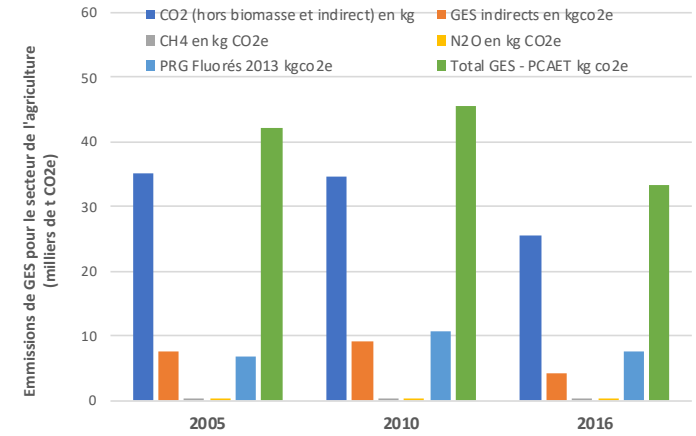
Figure 71 : Secteur de l'agriculture – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016 – (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques.

Les émissions de GES du secteur ont progressé de 8% depuis 2005, passant de 38,6 à 41,8 kt CO2e en 2016. Cette tendance semble se renforcer depuis 2010 (+11%). Cet accroissement est principalement dû à la **progression des émissions de protoxyde d'azote** (+14% depuis 2005) qui sont principalement liées aux réactions de nitri/dénitrification dans les sols cultivés en lien avec **l'utilisation d'engrais azotés minéraux** (+ 112% depuis 2005 selon ATMO).

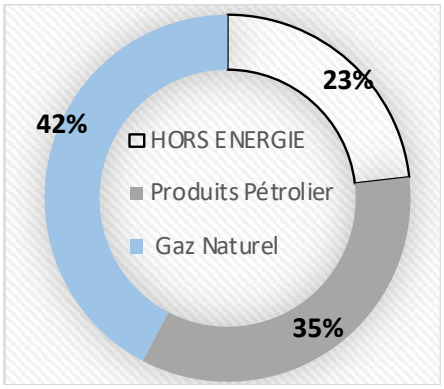
Ramenée à la surface agricole utile, les émissions GES du secteur agricole ont augmenté de 23% depuis 2005 et de 28% depuis 2010.

7.4.5 Le tertiaire

Le tertiaire contribue à hauteur de **8,5% des émissions de GES en 2016**. Il est un faible contributeur aux émissions de N_2O et CH_4 mais **pèse** quasiment **50% des émissions de GES liées aux halocarbures** (besoin de climatisation). Il est également un émetteur notable de **GES indirects** (20% du total SLA), notamment via la consommation d'électricité du secteur. On rappelle ici que ces émissions ne sont pas comptabilisées dans le bilan GES du secteur sous format PCAET. Les émissions de CO_2 restent la composante principale des émissions GES du secteur, principalement liées à sa **consommation d'énergies fossiles** : 35% des émissions GES du tertiaire sont dues à la combustion de produits pétroliers et 42% à celle de gaz naturel.



(a)



(c)

Types de GES *TOTAL (exclu GES Indirects)*

	CO2 hors Biom	GES Indirect	CH4	N2O	PRG Fluoré	CO2 PCAET
évol. 2005-2016 [% 2005]	-28%	-42%	-27%	-5%	13%	-21%
évol. 2010-2016 [% 2010]	-26%	-52%	-25%	-11%	-29%	-27%
2016 - % vs Global SLA	7,7%	20,1%	0,4%	0,2%	48,4%	8,5%

(b)

Figure 72 : Secteur tertiaire – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016 – (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques.

Les émissions de GES du secteur ont diminué de 21% depuis 2005, passant de 42 à 33 kt CO2e en 2016. Cette dynamique semble renforcée depuis 2010 (-27%). Cette forte réduction est en partie liée à la **réduction de la consommation de produits pétroliers** (19% du mix énergétique du secteur en 2016), une utilisation accrue de l'électricité (43% du mix énergétique 2016) avec un contenu carbone en baisse et l'accroissement du nombre de **bâtiments raccordés au réseau de chaleur de la ville de Saint-Louis** (6% du mix énergétique 2016). Sur la période 2010-2016, toutes les sources d'émissions de GES sont en forte réduction.

Ramenée à l'effectif salarié de SLA, les émissions GES du secteur tertiaire ont baissé de 29% depuis 2005 et de 31% depuis 2010.

7.4.6 Les autres transports : aérien, rail et fluvial

Les transports autres que le transport routier contribue à hauteur de **2% seulement des émissions totales de 2016**. On rappelle néanmoins que **seules les émissions des vols domestiques décollant ou arrivant à l'EuroAirport de Bâle-Mulhouse sont comptabilisées** dans l'inventaire réalisée par ATMO Gd-Est (cycle LTO, cf. Figure 73).

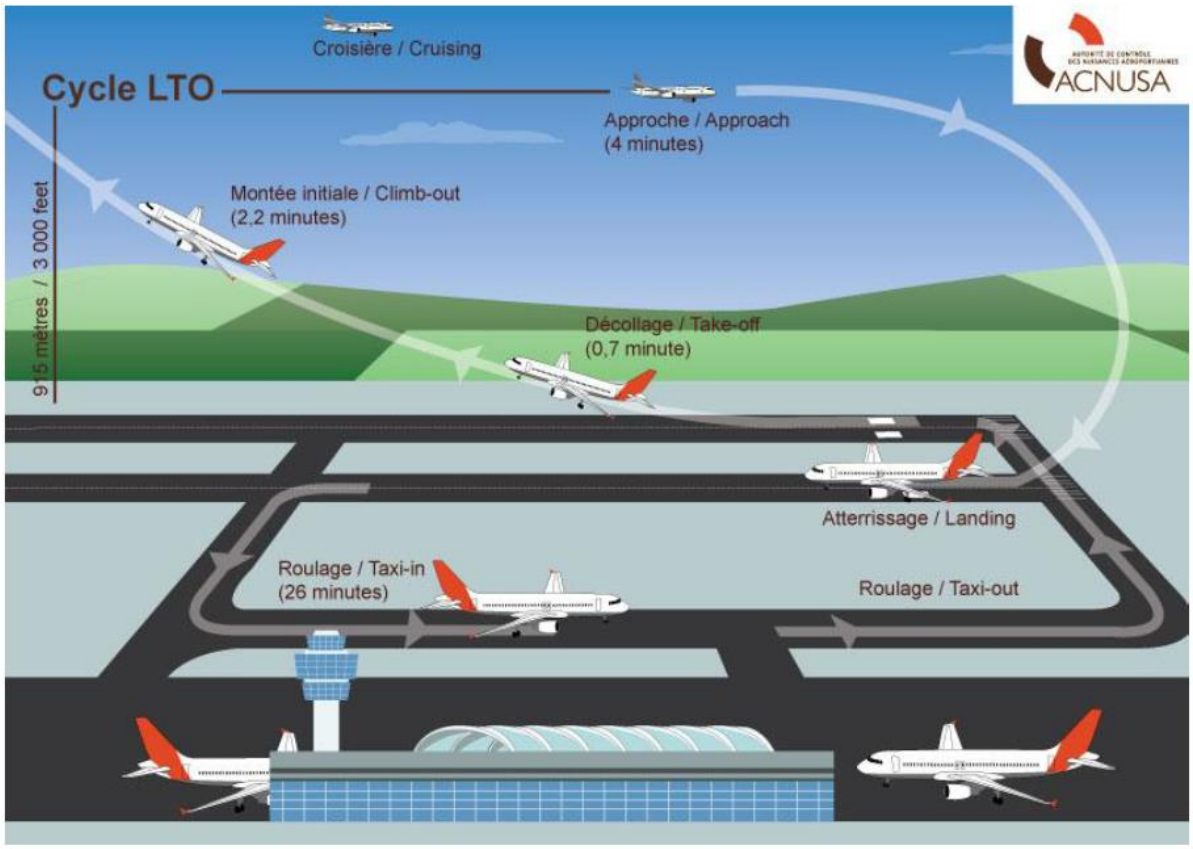
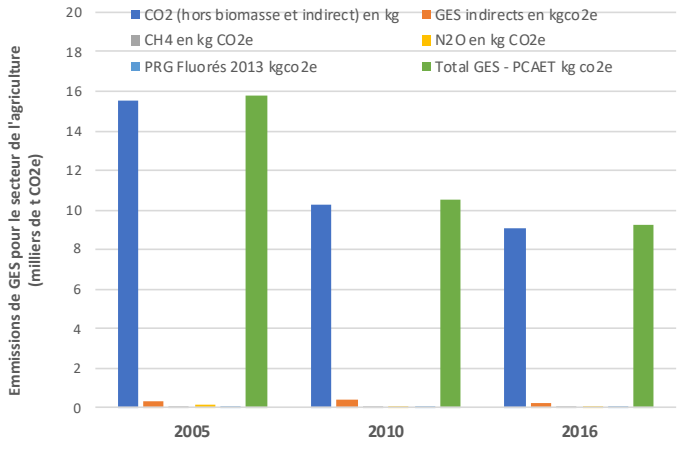


Figure 73 : Schéma des différentes phases d'un cycle LTO (source : ACNUSA)

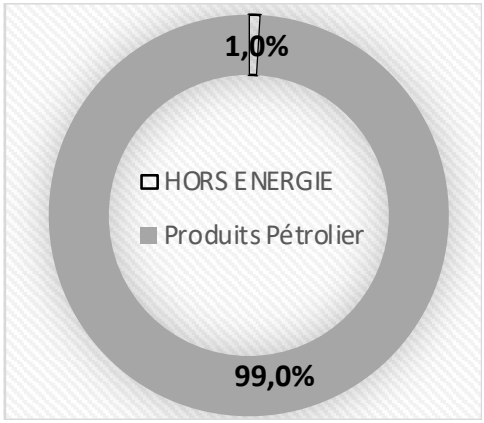
Les vols internationaux représentant la majeure partie de l'activité de l'aéroport, **le bilan sous-estime très nettement les émissions réelles de GES** de l'EuroAirport, et de fait, celle du secteur des autres transports ou **l'aérien domine très nettement** les consommations énergétiques de 2016 (cf. §5.4.6).

Les analyses qui suivent sont néanmoins réalisées sur les données imposées par le PCAET (émissions des vols domestiques seuls).

Le secteur est un faible contributeur aux émissions de CH4 et N_2O mais **pèse plus de 20% des émissions hors énergie** liées aux gaz réfrigérant de climatisation des bâtiments et véhicules. Ses émissions sont quasi intégralement liées à l'usage des produits pétroliers.



(a)



(c)

Types de GES *TOTAL (exclu GES Indirects)*

	CO2 hors Biom	GES Indirect	CH4	N2O	PRG Fluoré	CO2 PCAET
évol. 2005-2016 [% 2005]	-42%	-27%	-37%	-43%	0%	-41%
évol. 2010-2016 [% 2010]	-12%	-48%	-34%	-10%	13%	-12%
2016 - % vs Global SLA	2,7%	1,1%	0,1%	0,3%	0,6%	2,4%

(b)

Figure 74 : Secteur des transports aérien, fluvial et par rail – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016– (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques.

Les émissions de GES du secteur ont **diminué de 45% depuis 2005**, passant de 15,7 à 9,2 kt CO2e en 2016. Cette **tendance** semble s'**affaiblir depuis 2010** (-12%). Cette diminution est liée à la **réduction du trafic aérien domestique**, l'avion étant de plus en plus concurrencé par le train (TGV vers Paris et Lyon). Les émissions sont quasi intégralement issues des **rejets de CO_2** liés à la combustion du **kérosène** (99% des émission), le reste est affectée aux fuites de fluide frigorifique des systèmes de climatisation (hors énergie), qui ont progressé de 13% depuis 2010 pour le secteur. Les émissions indirectes de GES liées à la consommation d'électricité du secteur ont également fortement baissé depuis 2010, via la baisse de la consommation

Ramenée à la population SLA, les émissions GES du secteur des autres transports ont baissé de 47% depuis 2005, et de 15% depuis 2010. On rappelle néanmoins que les émissions des vols internationaux ne sont pas comptabilisées dans l'approche PCAET, alors qu'ils représentent la principale activité de l'EuroAirport.

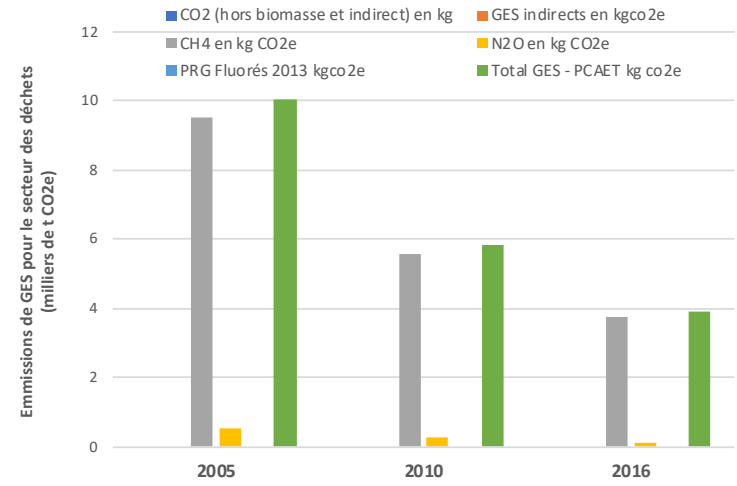
7.4.7 Les déchets

Les déchets contribuent à hauteur de **1% seulement des émissions totales de 2016**.

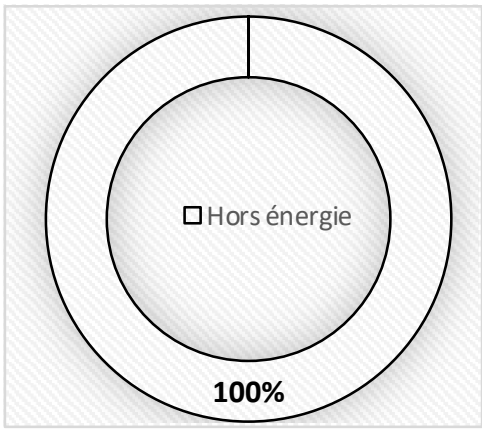
Cette **valeur** est **très faible** par rapport à la population du territoire, elle est **liée au fait que les déchets générés sur le territoire n'y sont pas traités** : les déchets recyclables et les ordures ménagères sont pris en charge par le SIVOM de Mulhouse (resp. pour recyclage (centre de tri de Pfastatt et celui d'Illzach) et incinération (Sausheim)). Les déchets verts de l'ancienne CC des trois frontières sont amenés à la plate-forme de compostage d'Aspach-le-Haut. Suivant la méthode de l'inventaire, **le bilan réalisé par ATMO sous-estime très nettement les émissions réelles de GES**

de ce secteur. Les tendances à **la diminution** des émissions de CH_4 et de N_2O constatées entre 2005 et 2016 ne sont donc **pas caractéristiques d'une baisse de production des déchets du territoire**. En 2014, ceux-ci s'élevaient **710kg/hab** (cf. Tableau 19) en moyenne, supérieure à la moyenne départementale de 600 kg/hab.

Sur la base des données retenues par ATMO, le secteur des déchets est un contributeur aux émissions de CH_4 principalement et uniquement pour des procédés hors énergie.



(a)



(c)

Types de GES *TOTAL (exclu GES Indirects)*

	CO2 hors Biomasse	GES Indirect	CH4	N2O	PRG Fluoré	CO2 PCAET
évol. 2005-2016 [% 2005]	0%	0%	-60%	-76%	0%	-61%
évol. 2010-2016 [% 2010]	0%	0%	-32%	-49%	0%	-33%
2016 - % vs Global SLA	0,0%	0,0%	17,2%	0,5%	0,0%	1,0%

(b)

Figure 75 : Secteur des déchets – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016– (c) répartition des émissions 2016 suivants les sources énergétiques et non énergétiques.

	CC des Trois Frontières		CC de la Porte du Sundgau		CC du Pays de Sierentz		Territoire du SCoT	
	Tonnage (2014)	Kg/hab/an	Tonnage (2014)	Kg/hab/an	Tonnage (2014)	Kg/hab/an	Tonnage (2014)	Kg/hab/an
Ordures Ménagères Résiduelles	13 912	262	1 871	209	2 773	198	18 556	244
Biodéchets	5 253	99			42	3	5 295	70
Papiers/Cartons (PAV)	195	4			547	43	4 277	56
Plastique PAV					47	0		
Papiers/Cartons/Plastiques			580	65	498	36		
Matériaux recyclables	2 411	45						
0								
Encombrants	2 841	53	483	54	1 017	57	4 341	57
Gravats	3 448	65	626	70	1 501	84	5 575	73
Déchets verts	1 763	33	3 290	368	2 637	159	7 690	101
Bois	1 924	36	452	51	767	43	3 143	41
Verre	1 833	34	446	50	738	41	3 017	40
DDS	62	1	26	3	43	2	131	2
DEEE	402	8	50	6	154	9	606	8
Ferraille	467	9	82	9	250	14	799	10
Carton des déchetteries	26	0	103	12			129	2
Autres	509	10					509	7
0								
TOTAL	35 046	659	8 008	896	11 014	689	54 068	710
Apports non ménagers (agriculteurs, paysagistes, ...) sites non gardienn								
Essai 2014 avec uniquement certains gros producteurs								

Tableau 19 : synthèse des déchets produits sur le territoire de SLA en 2014. Sources : diagnostic du SCOT, rapports annuels sur le service public d'enlèvement des déchets.

Le **Programme local de Prévention des Déchets** 2018-2023, adopté fin 2017, prévoit une réduction de 10% par rapport à l'année 2010 d'ici 5 ans, soit **une réduction de 62kg par habitant en 2023**.

7.5 Les potentiels de réduction des émissions de GES

7.5.1 Les axes de réductions

En raison de la forte interdépendance entre consommation énergétique et émissions de gaz à effet de serre, les potentiels de réduction de ces deux domaines sont très similaires.

Les actions en réductions des consommations de produits pétroliers et de gaz naturel, par augmentation de l'efficacité énergétique et/ou substitution par les énergies renouvelables (cf §. 5.6 et 6.3) conduiront nécessairement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

La priorité est à donner à la réduction/substitution des produits pétroliers dont le contenu carbone est supérieur à celui du gaz naturel (cf. figure ci-dessous). L'usage de ce dernier doit également être réduit dans un second temps, et/ou être substitué par une production de bio gaz, plus faible en émissions de CO_2, ou de bois énergie etc.

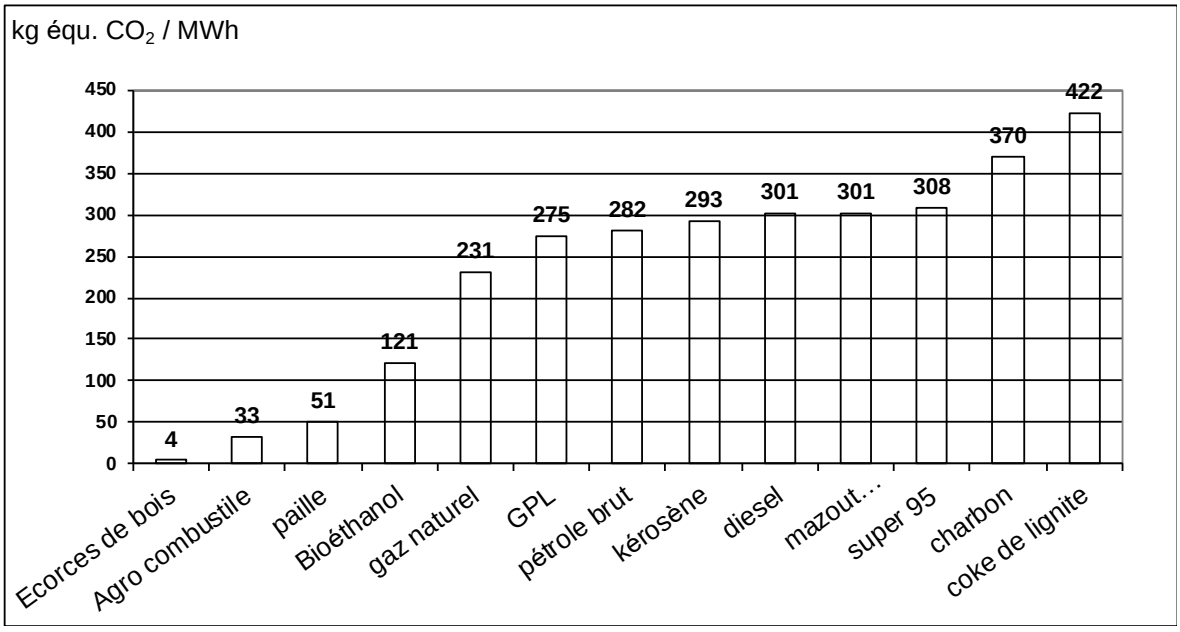


Figure 76 : émissions de GES en masse de CO2 équivalent par MWh PCI pour quelques sources d'énergie (valeurs tirées du document méthodologique du bilan carbone.

L'objectif de **réduction des consommations d'énergie** d'origine fossile est bien de limiter la quantité de gaz à effet de serre émis dans l'atmosphère, notamment par les processus énergétiques, afin de contenir le réchauffement climatique en deçà de 2°C, voire 1,5°C à l'horizon 2100, limite au-delà de laquelle le bouleversement des écosystèmes dégradera de façon très nette les conditions de subsistance sur l'ensemble de la planète.

7.5.2 Les stratégies de réduction de GES

Au niveau national, la France utilise un outil de pilotage stratégique pour la réduction de ses émissions de gaz à effet de serre : la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC, cf. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

La SNBC constitue l'un des deux volets de la politique climatique française, aux côtés du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) : elle définit des budgets-carbone cohérents des engagements que la France a pris dans le cadre de l'Accord de Paris, et les engagements nationaux dont celui de réduire de 40% ses émissions de gaz à effet de serre (GES) en 2030 par rapport à 1990.

La SNBC décrit donc une **trajectoire** au travers de **budgets carbone** annualisés et par secteur :

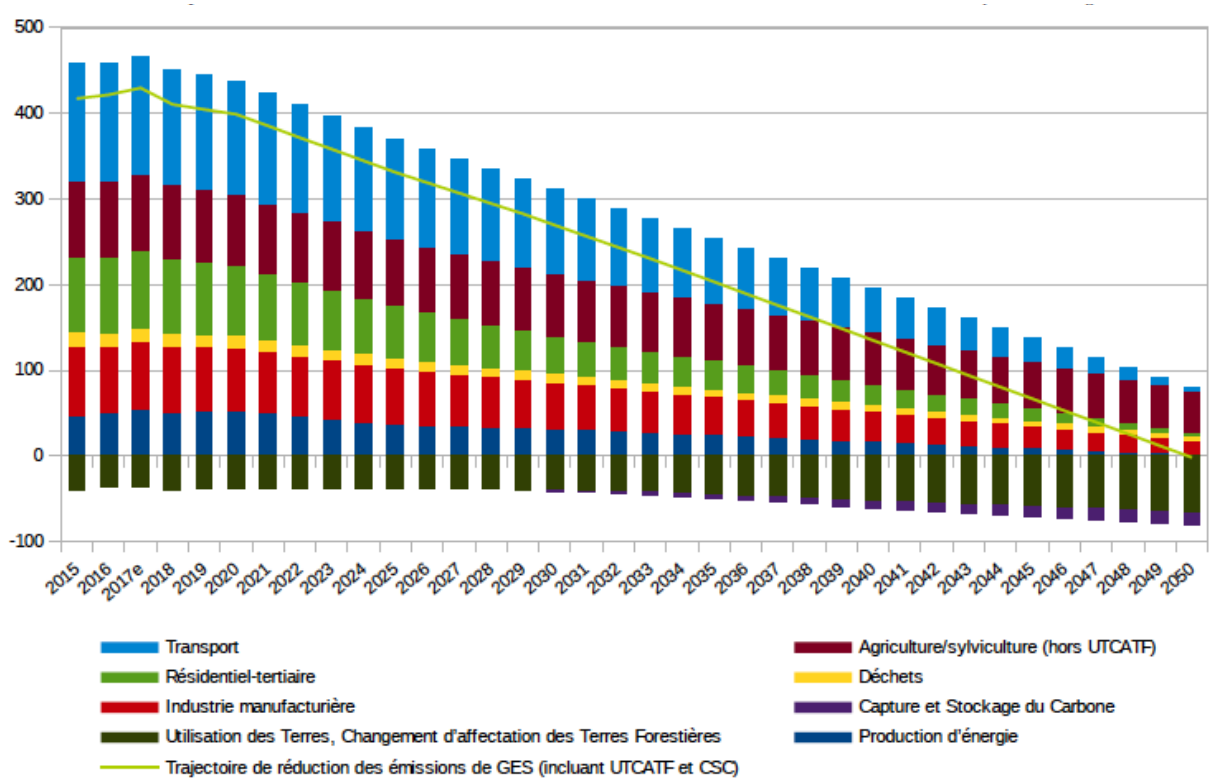


Figure 77 : Trajectoire de réduction des émissions de GES résultant du scénario retenu par la SNBC (dit Avec Mesures supplémentaires mettant en évidence les mesures de politiques publiques qui permettent à la France de respecter au mieux ses engagements) en Million de tonnes CO2e. Source : Projet SNBC, Ministère de la Transition Écologique et Solidaire – Janv 2018

Les efforts sont très marqués pour les secteurs du transport, du bâtiment et de la production d'énergie, qui sont quasiment décarbonés à l'horizon 2050.

Inversement, et schématiquement, les secteurs pour lesquels des émissions résiduelles incompressibles ont été considérées en 2050 selon les connaissances actuelles (agriculture/sylviculture, industrie et déchets) présentent des réductions d'émissions plus faibles.

Au niveau régional, les objectifs de réduction des émissions de GES sont déposés dans le SRADDET. Les documents à disposition ne permettent pas d'assurer la cohérence avec les objectifs de réduction de consommation d'énergie fossile et de production d'énergie renouvelable.

Réduction des émissions de gaz à effet de serre du Grand-Est	Baisse de **55% à l'horizon 2030 par rapport à 2012** (-40% au niveau national).
	Baisse de **77% en 2050** (-75% au niveau national).

Tableau 20 : objectifs de réductions des émissions de GES déposés par le SRADDET du GE -Décembre 2018

On constate que l'ambition de la région GE, aussi bien moyen que long terme, sont encore plus élevée que celle affichée au niveau national

7.5.3 Le potentiel de réduction des Gaz à Effet de Serre (GES)

Afin de mieux illustrer l'intensité de l'effort nécessaire à l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de GES à l'horizon 2030 (nationaux ou régionaux), nous reprenons ici les hypothèses utilisées pour la réduction des consommations énergétiques du secteur du transport routier (cf. §5.6.1.2).

Afin de calculer les gains en Tonnes de CO2eq, nous utilisons le facteur de conversion de la base carbone de l'ADEME (V15) qui donne :

Émissions moyenne VP : 312 kg éq CO_2 par MWh PCI d'énergie fourni par de l'essence sans plomb (moyenne).

Suivant les différentes hypothèses de réduction des consommations énergétiques du secteur soit -2,0% par an ou -3,4% par an, nous obtenons des réductions d'émissions de :

- 16 200 T CO_2e pour l'objectif -2,0%/an (PPE), soient 7% de l'ensemble des émissions des produits pétroliers émis en 2016, et 4% du total des émissions GES 2016
- 25 000 T CO_2e pour l'objectif -3,4%, soient un peu moins de 11% des émissions des produits pétroliers émis en 2016, et 6% du total des émissions 2016.

Il est clair que qu'une réduction de 40% des émissions du secteur à l'horizon 2030 passera par des objectifs encore plus ambitieux de réduction des kilomètres effectués en véhicule particulier, d'augmentation du nombre de passager moyen par véhicule, de réduction de la part modale de la voiture cumulée avec la décarbonation massive du secteur (véhicule électrique, hydrogène) et le report modal vers les mobilités durables (vélo, marche).

8 Émissions de polluants atmosphériques et potentiel de réduction

8.1 Introduction

L'air constitue un élément fondamental et indispensable pour les êtres vivants. A titre d'exemple, un être humain inspire, chaque jour, entre 15 et 20 m^3 d'air. L'air se compose originellement d'un ensemble de gaz et de particules dont les concentrations sont compatibles avec la vie. La pollution de l'air est une altération de la qualité de l'air pouvant être caractérisée par des mesures de polluants chimiques, biologiques ou physiques présents dans l'air, ayant des conséquences préjudiciables à la santé humaine, aux êtres vivants, au climat, ou aux biens matériels.

Les enjeux sanitaires de la pollution atmosphérique sont liés à l'exposition chronique de la population à des concentrations de polluants variés encore souvent supérieures aux seuils réglementaires. Les épisodes de pollution ne sont que la partie visible et médiatisée de la pollution atmosphérique.

Sur le long terme, à la suite d'une exposition prolongée, même faible, la pollution est responsable de maladies cardiovasculaires, de maladies pulmonaires (bronchite chronique), de cancers (poumons, vessie, ...), et peut occasionner une diminution de la fertilité ainsi qu'une plus grande propension à développer diverses allergies.

Plusieurs études ont démontré les conséquences négatives de la pollution atmosphérique sur la santé. En France, la pollution de l'air extérieur représente environ 48 000 décès prématurés par an, soit 9% de la mortalité.

La pollution atmosphérique a été classée cancérogène par Centre International de Recherche sur le Cancer.

La pollution atmosphérique a également des conséquences néfastes sur l'environnement.

Ces effets concernent :

- le bâti par la détérioration des matériaux de façades (corrosion, salissures, ...) ;
- les cultures avec des baisses de rendement (lors de fortes concentrations en ozone) et une dégradation qualitative ;
- et les écosystèmes assujettis à l'acidification de l'air et à l'eutrophisation et menacés par une érosion de la biodiversité.

La qualité de l'air dépend de deux facteurs distincts : de la « pollution de fond » qui résulte des polluants émis par des sites éloignés et des conditions météorologiques plus ou moins propices à leur dissipation et de la « pollution de proximité », qui dépend des sources émettrices proches.

Dans l'air ambiant, les polluants, quelle que soit leur provenance, se présentent sous la forme d'un mélange combinant de nombreux éléments agissant en synergie.

Les polluants primaires principaux faisant l'objet d'une attention particulière du fait de leurs effets sur la santé et de leurs niveaux relativement élevés dans l'air ambiant sont :

- les particules distinguées selon leur taille : les PM10 (diamètre<10µm) et les PM2,5 (diam.<2,5 µm ou particules fines) produites par la combustion de la biomasse et des combustibles fossiles, par l'usure des matériaux (freins, pneus) et par certains procédés industriels,
- le dioxyde d'azote (NO_2) et les oxydes d'azote (NOx), produits par la combustion de tous type de combustibles, notamment des carburants et par la production d'engrais azoté, et l'ammoniac (NH_3) émis par l'utilisation et la fabrication d'engrais azoté, l'élevage et le traitement des déchets principalement,
- l'ozone (O_3), qui est un polluant secondaire formé par recombinaison des oxyde d'azote et de composés organiques volatiles non méthanique (COVNM) : ce sont ces derniers qui sont considérés comme polluants primaires et donc suivis. Ils sont émis via l'utilisation de solvants (bâtiment, industrie), de carburant, dégivrant etc.

Leurs concentrations dans l'air ambiant sont réglementées par les directives qualité de l'air (2008/50/CE et 2004/107/CE).

Ces directives intègrent également des valeurs limites pour d'autres substances :

- le dioxyde de soufre (SO_2), le monoxyde de carbone (CO),
- les métaux lourds (arsenic, plomb, nickel et cadmium),
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), le benzène.

Certaines de ces substances sont présentes dans l'atmosphère de manière naturelle mais la pollution atmosphérique en augmente les concentrations avec des conséquences sanitaires possibles.

Nous présentons dans les chapitres qui suivent les émissions des principaux polluants primaires (SO2, NOx, COVNM, NH_3, PM) qualifiant la qualité de l'air de Saint-Louis Agglomération sur l'année 2016.

8.2 Type et nature des données analysées

Le diagnostic est réalisé sur la base des données INVENT'AIR fourni par ATMO Grand-Est. Les émissions de polluants sont évaluées sur le périmètre des consommations d'énergies et les émissions des procédés (hors énergie, pour l'industrie et l'agriculture par exemple) des différents secteurs d'activité.
Comme pour les gaz à effet de serre (cf. §7.3), nous présentons d'abord un bilan global intégrant l'ensemble des émissions de l'EuroAirport, tenant compte de tous les vols opérés durant l'année 2016. Puis nous reprendrons l'analyse au sens strict de la méthodologie du PCAET.

8.3 Bilan 2016 global

8.3.1 Analyse en tenant compte de toutes les émissions de l'EuroAirport

Pour réaliser cette analyse, nous nous appuyons sur les travaux d'ATMO-GE qui a réalisé un bilan carbone de l'ensemble de l'activité de l'EAP en 2015 *: « Inventaire des émissions atmosphériques sur la plateforme aéroportuaire de l'EuroAirport® », ACC-EN-170, 12 janvier 2018.*

Nous relevons en p.35, tableau 7, l'ensemble des émissions de GES pour les phases de vol des aéronefs (Landing and Take-Off ou LTO, voir §7.4.6) comptabilisées sur l'année 2015 :

	Polluant	Emissions Sources au sol	Emissions aéronefs	Total	Unité
ACIDIFICATION, EUTROPHISATION ET POLLUTION PHOTOCHIMIQUE	SO_2	142	17 863	18 005	kg
	NO_X	44 008	180 595	224 603	kg
	COVNM	39 641	19 639	59 281	kg
	CO	27 756	207 784	235 541	kg
	NH_3	191	0	191	kg
PARTICULES EN SUSPENSION	TSP	27 612	23 048	50 660	kg
	PM10	7 415	15 785	23 200	kg
	PM2,5	4 080	10 434	14 514	kg
	PM1	2 759	6 120	8 879	kg

Tableau 21 : Émissions de polluants pour l'ensemble des activités de l'EAP sur 2015.

En effet, nous considérons qu'une partie des émissions au sol sont déjà présentes dans les données d'ATMO-GE au format PCAET, dans d'autres secteurs (transport routier pour les engins au sol notamment).

L'intégration de ces données pour les aéronefs permet de dresser le bilan suivant :

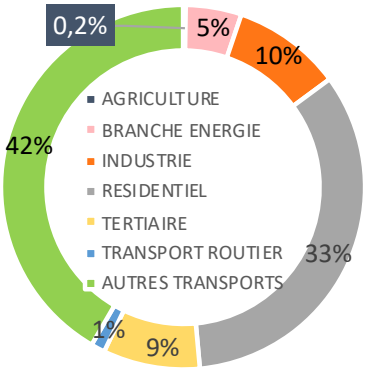
L'ensemble des émissions de polluants s'élève à **3 500 Tonnes en 2016** dont la part supplémentaire liée à la prise en compte de toutes les émissions du transport **aérien** est de 300 Tonnes.

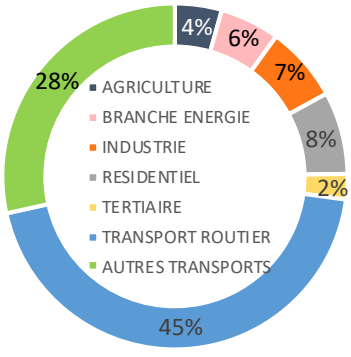
Elle est principalement constituée :

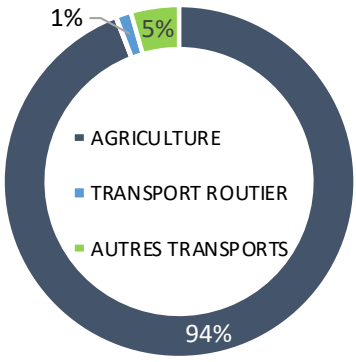
- par des **émissions de NOx** : le **secteur est le 2nd émetteur** (28%) après les transports routiers (45%) : les émissions de NOx de l'ensemble des transports représentent alors les trois-quarts des émissions de NOx du territoire de Saint-Louis Agglomération.
- par des émissions de **dioxyde de souffre** : le **secteur devient le premier contributeur** avec 42% des émissions totales de SLA, devant le secteur résidentiel (33%),
- par des émissions de **particules** (PM10 et 2,5) : le **secteur aérien pèse** alors **autant** que le secteur du transport routier (10% des émissions globales),
- par des **émissions d'ammoniac** : même si celles-ci restent faibles comparées à celles émises par le secteur de l'agriculture, le transport aérien génère alors **5% des émissions** totales de SLA.

La prise en compte de toutes les émissions de polluants du secteur aérien

est donc significative car elle modifie notablement la hiérarchie des secteurs dans les émissions de SO_2 et de NOx principalement.







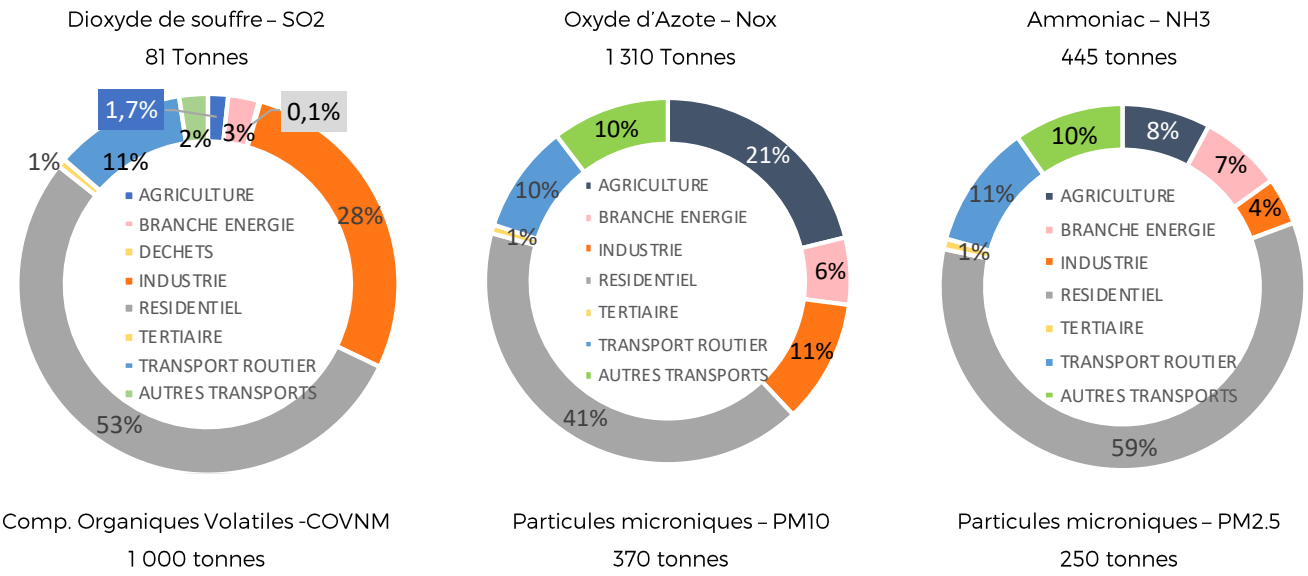


Figure 78 : répartitions des émissions de polluants par secteur et pour chaque type de polluants retenus dans le PCAET

8.3.2 Analyse au sens strict de la méthodologie du PCAET

On présente sur les figures suivantes la répartition des émissions « tous polluants » par secteur et par source énergétique, en tonne et en % du total pour le territoire de Saint-Louis Agglomération en 2016.

Figure 79 : répartition des émissions tout polluants confondus par secteur (en haut à gauche) et par source énergétique (en haut à droite) et par type de polluants primaire (en bas) pour SLA en 2016. Source ATMO-GE, Chiffres Clé 2018

Le total 2016 est de 3217 tonnes de polluants émis sur le territoire, principalement par le secteur résidentiel (967 tonnes, 30% du total) et le transport routier (765 tonnes, 24% du total), en cohérence de leur poids prépondérant dans la consommation énergétique du territoire (resp. 34% et 25%, cf. §5.4).

Le secteur de l'agriculture occupe la 3ème place avec plus de 18% des émissions (592t), alors qu'il ne représente qu'un pourcent (1%) des consommations énergétiques finales : ses émissions de polluants sont principalement « hors énergie », et contribue de façon majoritaire à ce type d'émission qui génère plus d'un tiers des émissions du territoire en 2016 (cf. Figure 79, à droite).

Le secteur industriel « pèse » 13% des émissions total de polluants (429t) et le secteur des autres transport, 8,3% (269t). On rappelle ici que seules les émissions liées aux vols domestiques de l'EuroAirport sont comptabilisées, ce qui conduit à sous-estimer fortement les émissions réelles du trafic aérien sur le territoire (SO2, NOx et PM, cf. § précédent).

Les autres secteurs (branche énergie (4,5%, 144t), tertiaire (1,6%, 50t) et déchets (0,04%, 1t)) sont de plus faibles contributeurs.

Au global, l'usage des combustibles fossiles (produits pétroliers et gaz naturel) représentent quasi 40% des émissions de polluants (1253t). On note néanmoins que le bois énergie contribue à hauteur de 25% avec 810t émises en 2016, notamment au travers des émissions de COVNM, PM10 et surtout PM2,5.

Ces différents poids sectoriels et leur mix énergétique associé conduisent à ce que les polluants majoritairement émis sur le territoire soient les NOx et COVNM qui représentent, en masse, 2/3 des émissions totales (resp. 35% et 31%). On rappelle que ces deux polluants primaires se recombinent pour former l'ozone (O_3) qui est donc vraisemblablement une pollution locale présente sur le territoire (cf. § 8.5). Les PM représentent un peu moins de 20% (resp. 11 et 8% pour PM10 et 2,5) et le NH_3, principalement d'origine non énergétique, 13%. Le dioxyde de souffre (2%) est un polluant « en voie de disparition[7] » du fait des politiques d'incitations à la réduction des consommations de carburant fortement émetteurs (fioul domestique, charbon) et la quasi-absence de viticulture sur le territoire.

[7] *Il faut cependant garder à l'esprit que les émissions de polluants du trafic aérien sont des contributeurs importants en SO2 et que le qualificatif « en voie de disparition » ne peut pas réellement s'appliquer si l'on tient compte de toutes les émissions de l'EAP.*

8.4 Bilan des émissions 2016 par type de polluants primaires

8.4.1 Le Dixoyde de Souffre – SO_2

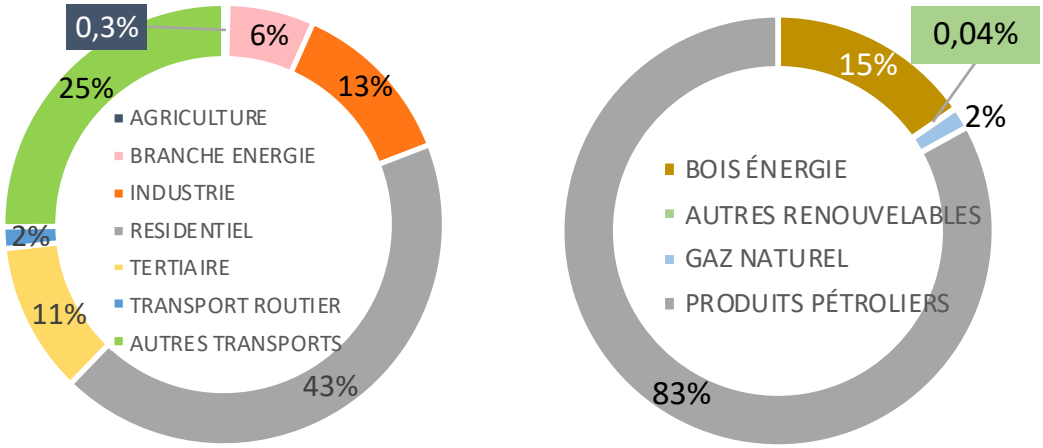


Figure 80 : répartition des émissions de dioxyde de souffre de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016

Le dioxyde de souffre (**6% des émissions totale de 2016**) est principalement émis par le secteur **résidentiel** et les **autres transports** (68% des émissions de SO2 en 2016) via l'utilisation de produits pétroliers, principalement, mais également du **bois énergie** : il est responsable de 15% des émissions de SO_2 en 2016.

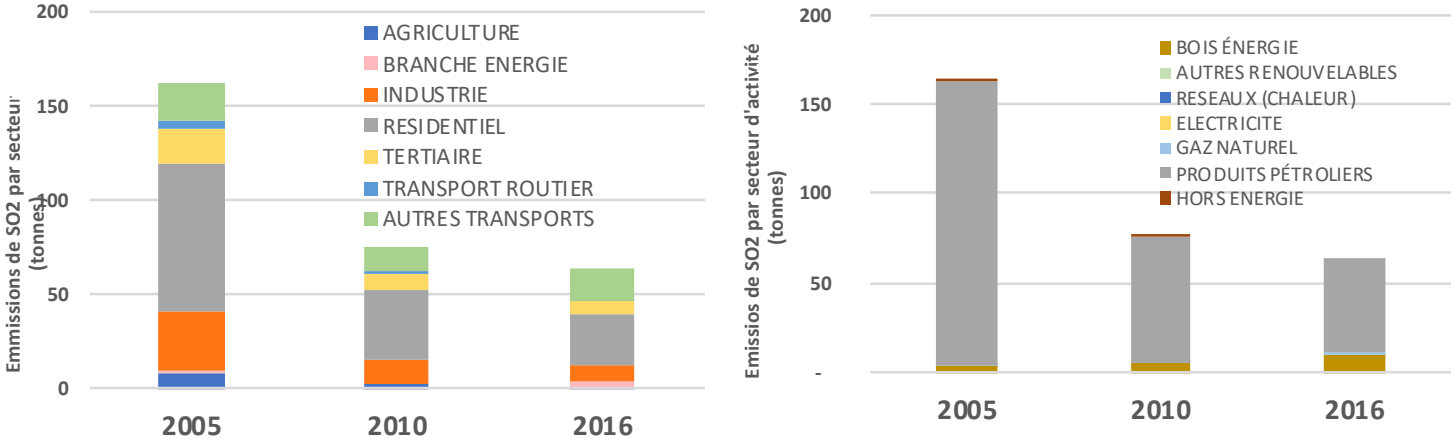


Figure 81 : évolution des émissions de SO_2 du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.

Les émissions du territoire ont fortement **réduit depuis 2005** : **-61%**, mais on constate un **ralentissement depuis 2010** (-17% en 2016) avec une **augmentation** pour les secteurs de la branche énergie et notamment des **autres transports**.

8.4.2 Les oxyde d'azote – NOx

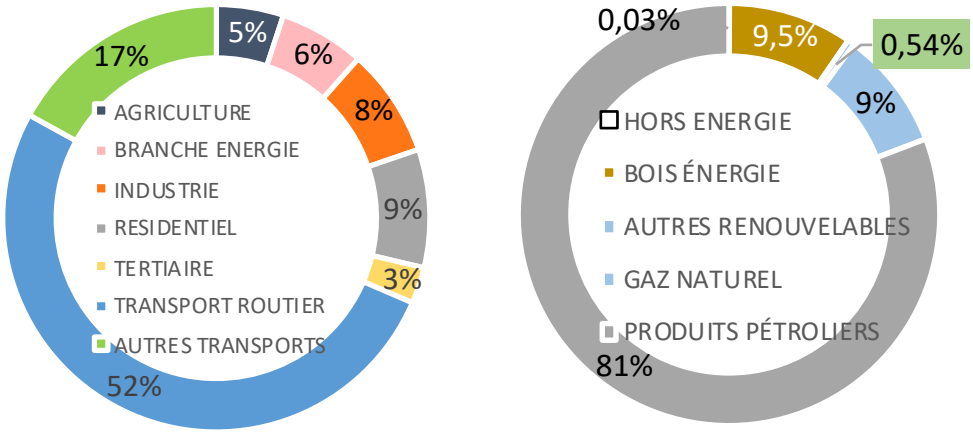


Figure 82 : répartition des émissions d'oxyde d'azote de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016

Les émissions d'oxyde d'azote sont principalement induites par le **secteur du transport**, routier principalement (52% des émissions en 2016) et non routier (17% des émissions). Les autres secteurs ne représentent qu'au maximum 9% des émissions (résidentiel). Ces émissions sont principalement dues à la **combustion des produits pétroliers** (81% des émissions de NOx), et pour 10% chacun, par le gaz naturel et le bois énergie.

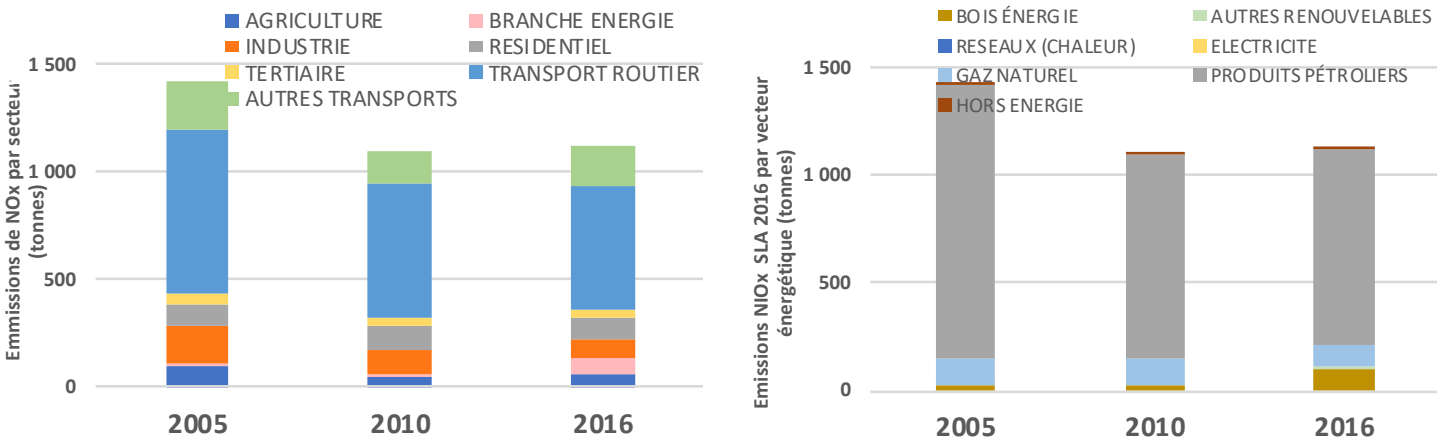


Figure 83 : évolution des émissions de NOx_2 du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.

Les émissions du territoire se sont **réduites depuis 2005 : -21%**, mais on constate une **reprise à la hausse depuis 2010** (+2% en 2016 vs 2010) avec une augmentation pour les secteurs de la branche énergie notamment et des autres transports.

8.4.3 L'ammoniac – NH_3

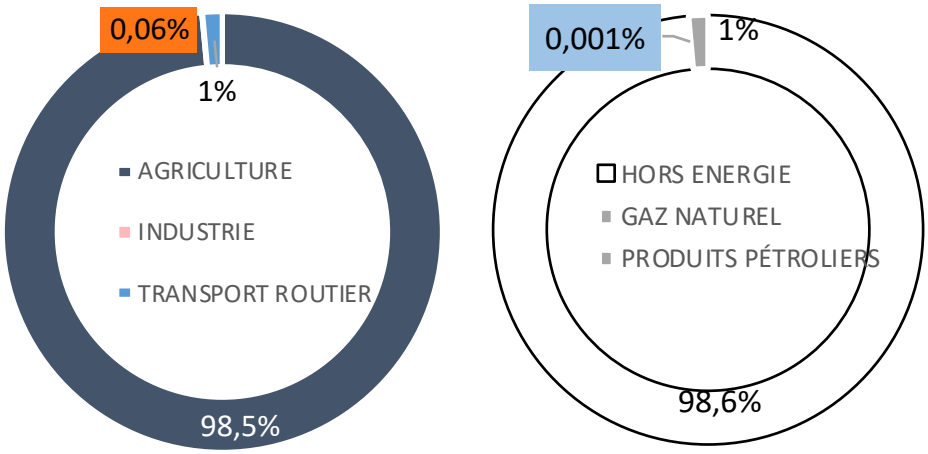


Figure 84 : répartition des émissions d'oxyde d'azote de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016

Les émissions de NH_3 sont **quasiment intégralement** induites par le secteur de l'**agriculture** (98,5%). Ces émissions sont principalement dues aux **pratiques agricoles** et à l'utilisation d'**engrais minéraux azotés** en forte augmentation sur le territoire depuis 2005. Les **émissions de NH_3** sont donc liées à des procédés **hors énergie**.

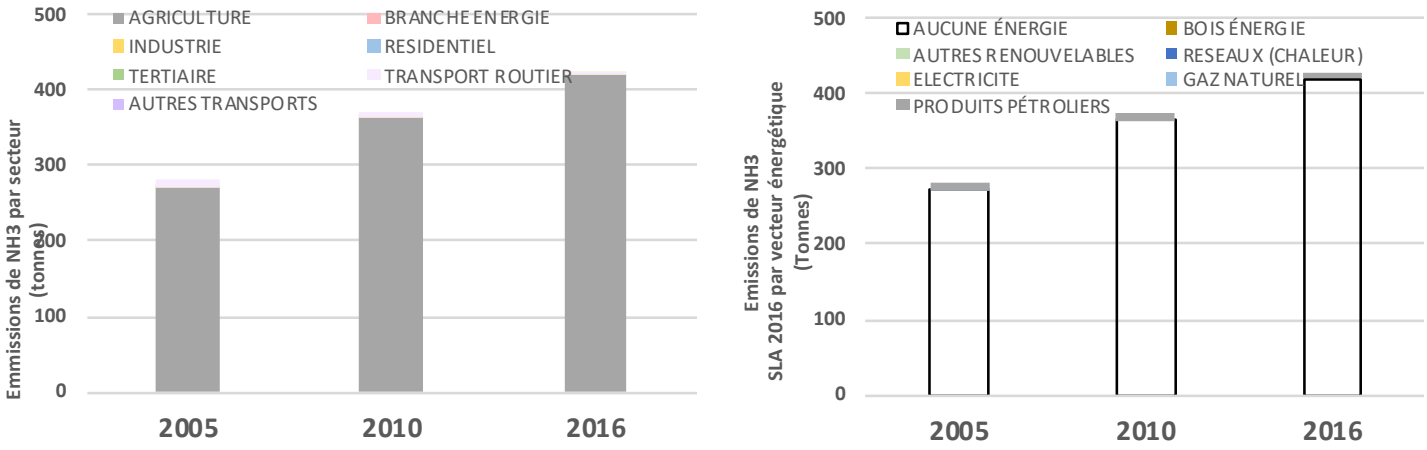


Figure 85 : évolution des émissions de NH3 du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.

Les émissions du territoire ont **augmenté depuis 2005 : +55%**, avec une poursuite à la hausse depuis 2010 (+16% en 2016 vs 2010). Les émissions d'ammoniac liées aux pratiques agricoles (engrais minéraux) progressent de façon continue depuis 2013.

8.4.4 Les composés organiques volatils non méthaniques – COVNM

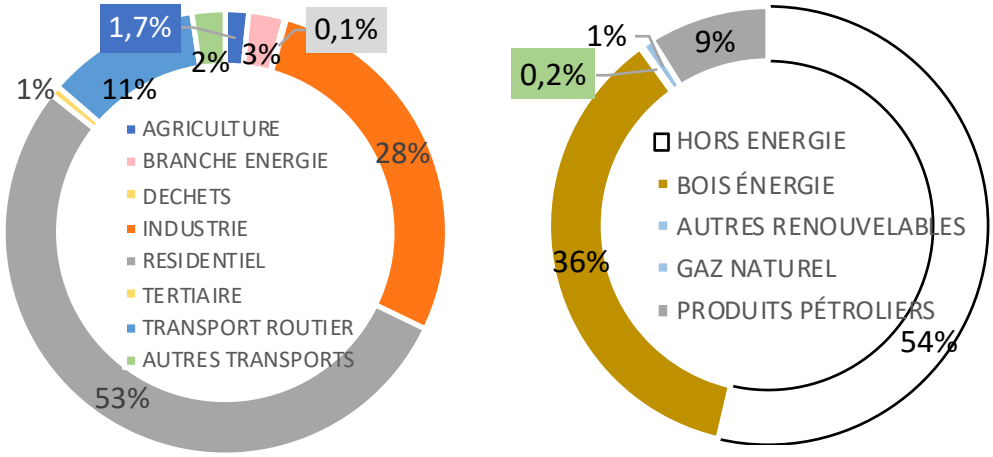


Figure 86 : répartition des émissions de composés organiques volatils de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016

Les émissions COVNM sont induites principalement par le secteur **résidentiel** (**58%** des émissions 2016) et l'**industrie** (28% des émissions). Le secteur du transport routier pèse également pour 11% des émissions. Les autres secteurs sont de plus faibles émetteurs. Ces émissions sont principalement dues aux **procédés hors énergie** (54%, bâtiment/résidentiel) mais également à l'**usage du bois** comme énergie (36% de émissions de COV). Les hydrocarbures sont de faibles émetteurs de COV (10%).

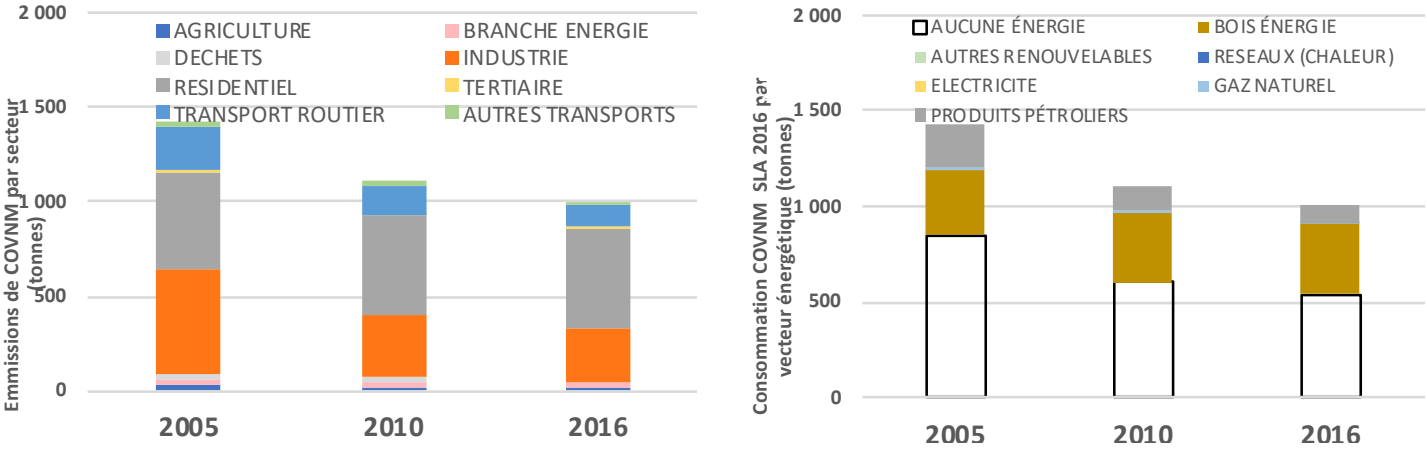


Figure 87 : évolution des émissions de COVNM du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.

Les émissions du territoire ont **baissé depuis 2005 : -30%**, avec une poursuite à la baisse depuis 2010 (-10% en 2016 vs 2010). Elles se sont principalement réduites grâce à la baisse de l'usage des produits pétrolier et dans les procédés hors énergie, notamment pour le secteur de l'**industrie**. La part liée au bois énergie n'a, elle, pas baissé et même légèrement augmenté (+8% depuis 2005), comme pour celle du secteur résidentiel (+5% vs. 2005).

8.4.5 Les particules microniques – PM10 et 2,5

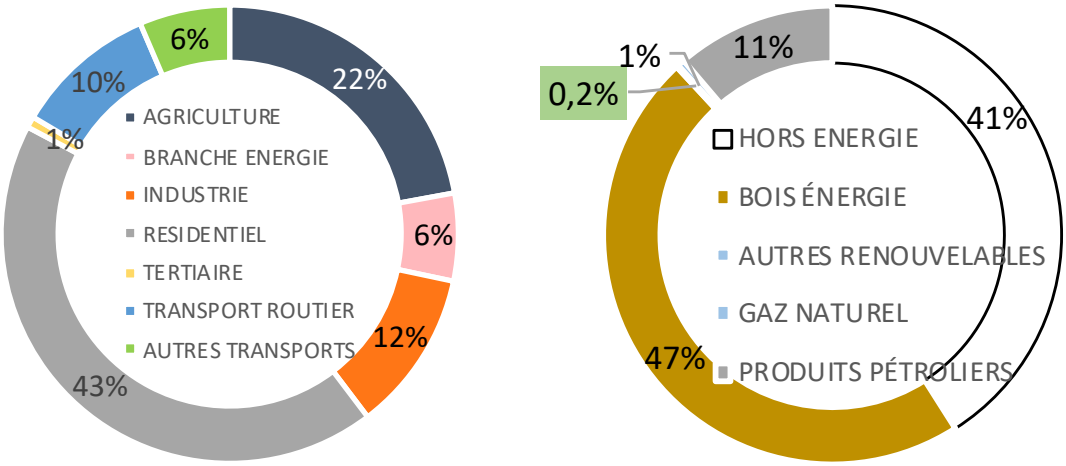


Figure 88 : répartition des émissions de particules microniques <10µm de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016

Les émissions **PM10** sont induites principalement par le secteur **résidentiel** (**43%** des émissions 2016) et l'**agriculture** (22% des émissions). Les secteurs du transport routier et de l'industrie émettent environs 10% chacun du total sur 2016, les autres secteurs étant de plus faibles contributeurs. Ces émissions sont dues à **parts égales** à l'utilisation du **bois énergie** comme mode de chauffage (résidentiel) et aux **procédés hors énergies** (industrie, agriculture). Les produits pétroliers contribuent à hauteur de 11% des émissions totales de PM10.

Pour les **particules fines** (PM2,5), la **part du résidentiel** et encore **plus marquée** (**62%** des émissions), toujours liées à l'utilisation du bois comme mode de chauffage. Les émissions des autres secteurs et hors énergies sont réduites p.r.au bilan des PM10 et la **part des produits pétrolier** est **augmentée** (16%).

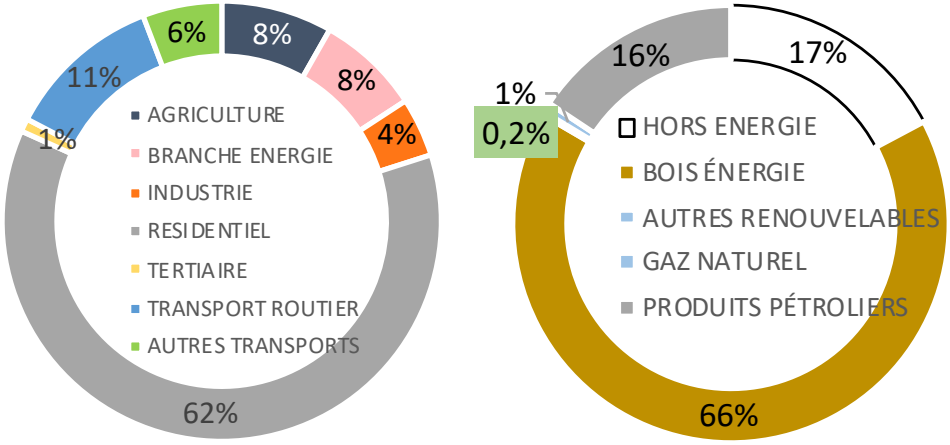


Figure 89 : répartition des émissions de particules microniques <2,5µm de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016

Si les émissions 2016 sont stables (PM10) ou en légère baisse (-2%, PM2,5) comparées à 2005, elles sont en **légère augmentation depuis 2010** : +2,1% et +3%.

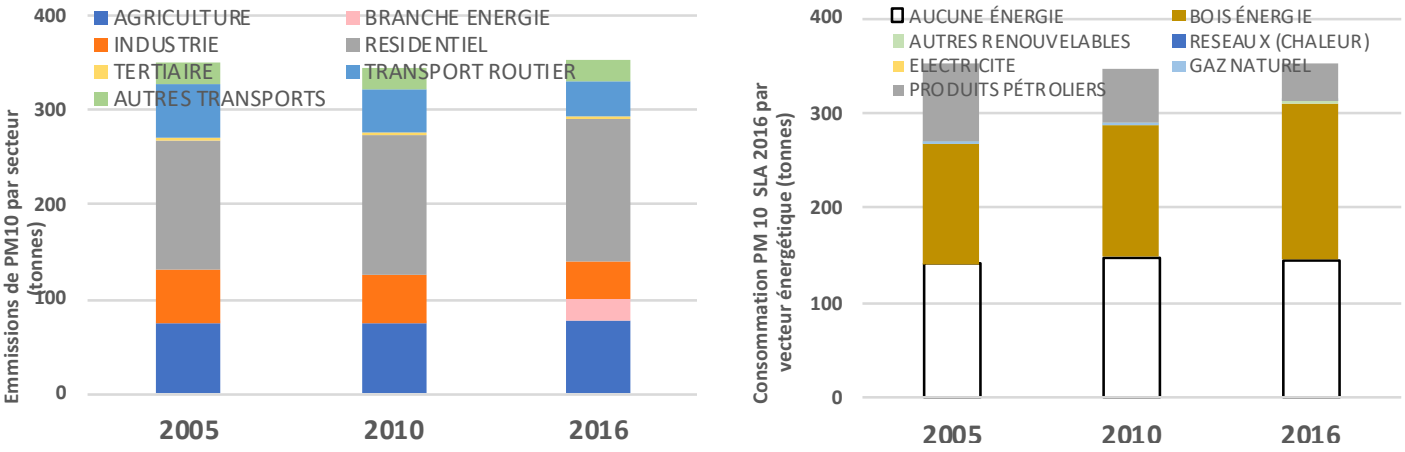


Figure 90 : évolution des émissions de PM10 du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.

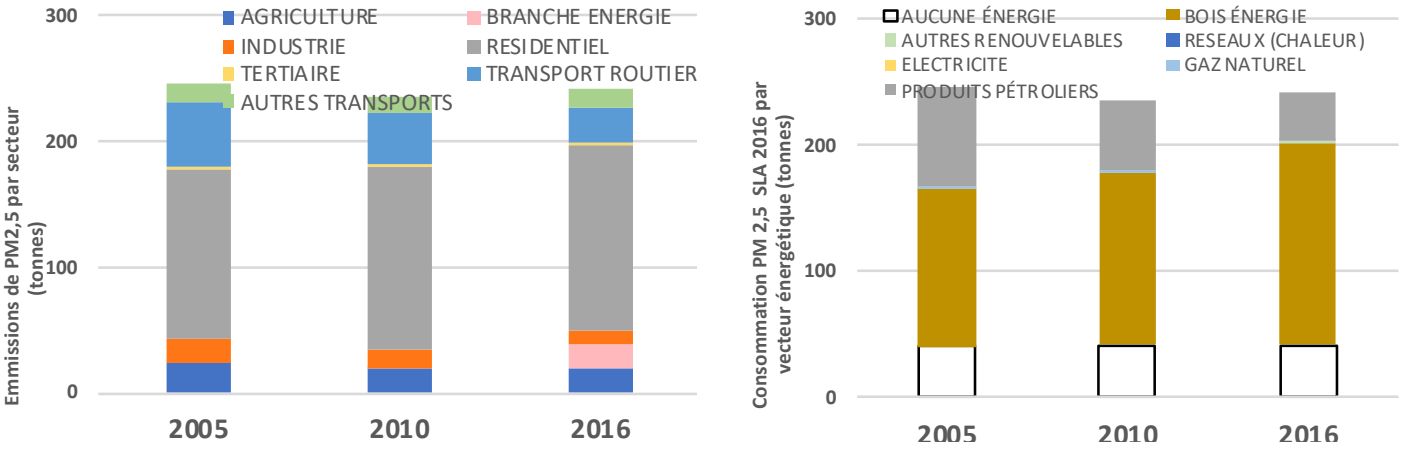


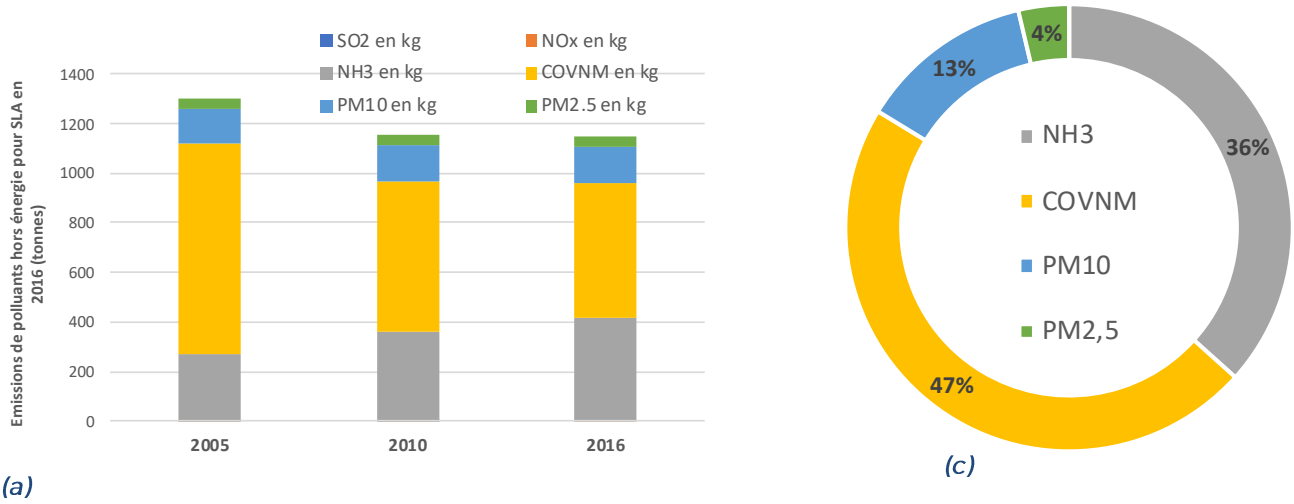
Figure 91 : évolution des émissions de PM2,5 du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.

Ces augmentations sont portées par **l'intensification de l'usage du bois énergie**, pour toutes les PM, qui compense la baisse des émissions liées aux produits pétroliers, alors que celle liée aux procédés hors énergie reste stable.

8.4.6 Focus sur les émissions de polluants hors énergie

Les analyses précédentes ont montré que **les émissions de polluants des procédés hors énergie** étaient **loin d'être négligeables** sur le territoire de Saint-Louis Agglomération. Elles **représentent plus du tiers (1 100 t environs) des émissions totales de polluants du territoire**.

La Figure 92 met en évidence que les émissions hors énergies sont **dominées par les émissions de Composés Organiques Volatiles (47%) et d'ammoniac (36%).** Ces émissions hors énergie représentent notamment **54% des émissions totales de COVNM** et quasiment **l'intégralité des émissions de NH_3.** Les reste des émissions est composé des émissions particulaires PM10 (13%) et 2,5 (4%).



	SO2	Nox	NH3	COVNM	PM10	PM2,5
ol. 2005-2016 [% 2005]	-100%	-70%	55%	-36%	3%	3%
ol. 2010-2016 [% 2010]	-100%	-11%	15%	-10%	-2%	1%
2016 - % vs Global SLA	0,00%	0,03%	98,55%	53,66%	40,97%	17,24%

(b)

Figure 92 : Emmissions de polluants hors énergie – (a) évolution des émissions brutes par type de polluant- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission hors énergie dans le global SLA en 2016- (c) répartition des émissions 2016 suivants les types de polluants.

Depuis 2005, **ces émissions hors énergie ont toutes diminuées**, parfois très fortement (disparition des émissions du dioxyde de souffre, -36% de COVNM) ou plus faiblement (PM10 et 2,5) **sauf pour les émissions d'ammoniac qui ont fortement progressé de 55%.** Ces émissions de NH_3 sont intégralement dues au secteur de l'**agriculture**.

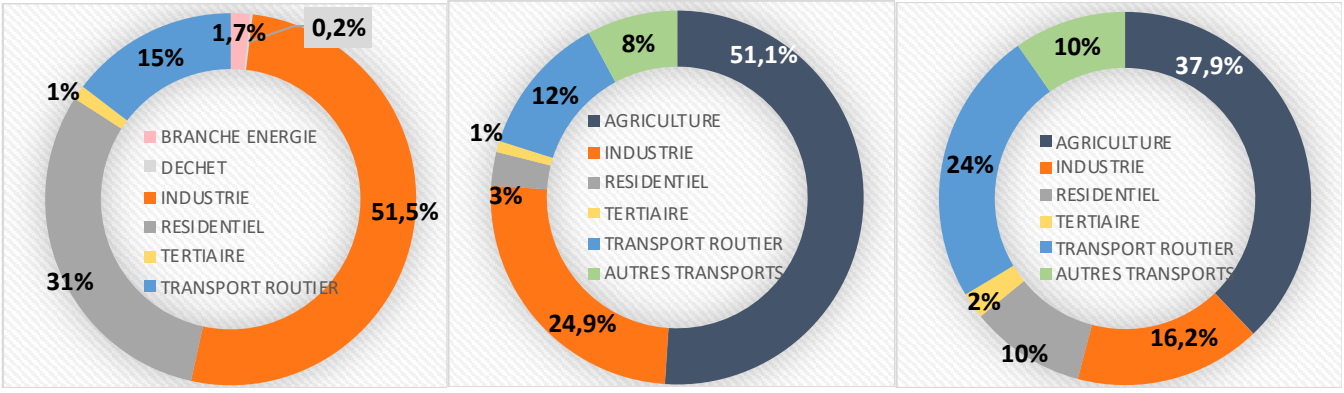


Figure 93 : répartition des émissions hors énergie de COVNM (à gauche), de PM 10 (au centre) et de PM 2,5 (à droite) pour les différents secteurs d'activité. Source ATMO-GE 2016.

Plus de 80% des émissions hors énergie de **COVNM** sont **générées par l'industrie et le secteur résidentiel** (resp. 51 et 31%, cf. Figure 93, à gauche).

Les émissions de **PM 10 sont générées à 86% par le secteur de l'agriculture et de l'industrie**, alors que les **PM 2,5 sont générées majoritairement par l'agriculture, le transport routier** et dans une moindre mesure l'industrie.

8.5 Les concentrations de polluants relevées sur le territoire de SLA

La qualité de l'air dépend de 2 facteurs distincts :

1. De la « pollution de fond », qui résulte des polluants émis par des sites éloignés et des conditions météorologiques plus ou moins propices à leur dissipation,
2. De la « pollution de proximité », qui dépend des sources émettrices proches.

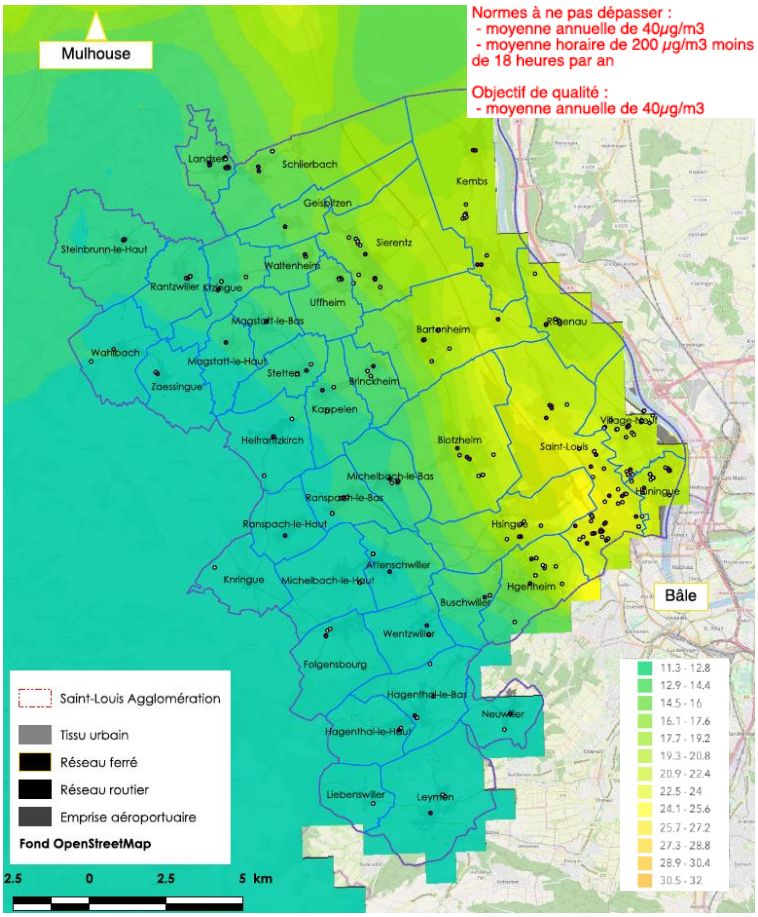
Le réseau de l'Association pour la Surveillance et l'Étude de la Pollution Atmosphérique en Alsace (ASPA) dispose, depuis 1989, d'une station de mesure localisée à Village-Neuf à proximité de la piscine. Cette station relève d'une typologie périurbaine selon la classification de l'ASPA.

Ces mesures permettent de vérifier le non-dépassement des valeurs limites définis par les décrets 2010-1250 transposant en droit français la directive européenne 2008/50/CE :

- Sur l'année 2015 (source EIE du SCOT), les concentrations en oxydes d'azote mesurées sont restées inférieures aux normes limites à ne pas dépasser puisque le maximum horaire enregistré a été de 107 µg/m3. Les seuils de recommandation et d'alerte concernent des concentrations dépassant les 200µg/m3. Depuis 1996, une diminution globale des concentrations de NO_2 est observable au droit de la station.
- Pour l'ozone, le seuil de recommandation et d'information (de 180 µg/m^3) a été atteint 4 fois. Le seuil d'alerte (240 µg/m^3 sur une heure) n'a pas été dépassé au cours de l'année. Depuis 1996, les concentrations moyennes annuelles en ozone enregistrées par la station semblent constantes,
- Pour les PM10, le nombre de jours avec une concentration moyenne journalière supérieur à 50µg/m3 de particules a été de 8 ; selon les normes, ce nombre doit rester en dessous de 25. La moyenne annuelle est restée inférieure à la valeur limite de 40 µg/m3. Depuis, 1999, les moyennes annuelles de concentrations en particules fines de diamètre inférieur à 10 micromètres (PM10) a varié d'année en année. Les valeurs maximales ont été atteintes entre 2007 et 2010 ; en 2007, la limite des 25 jours dépassant 50 µg/m3 avait été atteinte.

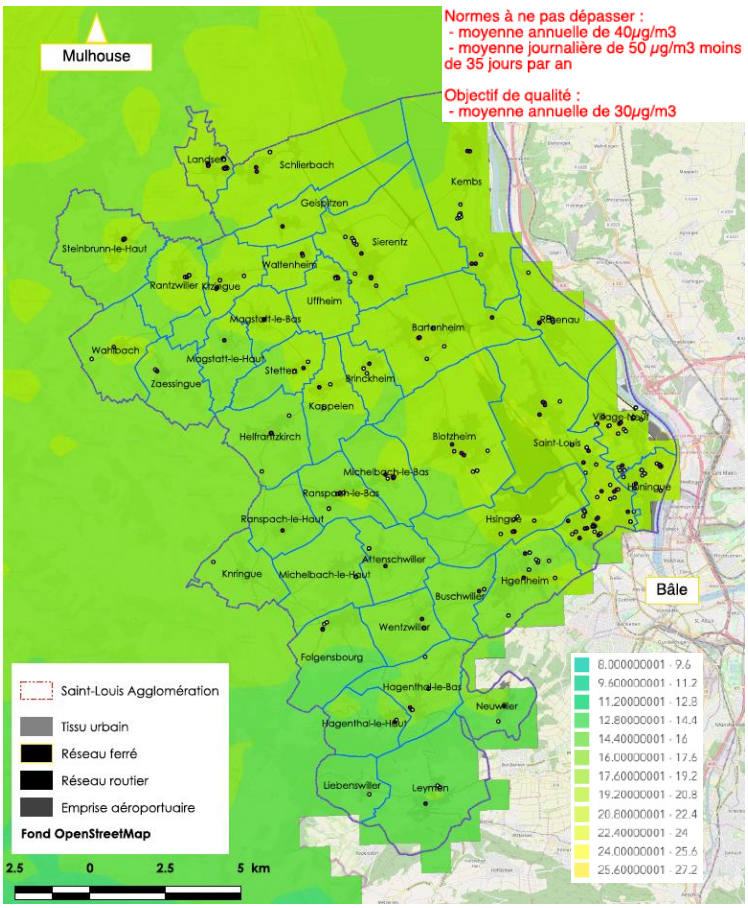
Pour illustration, les cartes des concentrations annuelles en Dioxyde d'Azote et PM10 pour l'année 2017 sont présentées sur la Figure 94.

Le territoire est donc concerné principalement par le dépassement des seuils pour les PM10 et l'ozone.



NO_2

Figure 94 : : Distribution des concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO_2) en haut et de particules <10µm (en bas relevées sur l'année 2017 pour SLA. Sources : données ATMO, maille de 1km.



PM10

Tableau récapitulatif des émissions des polluants atmosphériques par secteurs d'activité et par type de polluants en 2016 sur le territoire de l'agglomération

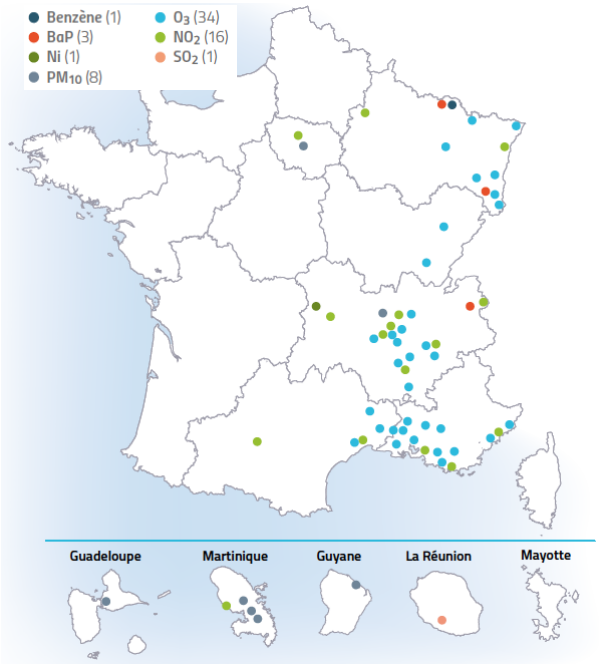
		TYPE DE POLLUANTS en tonnes					
		Particules PM10	Particules PM2.5	Oxydes d'azote	Dioxyde de soufre	COVNM	Ammoniac
SECTEURS D'ACTIVITÉS	Industrie	40,3	18,4	92,6	7,9	277,9	0,2
	Branche énergie	21,8	10,5	73,3	4	26,4	0,0
	Résidentiel	152,1	149,0	100,9	27,3	537,3	0,0
	Tertiaire	2,8	2,3	30,9	7,0	7,4	0,0

	Agricole	78,1	19,8	57,5	0,2	17,1	419,3
	Transport Routier	35,6	27,8	581,8	1,0	112,3	6,2
	Autres Transports (aérien)	22,6*	14,1*	191,6*	15,9*	24,3*	0,0
	Déchets	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0

* : le secteur « autres transports », inclue l'aérien mais ne prend pas en compte les émissions des vols non-domestiques, c'est-à-dire tous les vols décollant de la zone suisse de l'aéroport.

Les secteurs à enjeux pour la réduction des émissions de polluants sont : le résidentiel pour 4 des 6 polluants étudiés, l'agriculture pour l'ammoniac, les transports routiers et aériens pour les oxydes d'azote et dioxyde de soufre.

8.6 Les potentiels de réduction des émissions de polluants



Malgré une amélioration progressive de la qualité de l'air, les normes sanitaires fixées par la directive 2008/50/CE restent dépassées dans de très nombreuses agglomérations.

La carte ci-contre montre les agglomérations présentant des dépassements en 2015.

D'après les recommandations de l'OMS, 92% de la population française est exposée à des concentrations de particules fines PM2.5 excessives.

La France fait l'objet de deux avis motivés de la Commission européenne pour non-respect des valeurs limites en particules fines et dioxyde d'azote, et insuffisance des plans d'action contre la pollution atmosphérique.

La réduction de la pollution atmosphérique est un enjeu sanitaire majeur : la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV, article 64) a introduit l'élaboration d'un Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA) afin de protéger la population et l'environnement. Il est défini par l'article L.229-9 du Code de l'Environnement.

Les objectifs de réduction ont été fixés par le décret n°2017-949 du 10 Mai 2017 (Code de l'environnement article D222-37 à 40).

POLLUANT	À partir de 2020	À partir de 2030
Dioxyde de soufre (SO_2)	- 55 %	- 77 %
Oxydes d'azote (NOx)	- 50 %	- 69 %
Composés organiques volatils (COVNM)	- 43 %	- 52 %
Ammoniac (NH_3)	- 4 %	- 13 %
Particules fines ($PM_{2,5}$)	- 27 %	- 57 %

Evolution des émissions de SO2	var. 2005-2016	Var 2010-2016
Total	-61%	-17%
Evolution des émissions de Nox	var. 2005-2016	Var 2010-2016
Total	-21%	-1%
Evolution des émissions de NH3	var. 2005-2016	Var 2010-2016
Total	5%	1%
émissions de COVNM	var. 2005-2016	Var 2010-2016
Total	-30%	-10%
Evolution des émissions de PM10	var. 2005-2016	Var 2010-2016
Total	0%	2%
émissions de PM2,5	var. 2005-2016	Var 2010-2016
Total	-2%	3%

Tableau 22 : objectifs déposés par la France pour la réduction des émissions de polluants atmosphériques aux horizon 2020 et 2030 (PREPA) et comparaison avec les évolutions relevées sur le territoire de SLA sur les périodes 2005-2016 et 2010-2016.

En les confrontant aux évolutions relevées depuis 2005 et 2010 sur le territoire comme présenté dans le tableau ci-dessus, on constate :

- Que l'objectif du PREPA pour la réduction de dioxyde de soufre n'a pas été atteint, sans compter les émissions du trafic aérien international de l'EuroAirport.

- Qu'ils sont proches d'être atteints pour les COVNM, même si la dynamique de réduction semble s'essouffler sur la période 2010-2016. Les pistes de réductions sont situées dans les secteurs les plus émetteurs : le résidentiel et l'industrie.

- Qu'ils seront difficilement atteints pour les oxydes d'azote et les particules PM 10 et 2,5. Pour les oxydes d'azote, le potentiel de réduction est à rechercher dans le secteur du transport routier visant à diminuer la consommation énergétique du secteur et substituer les carburants fossiles par d'autres vecteurs énergétiques (électricité, bio carburant, bio GNV, hydrogène). Pour les particules, le secteur résidentiel constitue la principale source avec notamment les émissions issues du chauffage au bois-énergie. Les pistes d'amélioration sont : l'installation de système de chauffage plus performant, avec des filtres adaptés sur les cheminées. Dans ce domaine, il faut veiller à ce que les actions contribuant au développement des énergies renouvelables (bois-énergie) et à la diminution des émissions de gaz à effet de serre ne soient pas défavorables à la qualité de l'air. Une autre piste est également de favoriser le développement de réseaux de chaleur bois dans les communes, avec une chaufferie centralisée dans laquelle les fumées sont traitées. Dans le secteur agricole, il s'agit de participer à la lutte contre le brûlage de déchets verts en plein

air, de proposer des filières alternatives au niveau des collectivités locales (déchèteries, compostage, ...).

- Qu'ils ne seront pas atteints pour les émissions d'ammoniac. Ces émissions sont très majoritairement issues du secteur agricole. Un partenariat avec la chambre d'agriculture et les agriculteurs du territoire est opportun pour engager une démarche d'amélioration des pratiques.

Les potentiels de réduction des émissions de polluants que la collectivité devra développer sont :

		Particules PM10	Particules PM2.5	Oxydes d'azote	Dioxyde de soufre	COVNM	Ammoniac
SECTEURS DACTIVITÉS	Industrie			Travailler sur les procédés utilisant la combustion de combustibles d'origine fossile		Limiter les émissions d'origine non énergétique : solvants, peintures, avec une adaptation de la composition de ces produits	
	Branche énergie	21,8	10,5	73,3	4	26,4	

	Résidentiel	152,1	149,0	100,9	Substitution des dispositifs de chauffage au fioul, notamment dans le secteur résidentiel	537,3	
	Tertiaire	2,8	2,3	30,9	7,0	7,4	
	Agricole	78,1	19,8	57,5	0,2	17,1	Substitution des fertilisants minéraux les plus émetteurs par des formes d'engrais azotés moins émissives, adaptation des pratiques et des modalités d'apport, réduire la volatilisation de l'ammoniac provenant des effluents d'élevage en tenant compte des contraintes d'organisation du travail, des réglementations européennes, des aléas climatiques et des impératifs agronomiques.
	Transport Routier	35,6	27,8	581,8	1,0	112,3	
	Autres Transports (aérien)	22,6*	14,1*	191,6*	15,9*	24,3*	
	Déchets	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	

9 Estimation de la séquestration nette de CO_2 et de son potentiel de développement

9.1 Introduction

À l'échelle de la planète, **les réservoirs de carbone sont nombreux et diversifiés**. Les échanges entre le carbone, stocké sur terre sous formes variées, et l'atmosphère répondent à des temporalités différentes bien qu'ils soient en étroite interaction.

Le **carbone stocké dans des roches sédimentaires** (le calcaire notamment) constitue de très loin le **réservoir le plus important**. Les processus de recyclage du carbone organique par l'intermédiaire des roches sédimentaires s'établissent sur des centaines de millions d'années (comme la formation des hydrocarbures).

A l'inverse, pour le **cycle court**, les processus s'étalent sur des temps inférieurs au siècle. Il s'agit des **échanges entre la biosphère et l'atmosphère à travers la photosynthèse**, la respiration et la fermentation. Ce cycle court qui implique la biomasse, les océans de surface et les sols est présenté ici puisqu'il **permet de capturer une partie des émissions de CO_2 d'origine anthropique**.

En ce qui concerne l'écosystème terrestre, les végétaux absorbent, au fur et à mesure de leur croissance, du CO_2 atmosphérique par photosynthèse. Celui-ci est alors emmagasiné dans les feuillages, les tissus ligneux (le tronc et les tiges) et les systèmes racinaires. Le carbone contenu dans **les sols, qui constituent le plus grand réservoir terrestre de carbone organique**, provient de la décomposition des végétaux.

Les activités humaines et **le changement climatique** qu'elles induisent sont susceptibles d'avoir des **conséquences sur les capacités de stockage du carbone** dans les milieux naturels terrestres, notamment :

- Par la **modification de l'usage des sols** :
  - Déforestation, urbanisation, mise en exploitation de terres naturelles, … entraînant des émissions immédiates et/ou progressives du carbone précédemment stocké dans ces milieux ;
  - ou, inversement, naturalisation d'espaces urbains et agricoles avec l'accumulation de carbone supplémentaire dans la biomasse, les sols et la litière ;
- Par l'accélération de la décomposition de la matière organique et **le relargage du carbone contenu dans les sols**, avec certaines pratiques agricoles et sylvicoles : pâturage intensif et piétinement, tassement des sols lors du passage des engins, labour, utilisation de fertilisant.

L'objectif de ce chapitre est d'**évaluer** la **capacité de séquestration nette de carbone** (exprimée en tonnes de CO2e) par la végétation (spontanée ou cultivée) et par les sols sur le territoire de Saint-Louis Agglomération.

Les données présentées dans ce chapitre ont été produites en utilisant **l'outil ALDO** réalisé par l'**ADEME** dans sa version d'octobre 2018.

9.2 Une estimation des stocks de carbone du territoire

L'état initial des stocks dans le territoire montre la répartition du carbone séquestré dans le territoire en fonction de l'occupation des sols et dans les produits-bois utilisés par les habitants locaux.

9.2.1 L'occupation des sols

Les réserves de carbone sont estimées à partir de la **base de données géographiques sur l'occupation des sols en Alsace** (Bd OCS) pour **l'année 2012**.

L'outil ALDO fournit des stocks de référence par type d'occupation du sol. Ces valeurs de référence ont été établies par l'ADEME, par grande zone géographique, en fonction du carbone contenu dans la biomasse vivante (aérienne et racinaire), dans le sol et dans la litière[8].

Ainsi, pour chaque type de milieu, le carbone emmagasiné correspond au produit de sa superficie totale et de son stock de référence.

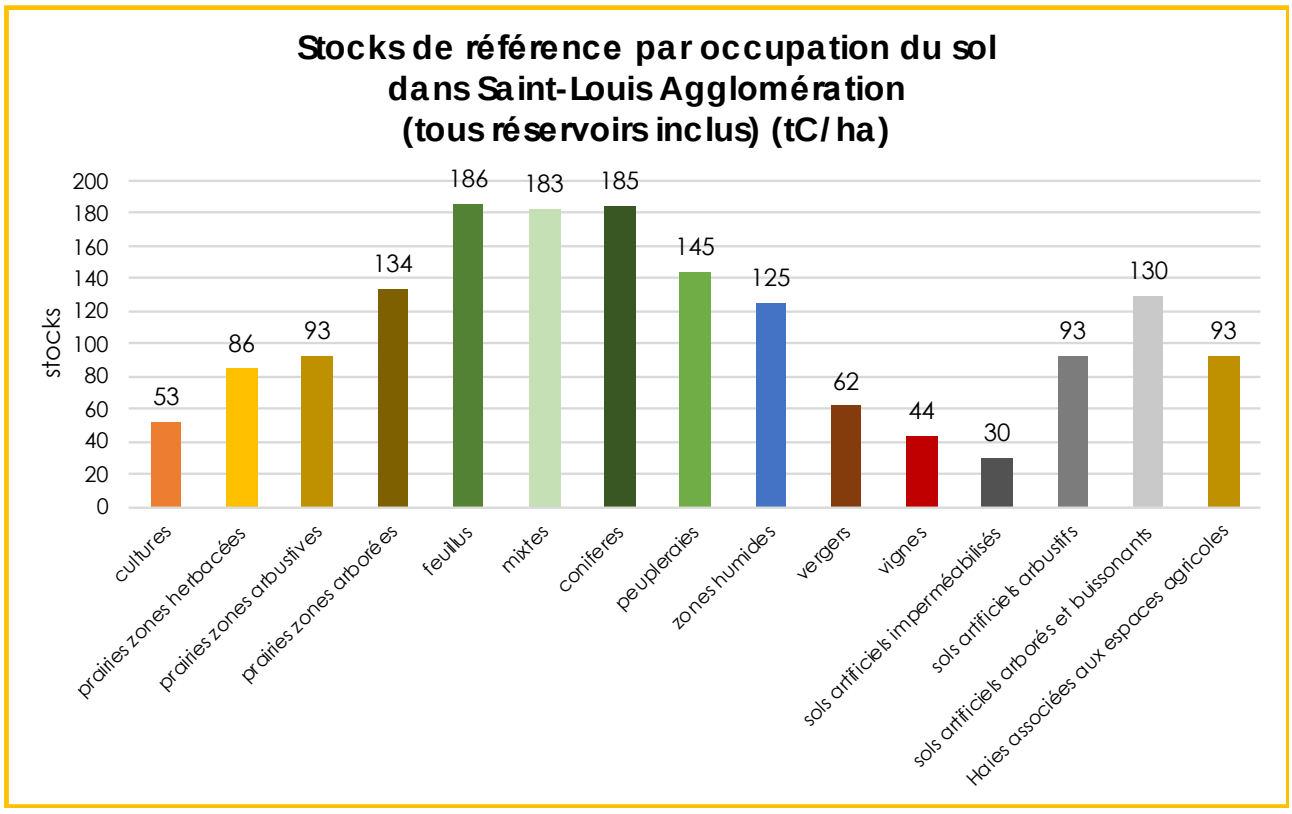


Figure 95 : état des réservoirs carbone en fonction du type d'occupation des sols (Base de données OCS) pour l'année 2012

[8] *Différentes ressources, prenant plus ou moins en compte le contexte local, ont été mobilisées pour modéliser ces valeurs de référence : celles-ci sont indiquées dans la notice technique de l'outil ALDO.*

Au total, sur le territoire de Saint-Louis Agglomération, un stock de 2 292 kilotonnes de carbone (correspondant à l'équivalent de 8 403 kt CO_2) est emmagasiné dans le sol, dans la biomasse vivante, et dans la litière. Le sol est le premier réservoir avec plus des deux tiers de ce carbone (71%) ; suivent la biomasse vivante (27%) et la litière (seulement 2%).

En fonction de l'occupation des sols, les stocks de carbone se répartissent entre **quatre principaux réservoirs** :

1. Les forêts de feuillus avec près de la moitié du carbone (**48%**), alors que celles-ci couvrent moins d'un quart du territoire (environ 5 930 ha soit 22% de la superficie de SLA) ;
2. Les terres cultivées avec un peu plus du quart du carbone (**28%**), principalement en raison de l'importance de leur étendue sur le territoire (environ 12 060 ha, soit 48% de la superficie de SLA) ;
3. Les prairies avec **un dixième** du carbone pour une emprise territoriale de proportion similaire (environ 2 600 ha, soit 10% de la superficie de SLA) ;
4. Les sols artificiels où le stock de carbone (environ **8%**) est 2 fois moindre par comparaison à la surface qu'ils représentent (environ 4 313 ha, soit 16% de la superficie de SLA).

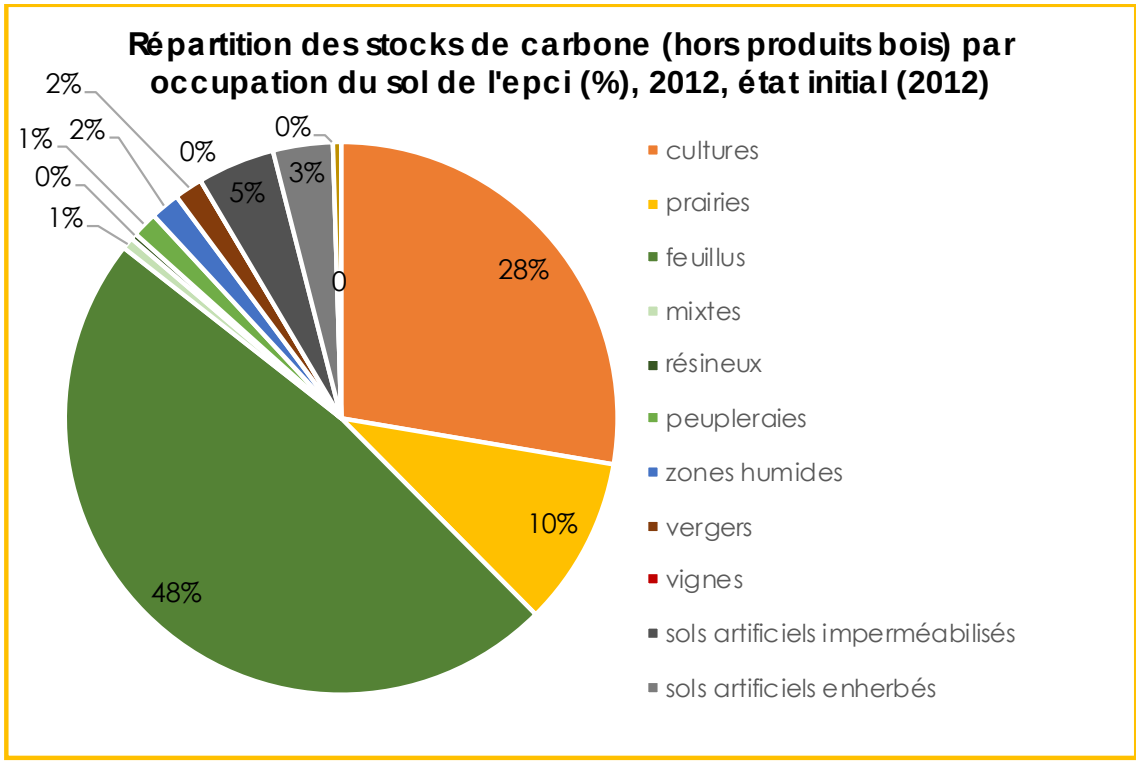


Figure 96 : répartition des stocks de carbone par type d'occupation des sols de l'EPCI (Base de données OCS) pour l'année 2012

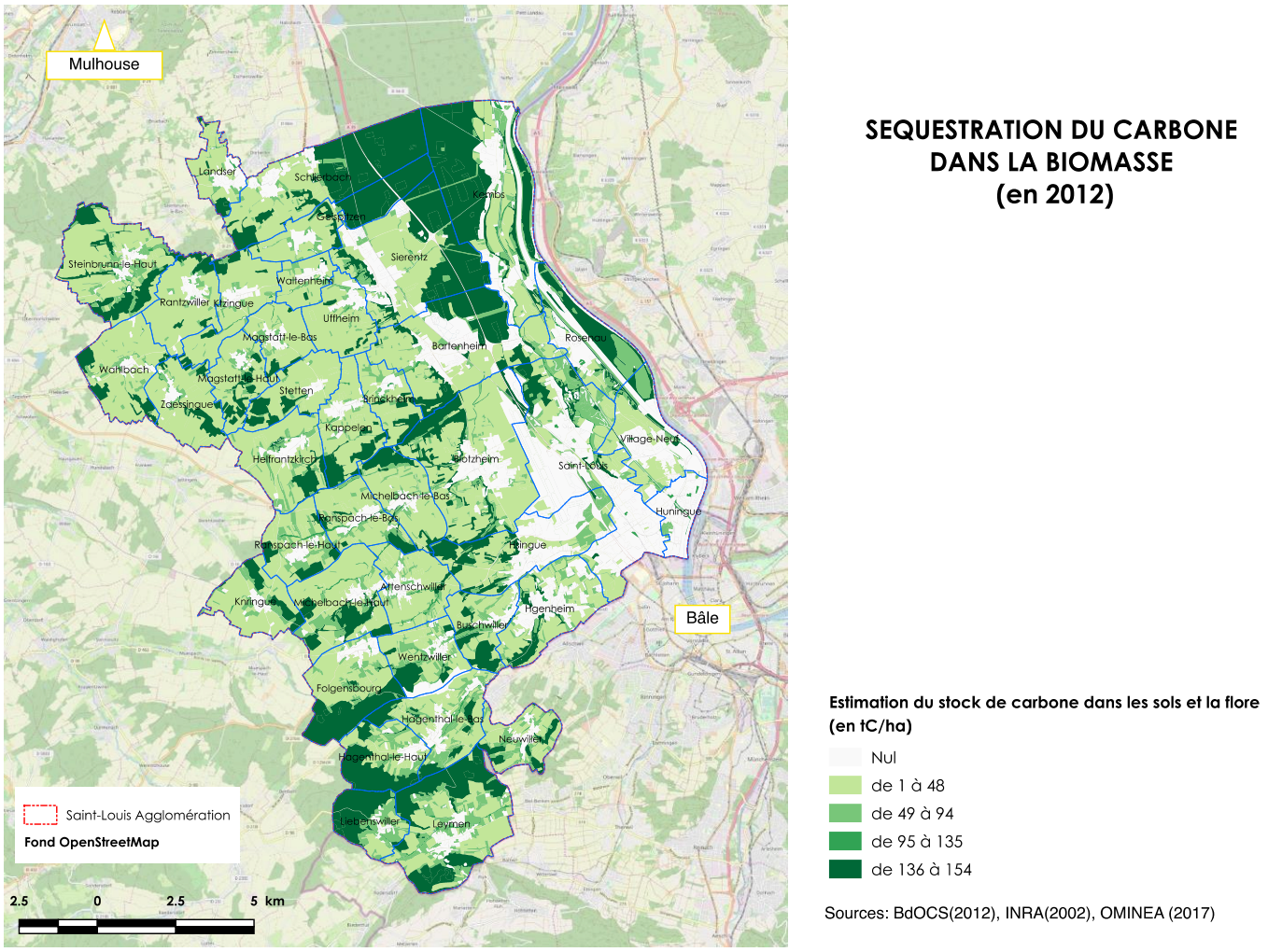


Figure 97 : cartographie des potentiels de séquestration de la biomasse (sol et flore) sur le territoire de Saint-Louis Agglomération -2012

Les **principales localisations des réservoirs de carbone** sur le territoire se situent donc :

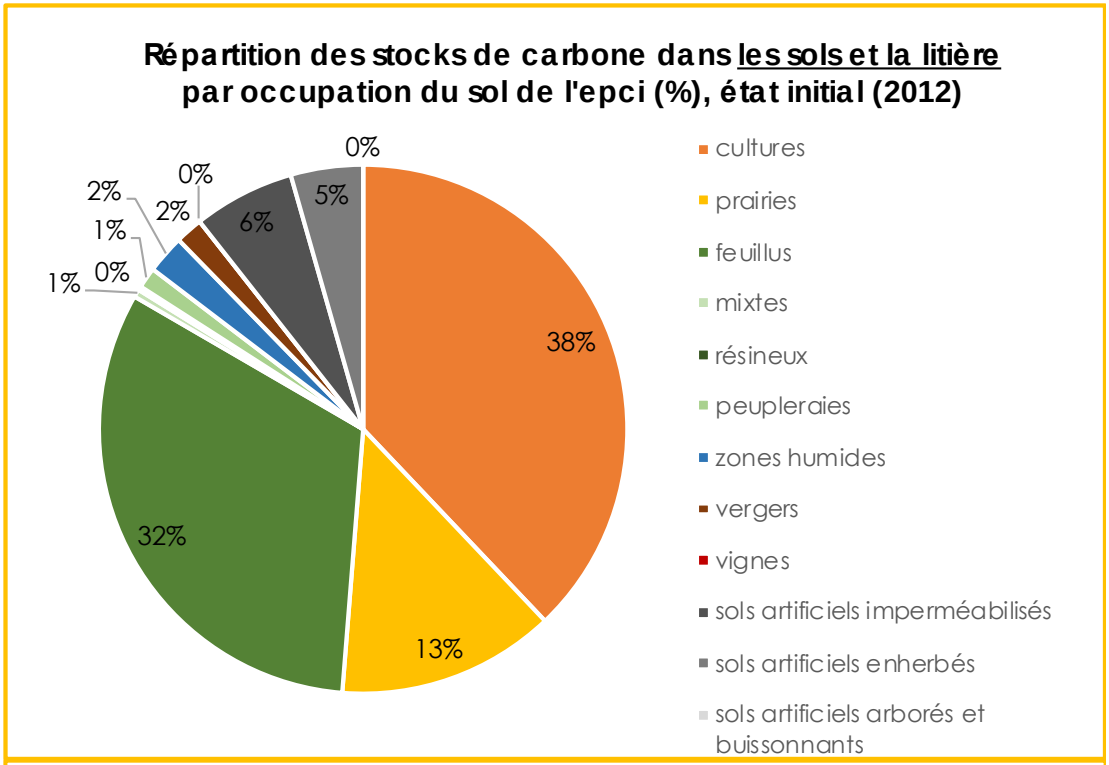
- En premier lieu sur la partie de la forêt de la Hardt s'étendant au nord du territoire,
- Puis dans la zone du Jura alsacien, au sud-ouest,
- Sur toute la zone d'emprise de la Réserve de la Petite Camargue, à l'est.

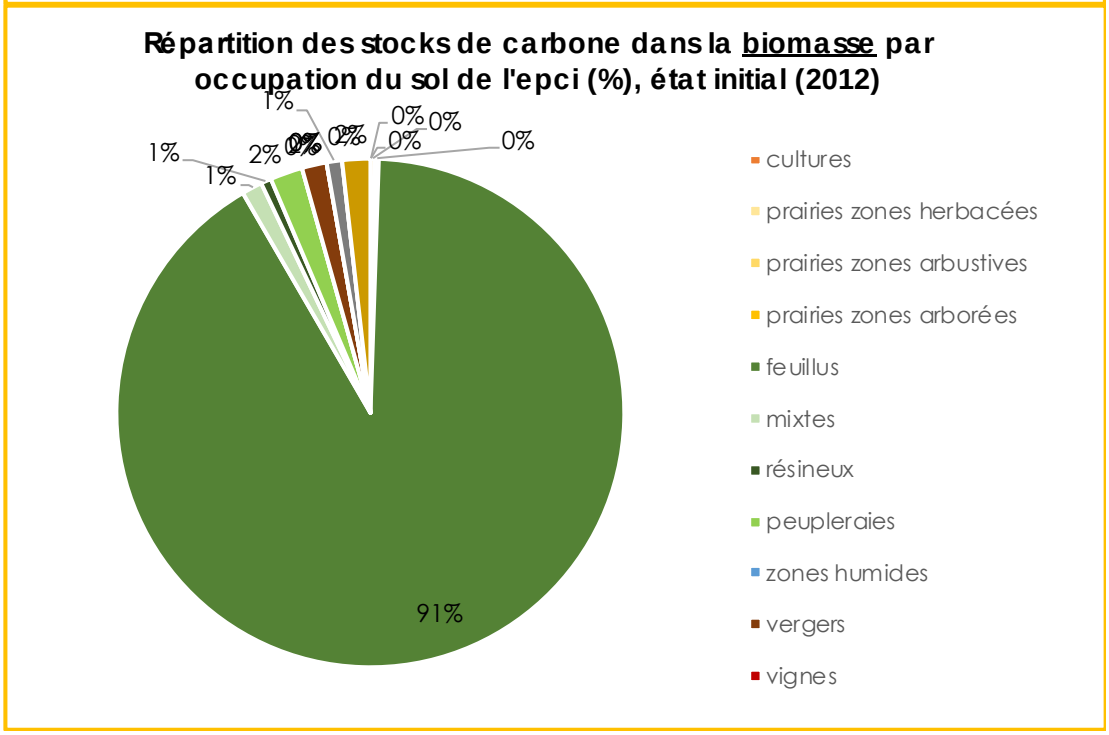
D'autres zones, plus diffuses, sont également identifiables, notamment :

- L'ensemble des Îles du Rhin,
- Un ensemble de forêts de taille plus réduite et dispersées dans la partie ouest du territoire.

Enfin les **zones de cultures**, qui couvrent quasiment 50% de la surface du territoire, apparaissent en vert clair sur la Figure 101 puisqu'elles disposent d'un **potentiel de séquestration plus faible**.

Selon la nature du carbone séquestré, la participation des différents types de milieux n'est pas homogène. Ainsi, presque **l'intégralité du carbone** contenue dans la **biomasse vivante** (91%) se trouve **dans les forêts de feuillus** tandis que les stocks de **carbone du sol** sont **partagés** entre les **cultures** (38%), les **forêts de feuillus** (32%), les **prairies** (13%) et les **sols artificiels** (11%).





9.2.2 Les produits-bois

L'importance des stocks dans les produits-bois dans le territoire peut être estimée, selon une **approche dite « consommation »,** en fonction du stock national de produits-bois et proportionnellement à la population locale.

Les réserves de carbone des produits bois se répartissent entre deux grands ensembles :

- le bois d'œuvre (les sciages) : environ 214 kt CO2e (41% des produits-bois) :
- et le bois d'industrie (les panneaux, les papiers) : environ 311 kt CO2e (59% des produits-bois).

Soit un total de **528 kT CO2e.**

Une autre **approche, dite « production »,** peut également être utilisée : il s'agit dans ce cas de prendre en compte la récolte des produits bois dans Saint-Louis Agglomération et de la mettre en relation avec le stock total de carbone contenu dans les produits-bois en France.

Selon cette approche, les réserves des produits bois dans Saint-Louis Agglomération s'élèvent à

- 50 kt CO2e environ (54% des produits-bois) pour le bois d'œuvre (les sciages)
- 43 kt CO2e environ (46% des produits-bois) pour le bois d'industrie (les panneaux, les papiers)

Soit un total de **93 kT CO2e.**

9.2.3 Les stocks totaux de carbone

Au total, dans le territoire, les stocks de carbone estimés s'élèvent à :

- 2 435 kt de carbone environ, soit 8 928 kt CO2e en considérant l'approche « consommation » pour les produits-bois ;
- 2 317 kt de carbone environ, soit 8 496 kt CO2e en considérant l'approche « production » pour les produits-bois.

➔Nous retiendrons une valeur moyenne de 8750 kt CO2e.

Nous pouvons illustrer le rapport entre ce stock, à un instant donné, et les émissions de GES pour l'année 2016 (393 kt CO2e) : le stock de carbone correspondrait à un peu plus de 20 fois le total des émissions, au mieux (les émissions de GES sont issues de la méthode de l'inventaire qui n'intègrent pas les émissions liées aux importations de produits).

Par ordre d'importance, les réservoirs principaux sont :

- Le sol : 69% ;
- La biomasse vivante (aérienne et racinaire) : 27% ;
- La litière : 2% ;
- Le bois d'industrie (panneaux, papiers) : 1% ;
- Le bois d'œuvre : 1%.

9.3 Les flux annuels de carbone dans le territoire

Les flux annuels de carbone dans le territoire **dépendent**, comme les stocks, de deux grandes catégories : **l'occupation des sols et les produits bois**.

9.3.1 Les changements de l'occupation des sols et l'évolution de la biomasse

Les **flux** correspondent aux **échanges de carbone entre l'atmosphère et la biosphère** et dépendent :

- de la **croissance de la biomasse**, selon la composition forestière ;
- des **changements d'occupation des sols** et des processus de stockage/déstockage du carbone dans le sol et la litière.

Les flux liés à la biomasse forestière sont calculés à partir de la surface occupée par chaque type de forêt sur le territoire et de valeurs de référence, correspondant au carbone capté par photosynthèse selon les différents types de forêts.

	Surfaces en forêts (ha)	*Biomasse en forêts - Flux de C de référence unitaires en forêts ($tC \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$)*
feuillus	5 930	1,20
mixtes	87	1,86
coniferes	43	0,68
peupleraies	236	1,05

Tableau 23 : surfaces occupées par type de forêt sur SLA et flux de carbone associé (source : Outil ALDO de l'ADEME et Base de données OCS 2012)

Concernant les changements d'occupation des sols, l'inventaire alsacien (Bd OCS) rend compte des **mutations des affectations des sols dans Saint-Louis Agglomération entre 2000 et 2008, et, entre 2008 et 2012**. Les mutations sur la période 2000-2012 ont été ramenées à une moyenne annuelle utilisée par l'outil ALDO.

	sol + litière - Flux de N_2O lié au déstockage de C dans les sols et la litière ($tN_2O \cdot an^{-1}$)	Cultures	Prairies	Forêts	Zones humides	Vergers	Vignes	Sols artificiels imperméabilisés	Sols artificiels enherbés	Sols artificiels arborés et buissonants	Total
OCCUPATION DU SOL INITIALE	Cultures		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,75
	Prairies	1,15		0,00	0,00	0,00	0,01	0,80	0,00	0,00	1,27
	Forêts	0,01	0,00		0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,16
	Zones humides	0,01	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
	Vergers	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,07	0,00	0,00	0,07
	Vignes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
	Sols artificiels imperméabilisés	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
	Sols artificiels enherbés	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
	Sols artificiels arborés et buissonants	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00

Tableau 24 : Changement d'affectation des sols sur SLA pour la période 2000-2012 (source : Outil ALDO de l'ADEME et Base de données OCS 2012)

Les principaux changements concernent :

- la **progression de l'urbanisation** sur les terres cultivées et les prairies (essentiellement pour l'habitat individuel, les zones d'activités industrielles, et les zones d'activités commerciales);
- la **mise en culture de prairies** ;
- les **aménagements écologiques** au sein de la **Petite Camargue Alsacienne** et la renaturation des carrières et/ou gravières.

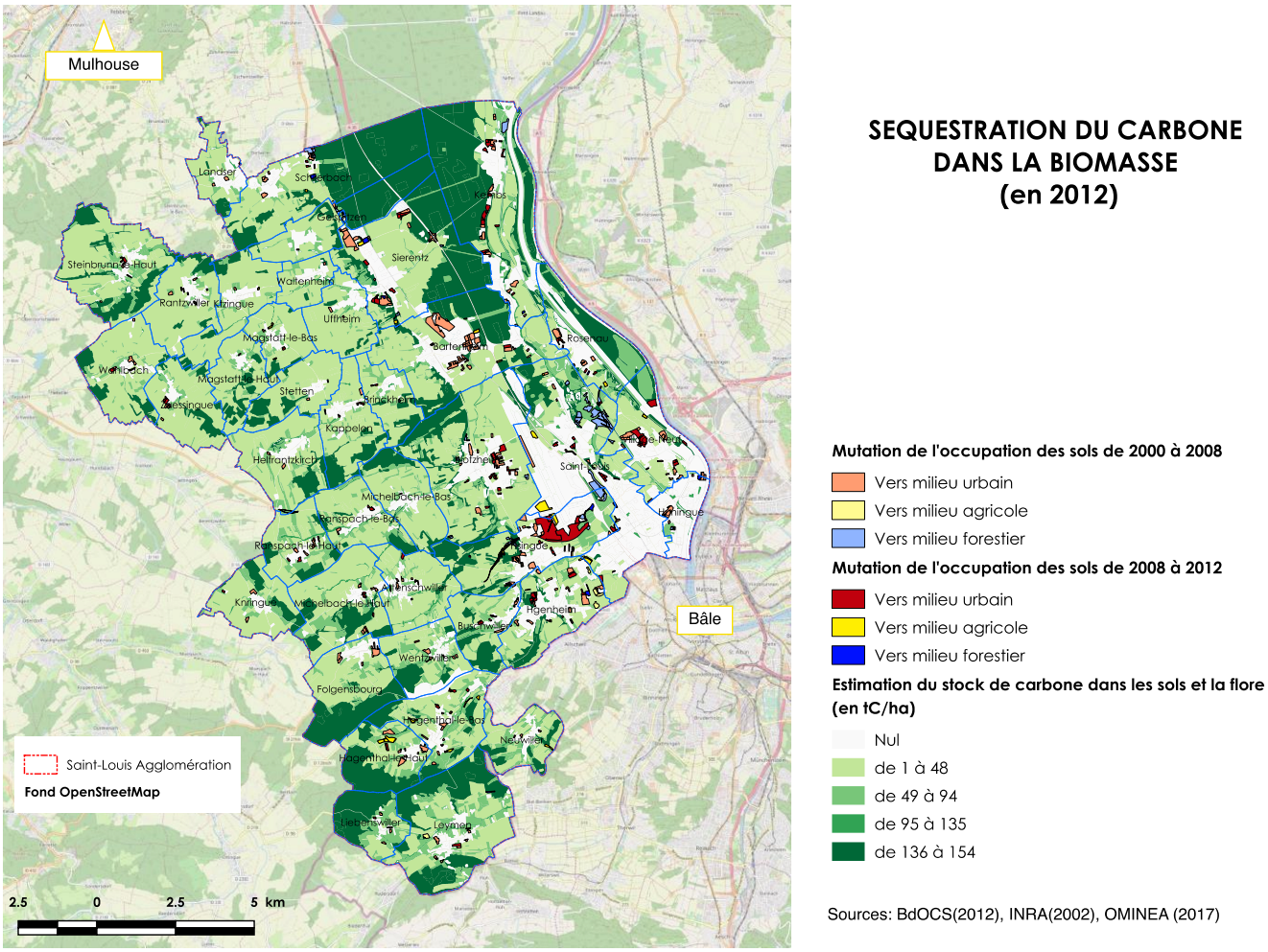


Figure 98 : Cartographie de mutation des sols entre 2000 et 2012 et rappel du stock carbone sur le territoire de SLA (en 2012).

9.3.2 Les flux annuels dans les produits-bois

Concernant les produits-bois, les flux sont obtenus à partir des **estimations théoriques des récoltes totales annuelles en bois** d'œuvre et d'industrie à l'échelle de la France. Comme pour les stocks, deux approches sont envisagées : selon la consommation ou selon la production.

Avec l'**approche dite « consommation »**, c'est-à-dire proportionnellement à la population locale, les flux s'élèvent :

- pour le bois d'œuvre (les sciages) : à environ 977 t CO2e ;
- et le bois d'industrie (les panneaux, les papiers) : à environ 904 t CO2e.

Avec l'**approche dite « production »**, c'est-à-dire proportionnellement aux récoltes locales, les flux s'élèvent :

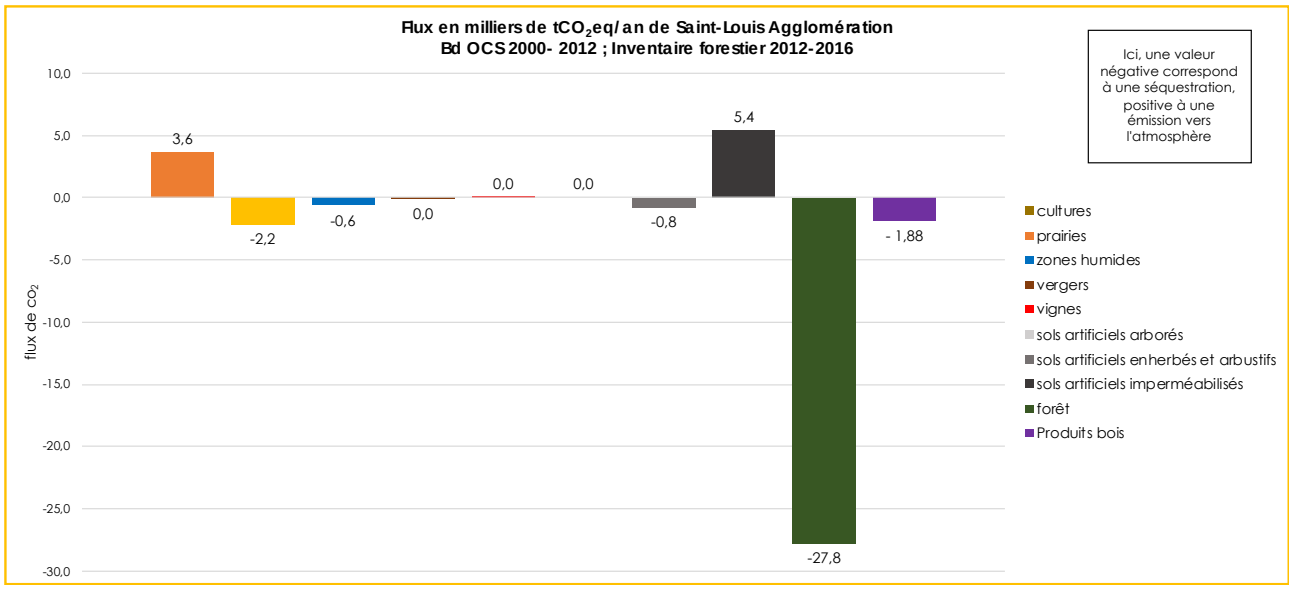
- pour le bois d'œuvre (les sciages) : à environ 230 t CO2e ;
- et le bois d'industrie (les panneaux, les papiers) : à environ 124 t CO2e.

➔Nous retiendrons une valeur moyenne de 1100 t CO2e.

9.3.3 Les flux annuels totaux de Saint-Louis Agglomération

En moyenne, **les flux dans Saint-Louis Agglomération** correspondent à la captation de 5 710 tonnes de carbone par an, soit - 20 936 t CO_2e. En tenant compte d'une **captation partielle**, par les cultures, des émissions de protoxyde d'azote (N_2O) associés aux pertes de carbone dans les sols et les litières, **les flux totaux s'élèvent à - 21 819 t CO_2e**.

D'une certaine manière, la séquestration carbone **permet de compenser**, au total, **un peu plus de 5% des émissions directes** de gaz à effet de serre du territoire (en utilisant l'année 2016 (393 kt CO_2e) pour référence).



Cette séquestration carbone totale intègre des flux négatifs (captation du carbone atmosphérique) et des flux positifs (relargage du carbone dans l'atmosphère).

Les principaux flux sont :

- la croissance de la biomasse forestière (- 27,8 kt CO_2e) dans tous les massifs du territoires ainsi que les aménagements écologiques dans la Petite Camargue Alsacienne;
- la progression des sols imperméabilisés (+ 5,4 kt CO_2e) au détriment des cultures et des prairies le plus souvent;
- la progression des terres cultivées (+ 3,6 kt CO_2e) au détriment des prairies le plus souvent ;
- le développement des prairies (- 2,2 kt CO_2e) sur des terres cultivées le plus souvent ;
- les produits-bois (- 1,9 kt CO_2e) : sciage, panneaux, papiers, ...

9.4 Les potentiels de développement de la séquestration nette de CO2 sur le territoire

Les potentiels de séquestration sont :

Lutte contre l'artificialisation des sols, préservation des zones naturelles et humides

10 Analyse de la vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique

10.1 Définition préalable

Le **changement climatique** en cours intègre la perspective d'une **multiplication des événements météorologiques inhabituels ou extrêmes** : hausse des températures, fréquence accrue des épisodes caniculaires, risques de sécheresse, d'incendies, d'inondations, etc.

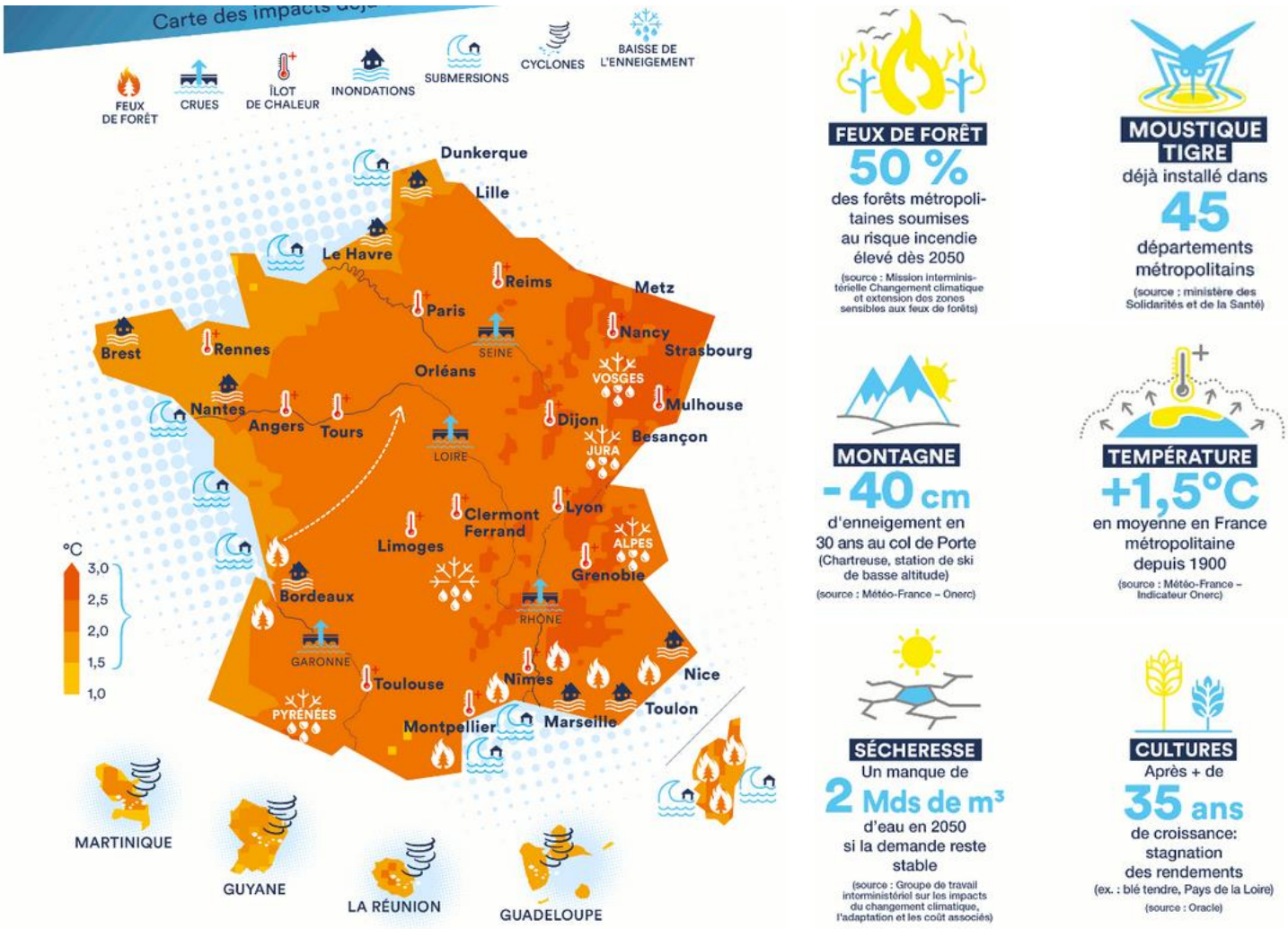


Figure 99 : Les principaux impacts du changement climatiques déjà visibles et les évolutions attendus d'ici 2050. Source : Observatoire National de l'Effet du Changement Climatique (ONERC) - MTES

Les régions continentales européennes connaissent donc un réchauffement climatique plus important que la moyenne, tendance qui devrait se poursuivre sur les prochaines années.

Bien que des mesures soient prises pour réduire la progression de leurs émissions, **les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère possèdent une très grande longévité**. En raison de cette inertie, **le réchauffement** issu des gaz émis par les activités humaines depuis le début de la révolution industrielle **se poursuivra sur plusieurs siècles**.

Il est ainsi nécessaire **d'analyser localement la vulnérabilité des territoires** aux effets du changement climatique et **d'anticiper les mesures permettant de s'y adapter**, parallèlement aux actions pour contenir l'élévation de la température moyenne de la planète. L'adaptation correspond à l'ensemble des **évolutions d'organisation, de localisation et de techniques que les sociétés doivent opérer** pour limiter les impacts négatifs du changement climatique ou pour en maximiser les effets bénéfiques.

Dans ce chapitre sont présentés, dans un premier temps, les **principales caractéristiques du climat local** et ses perspectives d'évolution, puis dans un second temps, les **sensibilités et la vulnérabilité du territoire au changement climatique**.

10.2 Les principales caractéristiques du climat local

Situé dans une **zone tempérée de moyenne latitude**, Saint-Louis Agglomération connaît un **climat de type semi-continental.** L'éloignement du littoral et la barrière topographique que forme les Vosges limitent l'effet régulateur des masses d'eau océaniques sur le climat.

Les Vosges jouent un rôle de barrière naturelle contre laquelle viennent butter les masses d'air océanique. Le **climat** résultant sur le territoire est relativement **homogène, de type sec et chaud**.

Des **températures** plus **élevées** sont observées **dans les milieux urbains**, en raison d'îlots de chaleur, résultant de la concentration des sources de chaleur, de la ventilation réduite et de la couverture plus sombre des surfaces.

10.2.1 Les normales climatiques

La température est le paramètre de continentalité le plus évident pour le territoire de Saint-Louis Agglomération (SLA), avec de **forts écarts thermiques saisonniers** : des hivers froids et des étés chauds. Les températures moyennes descendent à leur minimum au mois de janvier (1,7°C à la station de Mulhouse-Bâle, la seule présente sur le territoire) et restent en-dessous de 3°C de décembre à février.

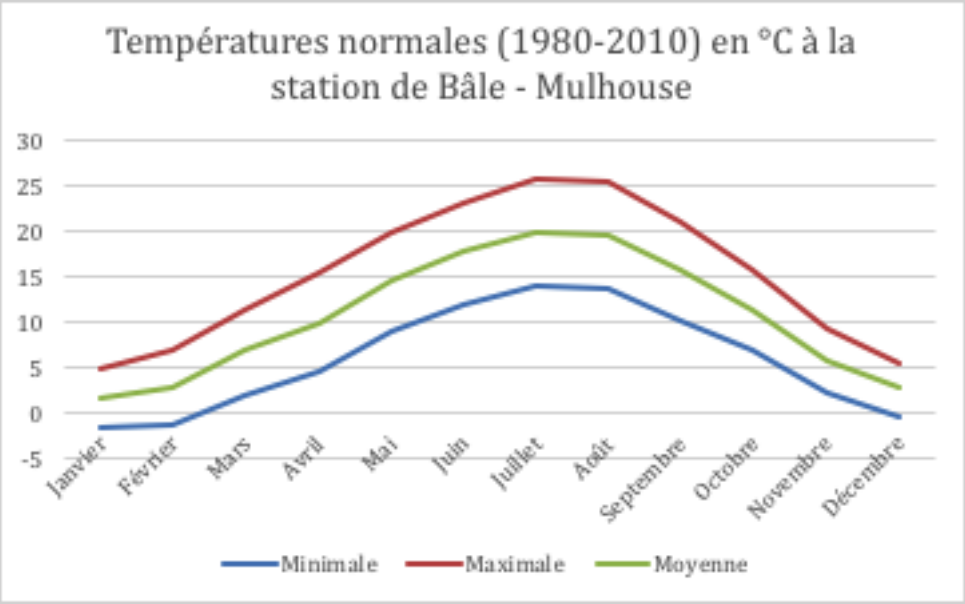


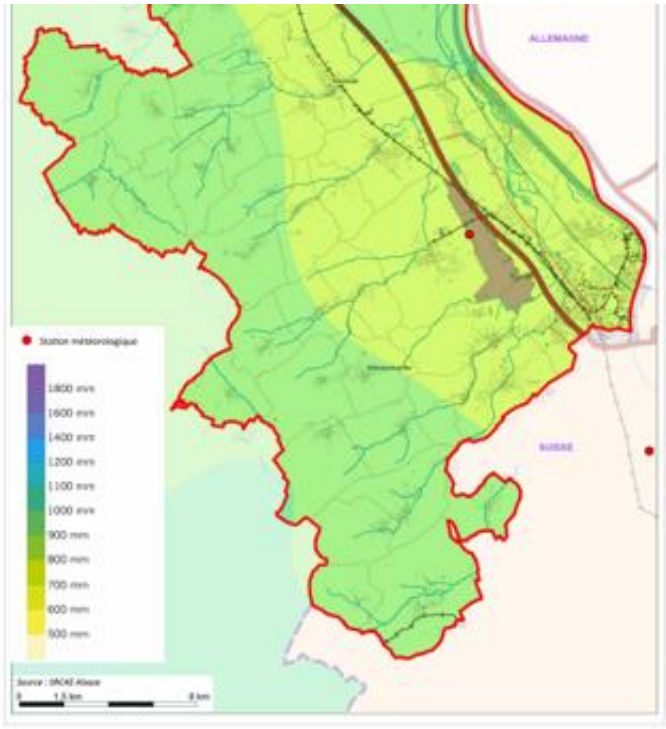
Figure 100 : Températures normales (période 1980 – 2010) station de Bâle-Mulhouse
Source : Météo France

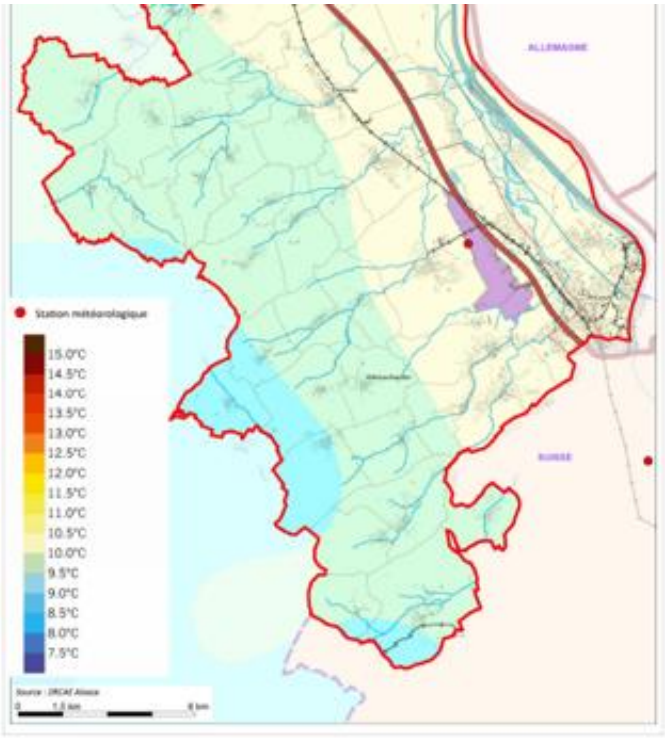
La **moyenne annuelle des précipitations est de 772 mm** à cette même station. Ces précipitations sont supérieures à celles du centre de l'Alsace, où l'effet de foehn (liée aux Vosges) est plus prononcé.

La **période hivernale** est plus sèche que l'été avec des **précipitations réduite** d'un facteur légèrement inférieur à deux. En effet, la hauteur mensuelle moyenne reste inférieure à 50 mm en janvier et en février alors qu'elle dépasse 90 mm au moins de mai.

Ce sont les **phénomènes météorologiques particuliers** qui entrainent les mobilisations d'eau les plus conséquentes :

- les **orages** de mai (en moyenne, 5,7 jours d'orage pour la station de Mulhouse-Bâle), qui sont les plus intenses et qui arrivent sur des sols encore saturés d'eau et sur des champs encore dépourvus de couverture végétale ;
- les orages de l'été (en moyenne, respectivement 6,7 ; 7,1 et 6,9 jours d'orage aux mois de juin, juillet et août pour la station de Mulhouse-Bâle), dont l'incidence est néanmoins modérée par la végétation ;
- les **longues pluies d'hiver** ou la **fonte** rapide du **manteau neigeux**.


ALLEMAGNE
SUISSE
Station météorologique
1800 mm
1600 mm
1400 mm
1200 mm
1100 mm
1000 mm
900 mm
800 mm
700 mm
600 mm
500 mm


ALLEMAGNE
SUISSE
Station météorologique
15.0°C
14.5°C
14.0°C
13.5°C
13.0°C
12.5°C
12.0°C
11.5°C
11.0°C
10.5°C
10.0°C
9.5°C
9.0°C
8.5°C
8.0°C
7.5°C

10.2.2 L'évolution récente des températures

L'analyse des températures moyennes enregistrées au cours du siècle dernier montre que, conformément aux observations réalisées à l'échelle du globe, le **réchauffement** climatique contemporain est **déjà perceptible** en Alsace et **sur le territoire de Saint-Louis Agglomération**.

De 1982 à 2012, la tendance observée sur les températures moyennes annuelles se situe entre +0,3 °C et +0,4 °C par décennie soit **une augmentation de près de 1,5°C sur trente ans. On rappelle que le réchauffement moyen planétaire est estimé à + 0,8°C en 2010** (source : 5ème rapport du GIEC).

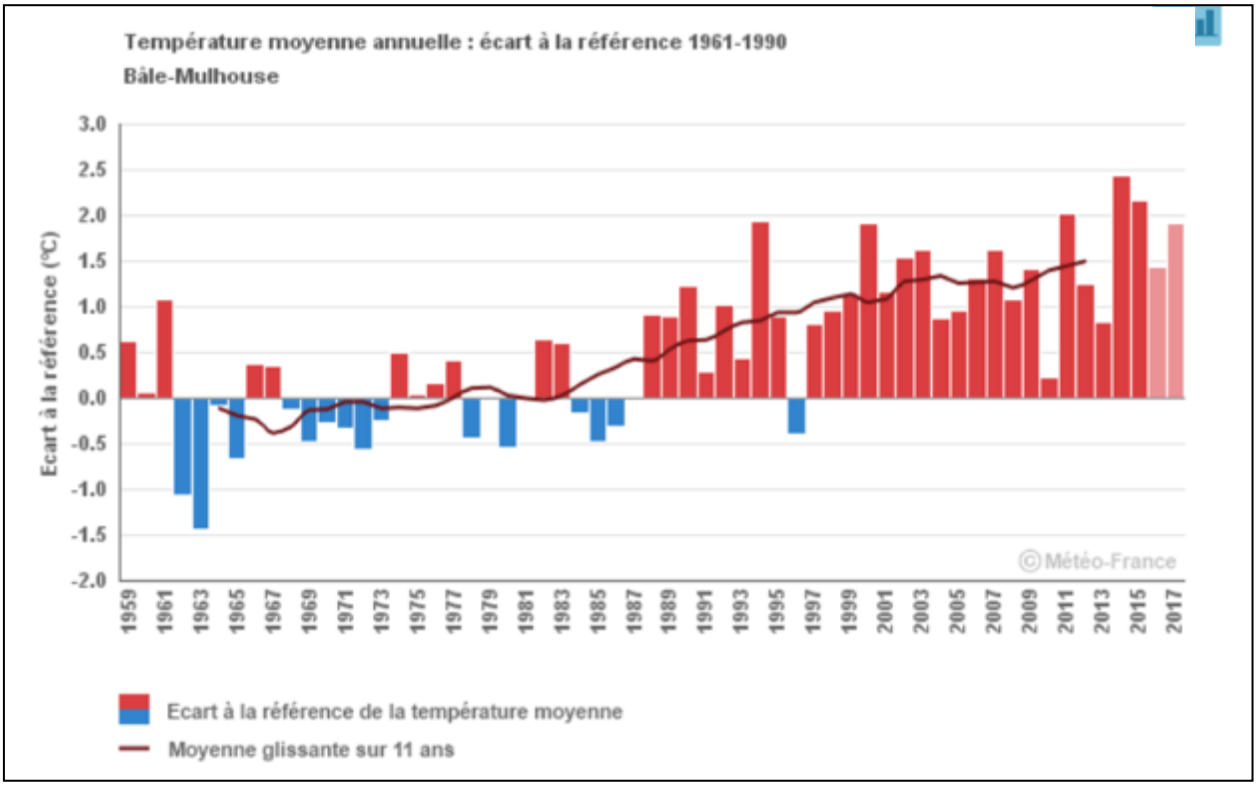


Figure 101 : Température moyenne annuelle station de Bâle-Mulhouse : écart à la référence 1961-1990
Source : Climat HD – Météo France 2018

10.3 Les scénarios utilisés pour simuler l'évolution du climat

Les **scénarios climatiques** permettent de fournir une base de travail pour effectuer des **projections des impacts potentiels** (tenant compte de la limite de l'échelle à laquelle ils sont réalisés). Le projet **Drias** (Donner accès aux scénarios climatiques Régionalisés français pour l'Impact et l'Adaptation de nos Sociétés et environnement), a été mené en associant la Direction de la Climatologie de Météo-France et les laboratoires de recherche sur le climat (le Centre européen de recherche et de formation avancée en calcul scientifique (CERFACS), le Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM), et l'Institut Pierre Simon Laplace (IPSL)), pour combiner l'expertise en production climatologique et sciences du climat.

Pour réaliser les projections climatiques, la **composition atmosphérique en gaz à effet de serre est modifiée au cours de la simulation selon différents scénarios** qui varient selon l'importance du forçage du bilan radiatif (c'est-à-dire l'énergie supplémentaire réfléchie vers la terre). Quatre scénarios sont plus particulièrement étudiés :

- **Le scénario** « Radiative Corridor Pathway » ou **RCP 8,5** est **le plus pessimiste** et conduit à la poursuite de **la croissance** des émissions de gaz à effet de serre au rythme **actuel.** Il correspond à un monde hétérogène, avec une croissance économique et un développement des technologies énergétiquement efficaces très variables selon les régions et avec une population mondiale en croissance continue, atteignant **15 milliards d'habitants en 2100.**
- **Le scénario RCP 4,5** correspond à une économie rapidement dominée par les services et dotée de **technologies énergétiquement efficaces**. La population mondiale atteint un maximum de **9 milliards d'habitant** aux environs de 2050 avant de décroître. Il conduit à un accroissement potentiel de la température moyenne à l'horizon 2100 légèrement au-dessus de 2°C,
- **Le scénario RCP 2,6** intègre les effets des **politiques de réduction des émissions** susceptibles de limiter le réchauffement planétaire en deçà de 2°C avec la plus forte probabilité.

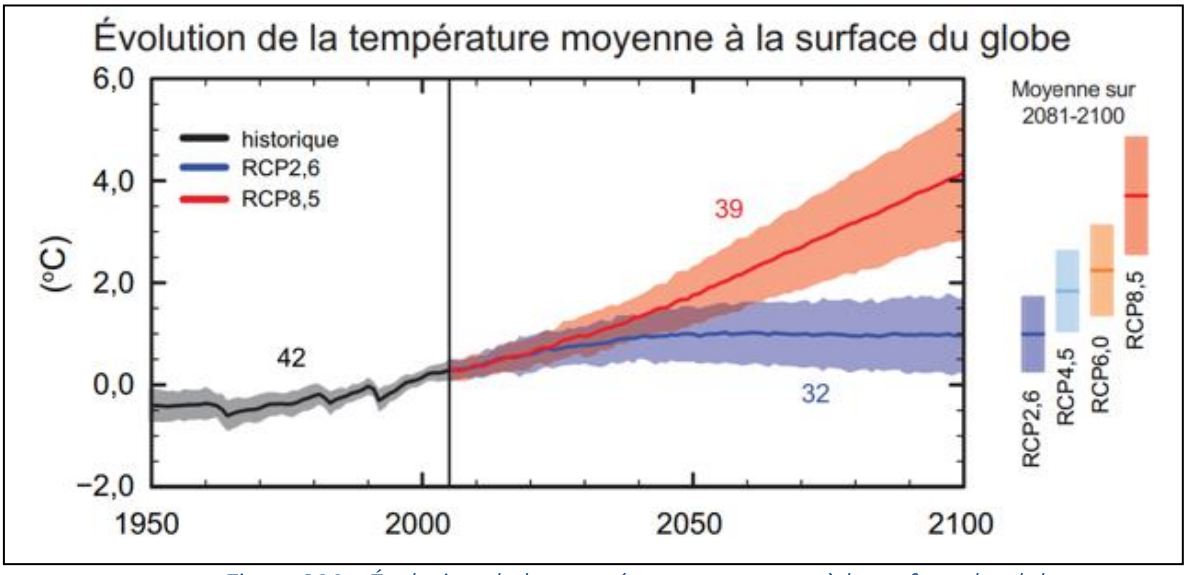


Figure 102 : Évolution de la température moyenne à la surface du globe
Source : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC), 2014

10.4 Les projections climatiques locales

Sur les graphiques présents dans les pages suivantes, les statistiques climatiques sont présentées pour **trois scénarios** (RCP 2.6, RCP 4.5 et RCP 8.5) à différentes échéances temporelles à partir des données DRIAS diffusées par Météo France.

Il est ainsi possible de **comparer les normales climatiques** mesurées sur la période de référence 1976-2005, aux données simulées à un horizon proche (2021-2050), à un horizon moyen (2021-2050) et à un horizon lointain (2071-2100).

10.4.1 Températures

Les projections climatiques (cf. Figure 103) montrent une **poursuite du réchauffement actuel jusqu'aux années 2050**, quel que soit le scénario. Sur la seconde moitié du XXIe siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Le **seul qui stabilise** le réchauffement est le **scénario RCP2.6** (lequel intègre une politique climatique visant à faire baisser les concentrations en CO_2). Selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique), **le réchauffement pourrait atteindre 4°C à l'horizon 2071-2100**.

Plus précisément, **à l'horizon 2050**, la température **moyenne en été** (août) s'élèverait de **+2°C**, pour tous les scénarios, avec un **nombre de jours d'été** (Temp. Maximale >25°C) **passant de 13j à 19 ou 20** (cf. annexe 2-Tableau 25). Les extrêmes chauds augmenteraient dans les mêmes proportions que la température moyenne (29→31°c en août). En hiver, on retrouverait cette augmentation d'un degré de la température moyenne, pour tous les scénarios, mais avec une **disparition des températures minimum négatives** pour les scénarios **RCP4.5 et 8.5** et une réduction de 3, 4 ou 5 j de gel (en janvier) pour respectivement les scénarios RCP 2.6, 4.5 et 8.5.

Ces tendances seront exacerbées à **l'horizon 2070** (cf. annexe2-Tableau 26) pour les scénarios 4.5 et 8.5 (+10 jours d'été en août pour ce dernier scénario) : seul le scénario 2.6 contient la hausse globale des températures. On relève notamment que l'évolution de la **température moyenne estivale diffère** significativement **selon les scénarii considérés**. Selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique), la **hausse des températures estivales pourrait atteindre 5°C à l'horizon 2071-2100.**

Enfin à **l'horizon 2100**, l'évolution de la température moyenne hivernale diffère significativement selon le scénario considéré. Selon le RCP8.5 (scénario sans politique climatique), la **hausse des températures hivernales pourrait atteindre 4°C.**

10.4.2 Précipitations :

A **l'horizon 2050**, les projections climatiques montrent **une faible augmentation de la pluviométrie annuelle**, passant de 911 mm/an dans le scénario de référence à 923/951 ou 987mm/=an pour les scénarios RCP 2.6/4.5/8.5 (cf. annexe2-Tableau 27). Cette faible évolution en moyenne annuelle masque cependant **des contrastes saisonniers.** A l'**horizon plus lointain (2070), les cumuls sont encore augmentés** pour les **scénarios 2.6 et 4.5,** mais de façon plus réduite pour le scénario 8.5.

Sur **la seconde moitié du XXIe siècle**, selon le scénario RCP8.5 (sans politique climatique), les projections indiquent **une augmentation des précipitations hivernales (notamment en**

décembre) et un déficit en été (cf. Figure 105etFigure 106). Néanmoins le **nombre de période de sécheresses** seraient quasiment **inchangé.**

10.4.3 Journées chaudes :

Les projections climatiques (cf. Figure 104) montrent **une augmentation du nombre de journées chaudes** en lien avec la poursuite du réchauffement.

Sur la première partie du XXIe siècle, cette augmentation est similaire d'un scénario à l'autre.

À l'horizon 2071-2100, cette augmentation serait de l'ordre **de +16 jours par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario RCP4.5** (scénario avec une politique climatique visant à stabiliser les concentrations en CO2), et de +**43 jours** selon le **RCP8.5** (scénario sans politique climatique)

En synthèse, les scénarios d'évolution du climat calculés par le projet DRIAS montrent que le climat de Saint-Louis Agglomération évoluerait d'un climat continental chaud et sec à un climat plus chaud mais également plus humide, notamment en hiver, avec une **augmentation de l'intensité des précipitations** (moins de jours de pluie). Cette **évolution** sera **plus marquée** avec les **scénarios sans politique climatique** jusqu'à l'horizon 2050. La t**endance** sera **maintenue au-delà** pour les scénarios 2.6 et 4.5, et avec une légère baisse du cumul des précipitations pour le scénario 8.5

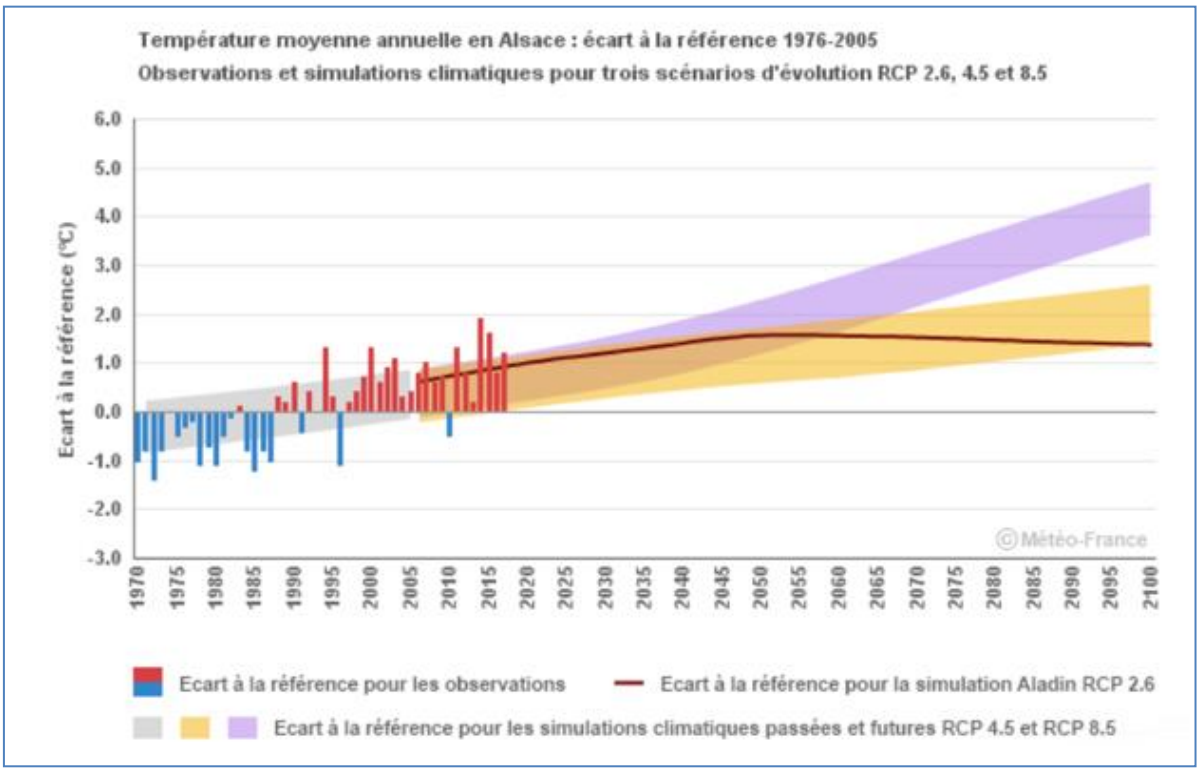


Figure 103 : Température moyenne annuelle en Alsace : écart à la référence 1976 – 2005. Observation et simulations pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6 4.5 8.5
Source : Climat HD – Météo-France 2018

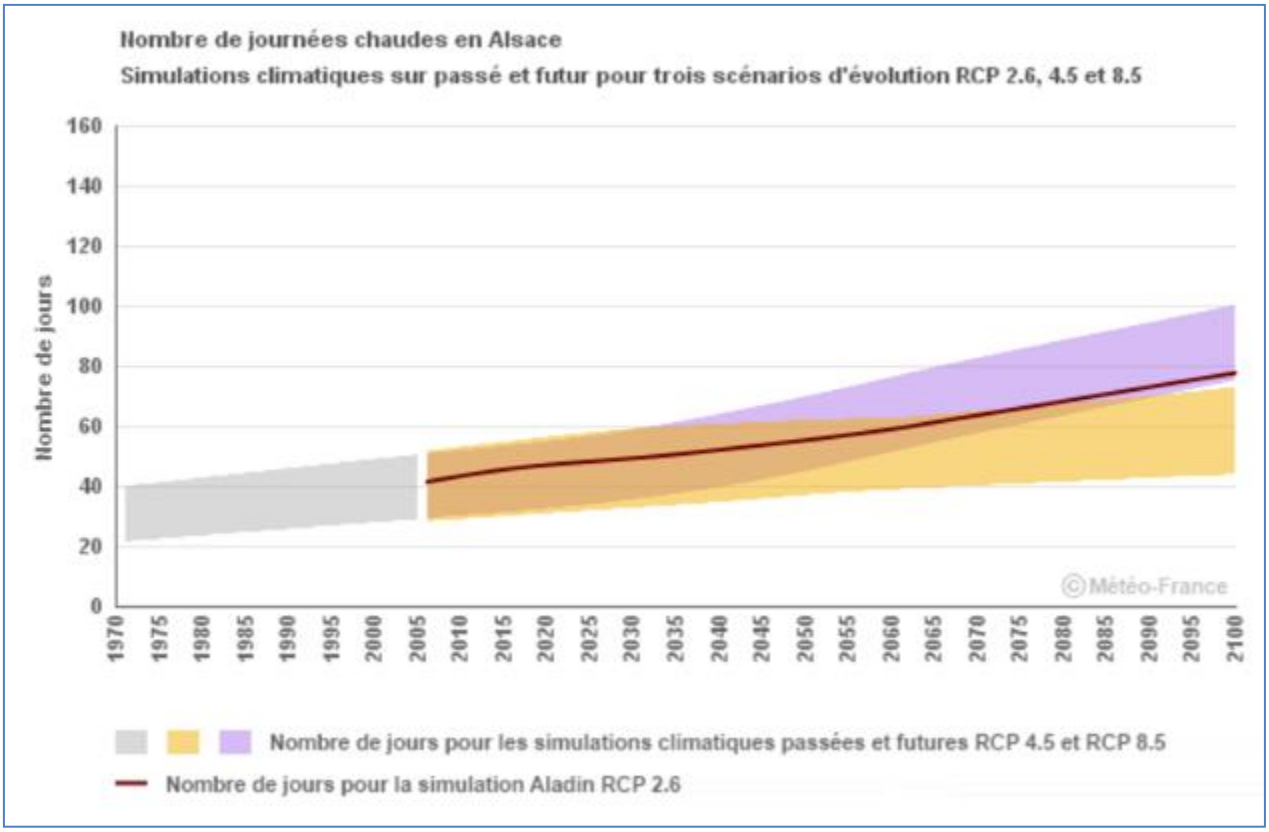


Figure 104 : Nombre de journée chaudes en Alsace : Simulations climatiques sur passé et futur pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5
Source : Climat HD – Météo-France 2018

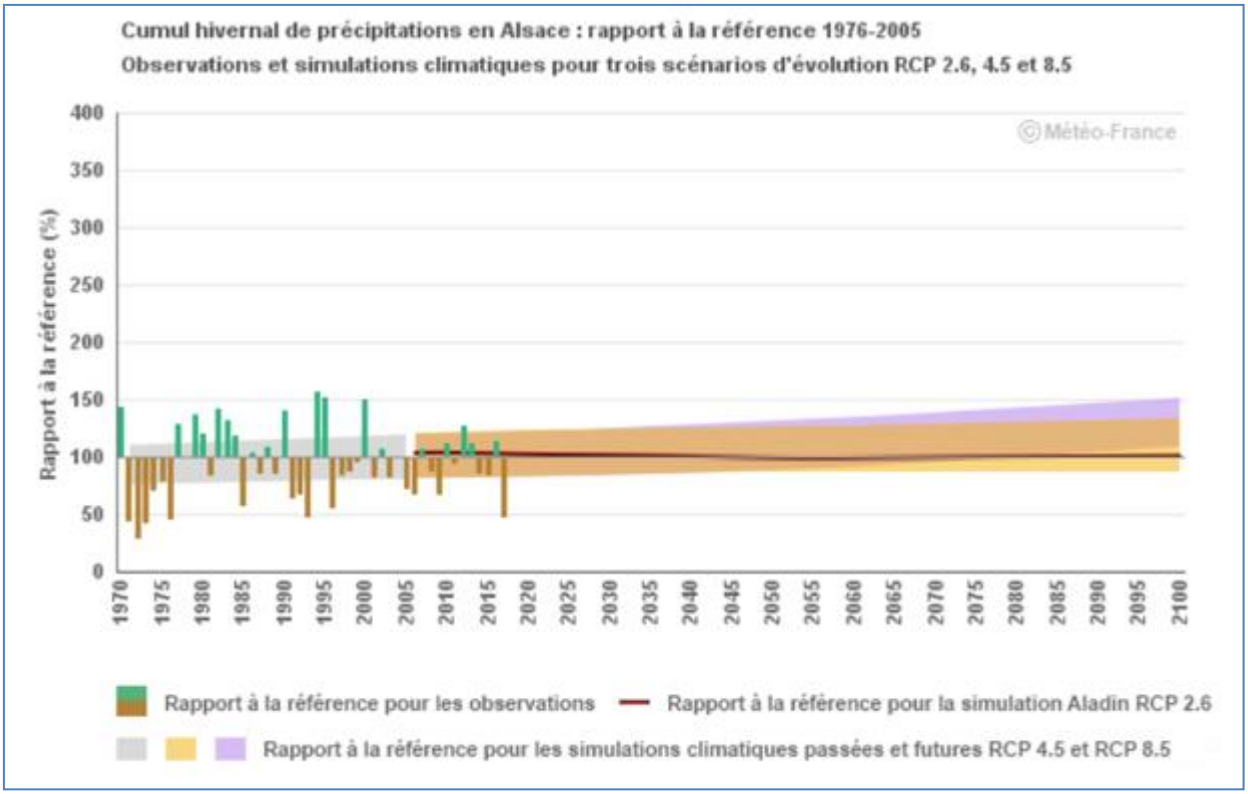


Figure 105 : Cumul hivernal de précipitations en Alsace : rapport à la référence 1976-2005. Observation et simulations pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6 4.5 8.5
Source : Climat HD – Météo-France 2018

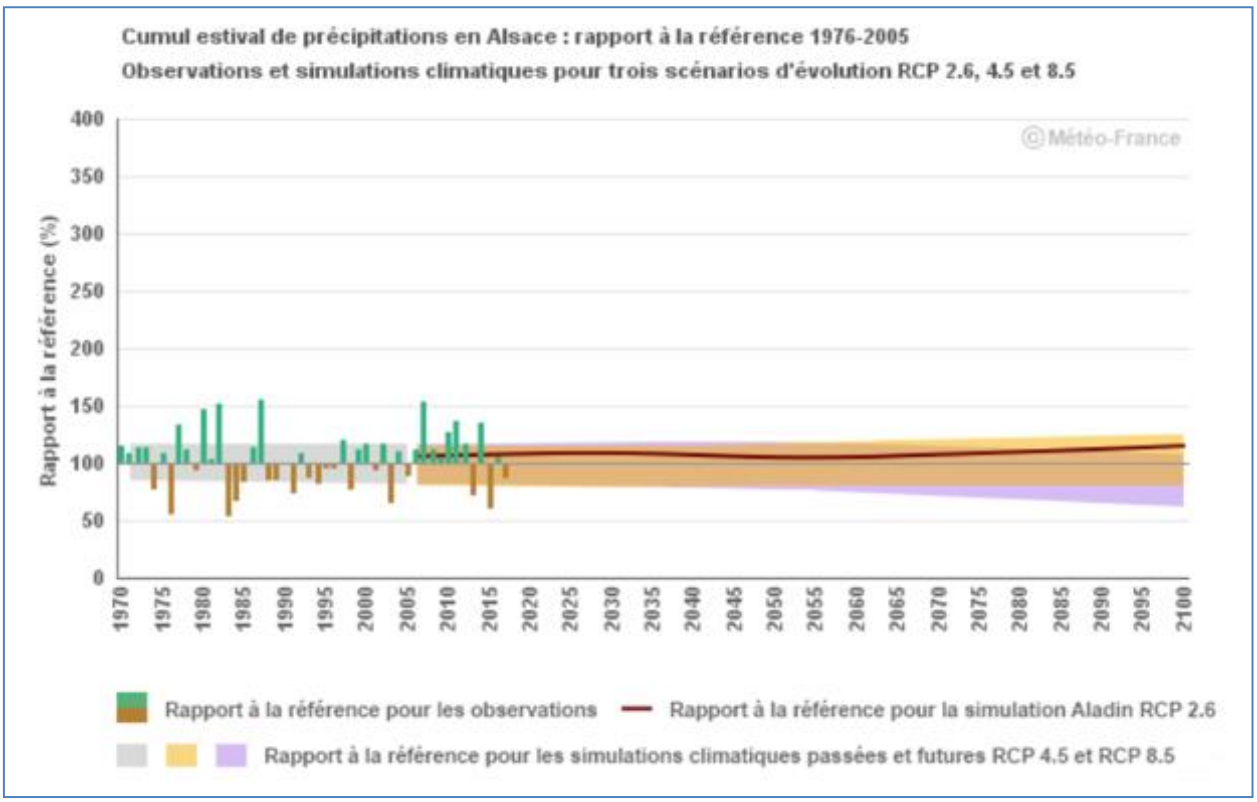


Figure 106 : Cumul estival de précipitations en Alsace : rapport à la référence 1976-2005. Observation et simulations pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6 4.5 8.5
Source : Climat HD – Météo-France 2018

10.5 Conséquences possibles du réchauffement climatique en Alsace :

Risques naturels :

- Les crues et les **inondations** pourraient **s'accroître en hiver** et au printemps avec la diminution du stockage de neige et de son effet de régulation sur le débit des rivières.
- Certains **problèmes** concernant la **gestion des eaux** pourraient survenir avec la baisse du débit des cours d'eau en été (plus faible capacité des cours d'eau à absorber les polluants) et le **fonctionnement des systèmes d'assainissement** pourrait être perturbé lors des épisodes de **pluie intense** (rejet de polluants dans le milieu naturel) en hiver ou au printemps.

Biodiversité :

- En forêt, les **principales essences** (sapinières, hêtraies, chênes pédonculés, pins sylvestres) pourraient être **menacées** de dépérissement par risque de stress hydrique. La production de bois serait alors aussi impactée.
- Les effets sur la biodiversité concernent principalement les **espèces les plus vulnérables** inféodées à des espaces géographiques restreints et le risque de sécheresse dans les tourbières (avec feux de tourbes).

Santé des populations :

- Les impacts porteraient sur la **pollution de l'air** (ozone), l'allongement des périodes d'**allergies**, la survie de certains parasites (tiques). L'élévation de la température pourrait permettre de réduire les émissions atmosphériques associées au chauffage.

Activité économique :

- Le secteur **résidentiel** avec une **réduction des besoins de chauffage** avec diminution de la consommation énergétique et des émissions atmosphériques associées, mais une **augmentation** des consommations et **émissions des systèmes de climatisation**.
- Production d'énergie et Centrale de Kembs-Rosenau : en 2018, les niveaux d'eau étaient exceptionnellement bas en fin d'été et à l'automne puis très haut en hiver : impacts sur le **calendrier de production à moyen terme**
- L'**agriculture** et la viticulture devraient bénéficier d'une **période favorable plus étendue**, toutefois une pression plus forte sur la nappe phréatique pourrait occasionner ponctuellement un **risque de stress hydrique**.

~ Fin du document principal ~

Listes de Figures

Figure 1 : les différentes formes d'énergie et leur correspondance.....11

Figure 2 : évolution depuis 1860 de la consommation énergétique finale annuelle d'un humain (moyenne pour le monde entier). Source : calcul JM.Jancovici (https://jancovici.com/) sur données Shilling et al. 1977, BP Statistical Review 2016, Smil 2016 13

Figure 3: à gauche : évolution comparée des taux de variation annuel de la population pour SLA et le Grand-Est (source: INSEE, données du recensement pour l'année 2015). A droite : taux d'évolution de la population entre 2008 et 2014 (source : Diagnostic du schéma de mobilité de SLA - 26/07/2017).....16

Figure 4 : répartition des consommation énergétiques finales à climat réelle (Sources ATMO – Chiffres clés 2016) et de la consommation énergétique par habitant et par commune de SLA. En haut à droite, cartographie de la densité de population sur le territoire (source : Diagnostic du schéma de mobilité de SLA – 26/07/2017).....17

Figure 5 : répartition des consommations énergétiques finales de SLA en 2016 par secteur d'activité (à gauche) et sources énergétiques (à droite). Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016.....18

Figure 6 : évolution de la consommation énergétique finale (climat réel) de SLA entre 2005 et 2016 par secteur d'activité.....18

Figure 7 : évolutions de la consommation énergétique finale (climat réel) de SLA entre 2005 et 2016 par sources énergétiques.....19

Figure 8 : Secteur résidentiel – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et par habitant - (b) pourcentage d'évolution de la consommation énergétique par habitant sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur en 2016. 21

Figure 9 : répartition de la consomaion totale d'énergie (à climat réel) par commune de Saint-Louis Agglomération pour le secteur résidentiel (cercles) et part du résidentiel dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 16 à 79%). 23

Figure 10 : Secteur du transport routier – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel par habitant - (b) pourcentage d'évolution de la consommation énergétique par habitant sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur. 24

Figure 11 : répartition de la consomaion totale d'énergie par commune de Saint-Louis Agglomération pour le secteur du transport routier (cercles) et part du secteur dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 4 à 64%). 26

Figure 12 : Secteur de l'industrie – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et par effectif salarié - (b) pourcentage d'évolution de la consommation énergétique par effectif salarié sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur en 2016. 27

Figure 13 : répartition de la consommation totale d'énergie par commune de Saint-Louis Agglomération pour le secteur industriel (cercles) et part du secteur dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 0 à 68%). 28

Figure 14 : Secteur de l'industrie – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et par effectif salarié - (b) pourcentage d'évolution de la consommation énergétique par effectif salarié sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur en 2016. 30

Figure 15 : répartition de la consomaion totale d'énergie par commune de Saint-Louis Agglomération pour le secteur tertiaire (cercles) et part du secteur dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 0 à 21%).....31

Figure 16 : Secteur du transport autre que routier – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel par habitant - (b) pourcentage d'évolution de la consommation énergétique par habitant sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur.....32

Figure 17 : évolution de la fréquentation de l'EAP de 2000 à 2014. Source : Révision du SCOT du Pays de Saint-Louis et des 3 frontières, diagnostic stratégique – octobre 2018, p145). 33

Figure 18 : répartition de la consommation énergétique 2016 de SLA entre les différents secteurs de transport autre que routier. 33

Figure 19 : Secteur de l'agriculture – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant par hectare de SAU - (b) pourcentage d'évolution de la consommation par hectare de SAU sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) mix énergétique du secteur en 2016. 34

Figure 20 : Évolution du mix énergétique de production des EnR dans le secteur agricole à l'horizon 2050. Source : ADEME, I Care et Consult, Blézat consulting, CERFrance, Céréopa. 2017 « Agriculture et énergies renouvelables : état de l'art et opportunités pour les exploitations agricoles » 36

Figure 21 : répartition de la consomaion totale d'énergie par commune de Saint-Louis Agglomération pour le secteur de l'agriculture (cercles) et part du secteur dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 0 à 21%). 37

Figure 22 : Produits pétroliers – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et brutes - (b) pourcentage d'évolution de la consommation brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) par de chaque secteur dans la consommation en 2016. 38

Figure 23 : répartition de la consomaion totale de produits pétroliers par commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part du pétrole dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 9 à 80%). 39

Figure 24 : Gaz Naturel – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et brutes - (b) pourcentage d'évolution de la consommation brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) par de chaque secteur dans la consommation en 2016. 40

Figure 25 : répartition de la consommation totale de gaz naturel par commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part du gaz dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 0 à 52%). 41

Figure 26 : Électricité – (a) évolution de la consommation énergétique finale brute à climat réel - (b) pourcentage d'évolution de la consommation brute sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) par de chaque secteur dans la consommation en 2016. 42

Figure 27 : répartition de la consommation totale d'électricité par commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part de l'électricité dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 9 à 37%). 43

Figure 28 : Bois énergie – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et brutes - (b) pourcentage d'évolution de la consommation brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) par de chaque secteur dans la consommation en 2016. 44

Figure 29 : répartition de la consommation totale de bois énergie par commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part du bois énergie dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 1 à 38%). 45

Figure 30 : Autres renouvelables – (a) évolution de la consommation énergétique finale à climat réel et constant et brutes - (b) pourcentage d'évolution de la consommation brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 – (c) par de chaque secteur dans la consommation en 2016. 46

Figure 31 : répartition de la consommation totale d'EnR (hors bois énergie) par commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part des EnR dans la consommation d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 1 à 38%). 47

Figure 32 : répartition des coûts TTC des consommations énergétiques de SLA en 2016 (213 M€) par source d'énergie et par secteur d'activité (sources: ATMO GE – Chiffres clé 2016, MTES - BdD PEGASE – Schéma Directeur réseau de Chaleur de CC3F). 49

Figure 37 : carte des différents raccordements potentiels classés suivant les délais de raccordement estimé (tiré de [R1]). 54

Figure 38 : réseau de transport THT dans le grand est de la France (source : RTE « Arrét de Fessenheim – Conséquences et perspectives pour le réseau de transport »). 55

Figure 39 : maillage du réseau RTE au sud de l'Alsace (lignes hautes et très hautes tension). 56

Figure 40 : réseau électrique sur le territoire de SLA et répartition des différents distributeurs par commune....57
Figure 41 : Réseaux de distribution d'électricité d'EBM et d'ENEDIS présents sur la ville de Saint-Louis....58
Figure 42 : Évolution des importations de gaz naturel en France par fournisseurs. Source : Bilan énergétique de la France, MTES Mars 2018....59
Figure 43 : Évolution des consommations de gaz naturel en France par secteur d'activité. Source : Bilan énergétique de la France, MTES Mars 2018....59
Figure 44 : Cartographie du réseau de transport du gaz naturel en France (source : site internet de la CRE : https://www.cre.fr/Gaz-naturel/Reseaux-de-gaz-naturel/Presentation-des-reseaux-de-gaz-naturel)....60
Figure 45 : localisation des distributeurs de gaz naturel autres que GRDF en France et communes de SLA desservies par VEOLIA et GRDF sur le territoire de SLA....61
Figure 46 : mix de la production énergétique sur le territoire de SLA en 2005 et 2015....63
Figure 47 : mix d'énergies renouvelables pour la chaleur et l'électricité en 2016 pour Saint-Louis Agglomération....64
Figure 48 : répartition de la production d'énergie renouvelable par type d'EnR pour chaque commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et part de la production d'EnR dans la consommation totale d'énergie finale pour chaque commune (quartiles de 0 à 82%)....66
Figure 49 : détail de la production hydroélectrique SLA en 2016 suivant les types de centrales....66
Figure 50 : Centrale hydroélectrique d'EDF située à Kembs sur le vieux Rhin. (crédit : EDF/CCI club énergie Alsace)....66
Figure 51 : diagramme de flux du bois énergie tel qu'il est comptabilisé par ATMO GE pour la base INVENT'AIR (consommation et production)....68
Figure 52 : valeur locale de l'irradiation globale horizontale en France (Source : Solargis)....70
Figure 53 : synthèse des principaux objectifs fixés par la LTECV en 2015....72
Figure 54 : Évolution des EnR de 2005 à 2016 et objectifs à 2020 et 2030 – source SDES/Dossier de presse de la Stratégie Française pour l'énergie et le climat- novembre 2018 / Panorama 2018 des énergies renouvelables....73
Figure 55 : Comparaison des scénarios de progression des EnR avec la production EnR de 2016 sur le territoire de SLA....81
Figure 56 : cartes du gisement total et débouchés (thermiques à gauche) et des zones favorables au développement de la méthanisation (à droite) par canton dans le sud de l'alsace. Source : Etat des lieux des gisements et de la gestion de la matière organique en Alsace – Solagro/Ademe/Energivie.info -2013....84
Figure 55 : Analyse GRDF/Solagro du potentiel de Biométhane sur le territoire du Haut-Rhin, 2019 84
Figure 57 : cartes des zones favorables au développement de l'éolien en fonction de la vitesse moyenne du vent. Source : Schéma régional éolien Alsace - 2012....86
Figure 58 : Scénario tendanciel pour SLA - production supplémentaire de chaque filière d'EnR à partir de 2016....87
Figure 59 : Scénario volontariste pour SLA - production supplémentaire de chaque filière d'EnR à partir de 2016....88
Figure 60 : Scénario maximal pour SLA - production supplémentaire de chaque filière d'EnR à partir de 2016....89
Figure 61 : principe de l'effet de serre (source : Chiffres clé du climat 2016 – MEDDE/I4CE). Les données numériques dans les cadres rouges expriment les flux en watt par m^2....90
Figure 62 : comparaison des PRG de différents GES, exprimés en PRG du CO_2 (ou équivalent CO_2-GIEC 2013)....91

Figure 63 : répartition des émissions mondiales de GES en 2010 suivant les principaux secteurs d'activités. Source : GIEC, 5ème rapport, résumé à l'intention des décideurs - 2013 92

Figure 64 : comparaison des émissions de GES de la France en 2012 pour la méthode de l'empreinte carbone et de l'inventaire national). 93

Figure 65 : répartition des émissions GES de SLA en 2016 par secteur d'activité (en haut à gauche) et en tenant compte de l'ensemble des émissions des aéronefs de l'EAP (2015) sources énergétiques (en haut à droite) et gaz à effet de serre (en bas). Sources ATMO Grand-Est : Chiffres Clés SLA - 2016 et Bilan Carbone EAP-2015 94

Figure 65 : répartition des émissions GES de SLA en 2016 par secteur d'activité (en haut à gauche), sources énergétiques (en haut à droite) et gaz à effet de serre (en bas). Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016. 97

Figure 66 : évolution des émissions de GES par secteur d'activité entre 2005 et 2016. Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016. 98

Figure 67 : évolution des émissions de GES par source énergétique entre 2005 et 2016. Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016. 98

Figure 68 : évolution des émissions de GES indirect par source énergétique entre 2005 et 2016. Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016. 99

Figure 69 : répartition des émissions de gaz à effet de serre (GES) totales affectées à chaque commune de Saint-Louis Agglomération (cercles) et classes d'émissions de GES par habitants (en t CO2e) 100

Figure 70 : Secteur du transport routier – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016– (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques. 101

Figure 71 : Secteur du résidentiel – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016 – (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques 102

Figure 72 : Secteur du résidentiel – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016 – (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques 103

Figure 73 : Secteur de l'agriculture – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016 – (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques 104

Figure 74 : Secteur tertiaire – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016 – (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques. 105

Figure 74 : Schéma des différentes phases d'un cycle LTO (source : ACNUSA) 106

Figure 75 : Secteur des transports aérien, fluvial et par rail – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016– (c) répartition des émissions 2016 suivant les sources énergétiques et non énergétiques. 107

Figure 76 : Secteur des déchets – (a) évolution des émissions de GES brutes par type de source- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission du secteur dans le global SLA en 2016– (c) répartition des émissions 2016 suivants les sources énergétiques et non énergétiques. 108

Figure 77 : émissions de GES en masse de CO2 équivalent par MWh PCI pour quelques sources d'énergie (valeurs tirées du document méthodologique du bilan carbone. 109

Figure 79 : Trajectoire de réduction des émissions de GES résultant du scénario retenu par la SNBC (dit Avec Mesures supplémentaires mettant en évidence les mesures de politiques publiques qui permettent à la France de respecter au mieux ses engagements) en Million de tonnes CO2e. Source : Projet SNBC, Ministère de la Transition Écologique et Solidaire – Janvier 2018.....110

Figure 79 : répartitions des émissions de polluants par secteur et pour chaque type de polluants retenus dans le PCAET.....115

Figure 81 : répartition des émissions tout polluants confondus par secteur (en haut à gauche) et par source énergétique (en haut à droite) et par type de polluants primaire (en bas) pour SLA en 2016. Source ATMO-GE, Chiffres Clé 2018.....116

Figure 82 : répartition des émissions de dioxyde de souffre de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.....117

Figure 83 : évolution des émissions de SO_2 du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique.....117

Figure 84 : répartition des émissions d'oxyde d'azote de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.....118

Figure 85 : évolution des émissions de NOx_2 du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique.....118

Figure 86 : répartition des émissions d'oxyde d'azote de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.....119

Figure 87 : évolution des émissions de NH3 du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique.....119

Figure 88 : répartition des émissions de composés organiques volatils de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.....120

Figure 89 : évolution des émissions de COVNM du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique.....120

Figure 90 : répartition des émissions de particules microniques <10µm de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.....121

Figure 91 : répartition des émissions de particules microniques <2,5µm de SLA en 2016, par secteur d'activités et par source énergétique. Source ATMO-GE Chiffres Clés 2016.....121

Figure 92 : évolution des émissions de PM10 du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique.....122

Figure 93 : évolution des émissions de PM2,5 du territoire de SLA par secteur d'activité et par source énergétique.....122

Figure 94 : Emmissions de polluants hors énergie – (a) évolution des émissions brutes par type de polluant- (b) pourcentage d'évolution des émissions brutes sur les périodes 2005-2010 et 2010-2016 et part de chaque émission hors énergie dans le global SLA en 2016– (c) répartition des émissions 2016 suivants les types de polluants.....123

Figure 95 : répartition des émissions hors énergie de COVNM (à gauche), de PM 10 (au centre) et de PM 2,5 (à droite) pour les différents secteurs d'activité. Source ATMO-GE 2016.....123

Figure 96 : : Distribution des concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote (NO_2) en haut et de particules <10µm (en bas relevées sur l'année 2017 pour SLA. Sources : données ATMO, maille de 1km.....125

Figure 98 : état des réservoirs carbone en fonction du type d'occupation des sols (Base de données OCS) pour l'année 2012.....132

Figure 99 : répartition des stocks de carbone par type d'occupation des sols de l'EPCI (Base de données OCS) pour l'année 2012.....133

Figure 101 : cartographie des potentiels de séquestration de la biomasse (sol et flore) sur le territoire de Saint-Louis Agglomération -2012.....134

Figure 98 : Cartographie de mutation des sols entre 2000 et 2012 et rappel du stock carbone sur le territoire de SLA (en 2012).....138

Figure 99 : Les principaux impacts du changement climatiques déjà visibles et les évolutions attendus d'ici 2050. Source : Observatoire National de l'Effet du Changement Climatique (ONERC) - MTES....141
Figure 100 : Températures normales (période 1980 – 2010) station de Bâle-Mulhouse Source : Météo France....143
Figure 101 : Température moyenne annuelle station de Bâle-Mulhouse : écart à la référence 1961-1990 Source : Climat HD – Météo France 2018....145
Figure 102 : Évolution de la température moyenne à la surface du globe Source : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC), 2014....146
Figure 103 : Température moyenne annuelle en Alsace : écart à la référence 1976 – 2005. Observation et simulations pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6 4.5 8.5 Source : Climat HD – Météo-France 2018....148
Figure 104 : Nombre de journée chaudes en Alsace : Simulations climatiques sur passé et futur pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5 et 8.5 Source : Climat HD – Météo-France 2018....149
Figure 105 : Cumul hivernal de précipitations en Alsace : rapport à la référence 1976-2005. Observation et simulations pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6 4.5 8.5 Source : Climat HD – Météo-France 2018....150
Figure 106 : Cumul estival de précipitations en Alsace : rapport à la référence 1976-2005. Observation et simulations pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6 4.5 8.5 Source : Climat HD – Météo-France 2018....150

Liste des Tableaux

Tableau 1 : principales unités de mesures et équivalences pour les différentes formes d'énergie. ... 12
Tableau 2 : préfixes couramment utilisés pour les mesures énergétiques ... 12
Tableau 3 : évolution des consommations énergétiques finales brutes et corrigées des variations climatiques annuelles de SLA de 2005 à 2010. ... 15
Tableau 4 : synthèse des consommations énergétiques finales à climat réelles de SLA en 2016, par secteur d'activité et sources énergétiques ... 15
Tableau 5 : évolution des consommations énergétiques finales brutes et corrigées des variations climatiques annuelles par habitant de SLA de 2005 à 2010 ... 16
Tableau 6 : évolution comparée et par secteur des consommations finales d'énergie totales et par habitants pour SLA. (Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016). ... 20
Tableau 7 : évolution comparée et par secteur des consommations finales d'énergie totales et par habitants pour SLA. (Source : Chiffres Clés SLA – ATMO Grand-Est – 2016). ... 20
Tableau 8 : synthèse du coût d'approvisionnement en énergies par secteur et source d'énergie pour SLA en 2016. ... 48
Tableau 9 : objectifs de réductions des consommations énergétiques pour la nouvelle PPE 2018-2028 ... 50
Tableau 10 : objectifs de réductions des consommations énergétiques pour la nouvelle PPE 2018-2028 ... 50
Tableau 12 : description des parcs résidentiels et tertiaire (2013) et déclinaison pour SLA des objectifs de rénovations BBC fixés par le SRCAE en 2012 (xource : SRACE Alsace – Zoom territorial – Pays de Saint-Louis et des Trois Frontières », Energivie. Info – décembre 2013). ... 51
Tableau 15 : objectifs de développement des énergies renouvelables par vecteurs déposées par la nouvelle PPE 2018-2028 ... 73
Tableau 16 : objectifs de développement des EnR fixés par le SRADDET de la région Grand -Est (Fin 2018) ... 75
Tableau 17 : synthèse de la déclinaison territoriale du SRCAE pour le Pays de Saint-Louis et des 3 frontières – Energievie.info – décembre 2013. ... 78
Tableau 16 : Émissions de GES pour l'ensemble des activités de l'EAP sur 2015. ... 94
Tableau 18 : évolution des émissions de GES annuelles de SLA de 2005 à 2010. ... 96
Tableau 19 : évolution des émissions globales de GES pour SLA entre 2005 et 2016. ... 96
Tableau 20 : ventilation des émissions de GES de SLA en 2016 , par secteur d'activité et sources énergétiques. ... 96
Tableau 21 : synthèse des déchets produits sur le territoire de SLA en 2014. Sources : diagnostic du SCOT, rapports annuels sur le service public d'enlèvement des déchets ... 109
Tableau 23 : objectifs de réductions des émissions de GES déposés par le SRADDET du GE - Décembre 2018 ... 111
Tableau 16 : Émissions de polluants pour l'ensemble des activités de l'EAP sur 2015. ... 114
Tableau 24 : objectifs déposés par la France pour la réduction des émissions de polluants atmosphériques aux horizon 2020 et 2030 (PREPA) et comparaison avec les évolutions relevées sur le territoire de SLA sur les périodes 2005-2016 et 2010-2016. ... 128
Tableau 25 : surfaces occupées par type de forêt sur SLA et flux de carbone associé (source : Outil ALDO de l'ADEME et Base de données OCS 2012) ... 137
Tableau 26 : Changement d'affectation des sols sur SLA pour la période 2000-2012 (source : Outil ALDO de l'ADEME et Base de données OCS 2012) ... 137
Tableau 26 : statistique des variables climatiques liées à la température pour SLA – Horizon 2050 ... 163

Tableau 27 : statistique des variables climatiques liées à la température pour SLA – Horizon 2070 164
Tableau 28 : statistique des variables climatiques liées aux précipitations pour SLA – Horizon 2050 165
Tableau 29 : statistique des variables climatiques liées aux précipitations pour SLA – Horizon 2070 165

ANNEXES AU DOCUMENT PRINCIPAL

ANNEXE 1 – Liste des Zones d'Activités et des réserves foncières identifiées sur SLA

SAINT-LOUIS Agglomération
Alsace 3 Frontières

Zones d'activité existantes sur le territoire de Saint-Louis Agglomération au 01/01/2019

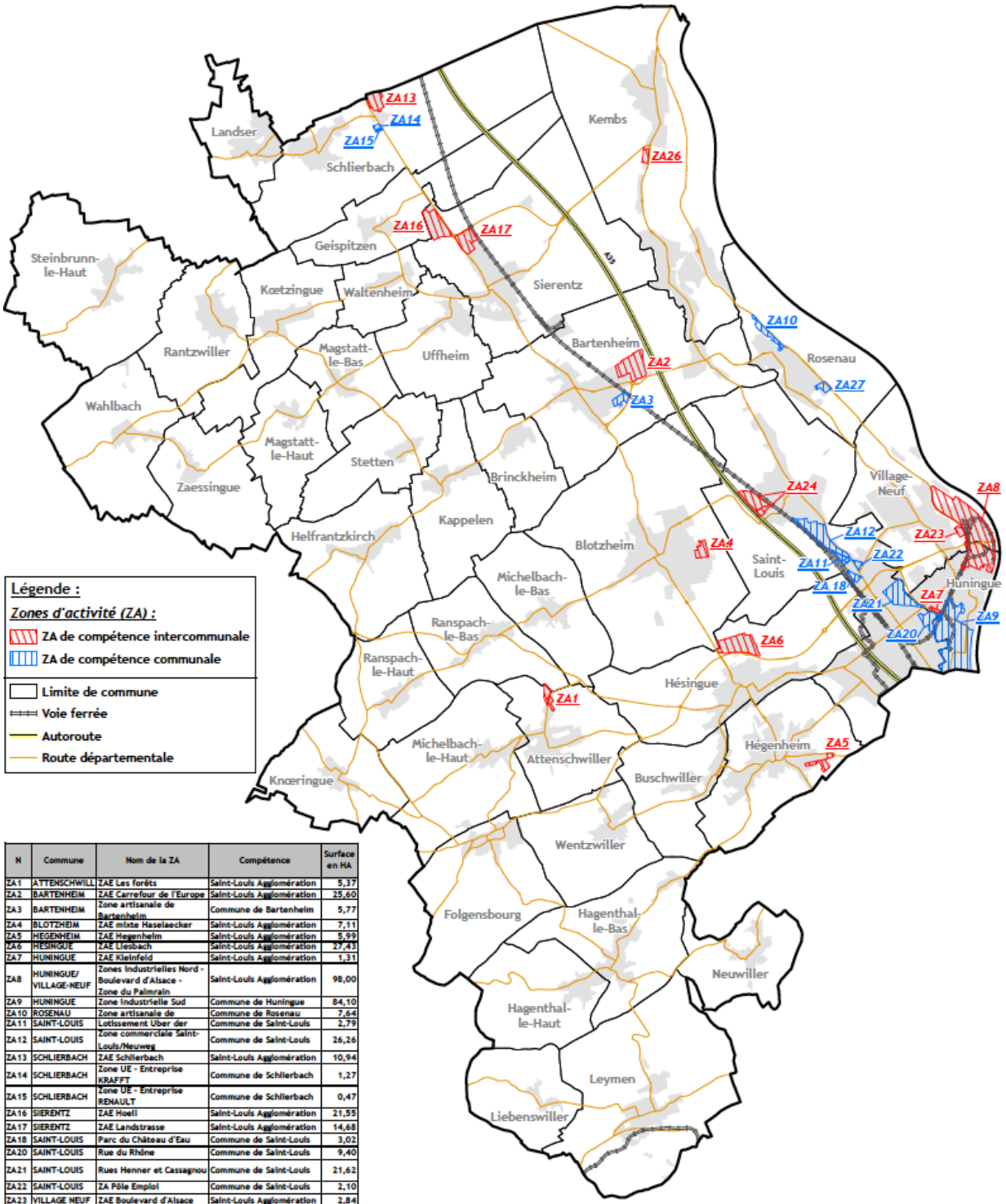
N

1:75 000

0 1 2 km

Plan fourni à titre indicatif et n'ayant aucune valeur juridique

Sources :
* Fond de carte : IGN, BD Topo 2015
* Réserves foncières : SLA, Direction Aménagement du Territoire / Cellule SIG, Janvier 2019
Edité le 17/01/2019 par CB/SLA - Réf : 2019_sig_DT002zoneactivite_carte



Légende :

Zones d'activité (ZA) :

- ZA de compétence intercommunale
- ZA de compétence communale
- Limite de commune
- Voie ferrée
- Autoroute
- Route départementale

N	Commune	Nom de la ZA	Compétence	Surface en HA
ZA1	ATTENSCHWILL	ZAE Les forêts	Saint-Louis Agglomération	5,37
ZA2	BARTENHEIM	ZAE Carrefour de l'Europe	Saint-Louis Agglomération	25,60
ZA3	BARTENHEIM	Zone artisanale de Bartenheim	Commune de Bartenheim	5,77
ZA4	BLOTZHEIM	ZAE mixte Haselaecker	Saint-Louis Agglomération	7,11
ZA5	HEGENHEIM	ZAE Hegenheim	Saint-Louis Agglomération	5,99
ZA6	HESINGUE	ZAE Liesbach	Saint-Louis Agglomération	27,43
ZA7	HUNINGUE	ZAE Kleinfeld	Saint-Louis Agglomération	1,31
ZA8	HUNINGUE/ VILLAGE-NEUF	Zones industrielles Nord - Boulevard d'Alsace - Zone du Palmrain	Saint-Louis Agglomération	98,00
ZA9	HUNINGUE	Zone industrielle Sud	Commune de Huningue	84,10
ZA10	ROSENAU	Zone artisanale de	Commune de Rosenau	7,64
ZA11	SAINT-LOUIS	Lotissement Uber der	Commune de Saint-Louis	2,79
ZA12	SAINT-LOUIS	Zone commerciale Saint-Louis/Neuweg	Commune de Saint-Louis	26,26
ZA13	SCHLIERBACH	ZAE Schlierbach	Saint-Louis Agglomération	10,94
ZA14	SCHLIERBACH	Zone UE - Entreprise KRAFFT	Commune de Schlierbach	1,27
ZA15	SCHLIERBACH	Zone UE - Entreprise RENAULT	Commune de Schlierbach	0,47
ZA16	SIERENTZ	ZAE Hoell	Saint-Louis Agglomération	21,55
ZA17	SIERENTZ	ZAE Landstrasse	Saint-Louis Agglomération	14,68
ZA18	SAINT-LOUIS	Parc du Château d'Eau	Commune de Saint-Louis	3,02
ZA20	SAINT-LOUIS	Rue du Rhône	Commune de Saint-Louis	9,40
ZA21	SAINT-LOUIS	Rues Henner et Cassagnou	Commune de Saint-Louis	21,62
ZA22	SAINT-LOUIS	ZA Pôle Emploi	Commune de Saint-Louis	2,10
ZA23	VILLAGE NEUF	ZAE Boulevard d'Alsace	Saint-Louis Agglomération	2,84
ZA24	SAINT LOUIS	ZAE EuroEastPark	Saint-Louis Agglomération	14,64
ZA26	KEMBS	ZAE rue de l'Artisanat	Saint-Louis Agglomération	3,52
ZA27	ROSENAU	Zone artisanale de Rosenau (Bubendorff)	Commune de Rosenau	4,22

SAINT-LOUIS Agglomération
Alsace 3 Frontières

Réserves foncières existantes sur le territoire de Saint-Louis Agglomération au 01/01/2019

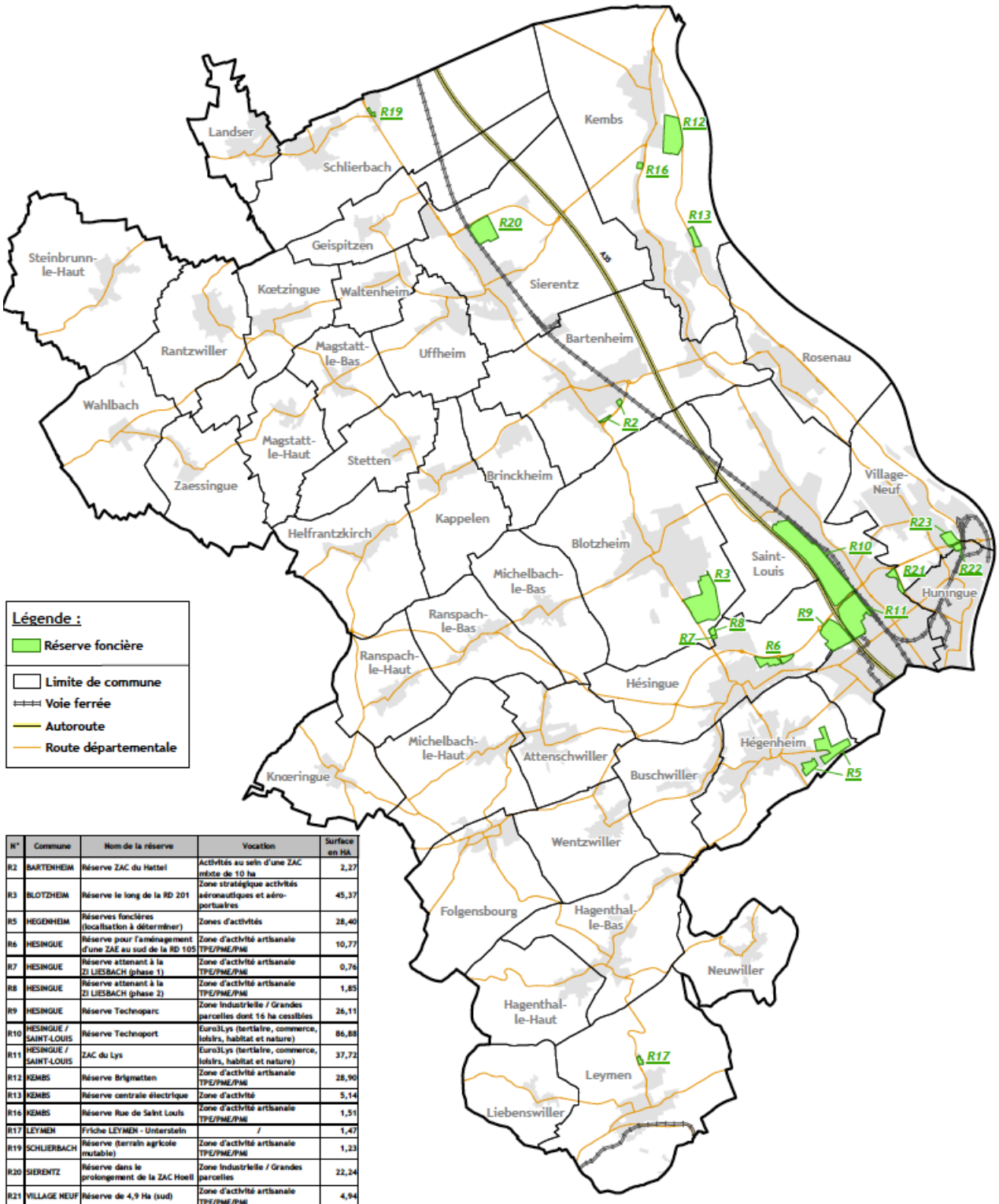
N

1:75 000

0 1 2 km

Plan fourni à titre indicatif et n'ayant aucune valeur juridique

Sources :
* Fond de carte : IGN, BD Topo 2015
* Réserves foncières : SLA, Direction Aménagement du Territoire / Cellule SIG, Janvier 2019
Edité le 17/01/2019 par CB/SLA - Réf : 2019_sig_DT002reserves_carte



N°	Commune	Nom de la réserve	Vocation	Surface en HA
R2	BARTENHEIM	Réserve ZAC du Hattel	Activités au sein d'une ZAC mixte de 10 ha	2,27
R3	BLOTZHEIM	Réserve le long de la RD 201	Zone stratégique activités aéronautiques et aéro-portuaires	45,37
R5	HEGENHEIM	Réserves foncières (localisation à déterminer)	Zones d'activités	28,40
R6	HESINGUE	Réserve pour l'aménagement d'une ZAE au sud de la RD 105	Zone d'activité artisanale TPE/PME/PMI	10,77
R7	HESINGUE	Réserve attenant à la ZI LIESBACH (phase 1)	Zone d'activité artisanale TPE/PME/PMI	0,76
R8	HESINGUE	Réserve attenant à la ZI LIESBACH (phase 2)	Zone d'activité artisanale TPE/PME/PMI	1,85
R9	HESINGUE	Réserve Technoparc	Zone industrielle / Grandes parcelles dont 16 ha cessibles	26,11
R10	HESINGUE / SAINT-LOUIS	Réserve Technoport	Euro3Lys (tertiaire, commerce, loisirs, habitat et nature)	86,88
R11	HESINGUE / SAINT-LOUIS	ZAC du Lys	Euro3Lys (tertiaire, commerce, loisirs, habitat et nature)	37,72
R12	KEMBS	Réserve Brigmatten	Zone d'activité artisanale TPE/PME/PMI	28,90
R13	KEMBS	Réserve centrale électrique	Zone d'activité	5,14
R16	KEMBS	Réserve Rue de Saint Louis	Zone d'activité artisanale TPE/PME/PMI	1,51
R17	LEYMEN	Friche LEYMEN - Unterstein	/	1,47
R19	SCHLIERBACH	Réserve (terrain agricole mutable)	Zone d'activité artisanale TPE/PME/PMI	1,23
R20	SIERENTZ	Réserve dans le prolongement de la ZAC Hoell	Zone industrielle / Grandes parcelles	22,24
R21	VILLAGE NEUF	Réserve de 4,9 Ha (sud)	Zone d'activité artisanale TPE/PME/PMI	4,94
R22	VILLAGE NEUF	Réserve Est (portion sud)	Zone à falsabilité incertaine	2,26
R23	VILLAGE NEUF	Réserve Est (portion nord)	Zone à falsabilité incertaine	6,96

ANNEXE 2 – Synthèse des Statistiques des modèles DRIAS pour SLA

	HORIZON1 (2021-2050)											
TEMPERATURES	Température moyenne [C]											
	NORTAV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	temp_Ref	1	2	6	9	13	16	19	19	15	10	5	
	temp_RCP26	1	3	6	11	15	18	20	21	17	12	6	
	temp_RCP45	2	2	7	11	14	18	20	21	17	11	7	
	temp_RCP85	2	3	7	11	15	18	20	21	17	12	7	
	Température minimale [C]											
	NORTNAV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	temp_Ref	-2	-1	2	5	9	13	14	14	11	7	3	
	temp_RCP26	-1	-1	3	6	10	14	15	16	12	8	3	
	temp_RCP45	0	-1	4	7	10	14	15	15	12	7	4	
	temp_RCP85	0	0	4	7	10	14	15	16	12	8	5	
	Température maximale [C]											
	NORTXAV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	temp_Ref	3	5	9	13	18	20	23	24	20	14	8	
	temp_RCP26	4	6	10	15	19	22	25	27	22	16	9	
	temp_RCP45	4	5	10	16	19	22	25	27	22	15	9	
	temp_RCP85	5	6	10	15	19	22	25	27	22	15	9	
	Nombre de journées d'été (Température maximale >25°C)											
	NORTXAV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	temp_Ref	0	0	0	0	2	4	11	13	4	0	0	
	temp_RCP26	0	0	0	0	2	7	14	20	7	0	0	
	temp_RCP45	0	0	0	0	3	7	13	19	9	0	0	
	temp_RCP85	0	0	0	0	4	7	14	20	8	0	0	
	Extrême chaud des températures minimales (90ème centile)											
	NORTNQ90	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	temp_Ref	3	3	6	9	13	16	17	17	15	11	7	
	temp_RCP26	4	3	7	11	13	17	18	19	15	12	9	
	temp_RCP45	4	3	8	11	14	17	18	18	16	12	9	
	temp_RCP85	4	4	8	10	14	17	18	19	16	13	9	
	Extrême chaud des températures maximales (90ème centile)											
	NORTXQ90	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	temp_Ref	8	10	15	18	23	25	28	29	25	19	12	
	temp_RCP26	8	11	15	20	24	27	29	32	26	21	14	1
	temp_RCP45	9	10	15	21	24	27	30	32	27	21	14	1
	temp_RCP85	10	11	15	20	25	27	30	31	27	21	14	1
	Nombre de jours de gel (Température minimale < 0°C)											
	NORTNFD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	temp_Ref	19	17	9	3	0	0	0	0	0	1	8	1
	temp_RCP26	16	15	7	1	0	0	0	0	0	0	7	1
	temp_RCP45	15	14	4	0	0	0	0	0	0	1	6	1
	temp_RCP85	14	13	4	0	0	0	0	0	0	0	4	1
	Nombre de nuits tropicales (Température minimale > 20°C)											
	NORTNFD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
	temp_Ref	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	temp_RCP26	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	
	temp_RCP45	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	
	temp_RCP85	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	

Tableau 25 : statistique des variables climatiques liées à la température pour SLA – Horizon 2050

HORIZON2 (2041-2070)												
Température moyenne [C]												
NORTAV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
temp_Ref	1	2	6	9	13	16	19	19	15	10	5	
temp_RCP26	2	3	7	10	15	18	20	21	17	12	7	
temp_RCP45	2	3	7	11	15	18	21	21	17	11	7	
temp_RCP85	3	4	8	11	16	19	22	23	18	12	8	
Température minimale [C]												
NORTNAV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
temp_Ref	-2	-1	2	5	9	13	14	14	11	7	3	
temp_RCP26	0	0	4	6	10	14	15	15	12	8	4	
temp_RCP45	0	-1	4	7	10	14	16	16	12	7	4	
temp_RCP85	1	1	4	7	11	15	17	17	13	9	6	
Température maximale [C]												
NORTXAV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
temp_Ref	3	5	9	13	18	20	23	24	20	14	8	
temp_RCP26	4	7	10	15	19	22	25	27	22	16	9	
temp_RCP45	4	6	11	15	19	22	26	26	21	15	9	
temp_RCP85	5	8	11	15	20	23	27	29	23	16	10	
Nombre de journées d'été (T >25°C)												
NORTXAV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
temp_Ref	0	0	0	0	2	4	11	13	4	0	0	
temp_RCP26	0	0	0	0	3	9	16	20	9	0	0	
temp_RCP45	0	0	0	0	3	7	16	18	6	0	0	
temp_RCP85	0	0	0	0	5	10	19	23	11	1	0	
Extrême chaud des températures minimales (90ème centile)												
NORTNQ90	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
temp_Ref	3	3	6	9	13	16	17	17	15	11	7	
temp_RCP26	4	4	8	10	14	17	19	19	16	12	9	
temp_RCP45	3	3	8	11	14	18	19	19	16	12	9	
temp_RCP85	5	5	9	11	14	18	20	20	17	13	11	
Extrême chaud des températures maximales (90ème centile)												
NORTXQ90	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
temp_Ref	8	10	15	18	23	25	28	29	25	19	12	
temp_RCP26	9	12	16	19	24	27	31	32	28	21	14	1
temp_RCP45	8	11	16	20	25	27	31	31	26	20	13	1
temp_RCP85	11	13	16	20	25	28	31	34	29	21	15	1
Nombre de jours de gel (Température minimale < 0°C)												
NORTNFD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
temp_Ref	19	17	9	3	0	0	0	0	0	1	8	1
temp_RCP26	15	14	5	0	0	0	0	0	0	0	5	1
temp_RCP45	15	14	4	0	0	0	0	0	0	0	5	1
temp_RCP85	11	9	3	0	0	0	0	0	0	0	3	1
Nombre de nuits tropicales (Température minimale > 20°C)												
NORTNFD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
temp_Ref	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
temp_RCP26	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	
temp_RCP45	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	
temp_RCP85	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	

Tableau 26 : statistique des variables climatiques liées à la température pour SLA – Horizon 2070

PRECIPITATIONS

HORIZON1 (2021-2050)

Cumul de précipitations [mm]

NORRR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Année
temp_Ref	89	66	56	77	90	98	70	53	80	86	70	76	911
temp_RCP26	73	76	63	79	105	104	75	64	64	75	65	80	923
temp_RCP45	78	75	70	73	103	99	79	50	71	73	86	94	951
temp_RCP85	80	84	68	73	101	106	87	62	67	87	83	89	987

Nombre de jours de pluie

NORRR1MM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Année
temp_Ref	12	10	9	12	16	14	12	7	11	12	10	11	136
temp_RCP26	11	11	10	13	16	15	11	7	9	10	10	11	134
temp_RCP45	12	12	11	12	17	15	12	7	11	10	12	13	144
temp_RCP85	12	12	11	13	16	15	11	8	10	12	12	12	144

Nombre de jours de fortes précipitations

NORPN20MM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Année
temp_Ref	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
temp_RCP26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
temp_RCP45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
temp_RCP85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nombre maximum de jours de pluie consécutifs

NORPXCWD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
temp_Ref	5	4	3	4	5	5	4	3	5	4	4	4
temp_RCP26	4	4	3	5	6	5	3	3	4	4	3	4
temp_RCP45	4	4	3	4	6	5	4	2	4	4	4	5
temp_RCP85	5	5	4	4	5	5	3	3	4	5	4	4

Période de sécheresse

NORPXCDD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
temp_Ref	9	9	11	7	5	6	7	12	9	9	10	10
temp_RCP26	9	9	10	7	5	5	7	11	10	10	10	11
temp_RCP45	9	8	8	7	5	5	8	12	9	11	9	7
temp_RCP85	10	7	9	6	5	5	8	10	10	8	9	8

Tableau 27 : statistique des variables climatiques liées aux précipitations pour SLA – Horizon 2050

HORIZON2 (2041-2070)

Cumul de précipitations [mm]

NORRR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Année
temp_Ref	89	66	56	77	90	98	70	53	80	86	70	76	911
temp_RCP26	99	79	65	74	97	104	73	53	70	70	75	85	944
temp_RCP45	74	72	63	75	100	112	86	63	80	74	86	102	987
temp_RCP85	88	77	62	80	93	99	81	47	72	85	84	87	955

Nombre de jours de pluie

NORRR1MM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Année
temp_Ref	12	10	9	12	16	14	12	7	11	12	10	11	136
temp_RCP26	13	10	10	13	16	15	11	7	10	10	10	12	137
temp_RCP45	11	10	11	12	16	15	12	8	11	11	10	12	139
temp_RCP85	13	11	10	13	15	14	12	6	10	11	11	12	138

Nombre de jours de fortes précipitations

NORPN20MM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Année
temp_Ref	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
temp_RCP26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
temp_RCP45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
temp_RCP85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nombre maximum de jours de pluie consécutifs

NORPXCWD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
temp_Ref	5	4	3	4	5	5	4	3	5	4	4	4
temp_RCP26	4	4	3	4	5	5	3	2	4	4	4	4
temp_RCP45	4	4	4	4	6	5	4	3	4	4	4	5
temp_RCP85	5	4	3	4	5	5	4	2	4	4	4	4

Période de sécheresse

NORPXCDD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
temp_Ref	9	9	11	7	5	6	7	12	9	9	10	10
temp_RCP26	8	9	9	7	5	5	8	12	10	10	9	9
temp_RCP45	10	9	9	7	5	5	8	11	8	10	10	9
temp_RCP85	8	8	10	6	6	6	8	14	10	9	9	9

Tableau 28 : statistique des variables climatiques liées aux précipitations pour SLA – Horizon 2070

Contacts

Chef de projet AMOA

Stéphane Petitot
Tél. 06 15 95 02 79
s.petitot@alternativecarbone.fr

Charles Thouny
Tél : 06 51 54 30 57
c.thouny@alternativecarbone.fr

Pierre-François HERVIÉ
Tél : 03 87 63 30 53
hervie@atelier-territoires.com

Claude MAURY
Tél : 03 87 63 02 00
maury@atelier-territoires.com

SIRET 517 978 268 000 20
10 rue de la moyenne corniche 67210 Obernai
Déclaration d'activité de formation enregistrée sous le n°44 67 05849 67 auprès du préfet de région Grand Est
www.alternativecarbone.fr