

Plan Climat Air Energie Territorial

DIAGNOSTIC

Air – Energie – Climat

Émetteur

NEPSEN

1, place de la Gare

35 000 | Rennes

Nom du Contact : Lucile LEPY

Fonction : Responsable de Pôle Territoire

Tél : 05 40 05 51 48

Courriel : lucile.lespy@nepsen.fr

Destinataire

CALI - Communauté d'agglomération du libournais

42 Rue Jules Ferry,

33500 Libourne

Nom du contact : Cécile PERDRIX

Fonction : Responsable du service transition écologique

Service transition écologique

Tél : 06 26 06 35 35

Courriel : cperdrix@lacali.fr

Document

	Date	Rédacteur	Action
V1	04/11/2024	Clara ALVES (NEPSEN) Lucile LEPY (NEPSEN) Lisa FRITZ (NEPSEN) Fanny VAYSSIE (NEPSEN)	Rédaction
	15/01/2025	Lucile LEPY (NEPSEN)	Relecture
V2	15/02/2025	Cécile PERDRIX (Cali)	Relecture
Vf	09/04/2025	Lisa FRITZ (NEPSEN)	Rédaction
	12/04/2025	Lucile LEPY (NEPSEN)	Relecture

SOMMAIRE

1. CONTEXTE..... 8

1.1. Propos introductifs 8

1.1.1. Le changement climatique 8

1.1.2. La prise en charge politique du changement climatique 8

1.2. Le Diagnostic PCAET 9

1.2.1. Le projet territorial..... 9

1.2.2. Les réglementations autour du PCAET de la CALI..... 10

La stratégie nationale bas-carbone, 3^{ème} édition (SNBC3)..... 10

La programmation pluriannuelle de l'énergie, 3^{ème} édition (PPE3)..... 11

La loi APER sur les énergies renouvelables 11

La loi Climat et Résilience, article 19 11

Articulation avec le SRADDET et le SCoT 11

2. ENERGIE..... 15

2.1. Bilan des consommations énergétiques et potentiels de réduction..... 15

2.1.1. Contexte méthodologique..... 15

Le périmètre étudié 15

Les notions clés 15

Les données utilisées 16

2.1.2. État des lieux des consommations énergétiques 16

Consommations globales..... 16

Le secteur des transports 18

Le secteur résidentiel..... 20

Le secteur tertiaire 21

Le secteur industriel..... 22

Le secteur agricole 23

Le secteur des déchets 24

2.1.3. Évolution des consommations d'énergie 24

2.1.4. Potentiel de réduction de la consommation d'énergie..... 27

Résidentiel 28

Potentiel d'économie d'énergie associé à la pratique d'écogestes 28

Potentiel d'économie d'énergie associé à la rénovation thermique 28

Bilan pour le secteur résidentiel 29

Transports..... 29

Potentiel d'économie d'énergie associé aux déplacements domicile-travail 29

Potentiel d'économie associé à l'amélioration des performances énergétiques des véhicules 30

Potentiel d'économie liés à la planification territoriale 30

Potentiel d'économie sur les flux longue distance, transit..... 30

Potentiel d'économie associé à la modernisation du fret français 31

Bilan pour le secteur transports 31

Tertiaire..... 31

Potentiel d'économie d'énergie associé à la pratique d'écogestes 31

Potentiel d'économie d'énergie associé à la rénovation thermique 31

Bilan pour le secteur tertiaire 31

Bilan sur la maîtrise de l'énergie..... 31

2.1.5. Enjeux mis en évidence par l'étude 33

2.2. Production d'énergie renouvelable sur le territoire	34
2.2.1. Contexte méthodologique.....	34
Périmètre étudié	34
Précautions concernant les résultats présentés sur les potentiels	34
Notions clés	34
Source de données.....	34
2.2.2. État des lieux de la production d'énergie renouvelable actuelle	35
Production d'énergie renouvelable à l'échelle du territoire	35
2.2.3. Potentiel de développement des énergies renouvelables.....	35
Synthèse des résultats	35
Potentiel de développement mobilisable	35
Productible en énergies renouvelables à horizon 2050	36
Solaire Photovoltaïque	38
La ressource sur le territoire	38
Méthodologie	39
Le potentiel en détails.....	40
Synthèse du potentiel solaire photovoltaïque	41
Solaire Thermique	42
La ressource sur le territoire	42
Méthodologie	42
Le potentiel en détails.....	43
Zoom sur les autres potentiels solaires	44
Synthèse du potentiel solaire thermique	45
Biomasse / Bois-Énergie	46
La ressource sur le territoire	46
Consommation projetée de bois	49
Synthèse du potentiel biomasse / bois-énergie	50
Géothermie.....	51
Géothermie de surface	51
Méthodologie.....	51
Ressources sur le territoire et zonage réglementaire	52
Gisement mobilisable.....	55
Géothermie profonde	55
Potentiel géothermie	57
Grand Éolien	58
La ressource sur le territoire	58
Identification des zones « favorables »	59
Estimation du potentiel atteignable.....	61
Synthèse du potentiel éolien	62
Hydroélectricité.....	63
Les obstacles à l'écoulement.....	63
Synthèse du potentiel hydroélectrique	64
Méthanisation	65
Méthodologie	65
Ressources	65
Le potentiel en détails.....	66
Synthèse du potentiel méthanisation	67
Énergie Fatale.....	68
Potentiel mobilisable	68
Synthèse du potentiel chaleur fatale	69
2.2.4. Autonomie énergétique	70
Autonomie énergétique en 2022.....	70
Autonomie énergétique projetée en 2050	70
2.2.5. Enjeux mis en évidence par l'étude	70
2.3. Facture énergétique du territoire.....	72

2.3.1. Facture en 2022.....	72
-----------------------------	----

2.4. État des réseaux de transport et de distribution d'énergie et potentiels de développement 74

2.4.1. Contexte méthodologique.....	74
Le périmètre étudié	74
Les notions clés	75
Les données utilisées	75
2.4.2. État des lieux des réseaux de transport et de distribution	76
Le réseau électrique du territoire	76
Le réseau très haute tension du territoire (réseau de transport).....	77
Le réseau Moyenne Tension (HTA) du territoire	77
Le réseau basse tension (BT) du territoire	79
Cartographie du réseau de gaz du territoire	79
Le réseau de transport et de distribution de gaz	80
Cartographie des réseaux de chaleur du territoire	81
2.4.3. Potentiel de développement des réseaux.....	82
Analyse du réseau de transport et de distribution d'électricité	82
Le réseau HTA et la capacité des postes sources	82
Le réseau BT.....	83
Analyse du réseau de gaz	83
Analyse des besoins en chaleur du territoire.....	84
2.4.4. Enjeux mis en évidence par l'étude	88

3. AIR 90

3.1. Données sur la qualité de l'air et potentiels de réduction 90

3.1.1. Chiffres clés du territoire en termes d'émissions de polluants atmosphériques....	90
Bilan en 2022 - émissions	90
Émissions de NOx.....	90
Émissions de particules en suspension	90
Émissions de COVNM	91
Émissions de SO ₂	91
Émissions de NH ₃	91
Les secteurs à enjeux	91
Zoom sur les émissions de chaque polluant	92
Émissions de COVNM	92
Émissions de NH ₃	93
Émissions de NO _x	93
Émissions de PM ₁₀	93
Émissions de PM _{2,5}	94
Émissions de SO ₂	94
Évolution des données dans le temps	95
Évolution des émissions de COVNM.....	96
Évolution des émissions de NH ₃	97
Évolution des émissions de NO _x	97
Évolution des émissions de PM ₁₀	98
Évolution des émissions de PM _{2,5}	99
Évolution des émissions de SO ₂	99
3.1.2. Potentiel maximal théorique de réduction des émissions de polluants atmosphériques en 2050	100
Le transport	100
Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur Transport	100
Bilan pour le secteur transports	101
Le résidentiel	101

Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur Résidentiel	101
Bilan pour le secteur résidentiel	101
L'agriculture.....	101
Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur Agriculture	101
Bilan pour le secteur Agriculture.....	102
Bilan sur la qualité de l'air	102
3.1.3. Enjeux mis en évidence par l'étude	102

4. CLIMAT 105

4.1. Émissions de gaz à effet de serre et potentiels de réduction 105

4.1.1. Contexte méthodologique.....	105
Le périmètre de l'étude	105
Notions clés	105
Émissions directes et indirectes	105
Les différents gaz à effet de serre	106
4.1.2. Bilan des émissions de gaz à effet de serre.....	107
Les résultats globaux.....	107
Le secteur des transports	108
Le secteur agricole	110
Le secteur résidentiel.....	110
Le secteur tertiaire	111
Le secteur industriel.....	112
Le secteur des déchets	113
Le secteur de l'énergie.....	113
4.1.3. Évolution des émissions de gaz à effet de serre	113
4.1.4. Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre	116
Le secteur agricole	117
Réduction des émissions de protoxyde d'azote (N ₂ O) associées aux apports de fertilisants minéraux azotés :	117
Réduction des émissions de méthane associées à la digestion des bovins et des porcs	118
Bilan	118
4.1.5. Enjeux mis en évidence par l'étude	119

4.2. La séquestration de carbone du territoire 119

4.2.1. Contexte méthodologique.....	119
Périmètre étudié	119
Notions clés	119
Sources de données utilisées	121
4.2.2. Bilan du stock carbone du territoire et de son évolution	121
Résultats de l'étude	121
Le stock de carbone	121
Les flux de carbone	121
Patrimoine et capital carboné.....	121
Surface occupées et grandes familles.....	121
Ventilation du stock de carbone	122
Flux de carbone	123
4.2.3. Les potentiels d'augmentation du stock carbone	124
Potentiel brut de développement du stock carbone	124
Développement de l'agroforesterie	124
Plantation de haies	125
Optimisation des pratiques culturales	125
Optimisation de la gestion des prairies	125
Séquestration supplémentaire liée à l'augmentation de la surface forestière	125

Séquestration supplémentaire liée aux constructions neuves en produits bois	125
Séquestration supplémentaire liée à l'arrêt de l'artificialisation	125
La neutralité carbone	125
4.2.4. Enjeux mis en évidence par l'étude	127
4.1. Vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique	127
4.1.1. Périmètre	127
4.1.2. Notions clés : Définition des différents concepts de vulnérabilité	127
Atténuation et adaptation	128
Exposition, sensibilité, vulnérabilité	128
4.1.3. Données sources	129
4.1.4. Synthèse de vulnérabilité sur la Communauté d'agglomération du Libournais ...	130
4.1.1. Détail des changements attendus	134
Climat général	134
Les risques naturels	135
Impact potentiel sur l'agriculture	138
Impact potentiel sur la santé	140
Impact potentiel sur le tourisme	142
<u>GLOSSAIRE</u>	<u>143</u>
<u>LISTE DES FIGURES</u>	<u>150</u>
<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	<u>153</u>

1. CONTEXTE

1.1. PROPOS INTRODUCTIFS

1.1.1. Le changement climatique

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

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

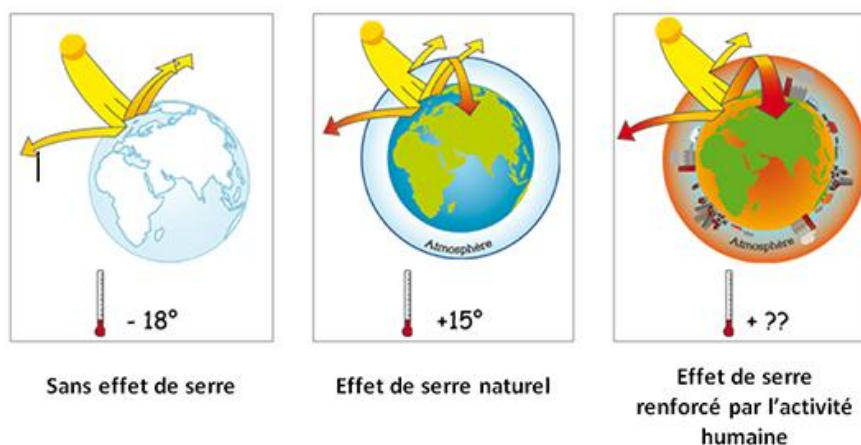


Figure 1 : Le mécanisme de l'effet de serre - Source : Agence de la Transition Écologique (ADEME), 2013

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

Compte tenu de la quantité de gaz à effet de serre déjà émise dans l'atmosphère, des modifications considérables du climat et de l'environnement sont inéluctables et certaines conséquences sont déjà visibles : hausse du niveau des océans, augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques violents, fonte des glaces, etc. La Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) est utilisée pour évaluer la vulnérabilité des territoires. Elle permet aux acteurs (collectivités, services de l'État, entreprises, etc.) de planifier leurs politiques en partant de la même hypothèse de réchauffement. Elle permet de mieux anticiper les répercussions directes du changement climatique sur l'environnement et les sociétés humaines. **Il est essentiel de prendre conscience que le réchauffement va inévitablement s'intensifier et continuer à altérer les conditions d'habitabilité de la planète, tant que la neutralité carbone ne sera pas atteinte.** Il est donc crucial d'agir sans délai pour atteindre la neutralité carbone et adapter les territoires aux impacts déjà inévitables.

1.1.2. La prise en charge politique du changement climatique

Face au changement climatique, la France s'est fixé deux objectifs globaux :

- 1 - **atteindre la neutralité carbone en 2050** (à l'image de tous les États signataires de l'accord de Paris, conclu en décembre 2015 à l'issue de la 21^{ème} Conférence des parties (COP) ;
- 2 - **adapter son territoire au climat futur.**

Pour cela, elle est amenée à mettre en œuvre des **politiques d'atténuation**, qui cherchent à éviter les dérèglements climatiques par une action globale et de long terme sur le niveau des émissions de gaz à effet de serre (GES); ainsi que

des **politiques d'adaptation**, qui prennent acte de la réalité présente de ces dérèglements et de leur inexorable aggravation à moyen terme.

Dans le but de s'adapter et d'atteindre la neutralité carbone en 2050, c'est-à-dire trouver un **équilibre entre les émissions de GES et la compensation permise par les puits de carbone** (réservoirs naturels ou artificiels absorbant du carbone), la France s'appuie sur trois documents de planification :

- La **stratégie nationale bas-carbone (SNBC)** qui décrit la feuille de route pour réduire les émissions de GES et ainsi atténuer le changement climatique ;
- La **programmation pluriannuelle de l' énergie (PPE)** qui fixe les priorités des pouvoirs publics dans le domaine de l' énergie et incite à la transformation du système énergétique ;
- Le **plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC)** visant à anticiper et à réduire la vulnérabilité du territoire face au changement climatique.

Afin d'assurer la mise en œuvre de ces politiques, les collectivités territoriales ont un rôle important à jouer. Elles sont en charge d'adapter les stratégies nationales et régionales à leur propre territoire, dans le but de réduire les émissions de GES et de renforcer leur résilience face aux impacts du changement climatique.

C'est dans cette perspective que les collectivités de plus de 20 000 habitants sont tenues de mettre en œuvre un Plan Climat-Air-Énergie Territorial.

1.2. LE DIAGNOSTIC PCAET

1.2.1. Le projet territorial

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

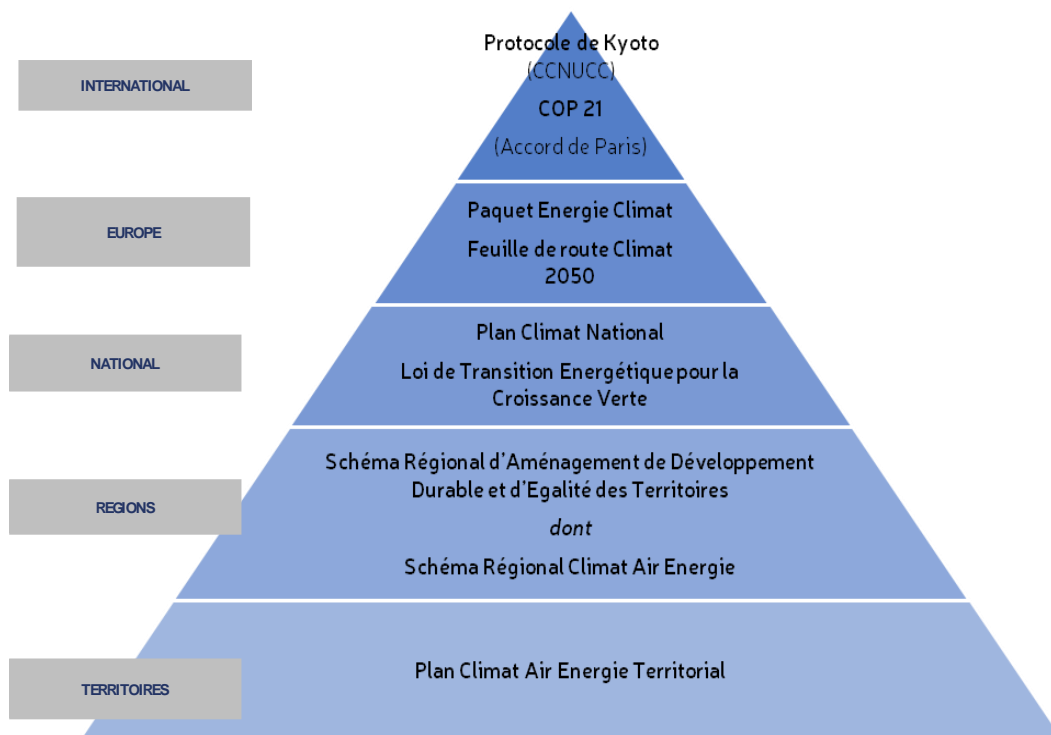


Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique

Le PCAET vise les **deux principaux objectifs** découlant des politiques en vigueur que sont l'atténuation des émissions de GES et l'adaptation du territoire, dans un délai précis donné.

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

- L'article L229-26 du Code de l'environnement (modifié par la loi n°2023-175 du 10 mars 2023) ;

- Les articles R229-51 à R229-56 du Code de l'environnement (modifiés par le décret n°2016-849 du 28 juin 2016 et le décret n°2021-1783 du 24 décembre 2021) ;
- L'arrêté du 4 août 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial ;
- L'ordonnance n°2016-1060 du 3 août 2016 ;
- Le décret n°2016-849 du 11 août 2016.

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

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

La démarche Plan Climat vise à guider et accompagner les collectivités dans l'intégration concrète, structurée et opérationnelle des enjeux liés à l'énergie, à la qualité de l'air et au climat au sein de leurs politiques publiques.

1.2.2. Les réglementations autour du PCAET de la CALI

La stratégie nationale bas-carbone, 3^{ème} édition (SNBC3)

La SNBC a été instaurée par la **loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte**. Elle définit des plafonds d'émissions de GES, appelés "budgets carbone", à ne pas dépasser.

Chaque budget est réparti à la fois :

- Par grands secteurs (aviation civile domestique, ...), notamment ceux pour lesquels la France a pris des engagements européens ou internationaux ;
- Par secteur d'activité (transports, bâtiment, industrie, agriculture, ...);
- Par catégorie de gaz à effet de serre.

La SNBC poursuit notamment les quatre grands objectifs suivants :

- Décarboner totalement la production d'énergie à l' horizon 2050, avec une réduction progressive de la consommation d'énergies fossiles et une augmentation de la part des énergies renouvelables dans le but de sortir totalement de la dépendance aux énergies fossiles en 2050 ;
- Réduire de moitié les consommations d'énergie dans tous les secteurs (transports, bâtiment...), en renforçant l'efficacité énergétique et les performances des équipements, en développant des modes de vie plus sobres et une économie circulaire ;
- Réduire les émissions non liées à la consommation d'énergie (émissions non énergétiques) en ciblant les émissions provenant de l'agriculture (évolutions des modes de production, diminution du recours aux engrais minéraux azotés, développement de l'agroécologie) et des procédés industriels ;
- Augmenter les puits de carbone naturels (forêts, marais...) et développer des technologies de capture et stockage du carbone pour absorber les émissions résiduelles incompressibles.

Le PCAET doit ainsi prendre en compte les objectifs établis par la 3^{ème} édition de la SNBC (encore en consultation) qui vise une réduction de 50% des émissions brutes de GES d'ici 2030 par rapport à 1990. Les **objectifs de réduction** par secteur d'activité, **à l'horizon 2030 par rapport à 2015**, sont présentés en suivant :



Bâtiment : réduction de 49% des émissions



Transports : réduction de 28% des émissions



Industrie : réduction de 35% des émissions



Agriculture : réduction de 19% des émissions



Énergie : réduction de 33% des émissions



Déchets : réduction de 35% des émissions

La programmation pluriannuelle de l'énergie, 3^{ème} édition (PPE3)

La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) a également été instaurée par la loi du 17 août 2015 (LTECV). Il s'agit d'un **outil de pilotage de la politique énergétique** qui fixe les priorités du gouvernement en matière d'énergie pour l'ensemble du territoire national, y compris les départements et régions d'outre-mer, sur une période de 10 ans. La PPE est révisée tous les 5 ans : la période en cours est mise à jour, et une nouvelle période de 5 ans est ajoutée pour assurer une planification à moyen et long terme.

La PPE répond à deux grands objectifs :

- Réduire la consommation d'énergie (-30% en 2030 par rapport à 2012) ;
- Diversifier le mix énergétique en augmentant la production des énergies décarbonées sur le territoire (+23% de consommations d'énergie décarbonée en 2030 par rapport à 2021).

Pour atteindre ces objectifs, quatre leviers sont privilégiés : promouvoir la sobriété énergétique, améliorer l'efficacité énergétique, relancer le nucléaire et accélérer le développement des énergies renouvelables.

La PPE de la période 2019-2028 a été adoptée par décret le 21 avril 2020. La révision de la PPE, appelée **PPE3**, est actuellement en consultation avant d'être approuvée pour la période 2024-2028.

La loi APER sur les énergies renouvelables

La loi APER (loi relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables), adoptée le 10 mars 2023, vise à accélérer le développement des énergies renouvelables en France. Conformément à l'article 15 de cette loi, le **PCAET doit intégrer une carte des zones d'accélération pour l'implantation d'installations terrestres de production d'énergies renouvelables** (cf. II-2bis de l'article L229-26 du Code de l'environnement). Cette cartographie peut être réalisée à l'aide des outils d'aide mis en place par les services de l'État pour définir ces zones.

Les **zones d'accélération des énergies renouvelables** (ZAEr) sont des cartographies spécifiques par filière d'énergie renouvelable. Elles doivent prendre en compte plusieurs critères :

- La **diversification des énergies renouvelables** et la **solidarité territoriale** pour garantir un déploiement équilibré sur l'ensemble du territoire ;
- Les **potentiels du territoire** ainsi que la **puissance déjà installée** pour éviter les zones de surexploitation ;
- Les **enjeux environnementaux** et **paysagers**, ainsi que les **contraintes locales** liées à l'implantation des infrastructures.

La loi Climat et Résilience, article 19

La loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 (loi Climat et Résilience) porte sur la lutte contre le dérèglement climatique et le renforcement de la résilience face à ses effets. Son **article 19** prévoit que le **plan d'actions du PCAET** doit inclure un volet spécifique relatif à la **maîtrise de la consommation énergétique de l'éclairage public** ainsi qu'à la **réduction des nuisances lumineuses**. Cette mesure vise à optimiser l'utilisation de l'éclairage public tout en limitant son impact environnemental et énergétique.

Articulation avec le SRADDET et le SCoT

Le PCAET de la CALI doit être compatible avec les objectifs du **Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)** de Nouvelle-Aquitaine, qui est co-piloté par le préfet, l'Agence de la transition écologique (ADEME) et le Conseil Régional. L'objectif de ce dernier est de définir des orientations régionales en matière de lutte contre la pollution atmosphérique, de maîtrise de la demande énergétique, de développement des énergies renouvelables, de réduction de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique. Il constitue donc un document cadre sur lequel doit s'appuyer le PCAET. La Région Nouvelle-Aquitaine dispose depuis le 27 mars 2020 de son SRADDET. Sa première modification a été adoptée le 14 octobre 2024 : le SRADDET modifié est désormais en application sur la région.

Le PCAET de la CALI doit également prendre en compte le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du Grand Libournais. Ce document de planification urbaine définit à l'échelle d'un territoire les grandes orientations d'aménagement et de

développement durable. Il vise à équilibrer les enjeux de l'urbanisation, de la protection de l'environnement, des mobilités et de la gestion des ressources. Le SCoT du Grand Libournais est en cours de révision depuis l'automne 2022 et son approbation est prévue avant la fin 2026.

2.1. Bilan des consommations énergétiques et potentiels de réduction Erreur ! Signet non défini.

Signet non défini.

2.1.1. Contexte méthodologique.....	Erreur ! Signet non défini.
Le périmètre étudié	Erreur ! Signet non défini.
Les notions clés	Erreur ! Signet non défini.
Les données utilisées	Erreur ! Signet non défini.
2.1.2. État des lieux des consommations énergétiques	Erreur ! Signet non défini.
Consommations globales.....	Erreur ! Signet non défini.
Le secteur des transports	Erreur ! Signet non défini.
Le secteur résidentiel.....	Erreur ! Signet non défini.
Le secteur tertiaire	Erreur ! Signet non défini.
Le secteur industriel.....	Erreur ! Signet non défini.
Le secteur agricole	Erreur ! Signet non défini.
Le secteur des déchets	Erreur ! Signet non défini.
2.1.3. Evolution des consommations d'énergie	Erreur ! Signet non défini.
2.1.4. Potentiel de réduction de la consommation d'énergie.....	Erreur ! Signet non défini.
Résidentiel	Erreur ! Signet non défini.
Transports.....	Erreur ! Signet non défini.
Tertiaire.....	Erreur ! Signet non défini.
Bilan sur la maîtrise de l'énergie.....	Erreur ! Signet non défini.
2.1.5. Enjeux mis en évidence par l'étude	Erreur ! Signet non défini.

2.2. Production d'énergie renouvelable sur le territoire Erreur ! Signet non défini.

2.2.1. Contexte méthodologique.....	Erreur ! Signet non défini.
Périmètre étudié	Erreur ! Signet non défini.
Précautions concernant les résultats présentés sur les potentiels	Erreur ! Signet non défini.
Notions clés	Erreur ! Signet non défini.
Source de données.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2.2. État des lieux de la production d'énergie renouvelable actuelle Erreur ! Signet non défini.	
Production d'énergie renouvelable à l'échelle du territoire	Erreur ! Signet non défini.
2.2.3. Potentiel de développement des énergies renouvelables.. Erreur ! Signet non défini.	
Synthèse des résultats	Erreur ! Signet non défini.
Solaire Photovoltaïque	Erreur ! Signet non défini.
Solaire Thermique	Erreur ! Signet non défini.
Biomasse / Bois-Énergie	Erreur ! Signet non défini.
Géothermie.....	Erreur ! Signet non défini.
Grand Éolien	Erreur ! Signet non défini.
Hydroélectricité.....	Erreur ! Signet non défini.
Méthanisation	Erreur ! Signet non défini.
Énergie Fatale.....	Erreur ! Signet non défini.
2.2.4. Autonomie énergétique	Erreur ! Signet non défini.
Autonomie énergétique en 2020.....	Erreur ! Signet non défini.
Autonomie énergétique projetée en 2050	Erreur ! Signet non défini.
2.2.5. Enjeux mis en évidence par l'étude	Erreur ! Signet non défini.

2.3. Facture énergétique du territoire..... Erreur ! Signet non défini.

- 2.3.1. Facture en 2020..... Erreur ! Signet non défini.
- 2.3.2. Comparaison aux factures énergétiques bretonnes et françaises Erreur ! Signet non défini.

2.4. État des réseaux de transport et de distribution d'énergie et potentiels de développement Erreur ! Signet non défini.

- 2.4.1. Contexte méthodologique..... Erreur ! Signet non défini.
 - Le périmètre étudié Erreur ! Signet non défini.
 - Les notions clés Erreur ! Signet non défini.
 - Les données utilisées Erreur ! Signet non défini.
- 2.4.2. État des lieux des réseaux de transport et de distribution . Erreur ! Signet non défini.
 - Le réseau électrique du territoire Erreur ! Signet non défini.
 - Cartographie du réseau de gaz du territoire Erreur ! Signet non défini.
 - Cartographie des réseaux de chaleur du territoire Erreur ! Signet non défini.
- 2.4.3. Potentiel de développement des réseaux..... Erreur ! Signet non défini.
 - Analyse du réseau de transport et de distribution d'électricité Erreur ! Signet non défini.
 - Analyse du réseau de gaz Erreur ! Signet non défini.
 - Analyse des besoins en chaleur du territoire..... Erreur ! Signet non défini.
- 2.4.4. Enjeux mis en évidence par l'étude Erreur ! Signet non défini.

2. ENERGIE

2.1. BILAN DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES ET POTENTIELS DE REDUCTION

2.1.1. Contexte méthodologique

Le périmètre étudié

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

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

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

- Electricité ;
- Energies renouvelables (biomasse, déchets, autres énergies renouvelables thermiques, biocarburants) ;
- Gaz naturel ;
- Produits pétroliers ;
- Réseau de chaleur (le territoire de la CALI n'est pas concerné à ce jour).

L'année de référence choisie est 2022 pour les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre et pour la production d'énergie renouvelable. En effet, la réalisation du diagnostic est basée en grande partie sur les données de l'ALEC 33 dont les plus récentes sont ainsi millésimées.

À SAVOIR

Le bilan énergétique du territoire permet :

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

Les notions clés

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

- 1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kWh
- 1 GWh = 86 tep (tonne équivalent pétrole)
- 1 kWh = 3 600 000 J (Joules)

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

Par convention, le coefficient de conversion entre énergie primaire et énergie finale est de 2,3 pour l'électricité et de 1 pour toutes les autres énergies.

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

Les données utilisées

Afin de mener à bien l'étude, les chiffres issus des travaux de l'ALEC 33 et de l'Atmo Nouvelle-Aquitaine ont été utilisés. Dès lors que les données sont issues d'une autre source, elle est précisée.

2.1.2. État des lieux des consommations énergétiques

Consommations globales

Le graphique suivant représente les consommations d'énergie finale du territoire en 2022 pour chacun des secteurs de référence et par vecteur :

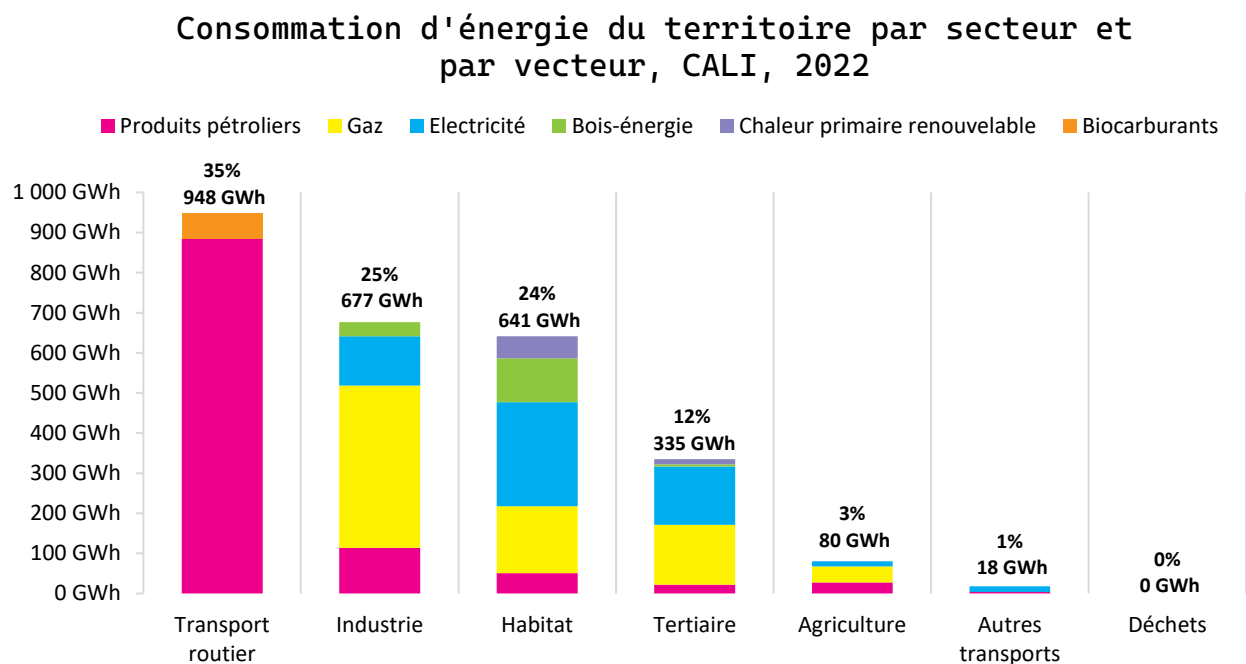


Figure 3 : Consommations d'énergie du territoire par secteur et par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC

La consommation totale d'énergie finale est de 2 699 GWh, soit 29 MWh par habitant. Les secteurs du territoire les plus consommateurs sont les transports routiers (35%), l'industrie (25%) et le résidentiel (24%).

Ventilation des consommations d'énergie finale par secteur, CALI, 2022

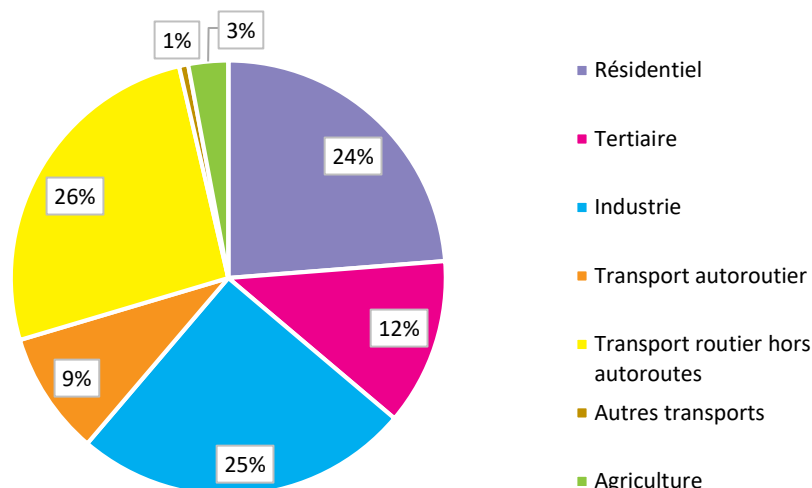


Figure 4 : Ventilation des consommations du territoire par secteur d'activité, CALI, 2022 – Source : ALEC

On remarque sur le graphique présenté ci-dessus que près de 26% des consommations liées aux transports routiers sont attribuables à l'autoroute (soit 9% des consommations totales). Les 74% autres restants sur ce secteur concernent donc les transports routiers hors autoroutes, ce qui met en avant la présence de migrations pendulaires importantes, expliquées par la ruralité du territoire et l'insuffisance de transports en commun.

À noter que les consommations du secteur résidentiel sont principalement dues à la forte proportion de **maisons individuelles** sur le territoire : 78% à la CALI (INSEE, 2021) contre 62% en Gironde (INSEE, 2019). Les maisons individuelles ont en moyenne une consommation plus élevée que les appartements.

Les types d'énergie les plus consommés sur le territoire sont les produits pétroliers (41%), le gaz naturel (28%) et l'électricité (20%). La répartition avec les autres types d'énergie consommés est présentée ci-dessous :

Ventilation des consommations d'énergie finale par vecteur, CALI, 2022

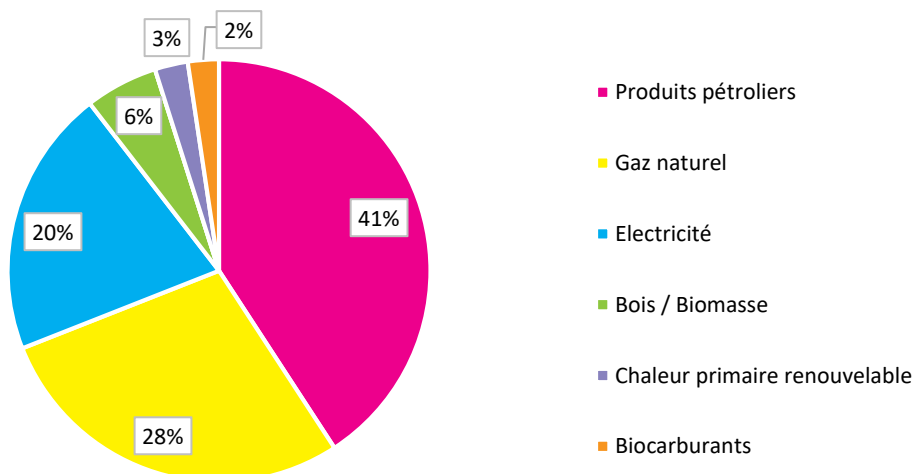


Figure 5 : Ventilation des consommations du territoire par type d'énergie, CALI, 2022 – Source : ALEC

Avec 41% des consommations totales, les produits pétroliers représentent l'énergie la plus consommée sur le territoire de la CALI, principalement dans les secteurs du transport routier et de l'industrie : 90% de la consommation totale de produits pétroliers se fait sur ces deux secteurs.

La consommation d'énergie par habitant sur le territoire de la CALI (**29 MWh/hab**) est globalement **similaire** à celle du profil moyen Girondin hors Bordeaux Métropole (BM) à **29,7 MWh/hab** en 2022 :

Consommation d'énergie finale par habitant, Gironde (hors BM), CALI, 2022

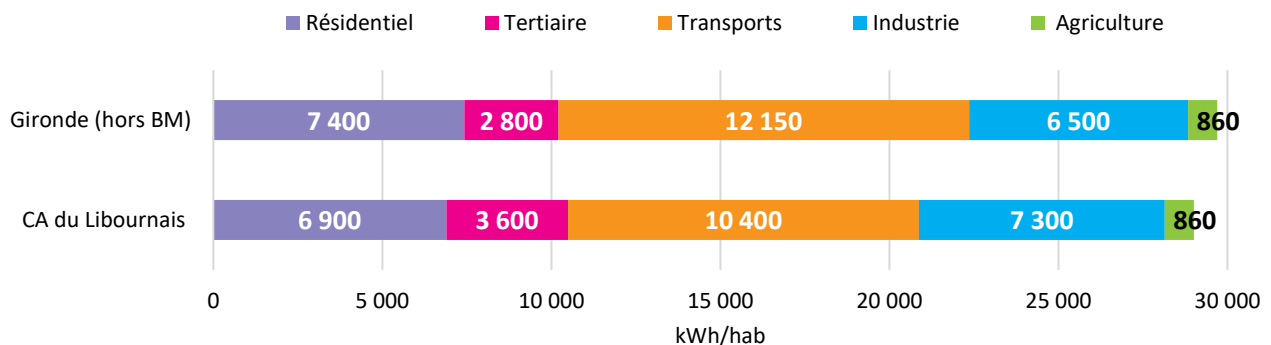


Figure 6 : Répartition des consommations d'énergie par habitant sur le territoire de la Gironde (hors Bordeaux Métropole) et de la CALI, 2022 – Source : ALEC

On remarque néanmoins que le territoire de la CALI possède des consommations énergétiques par habitant **plus élevées que la moyenne du Département sur les secteurs tertiaire et industriel** : respectivement 3 600 kWh/hab contre 2 800 kWh/hab pour le tertiaire et 7 300 kWh/hab contre 6 500 kWh/hab pour l'industrie.

La valeur du secteur industriel supérieure à la moyenne départementale s'explique par la présence de la Verrerie de Vayres, qui concentre à elle seule **52% des consommations industrielles de la CALI, soit 13% de la consommation finale du territoire**.

Le secteur des transports

Le périmètre du secteur des transports inclut l'ensemble des déplacements effectués sur le territoire, par les habitants, les visiteurs ainsi que les flux de transit. L'étude inclut donc les transports de personnes et de marchandises effectués. L'ensemble de ces déplacements sont à l'origine d'une consommation d'environ **967 GWh**, soit **36%** du bilan énergétique 2022 de la CALI. Cette consommation est répartie de la façon suivante :

Transport – Ventilation des consommations d'énergie finale type de transport, CALI, 2022

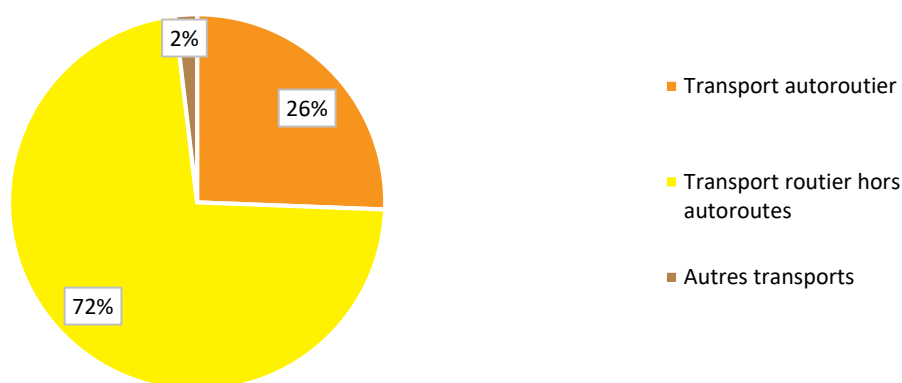


Figure 7 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Transport, CALI, 2022, source : ALEC

Environ 72% de cette consommation, soit **701 GWh**, sont associées au **transport routier hors autoroutes** ; 26% soit **247 GWh** sont associés au **transport autoroutier** et les 2% restants, soit 18 GWh, aux autres transports du territoire. De manière générale, les autres transports comprennent les transports ferroviaires, maritimes, fluviaux et aériens. Sur la CALI, ces consommations représentent uniquement les consommations du transport ferroviaire et sont par conséquent principalement composées d'électricité. La question de la logistique est un enjeu fort pour le territoire puisque le transport de marchandises représente près de 40% de la consommation totale du secteur transport.

Transport – Ventilation des consommations d'énergie finale par type de transport et par vecteur, CALI, 2022

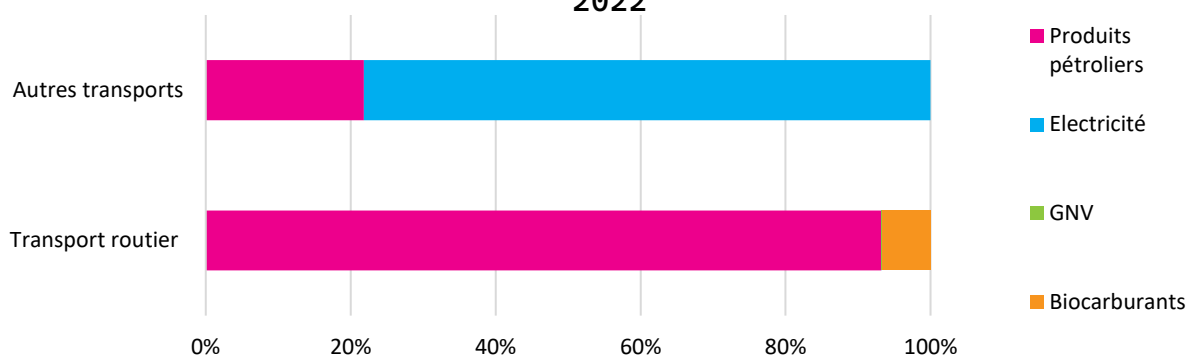


Figure 8 : Ventilation des consommations d'énergie par type de transport et par vecteur, CALI, 2022 - Source : ALEC

On remarque que la grande majorité de la consommation des transports routiers (comprenant le routier hors autoroutes et le routier autoroute) est la consommation de **produits pétroliers**. Cette consommation représente près de **93% du transport routier**, soit **883 GWh**. La consommation de produits pétroliers est suivie par la consommation de **biocarburants**, représentant près de **7% soit 64 GWh** ; puis on retrouve la consommation d'**électricité** et de **gaz naturel**, respectivement à **0,05% (490 MWh)** et **0,01% (71 MWh)**.

Pour le secteur des « autres transports », les consommations se répartissent entre **l'électricité à 78% soit 14 GWh** (principalement utilisée dans le secteur ferroviaire), et les **produits pétroliers à 22% soit près de 4 GWh**.

Au total, le transport routier (comprenant le routier hors autoroutes et le routier autoroute), représente **98% soit 948 GWh** des consommations d'énergie du secteur « Transport ».

- Le secteur des transports est le **plus gros consommateur** d'énergie du territoire avec **36%** du bilan total ;
- Il s'agit principalement du **transport routier** (98%) ;
- Une grande majorité des consommations d'énergie finale du secteur sont issues des **produits pétroliers** (essence et gazole) : **93%**.

Le secteur résidentiel

Les types d'énergie étudiés sont les énergies utilisées pour le chauffage des bâtiments, l'eau chaude sanitaire et pour l'utilisation d'électricité spécifique (éclairage, télévision, réfrigérateur, etc.).

Les consommations du secteur résidentiel sont de **641 GWh**, soit **24%** du bilan énergétique en 2022. Elles sont réparties de la manière suivante :

Habitat – Ventilation des consommations d'énergie finale par vecteur, CALI, 2022

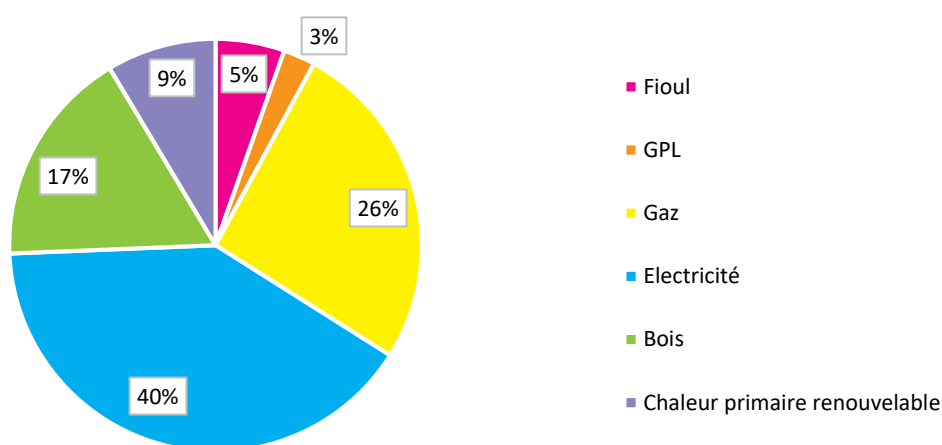


Figure 9 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Résidentiel, par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC

L'énergie du secteur résidentiel est principalement consommée sous forme d'**électricité (40% soit 259 GWh)**, notamment par l'utilisation du chauffage et d'appareils spécifiques. On retrouve ensuite la consommation de **gaz (26% soit 167 GWh)** puis la consommation des **énergies renouvelables (26%)** avec le **bois-énergie (17% soit 109 GWh)** et la chaleur primaire renouvelable (**9% soit 55GWh**). La répartition est complétée par les consommations, plus faibles, de **produits pétroliers** : le **fioul pour 5%** (35 GWh) et le **GPL pour 3%** (16 GWh).

Le détail de la répartition par usage est présenté ci-dessous, avec la ventilation en 2022 et les données de 2019 et de 2022 :

Habitat – Ventilation des consommations d'énergie finale par usage, CALI, 2022

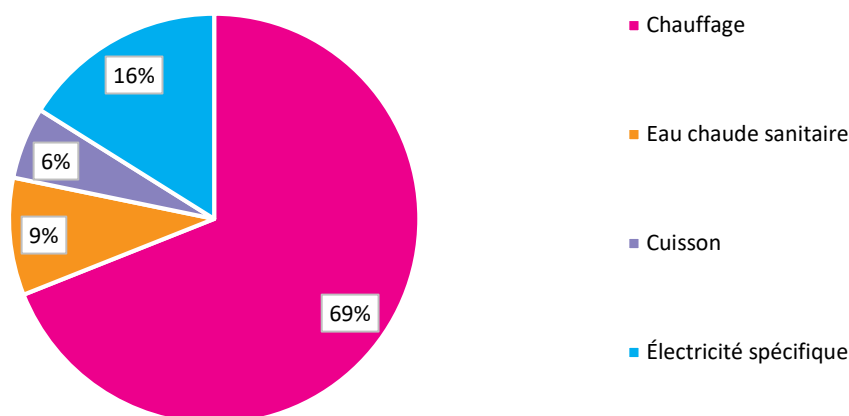


Figure 10 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Résidentiel, par usage, CALI, 2022 – Source : ALEC

Par usages, les consommations du secteur résidentiel de la CALI se concentrent majoritairement sur l'utilisation du **chauffage (69%)** et l'utilisation **d'électricité spécifique (16%)**. Ces résultats sont cohérents avec les consommations par vecteur qui mettent majoritairement en avant l'utilisation de gaz et d'électricité. La prédominance du chauffage dans les consommations d'énergie finale peut s'expliquer par la présence d'un taux élevé de **maisons individuelles** sur le territoire (78%, INSEE 2021), nécessitant plus de surface à chauffer et donc plus d'énergie comparé à des appartements.

En comparant avec les données de 2019 (Tableau présenté ci-dessous), on remarque que **la répartition par usage est restée la même entre 2019 et 2022**, avec une légère diminution des consommations pour chaque usage.

Tableau 1 : Détail des consommations d'énergie de l'habitat, par usage, en 2019 et en 2022, CALI – Source : ALEC

Consommations par usage du secteur résidentiel (GWh)	2019	Taux 2019	2022
Chauffage	454 830	69%	442 380
Eau chaude sanitaire	60 727	9%	59 376
Cuisson	36 569	6%	36 355
Électricité spécifique	103 648	16%	103 232
Total	655 774	100%	641 343

CHIFFRES-CLÉS

- Le secteur résidentiel est le troisième secteur de consommation d'énergie du territoire, avec **24%** des consommations d'énergie finale ;
- La principale consommation d'énergie finale du secteur résidentiel est issue de l'électricité pour **40%**. À noter que l'électricité présente un impact carbone relativement faible en France du fait d'un mix électrique essentiellement nucléaire ;
- Le **chauffage** représente **69%** des consommations finales, suivi par l'usage **d'électricité spécifique à 16%**.

Le secteur tertiaire

Le périmètre du secteur tertiaire prend en compte les consommations énergétiques nécessaires à l'activité : l'électricité et les combustibles de chauffage dans les structures. Les consommations énergétiques du secteur tertiaire sont de **335 GWh**, soit **12%** du bilan en 2022. Elles sont réparties de la manière suivante :

Tertiaire – Ventilation des consommations d'énergie finale par vecteur, CALI, 2022

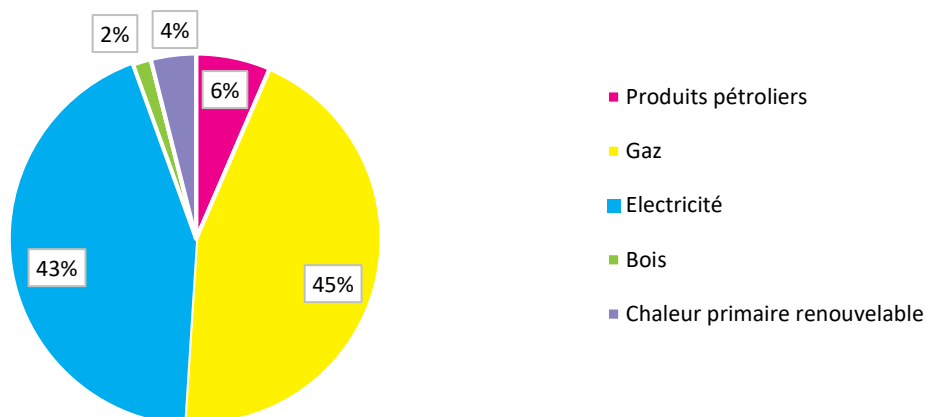


Figure 11 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Tertiaire, CALI, 2022 – Source : ALEC

À nouveau, **l'électricité** et le **gaz** prennent une place importante dans les consommations d'énergie, avec respectivement **43% (soit 146 GWh)** et **45% (soit 149 GWh)** des consommations d'énergie du secteur tertiaire. La consommation de **produits pétroliers** est d'environ **22 GWh (6%)**, ce qui est légèrement supérieur à la consommation en **énergies renouvelables (6%, 18 GWh)** qui comprend le **bois-énergie (5 GWh)** ainsi que la **chaleur primaire renouvelable (13 GWh)**.

CHIFFRES-CLÉS

- Le secteur tertiaire est le quatrième secteur de consommation d'énergie du territoire, avec **12%** des consommations d'énergie finale ;
- Les principales consommations d'énergie finale du secteur tertiaire sont issues du **gaz (45%)** et de **l'électricité (43%)**, nécessaires aux activités et au chauffage des structures du secteur.

Le secteur industriel

Le périmètre du secteur industriel prend en compte les consommations énergétiques nécessaires aux activités : l'électricité, les combustibles de chauffage / refroidissement et les consommations énergétiques liées aux process industriels. À noter que les consommations issues des industries de l'énergie sont réparties dans les autres secteurs qui vont consommer cette énergie produite. La consommation énergétique liée à la production de biogaz est comptabilisée sur le secteur agricole d'une part, et d'autre part, la consommation du biogaz produit se retrouve dans le secteur tertiaire et agricole.

Le secteur industriel est à l'origine d'une consommation de **677 GWh**, soit **25%** du bilan en 2022. Les sources utilisées sont réparties de la manière suivante :

Industrie – Ventilation des consommations d'énergie finale par vecteur, CALI, 2022

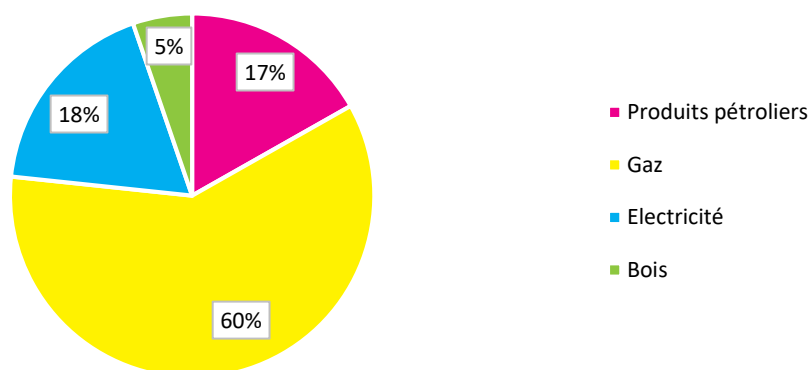


Figure 12 : Répartition des consommations énergétiques du secteur Industrie, CALI, 2022 – Source : ALEC

Le secteur industriel consomme principalement du gaz (60% soit 405 GWh). On retrouve ensuite l'électricité (18% soit 122 GWh), les produits pétroliers (17% soit 114 GWh) et le bois-énergie (5% soit 36 GWh).

La principale industrie consommatrice d'énergie de la CALI est la verrerie située à Vayres, avec 52% de la consommation industrielle totale du territoire, selon l'ALEC. La consommation de bois se concentre principalement sur la chaudière biomasse de l'UCVA (Union Coopératives Viticoles Aquitaine) de Coutras.

CHIFFRES-CLÉS

- Le secteur industriel est le second secteur le plus consommateur d'énergie du territoire, avec **25%** des consommations d'énergie finale en 2022 ;
- La majorité des consommations d'énergie finale du secteur industriel sont issues du **gaz (60%)**, de **l'électricité (18%)** et des **produits pétroliers (17%)**, nécessaires aux activités industrielles du territoire.

Le secteur agricole

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

Le secteur agricole est à l'origine d'une consommation de **80 GWh**, soit environ **3%** du bilan en 2022.

Agriculture – Ventilation des consommations d'énergie finale par vecteur, CALI, 2022

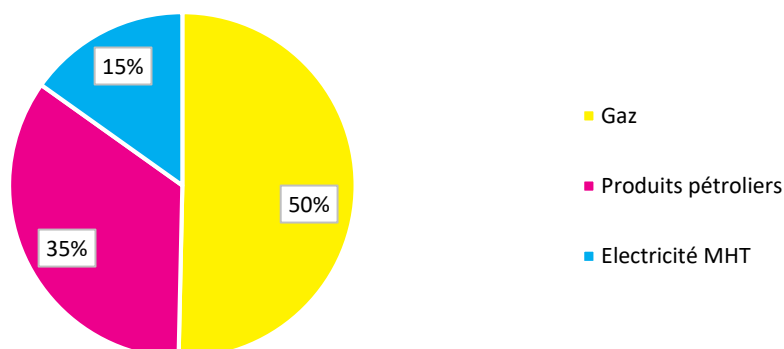


Figure 13 : Répartition des consommations d'énergie du secteur agricole par type d'énergie, CALI, 2022 – Source : ALEC

La principale énergie consommée par le secteur agricole sur le territoire de la CALI est le **gaz à 50%**, soit **40 GWh**. On identifie ensuite la consommation de **produits pétroliers à 35% (28 GWh)** puis la consommation **d'électricité moyenne et haute tension à 15% (12 GWh)**.

CHIFFRES-CLES

- Le secteur agricole représente **3%** des consommations d'énergie finale du territoire de la CALI en 2022 ;
- La moitié des consommations d'énergie finale du secteur agricole sont issues du **gaz (50%)**, principalement du biogaz utilisé pour le chauffage des serres sur l'ISDND (installation de stockage des déchets non dangereux) de Lapouyade.

Le secteur des déchets

La Cali compte sur son territoire une installation de stockage des déchets non dangereux (ISDND) sur la commune de Lapouyade, avec une valorisation énergétique sous forme de biogaz. Les consommations du secteur déchets sont considérées comme nulles. En effet, certaines consommations sont liées au secteur des déchets mais sont comptabilisées dans les autres secteurs. Par exemple, les consommations liées au transport de collecte des déchets sont comptabilisées dans le secteur transport et celles liées au chauffage et à l'utilisation d'électricité dans les bâtiments et les installations de traitement des déchets sont réparties dans les secteurs industriel et tertiaire.

Dans la suite de ce rapport, nous prendrons tout de même en compte la production d'énergie et les émissions de GES issues de ce secteur, liés au process de traitement de ces déchets.

2.1.3. Évolution des consommations d'énergie

Entre 2010 et 2022, les consommations d'énergie du territoire de la CALI ont **augmenté de 23% en absolu**, et de **14% en moyenne par habitant**. Sur cette même période, **la population a augmenté de 7,5%, ce qui représente 6 500 habitants** en plus sur le territoire. Cette hausse de population explique la différence entre l'augmentation des consommations **totales de 23%** et l'augmentation des consommations moyennes **par habitant de 14%**.

Évolution des consommations entre 2010 et 2022 par secteur d'activité, CALI

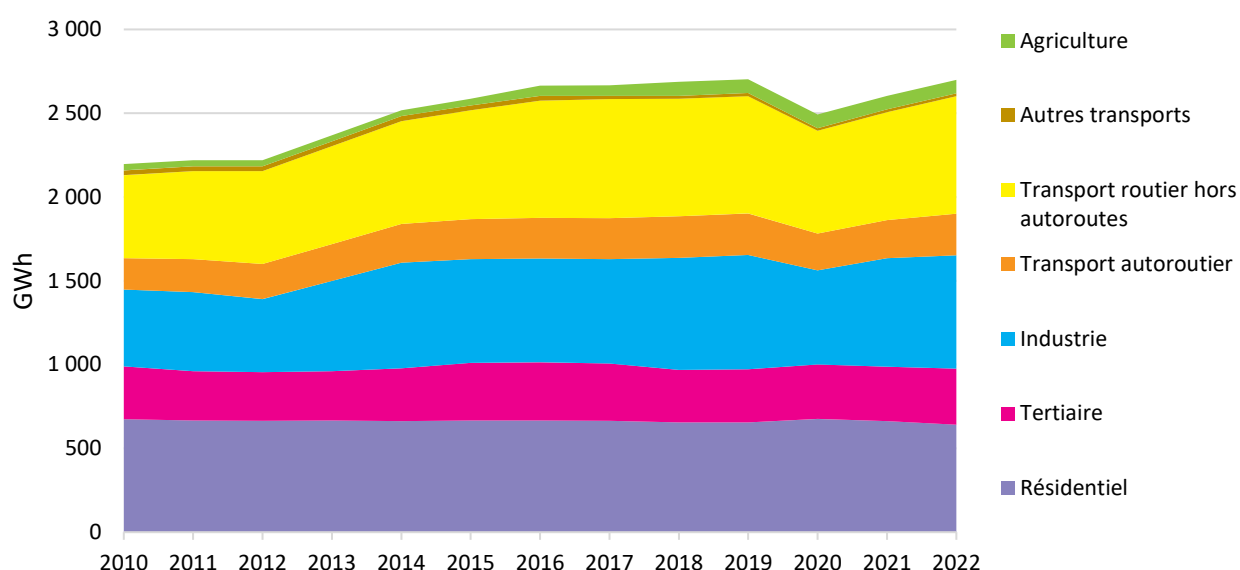


Figure 14 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par secteur, CALI – Source : ALEC

Le détail de cette évolution est présenté par secteur dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par secteur d'activité – Source : ALEC

Historique des consommations (GWh)	2010	2022	Évolution
Résidentiel	673	641	-5%
Tertiaire	317	335	6%
Industrie	458	677	48%
Transport autoroutier	187	247	32%
Transport routier hors autoroutes	495	701	42%
Autres transports	29	18	-36%
Agriculture	37	80	117%
Déchets	0	0	n.a
Total	2 196	2 699	23%

Entre 2010 et 2022, la consommation totale de la CALI passe de **2 196 GWh à 2 699 GWh**. On remarque sur le graphique une baisse relativement importante en 2020, due à la période COVID. Cette baisse a majoritairement touché les secteurs industriels et des transports routiers, impactés par les confinements. Mais les consommations de 2022 sont à nouveau semblables à celles pré-covid (on remarque une **baisse d'à peine 0,1% des consommations entre 2019 et 2022**).

L'agriculture est le secteur ayant le plus augmenté ses consommations en termes de pourcentage (117%). Néanmoins, les consommations du secteur agricole restent bien inférieures à celles des autres secteurs : en termes de valeur absolue, **l'augmentation des consommations de l'agriculture est moindre par rapport aux augmentations des secteurs des transports et industriel**. À noter que sur la hausse totale des consommations de l'industrie, 219 GWh entre 2010 et 2022, le développement de l'activité de la verrerie de Vayres impacte à hauteur de 180 GWh.

Deux secteurs sont **en baisse** de leur consommation d'énergie sur la période 2010 – 2022 : **le secteur résidentiel (-5%) et le secteur des autres transports (-36%)**. Ces baisses ne compensent pas les hausses de consommations identifiées sur les autres secteurs entre 2010 et 2022, même si on remarque une **baisse de 0,1% des consommations entre 2019 et 2022**.

Évolution des consommations entre 2010 et 2022 par secteur d'activité et par habitant, CALI

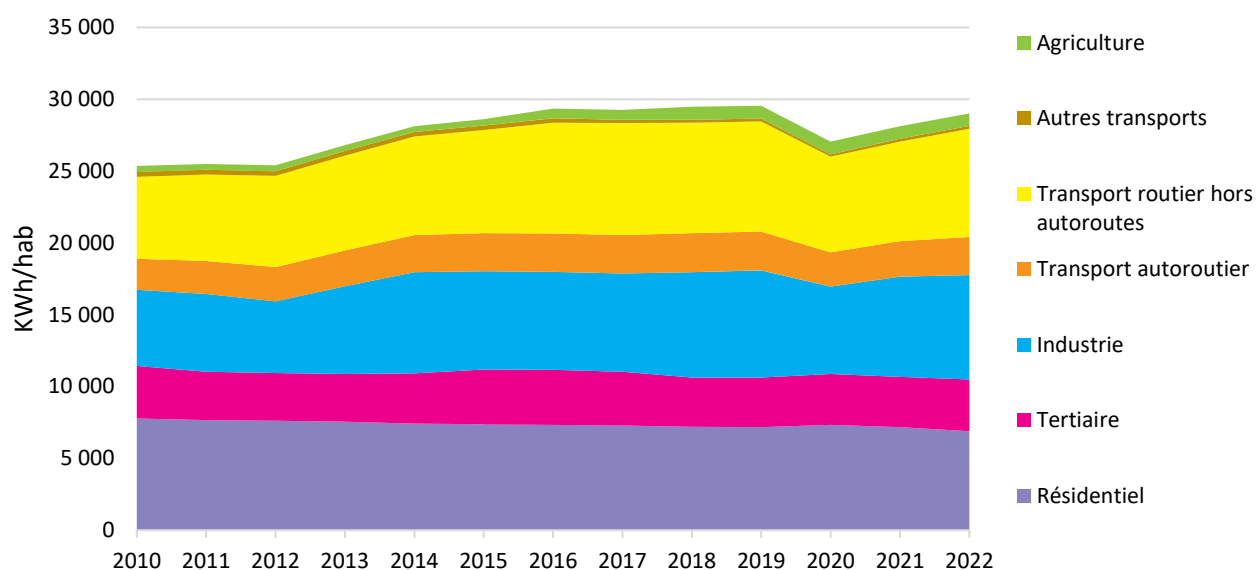


Figure 15 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par secteur et par habitant, CALI – Source : ALEC

Le détail de cette évolution est présenté par secteur et par habitant dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par secteur et par habitant – Source : ALEC

Historique des consommations (MWh/hab)	2010	2022	Évolution
Résidentiel	7,8	6,9	-11%
Tertiaire	3,7	3,6	-2%
Industrie	5,3	7,3	37%
Transport autoroutier	2,2	2,7	23%
Transport routier hors autoroutes	5,7	7,5	32%
Autres transports	0,3	0,2	-41%
Agriculture	0,4	0,9	102%
Déchets	0	0	n.a
Total	25,4	29	14%

Entre 2010 et 2022, la consommation totale par habitant de la CALI passe de **25,4 MWh/hab** à **29 MWh/hab**. Les tendances restent les mêmes en comparaison aux consommations totales du territoire, on remarque de la même manière une baisse des consommations par habitant de **1,8% entre 2019 et 2022**.

Évolution des consommations entre 2010 et 2022 par type d'énergie, CALI

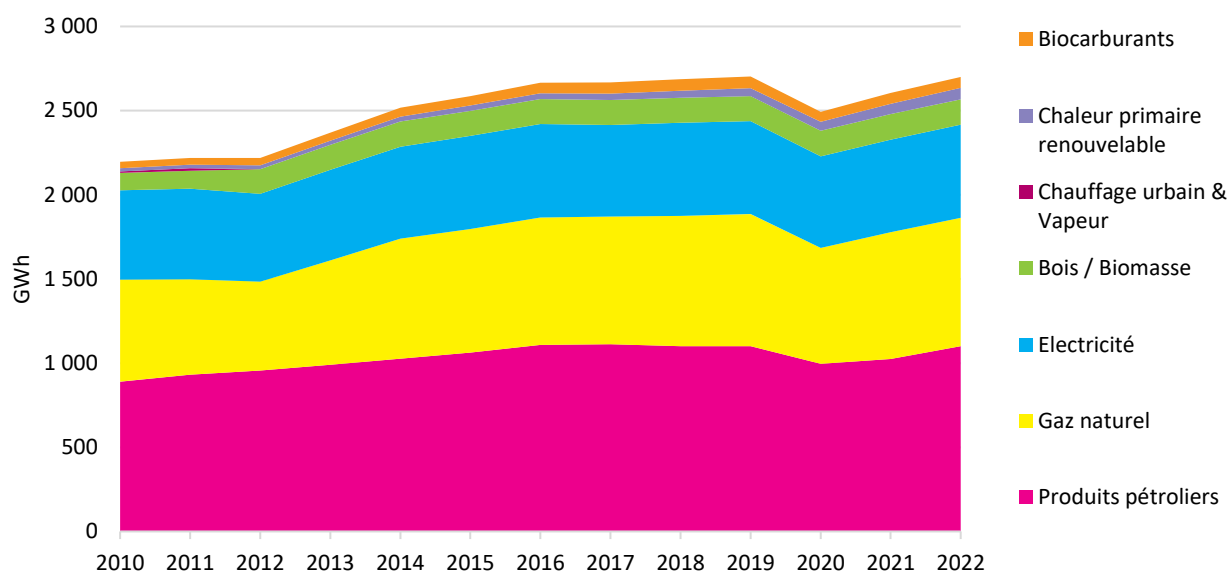


Figure 16 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par vecteur, CALI – Source : ALEC

Le détail de cette évolution est présenté par secteur et par habitant dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par vecteur, CALI – Source : ALEC

Historique des consommations (GWh)	2010	2022	Évolution
Charbon	0	0	n.a.
Produits pétroliers	890	1 101	24%
Gaz naturel	606	762	26%
Électricité	531	554	4%
Bois / Biomasse	103	150	46%
Chauffage urbain & Vapeur	8	0	-100%
Chaleur primaire renouvelable	19	68	250%
Biocarburants	38	64	66%
Total	2 196	2 699	23%

Les données présentées dans la figure et le tableau ci-dessus montrent la **prédominance des produits pétroliers** dans la consommation énergétique de la CALI, sur la période 2010 – 2022. Cette consommation passe de 890 GWh en 2010 à 1 101 GWh en 2022, soit une hausse de **24%**. En termes de pourcentage, la consommation de **chaleur primaire renouvelable** est celle ayant le plus augmenté : de **19 GWh à 68 GWh soit 250%**.

2.1.4. Potentiel de réduction de la consommation d'énergie

Pour l'ensemble des secteurs d'activité du territoire, les potentiels de maîtrise de l'énergie ont été définis. Ils constituent les opportunités dont dispose le territoire pour réduire ses consommations d'énergie. Ils sont basés sur le diagnostic initial, les données du territoire et un certain nombre d'hypothèses explicitées ci-après.

Ainsi, il est possible, si le territoire développe l'intégralité de son potentiel, de réduire de 57% ses consommations d'énergie à horizon 2050 par rapport à 2019, à population constante.

Potentiel de Maîtrise de l'énergie, CALI

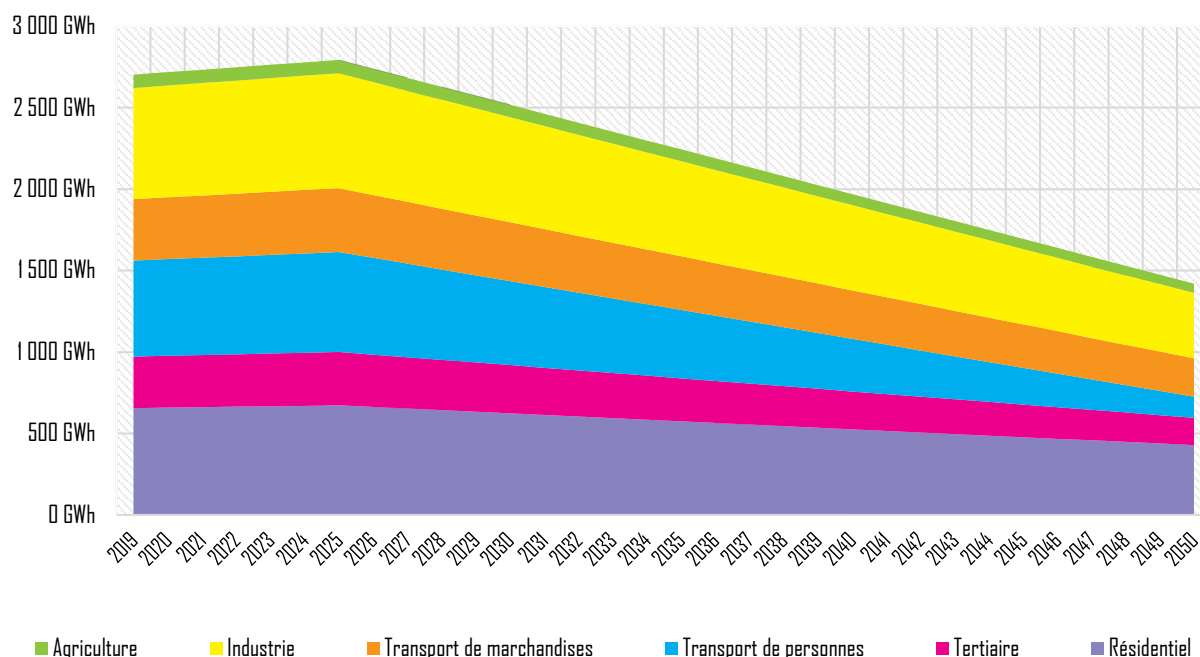


Figure 17 : Potentiel maximal de réduction des consommations d'énergie, LA CALI, source : NEPSEN

Le calcul de ces potentiels pour les **principaux postes** (Résidentiel, Transport et Tertiaire) est détaillé ci-après. Ces potentiels sont des hypothèses maximales qui devront être affinés dans le cadre de la phase de stratégie SCOT-AEC en fonction des réelles possibilités du territoire.

Résidentiel

Potentiel d'économie d'énergie associé à la pratique d'écogestes

D'après l'outil Destination TEPOS, basé sur les données de l'institut Négawatt, une famille « à énergie positive » consomme en moyenne 1,4 MWh de moins qu'une famille « classique » sur l'année. La pratique des écogestes (consignes de chauffage, équipement performants, extinction des appareils en veille, etc.) dans tous les ménages du territoire permettrait donc une économie supplémentaire de **58 GWh**.

Potentiel d'économie d'énergie associé à la rénovation thermique

Sur le territoire, le parc de logements principaux est réparti de la manière suivante en 2020 d'après l'INSEE et Sit@del : 7 950 appartements et 32 154 maisons (dont 34% construits après 1990).

De plus, d'après le diagnostic, la consommation moyenne de chauffage des logements du territoire est d'environ 112 kWh d'énergie finale par m². Sur la base des données fournies par l'institut Négawatt, la consommation moyenne de chauffage d'un logement BBC (Bâtiment Basse Consommation) rénovation (étiquette B) est la suivante :

- 31 kWh d'énergie finale par m² pour une maison ;
- 27 kWh d'énergie finale par m² pour un appartement.

Les potentiels de maîtrise de l'énergie associés à la rénovation thermique sont les suivants :

	Consommation pour le chauffage 2019	Consommation pour le chauffage avec 90% des logements BBC rénovation	Gains
Maisons	397 GWh	159 GWh	- 238 GWh - 60%
Appartements	58 GWh	23 GWh	- 35 GWh - 60 %
Total	455 GWh	182 GWh	- 273 GWh - 60%

Tableau 5 : Potentiels de maîtrise de l'énergie associés à la rénovation des logements principaux, Source : diagnostic énergétique, INSEE et méthodologie Destination TEPOS

Bilan pour le secteur résidentiel

Secteur	Consommation 2019	Potentiel 2050	Gains /2020
Chauffage	455 GWh	182 GWh	- 273 GWh - 60%
Electricité spécifique et ECS	104 GWh	46 GWh	- 58 GWh - 56%
Total	559 GWh	228 GWh	- 331 GWh - 60%

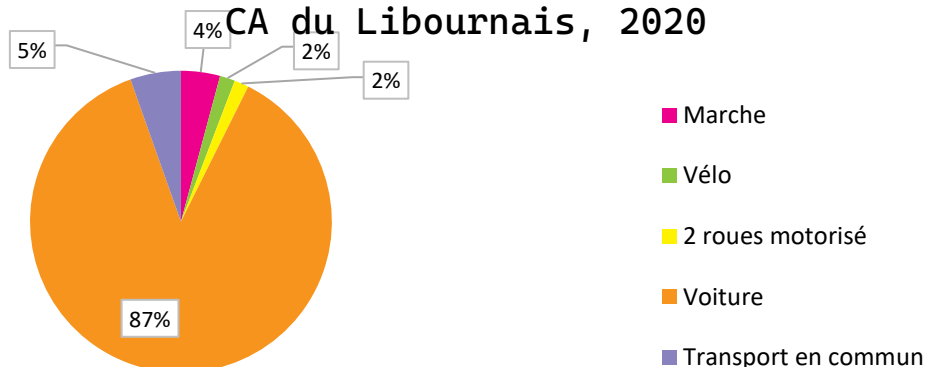
Tableau 6 : Bilan des potentiels de maîtrise de l'énergie du secteur résidentiel, Source : diagnostic énergétique, INSEE et méthodologie Destination TEPOS

Transports

Potentiel d'économie d'énergie associé aux déplacements domicile-travail

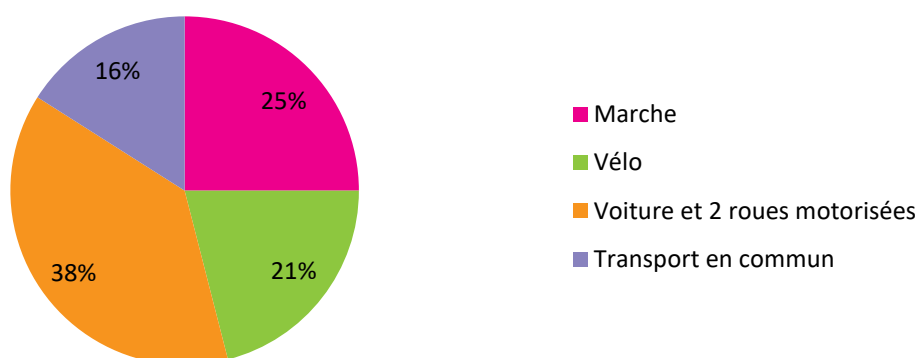
D'après l'INSEE, en 2020, les parts modales sont les suivantes :

Part modale des déplacements domicile-travail, CA du Libournais, 2020



Ces parts modales ont été utilisées pour modéliser les transports du quotidien. Le potentiel maximum de part modale à horizon 2050 est considéré comme suit :

Part modale des déplacements quotidiens, potentiel maximum, CA du Libournais, 2050



Ces chiffres proviennent des scénarios de l'ADEME.

A partir de ces éléments, les potentiels suivants peuvent être identifiés dans les déplacements du quotidien sur le territoire de la Cali :

- Passage de 4% à 25% des personnes se déplaçant à pied ;
- Passage de 2% à 21% des personnes utilisant le vélo ;
- Passage de 89% à 38% des personnes utilisant la voiture et les 2 roues motorisées ;
- Passage de 5% à 16% des personnes utilisant les transports en commun.

Selon les chiffres de l'institut négaWatt (outil Destination TEPOS), une personne seule se déplaçant en voiture consomme en moyenne 0,69 kWh par km parcouru. L'utilisation des transports en commun permet d'abaisser la consommation à 0,26 kWh par km et par voyageur. Les potentiels de maîtrise de l'énergie sont les suivants :

Transport de personnes	Part modale		Consommations		Gains 2050 (GWh)
	2020	2050 (potentiel maximum)	2020	2050 (potentiel maximum)	
Marche	4%	25%			
Vélo	2%	21%			
Voiture et 2 roues motorisées	89%	38%	402 GWh	198 GWh	204 GWh
Transport en commun	5%	16%	102 GWh	113 GWh	-11 GWh

Tableau 7 : Potentiel de maîtrise de l'énergie associé aux déplacements du quotidien, Source : Données INSEE et méthodologie Destination TEPOS

Potentiel d'économie associé à l'amélioration des performances énergétiques des véhicules

En complément de ces potentiels de réduction, il est supposé que la consommation des véhicules à l'horizon 2050 sera électrique et s'élèvera en moyenne à 0,15 kWh/100km, par le développement des primes à la conversion et les exigences de plus en plus strictes envers les constructeurs automobiles. Cela représente un gain unitaire de 0,39 kWh par kilomètre par rapport à la consommation du parc actuel, soit une économie de 158 GWh supplémentaires pour les déplacements quotidiens des résidents, si 60% du parc du territoire se modernise.

Potentiels d'économie liés à la planification territoriale

D'après les chiffres de l'outil Destination TEPOS, issus du scénario Négawatt, il est possible de réduire d'environ 6% les déplacements quotidiens et locaux des résidents sur le territoire à horizon 2050 grâce à la planification territoriale. Il s'agit d'intégrer dans les documents d'urbanisme des orientations d'aménagement visant à réduire les déplacements inutiles en luttant contre l'étalement urbain (densification et amélioration de la mixité fonctionnelle, développement de services de proximité, d'équipements publics, de commerces en centre bourg et pôles de proximité, meilleure répartition des fonctions urbaines dans les centres urbains, développement de commerces et services ambulants, développement de sites de télétravail).

Ces orientations pourront être travaillées lors de la mise à jour des PLU, lors de l'application du SCot-AEC et PLH (et lors de leurs mises à jour). Le PNACC (Plan national d'adaptation au changement climatique, 3^{ème} version publiée le 10 mars 2025), peut également servir de référence à toutes les actions d'adaptation au changement climatique. Ce plan propose des mesures concrètes, sur lesquelles les collectivités peuvent s'appuyer afin de planifier une trajectoire d'adaptation territoriale efficace.

Ceci correspond à un gain supplémentaire de 24 GWh.

Potentiels d'économie sur les flux longue distance, transit

Au vu des évolutions des habitudes de déplacements longue distance des Français au cours des dernières années, on peut attendre sur le territoire une réduction de 71 GWh des consommations de carburant liées aux flux de transit sur le territoire. En complément, le passage de la limitation de vitesse de 90 km/h à 80 km/h puis, éventuellement, de 110 km/h à 90 km/h sur la portion en double-voie, permettrait d'économiser 40 GWh supplémentaires.

Potentiel d'économie associé à la modernisation du fret français

D'après l'institut Négawatt, les actions de modernisation du fret menées à l'échelle nationale (augmentation de la part du fret fluvial, du ferroutage, du taux de remplissage des camions) permettraient d'atteindre une réduction de 50% des consommations du fret sur le territoire, que ce soit pour le fret à destination et/ou en provenance du territoire et pour le fret en transit. Ceci représente un gain supplémentaire de 188 GWh/an.

Bilan pour le secteur transports

Secteur	Consommation 2020	Potentiel 2050	Gains
Déplacements de personnes	590 GWh	104 GWh	-486 GWh - 82 %
Transport routier de marchandises	377 GWh	189 GWh	- 188 GWh - 50 %
Total	967 GWh	293 GWh	- 674 GWh - 70 %

Tableau 8 : Bilan des potentiels de Maîtrise de l'énergie du secteur transports, Source : diagnostic de consommation énergétique, INSEE, méthodologie destination TEPOS

Tertiaire

Potentiel d'économie d'énergie associé à la pratique d'écogestes

A l'instar des écogestes pouvant être mis en place pour le secteur résidentiel, les mêmes actions (sur l'électricité spécifique notamment) pour le secteur tertiaire conduiraient à une économie d'énergie de 30% sur la consommation hors chauffage, soit l'équivalent de 47 GWh.

Potentiel d'économie d'énergie associé à la rénovation thermique

La consommation de chauffage par unité de surface, en kWh/m², n'est pas connue pour le territoire. L'institut négaWatt estime la consommation moyenne surfacique de chauffage pour le tertiaire à 136 kWh/m². Celle-ci diffère selon le type de bâtiments (hôtels, enseignement, bureaux, commerces, etc.).

En considérant cette hypothèse et dans le cas où 100% des bâtiments tertiaires sont rénovés à un niveau BBC (scénarios ADEME 1 et 2), le potentiel de réduction des consommations est estimé à **174 GWh**. Cela correspond à une diminution de 55% des consommations relatives au chauffage pour le tertiaire.

Bilan pour le secteur tertiaire

Secteur	Consommation 2019	Potentiel 2050	Gains
Chauffage	174 GWh	47 GWh	- 127 GWh - 73 %
Électricité spécifique	142 GWh	95 GWh	- 47 GWh - 33 %
Total	316 GWh	142 GWh	- 174 GWh - 55 %

Tableau 9 : Bilan des potentiels de Maîtrise de l'énergie du secteur tertiaire, Source : diagnostic de consommation énergétique, INSEE, méthodologie destination TEPOS

Bilan sur la maîtrise de l'énergie

Secteur	Consommation 2019	Niveau théorique 2050	Gain possible (GWh/%)	Objectifs opérationnels du territoire
Procédés industriels	682 GWh	341 GWh	- 341 GWh - 50%	Amélioration de l'efficacité énergétique des procédés industriels et sur les consommations d'énergie des bâtiments.

Tertiaire	317 GWh	143 GWh	- 174 GWh - 55%	Amélioration thermique des bâtiments, mise en œuvre de dispositifs de production d'énergie renouvelable, efficacité énergétique sur la production d'Eau Chaude Sanitaire, sur l'éclairage, etc.
Résidentiel	656 GWh	325 GWh	- 331 GWh - 50%	Amélioration thermique du bâti, sobriété énergétique et changements des comportements, évolution des systèmes de chauffage
Agriculture	82 GWh	57 GWh	- 25 GWh - 30%	Actions d'amélioration de l'isolation sur le bâti, d'efficacité énergétique de l'éclairage. Changement de pratiques des éleveurs et réduction des consommations de carburant des engins.
Transport	967 GWh	292 GWh	- 675 GWh - 70%	Amélioration des équipements (pneus, moteurs moins consommateurs, électrification) Changement d'usage (covoiturage, autopartage, télétravail), écoconduite.
Déchets	/	/	/	/
TOTAL	2 703 GWh	1 158 GWh	- 1 545 GWh - 57%	

Tableau 10 : Potentiel maximal de Maîtrise de l'Energie du territoire, source : diagnostic énergétique, INSEE et méthodologie Destination TEPOS

2.1.5. Enjeux mis en évidence par l'étude

Atouts

- Un usage de l'électricité plutôt important sur le territoire représentant 20% de la consommation totale et 40% des consommations du résidentiel. Bien qu'il soulève d'autres questions environnementales, ce vecteur énergétique a un impact carbone faible à l'échelle nationale.

Faiblesses

- La prédominance des produits pétroliers qui représentent une proportion de 41% des consommations totales du territoire.
- L'habitat représente des consommations relativement élevées par rapport aux autres secteurs, du fait de la haute proportion de maisons individuelles sur le territoire (80%).

Opportunité

- Un potentiel de réduction des consommations énergétiques intéressant sur le territoire (57% par rapport à 2019), principalement pour les secteurs Transport, Industriel et Résidentiel.
- Le fioul et le gaz sont facilement réversibles et remplaçables par des énergies renouvelables (bois-énergie, solaire thermique, géothermie, etc.), sous réserve d'investissements

Menaces

- Le secteur des transports, qui est le plus consommateur d'énergie (36% du bilan total), utilise à 93% des carburants issus de produits pétroliers. Cette quasi-dépendance est implicitement liée au caractère rural du territoire et à la nécessité pour les habitants d'utiliser une voiture.

Tableau 11 : Matrice AFOM, consommation d'énergie

2.2. PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE SUR LE TERRITOIRE

2.2.1. Contexte méthodologique

Périmètre étudié

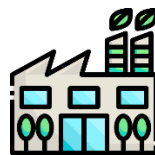
Le diagnostic de production d'Énergies Renouvelables (EnR) vise à estimer la production actuelle du territoire ainsi que son potentiel de développement pouvant être mobilisé annuellement à horizon 2050 en exploitant les ressources naturelles et issues d'activités anthropiques.

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



Production d'électricité

- Solaire photovoltaïque
- Eolien
- Hydraulique



Production de chaleur

- Méthanisation
- Solaire thermique
- Géothermie et PAC
- Biomasse / bois énergie
- Déchets / Chaleur fatale

Précautions concernant les résultats présentés sur les potentiels

Les résultats présentés doivent être considérés avec précaution compte tenu de l'incertitude sur certaines données ou du manque de précisions sectorielles (des hypothèses et estimations ont été réalisées pour segmenter les productions énergétiques). Nous rappelons qu'il s'agit d'une étude de prospective et non d'une modélisation fine. Les valeurs globales et moyennes de production des EnR sont donc à considérer en tant qu'ordres de grandeur permettant d'orienter les stratégies et ne peuvent en aucun cas constituer des chiffres détaillés.

La définition plus précise des potentialités nécessite de passer par des outils opérationnels de type Schéma Directeur des EnR pour affiner les tendances présentées. Enfin, les chiffres sont par définition théoriques et ne peuvent se substituer aux études de faisabilité ciblées qu'il convient de réaliser avant tout développement d'un projet en EnR.

Notions clés

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

1. Production actuelle

La production d'énergie renouvelable actuelle est présentée pour l'année de référence 2022. Elle sert de situation initiale et de base aux calculs de potentiels.

2. Potentiel de développement mobilisable

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

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

3. Productible atteignable à horizon 2050

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

PRODUCTIBLE ATTEIGNABLE

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

Source de données

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

- Les données de l'Agence Locale de l'Energie et du Climat (ALEC) pour le diagnostic des productions d'énergie ;
- Les données du Registre National des installations de production et de stockage d'électricité, téléchargées via l'Open Data Réseaux Energies ;
- Etat des lieux et estimation des potentiels de développement des énergies renouvelables réalisés par NEPSen sur la base de données et hypothèses variées, précisées dans le rapport.

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

Production d'énergie renouvelable à l'échelle du territoire

La production d'énergie renouvelable s'élève à 343 GWh pour l'année de référence 2022 sur l'ensemble du territoire de l'Agglomération. D'une manière générale, cette production est répartie entre différentes filières ENR :

Production d'énergie finale par filière, CALI, 2022

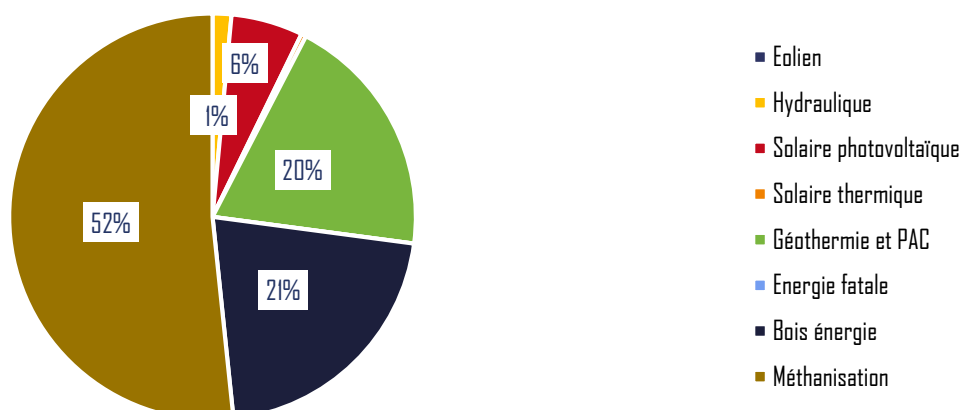


Figure 18 : Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite sur la CALI, 2022 – Source : ALEC

La production d'énergie renouvelable est en grande partie issue de la **méthanisation** (52% de l'énergie produite), via en particulier les sites de l'ISDND et de l'UCVA, de la production de **bois de chauffage** (21%) et des **pompes à chaleur** (20%). Le **solaire photovoltaïque** (6%), l'**hydroélectricité** (1%) et le **solaire thermique** (0,4%) complètent cette production. La géothermie profonde, l'éolien et la récupération de chaleur fatale ne sont pas développés sur le territoire de la CALI.

2.2.3. Potentiel de développement des énergies renouvelables

Synthèse des résultats

Potentiel de développement mobilisable

Le potentiel mobilisable de développement en énergies renouvelables du territoire de la Cali est détaillé ci-dessous. Il permet de mettre en avant les ordres de grandeur des potentialités de développement de chacune des énergies sans prise en compte de l'état actuel de la production. Il s'agit réellement des capacités de développement du territoire en énergie renouvelable.

	Potentiel NEPSen
Solaire photovoltaïque	833 GWh
Éolien	143 GWh
Énergie fatale	128 GWh
Bois énergie - dont ressource territoriale	52 GWh
Bois énergie	49 GWh
Géothermie et PAC	33 GWh

Solaire thermique	28 GWh
Méthanisation	11 GWh
Hydraulique	3 GWh
Total	1 279 GWh

Tableau 12 : Synthèse du potentiel mobilisable – Source : NEPSSEN

On observe que le grand levier de développement est constitué par l'énergie **solaire photovoltaïque**, en lien avec la prédominance des bâtiments individuels (forte disponibilité en toiture pour un développement diffus du solaire photovoltaïque et thermique) et les surfaces cultivées (compatibles avec de l'agrivoltaïsme). L'**éolien**, la **géothermie** et la **biomasse locale** constituent également des potentiels de développement intéressants sur le territoire.

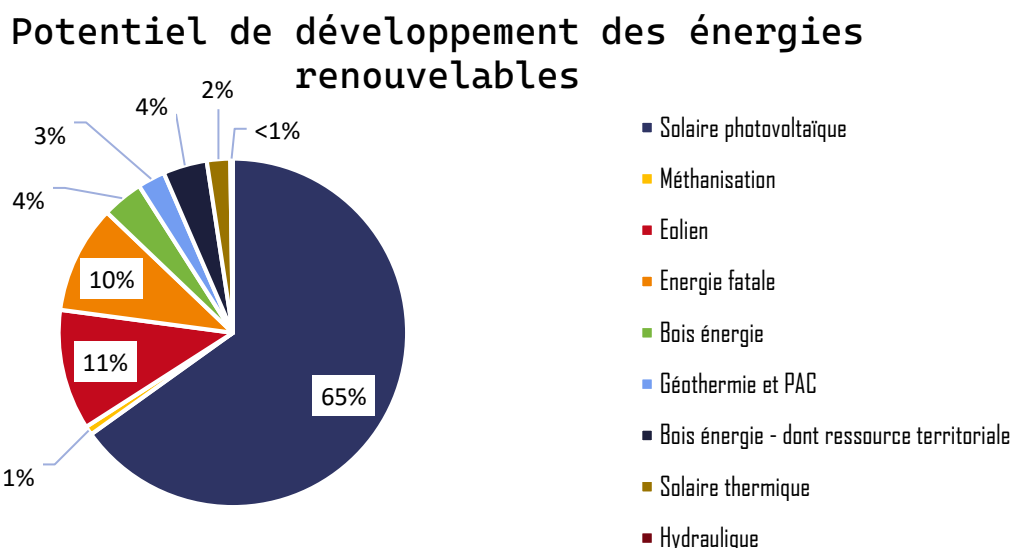


Figure 19 : Potentiel de développement des énergies renouvelables, LA CALI – Source : NEPSSEN

Productible en énergies renouvelables à horizon 2050

Le productible 2050 tient compte de la production initiale 2022, des projets et du potentiel mobilisable. La production maximale en énergies renouvelables estimée atteignable à horizon 2050 pour le territoire de la CALI est présentée ci-dessous :

	Production 2022	Projets 2024	Productible atteignable
Solaire photovoltaïque	20 GWh	47 GWh	899 GWh
Éolien	0 GWh		143 GWh
Énergie fatale	0 GWh		128 GWh
Bois énergie - dont ressource territoriale			52 GWh
Bois énergie	73 GWh		122 GWh
Géothermie et PAC	67 GWh		99 GWh
Solaire thermique	1 GWh		29 GWh
Méthanisation	177 GWh	1 GWh	189 GWh
Hydraulique	5 GWh		8 GWh
Total	343 GWh	48 GWh	1 670 GWh

Tableau 13 : Synthèse du productible atteignable à horizon 2050 – Source : NEPSSEN

Le développement des potentiels sur le territoire permettrait de multiplier par 4,9 la production actuelle qui serait alors portée à 1670 GWh.

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

Synthèse de l'état des lieux et des perspectives énergétiques, La CALI

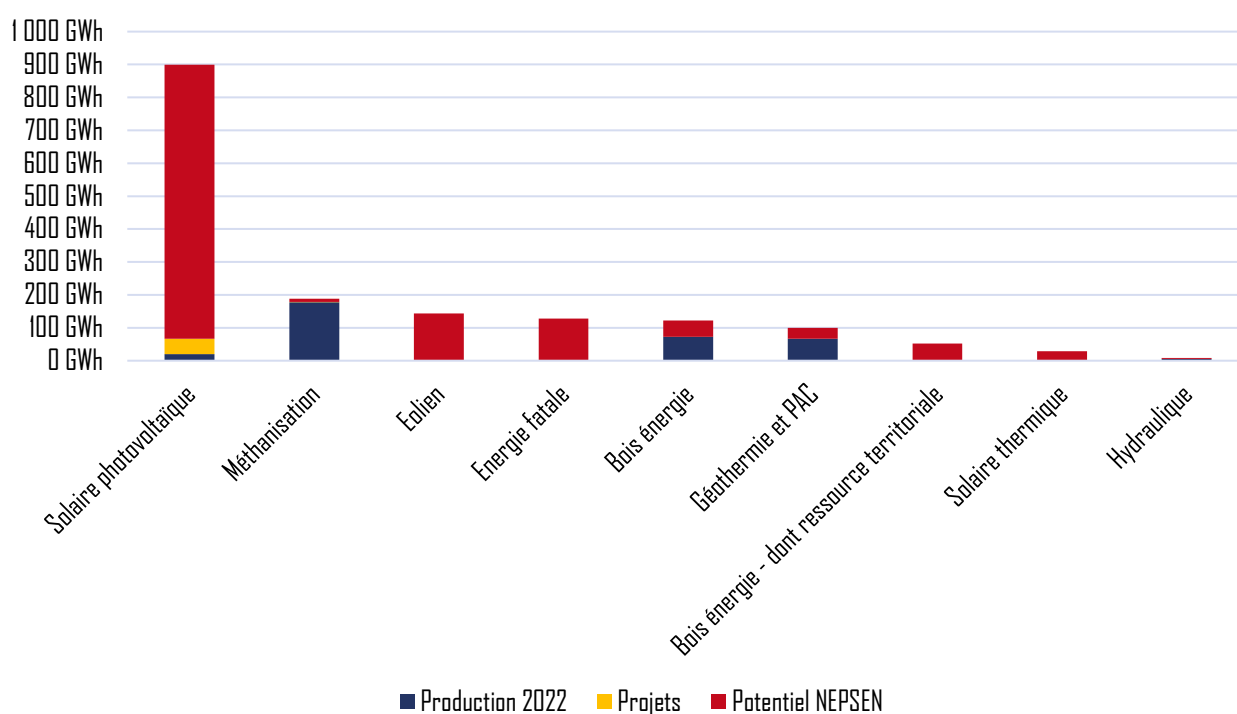


Figure 20 – Synthèse de la production EnR 2022, des projets depuis 2022 et du potentiel de développement pour chaque filière

Le volume de production d'énergie de la catégorie « Projets », correspond aux projets certains ou dont l'émergence est très probable à horizon 2030.

PRODUCTION ACTUELLE

En octobre 2024, le territoire dispose de **8 centrales PV** injectant sur le réseau haute tension, qui totalisent à elles seules la moitié de la puissance installée sur le territoire. La première centrale, d'une puissance de 0,8 MW, a été installée à Libourne en 2011, et la plus grande centrale, d'une puissance de 6 MW a été installée aux Eglisottes-et-Chalaures en 2017. Les 6 autres centrales, d'une puissance comprise entre 0,2 et 2,3 MW, ont été installées entre 2020 et 2024 à Coutras, Espiet, Libourne et Saint-Denis-de-Pile.

Le reste de la production photovoltaïque est couverte par les **120 installations diffuses et individuelles** présentes sur le territoire.

POTENTIEL MOBILISABLE

Identification des surfaces disponibles pour l'implantation de modules photovoltaïques :

- **Toitures** (maisons individuelles, bâtiments collectifs, grandes toitures) avec contraintes de mise en œuvre, par ratio ;
- **Ombrières de parking** avec contraintes de mise en œuvre (50% de surfaces équipées sur les sites identifiés) ;
- **Centrales au sol** (estimé à partir des zones identifiées par LA CALI)
- **Photovoltaïque flottant** (certaines surfaces aquatiques artificielles, polluées ou dégradées)

La ressource sur le territoire

Le territoire bénéficie d'un ensoleillement annuel de 1 374 kWh/m²¹ et plus de 2 674 heures d'ensoleillement annuel².

Irradiation horizontale mensuelle (données pour la ville de Bordeaux) et température (données pour la ville de Libourne)

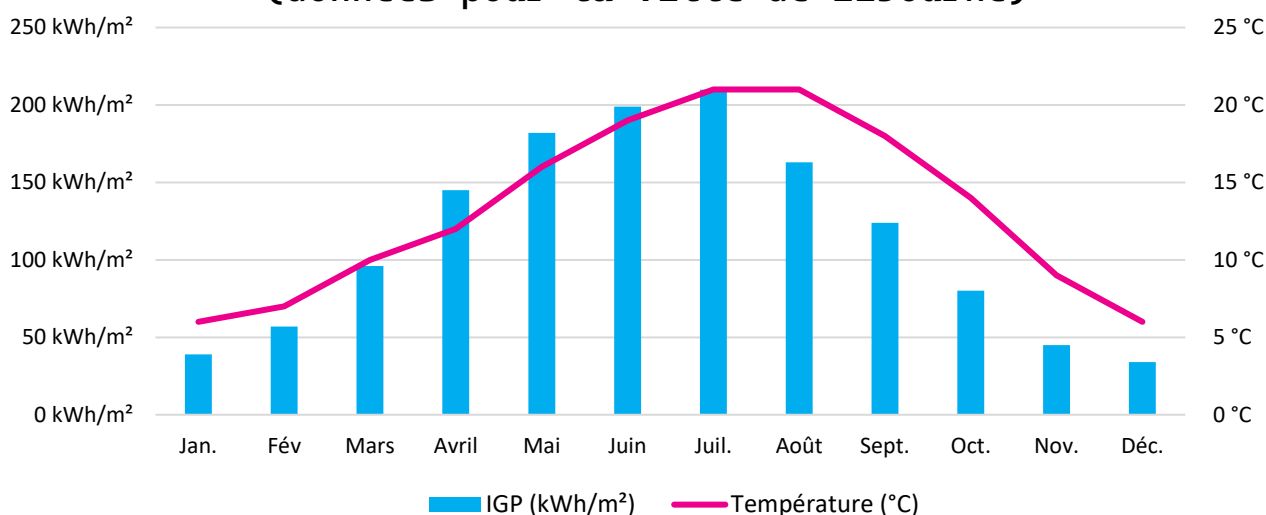


Figure 21 : Irradiation horizontale mensuelle et productivité, source : CALSOL, données type pour la ville de Libourne³

Le productible estimé annuellement et retenu pour l'étude s'élève à **1122 kWh/kWc.an** en moyenne.

¹ Données Institut National de l'Energie Solaire (INES), logiciel CALSOL

² <https://fr.climate-data.org/europe/france/aquitaine/libourne-29137/>

³ IGP : Irradiation Global dans le plan (noté IGP en kWh/m²) – définition : <http://ines.solaire.free.fr/pages/expppvreseau1.htm>

Méthodologie

Pour estimer le potentiel en énergie photovoltaïque, nous procédons dans un premier temps à l'inventaire des surfaces disponibles, en toiture (bâtiments tertiaires, résidentiels, agricoles et industriels) et au sol sur espaces délaissés et artificialisés (friches, zones délaissées et parking prioritairement) :

- Pour les **logements et les bâtiments tertiaires**, la BD TOPO de l'IGN est utilisée. L'ensemble des bâtiments est recensé et les surfaces estimées. Les **parkings** et **cimetières** sont étudiés de la même façon pour la mise en œuvre d'ombrières photovoltaïques.
- Pour localiser les **friches**, nous utilisons le dispositif Cartofriches, conçu par le CEREMA à la demande du Ministère de la Transition Ecologique. Cet outil constitue un inventaire des friches, potentiellement réutilisables pour limiter l'artificialisation des sols. Parmi ces sites recensés, on trouve des sites industriels en friche, des zones d'enfouissement des déchets, d'anciennes carrières, etc. Certaines zones peuvent être propices à l'implantation d'une centrale photovoltaïque : cela permet une valorisation de ces surfaces souvent inaccessibles à l'agriculture et à la construction. Les sites répertoriés sont analysés par images satellites (avec le logiciel Google Earth Pro) afin de sélectionner les sites permettant l'implantation PV.
- **L'agrivoltaïsme** est également étudié. Cette pratique vise à placer des panneaux solaires au-dessus de cultures ou d'élevage et ce, en bonne articulation avec elles. Le bénéfice doit être double : l'élevage et les cultures sont protégées des conditions climatiques sévères, comme d'un soleil trop intense, d'épisodes de grêle ou de fortes pluies, tout en produisant de l'électricité et donc en constituant une source de revenu complémentaire.
- Enfin, certaines **surfaces aquatiques artificielles**, polluées ou dégradées peuvent être mises à profits pour l'installation de centrales photovoltaïques flottantes. Il s'agit de modules photovoltaïques classiques fixés sur une structure flottante dédiée et ancrée. Cette technologie, très récente et dont la France est pionnière, permet la valorisation de sites anthropisés de grande taille, soulageant la problématique de pression foncière et de concurrence avec l'agriculture. De plus, le rendement des modules photovoltaïques s'en voit amélioré du fait du refroidissement naturel de l'eau et de l'effet albedo.

Le gisement photovoltaïque du territoire est estimé à partir des surfaces identifiées auquel des ratios limitant la puissance ont été appliqués :

- Le **coefficient de masque** correspond à la perte de puissance liée aux ombrages proches (arbres, bâtiments voisins, etc.) et lointains (relief, etc.).
- Le **coefficient d'orientation et d'inclinaison** est lié à la perte de puissance d'un module par rapport à une inclinaison optimale de 30° et une orientation idéale plein sud.
- Le **coefficient d'implantation** correspond à la part de la surface de toiture implantable en prenant en compte les éléments de toiture (acrotères, fenêtres, lucarnes de désenfumage, etc.) et les ombrages qu'ils portent sur la toiture.

Typologie	Ratio de puissance kWc/m ²	Coefficient de masque	Coefficient d'orientation et d'inclinaison	Coefficient d'implantation
Maisons individuelles	0,20	0,85	0,70	0,35
Logements collectifs	0,20	0,90	0,70	0,60
Bâtiments tertiaire et industriel	0,20	0,90	0,90	0,60
Bâtiments agricoles	0,20	0,90	0,90	0,50
Serres	0,20	0,90	0,70	0,50
Parkings	0,20	0,90	0,70	0,60
Ombrière sur cimetière	0,20	0,90	0,70	0,60
Centrales au sol	0,85 MWc/ha	/	/	0,50
Centrale flottante	0,85 MWc/ha	/	/	0,40

Tableau 14 – Coefficients utilisés pour le calcul du gisement net, source : NEPSSEN

Enfin, les centrales au sol ou flottantes sont soumises à d'autres contraintes d'implantation :

- Pour des raisons paysagères, un maximum de 5% de la surface de chacune des **cultures** mentionnées est considérée.
- Pour le **photovoltaïque flottant**, 40% de la surface disponible est en générale considérée afin de ne pas perturber les activités potentielles existantes (industrie, agriculture, etc.).

Sites retenus	<ul style="list-style-type: none"> Ensemble des toitures disponibles ; Ensemble des délaissés potentiels (friches industrielles, carrières, décharges) pour centrales au sol ; Sites agricoles disposant de certaines typologies de cultures (agrivoltaïsme) ; Retenues d'eau ciblées.
Contraintes d'implantation	<ul style="list-style-type: none"> Toitures favorablement orientées ; Contraintes de mise en œuvre et part des délaissés mobilisables (par ratio) ; Contraintes environnementales spécifiques PV (zones d'exclusion) ; Contraintes de raccordement au réseau (proximité et saturation) ; Prise en compte d'un nombre restreint de sites agricoles.
Potentiel de développement	<ul style="list-style-type: none"> Gisement net duquel est retranché la production actuelle du territoire

Le potentiel en détails

L'application de ces contraintes de mobilisation, et la projection à horizon 2050 des surfaces construites permettent d'estimer le potentiel de développement mobilisable suivant sur le territoire.

Nous présentons ci-dessous le détail des **potentiels mobilisables** :

Type	Surface mobilisable	Puissance nette installable	Productible net annuel
Bâti industriel	809 418 m ²	78 678 kW	88 277 MWh
Bâti agricole	373 954 m ²	27 859 kW	31 258 MWh
Bâti tertiaire	697 191 m ²	67 775 kW	76 044 MWh
Bâti résidentiel	6 497 995 m ²	357 988 kW	401 663 MWh
Ombrière cimetière	85 051 m ²	6 430 kW	7 214 MWh
Ombrière parking	178 458 m ²	13 490 kW	15 136 MWh
Flottant	3 667 596 m ²	124 699 kW	139 912 MWh
Agrivoltaïsme	49 464 972 m ²	103 003 kW	115 569 MWh
Au sol	252 579 m ²	10 734 kW	12 044 MWh
Total	62 027 214 m²	790 656 kW	887 116 MWh

Tableau 15 : Gisement photovoltaïque du territoire de la CALI

La ventilation du potentiel mobilisable photovoltaïque est donc la suivante :

Répartition du gisement PV par type d'installation, La Cali, 2024

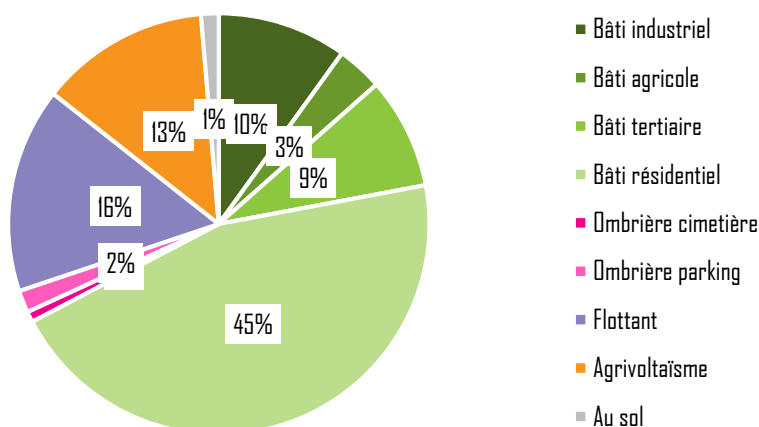


Figure 22 : Répartition du potentiel mobilisable par la filière photovoltaïque sur le territoire

PRODUCTION ACTUELLE

En 2022, l'ALEC fait état d'une production d'1,3 GWh de chaleur par la filière solaire thermique.

POTENTIEL MOBILISABLE

Identification des sites disponibles pour l'implantation de modules solaires thermiques :

- **Bâtiments résidentiels** (individuels et collectifs) actuellement chauffés au fioul, au gaz naturel, au gaz propane et non raccordés à un réseau de chaleur ;
- **Structures tertiaires** consommatrices d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) : hôpitaux, hôtels, maisons de retraite, crèche, etc. ;
- **Piscines** et centres aquatiques ;
- **Réseau de chaleur**, en substitution d'une partie des consommations de gaz estivales.

La ressource sur le territoire

Comme vu dans le paragraphe relatif à la filière solaire photovoltaïque, le territoire de la CALI bénéficie de l'énergie solaire suivante :

- Une durée moyenne d'ensoleillement de 2 674 heures par an ;
- Une irradiation solaire globale horizontale qui varie autour de 1 374 kWh/m².an ;

La productivité annuelle mesurée des capteurs solaires thermiques installés est en moyenne de⁴ :

- 580 kWh/m² pour une installation individuelle ;
- 657 kWh/m² pour une installation collective et un bâtiment d'élevage ;
- 504 kWh/m² pour une piscine.

Méthodologie

Les calculs de potentiel pour le solaire thermique considèrent la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) et la consommation de chaleur estivale. En effet, cette technologie est éprouvée et dispose d'un solide retour d'expérience. Les appareils sont aujourd'hui efficaces et performants, et s'adaptent aussi bien à des demandes individuelles qu'à des besoins collectifs. D'autres applications du solaire thermique sont possibles et évoquées dans les paragraphes suivants.

Le potentiel solaire thermique est estimé à partir des données logements de la BD INSEE (2020). A noter, lors de l'estimation dudit potentiel, il est considéré que les logements individuels et collectifs sont équipés à la fois de panneaux photovoltaïques et de capteurs solaires thermiques afin d'anticiper les conflits d'occupation potentiel. Cela étant, plusieurs autres usages ou configurations sont exclus du périmètre de l'analyse :

- Les **gymnases**, qui présentent de fortes demandes ponctuelles, incompatibles avec ce type de génération de chaleur ;
- Les **bâtiments d'enseignement**, inoccupés en été, pendant le pic de production solaire thermique ;
- **L'industrie** car le solaire thermique ne permettant pas de délivrer de l'eau chaude à haute température (>60°C⁵). Le potentiel existant est donc marginal. Par ailleurs, les besoins en chaleur industrielle (hors chauffage) pour des process à basse température ne sont pas disponibles à ce jour. **Ce gisement reste à étudier** ;
- Les **bâtiments tertiaires** (hors hébergements touristiques), présentant un très faible besoin en ECS, rendant non opportun le développement de chauffage solaire. Des solutions d'appoint doivent être privilégiées ;
- Les **centrales au sol**. Ces centrales viennent en général compléter des réseaux de chaleur alimentés par des chaudières biomasse. Elles nécessitent des infrastructures importantes et un ensoleillement direct supérieur à

4 Données Institut National de l'Energie Solaire (INES), logiciel CALSOL

5 <https://fondschaleur.ademe.fr/solaire-thermique/>

2 000 kWh/m²/an⁶. L'ensoleillement du territoire est insuffisant pour envisager le développement de ce type d'installation.

Le nombre d'installations sur le territoire a donc été estimé en procédant de la manière suivante :

- Chauffe-Eau Solaire Individuel (CESI) : équipement de l'ensemble des **logements individuels** existants (sauf chauffage au bois, gaz de ville ou Réseau de Chaleur Urbain) et 75% des logements neufs ;
- Chauffe-Eau Solaire Collectif (CESC) : équipement de l'ensemble des **logements collectifs** existants (sauf chauffage au bois, gaz de ville ou Réseau de Chaleur Urbain) et 75% des logements neufs ;
- Chauffe-Eau Solaire des **hébergements touristiques et médicaux** (hôtels, résidences de tourisme, hôtellerie de plein air, auberges de jeunesse, villages vacances, équipements des structures médico-sociales et des hôpitaux).
- Chauffage Piscine : équipement des **piscines et centres nautiques** du territoire ne présentant pas encore de panneaux solaires.

Les logements neufs d'ici 2050 sont estimés par l'intermédiaire de la base de données Sitadel2 (autorisations de permis de construire des 10 dernières années sur le territoire) croisées avec les données issues de l'INSEE.

Le potentiel en détails

L'application de ces contraintes de mobilisation, et la projection à horizon 2050 des surfaces construites permettent d'estimer le potentiel de développement mobilisable suivant sur le territoire.

Nous présentons ci-dessous le détail des potentiels :

Typologie de bâtiment	Nombre d'unités avec installation	Surface de capteurs associée	Productible GWh
Logement individuel existant	16 033 maisons	64 134 m ²	22,3 GWh
Logement individuel neuf	8 707 maisons	34 829 m ²	12,1 GWh
Logement collectif existant	5 043 appartements	7 565 m ²	3,5 GWh
Logement collectif neuf	5 003 appartements	7 504 m ²	3,5 GWh
Hébergement touristique	608 lits	912 m ²	0,5 GWh
Établissement de santé	2 921 lits	4 382 m ²	2,3 GWh
Piscine	2 276 m ² de bassin	1 138 m ²	0,5 GWh
TOTAL		120 462 m²	44,7 GWh

Tableau 17 : Potentiel mobilisable du territoire de la CALI pour la filière du solaire thermique

Le potentiel de production de chaleur d'origine solaire thermique est estimé à environ 120 000 m² de capteurs installés représentant une production de chaleur estimée à 44,7 GWh, en majorité via les logements résidentiels.

⁶ <https://ekwateur.fr/blog/autoconsommation/centrale-solaire-thermique/>

Potentiel mobilisable pour le solaire thermique projeté 2050

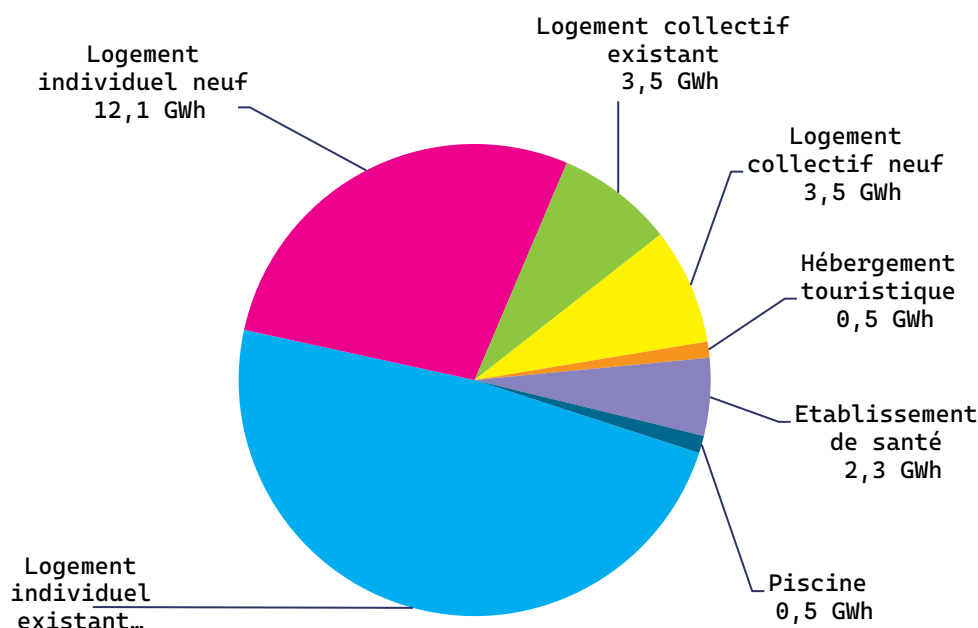


Figure 24 : Potentiel mobilisable par la filière solaire thermique sur le territoire

Zoom sur les autres potentiels solaires

- **Conflit d'usage des toitures** entre solaire thermique et photovoltaïque :

Le solaire thermique et photovoltaïque utilisent le même support (toiture des bâtiments) ce qui présente donc une source de compétitivité entre elles. Le potentiel est calculé pour chacune des filières afin de prendre en compte cette compétition d'usage. Par exemple, dans le cas d'un déploiement à 100% du potentiel solaire thermique, la surface nécessaire pour les installations solaire thermique doit être retranchée du potentiel photovoltaïque à hauteur de 68 000 m² représentant un productible photovoltaïque déduit d'environ 2,1 GWh.

- Chauffage individuel et industriel par le solaire thermique :

En plus de la production d'eau chaude sanitaire (ECS), le solaire thermique peut aussi couvrir une partie des besoins de chauffage des bâtiments. On parle alors de systèmes solaires combinés qui peuvent couvrir de 20 à 40 % des besoins annuels, selon la région et la taille de l'installation.

Comme toute installation de chauffage central, un système solaire combiné comporte, outre les capteurs solaires thermiques :

- Une distribution, par un réseau de tuyauteries semblable à celui utilisé dans les systèmes classiques ;
- Un (ou des) dispositif(s) de stockage de l'énergie thermique (ballon-tampon, dalle de béton) ;
- Des émetteurs de chaleur (radiateurs basse température, dalle chauffante, etc.) ;
- Une régulation ;
- Un système d'appoint permet de pallier les insuffisances du rayonnement solaire. L'appoint peut être intégré ou séparé du ballon de stockage. On utilise alors une chaudière classique (fioul, gaz, bois, électrique, PAC).

La régulation gère la mise en route et l'arrêt de l'appoint, en fonction de l'ensoleillement, de la demande de chauffage ou d'eau chaude sanitaire.

Ainsi, l'utilisation du solaire thermique a toute fin de chauffage ou production de chaleur est donc possible, mais plusieurs contraintes sont à prendre en compte :

- Dans l'existant, il est préférable d'envisager l'installation de chauffage solaire sur des logements déjà équipés de chauffage central ;

- Le chauffage solaire peut assurer seulement 20 à 40% des besoins annuels de chauffage. Il doit donc nécessairement être associé à un appoint (de manière indépendante ou couplée) qui peut être une chaudière bois ou gaz.

Cette technologie reste malgré tout plus confidentielle que celle pour la production d'ECS et nous n'avons donc pas estimé le gisement complémentaire associé. Cependant, la mise en place de chauffage via le solaire thermique mérite d'être étudiée lors de la mise en œuvre d'un Chauffe-Eau Solaire, en particulier sur des bâtiments déjà équipés de chauffage central.

De la même manière, cette solution peut être considérée à plus grande échelle pour l'industrie et notamment les processus industriels nécessitant des températures comprises entre 20 et 120°C. De la même manière que pour le résidentiel, cette solution devra être couplée avec un appoint, idéalement biomasse ou biogaz.

L'ADEME soutient fortement le développement de cette filière par l'intermédiaire des appels à projets régionaux du Fonds Chaleur ("Contrat Chaleur Renouvelable Thermique" CCRT) et l'appel à projet national Grandes Installations Solaires Thermiques.

Synthèse du potentiel solaire thermique

Typologie	En service 2024	En projet	Potentiel de développement	Productible atteignable
Solaire thermique (ECS)	1 341 MWh		26 414 MWh	27 755 MWh

Tableau 18 : Synthèse du potentiel solaire thermique

Le productible d'énergie solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire (ECS) représente 28 GWh à horizon 2050.

La typologie du territoire favorise le développement diffus de cette filière, par l'intermédiaire du recours aux toitures résidentielles individuelles et collectives.

Les usages autres du solaire thermique (chauffage, production de froid, secteur industriel) ne doivent pas être éclipsés mais ne sont pas quantifiables précisément à ce niveau de diagnostic. Une étude spécifique de gisement solaire thermique peut être engagée pour déterminer les potentiels associés lors de la mise en œuvre du plan d'action.

PRODUCTION ACTUELLE

73% de la consommation de bois-énergie du territoire est issue d'installations chez les particuliers (109 GWh). Le pourcentage restant est généré par des chaufferies pour l'industrie (36 GWh, soit 24%) et tertiaire (5 GWh, soit 3%). L'origine du bois consommé n'est pas connue.

POTENTIEL MOBILISABLE

Identification du potentiel de **production de chaleur** issue de la filière bois-énergie :

- Étude de la consommation projetée de bois de chauffe (avec rénovation de l'existant et constructions neuves). Cette consommation produit de la chaleur en utilisant du combustible bois qui n'est pas forcément local ni traçable.

Identification du potentiel de **production de combustible** bois :

- Étude de la capacité de la ressource forestière locale et mobilisable à générer du combustible bois destiné à la production de chaleur

Analyse de la capacité de la production locale de combustible-bois à **couvrir** les besoins de la production locale de chaleur issue du bois-énergie. *In fine*, c'est bien la production de chaleur qui est retenue.

La ressource sur le territoire

La couverture forestière de la CALI est importante, à **33%**. Le territoire compte **19 000 ha de forêts et bois** dont 57% de feuillus, 12% de résineux et 22% de mixtes. En Nouvelle-Aquitaine, 38 % des prélèvements de bois sont valorisés en bois énergie. Une partie de cette ressource est probablement déjà exploitée par les propriétaires privés.

Surfaces de bois

Essences

- Châtaignier
- Chênes décidus
- Conifères
- Douglas
- Feuillus
- Mixte
- Non connu
- Peuplier
- Pin autre
- Pin laricio, pin noir
- Pin maritime
- Pins mélangés
- Robinier

Fond de carte : Google Earth
Source : BD Forêts - IGN

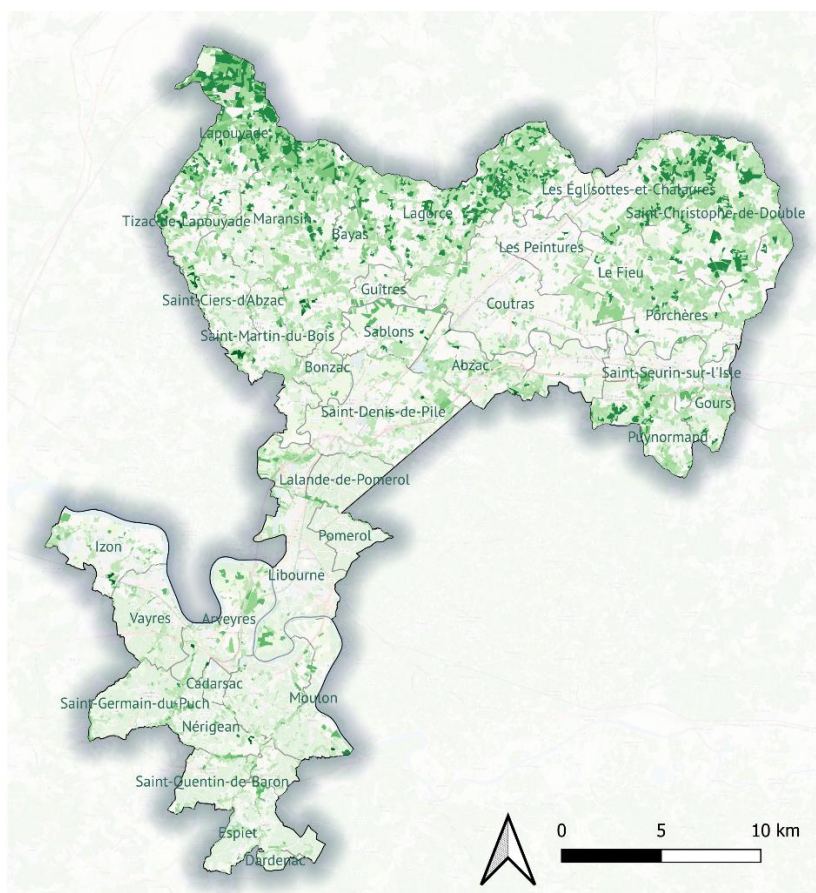


Figure 25 – Surface de boisement par essence - Source : BD Forêts IGN

Les massifs forestiers couvrent environ 33%⁷ de la surface du territoire :

Essence	Surfaces	Ventilation des surfaces
Feuillus	10 833 ha	57%
Conifères	2 244 ha	12%
Mixte	4 119 ha	22%
Autre	670 ha	/
Total	19 040 ha	100%

Tableau 19 – Surface des forêts sur le territoire de la CALI, source : BD Forêts, IGN

Le tableau ci-dessous présente pour chacune des typologies présentes, les données correspondantes en matière de volume de production, de prélèvement ainsi que le taux de prélèvement actuellement constaté sur le territoire. Ces estimations ont été réalisées à l'aide de l'outil ALDO développé par l'ADEME et proviennent notamment de la BD Forêts® de l'IGN.

Essence	Production biologique nette (m3/ha/an)	Prélèvement actuel (m3/ha/an)	Taux de prélèvement
Conifères	7,81	8,78	112%
Feuillus	4,47	1,46	33%
Mixtes	4,88	2,80	52%

Tableau 20 – Données de production et de prélèvement, source : ALDO

L'approvisionnement de la filière bois-énergie dépend de nombreuses contraintes liées à l'usage de cette ressource, à l'exploitation forestière et à la consommation de chaleur. Il est en outre important de veiller à éviter les conflits d'usage de la ressource bois. Ainsi, les hypothèses suivantes sont appliquées au gisement maximal afin de déterminer le gisement mobilisable en bois forestier du territoire :

- Les forêts situées sur des pentes supérieures à 60° sont considérées non exploitables d'un point de vue technique : aucune pente n'est supérieure à 60° sur le territoire ;
- Les forêts situées dans des Réserves Biologiques Intégrales sont considérées non exploitables d'un point de vue environnemental : aucune réserve biologique intégrale n'existe sur le territoire ;
- Les ZNIEFF et zones NATURA 2000 sont considérées comme non exploitables d'un point de vue environnemental.

La part mobilisable de la ressource forestière locale est structurée d'après les hypothèses du scénario **Afterres** pour estimer le potentiel énergétique lié au déploiement du bois énergie sur le territoire :

- Taux de prélèvement en 2050 porté à 70% de la production mobilisable ;
- Part du bois énergie mobilisé fixé à 30% du prélèvement (le reste du prélèvement est destiné à des usages de Bois d'Œuvre et Bois d'Industrie) ;
- On considère une équivalence de 900kg/m3 et de 3500 kWh/tonnes, ainsi qu'un rendement des chaudières de l'ordre de 90%.

L'approvisionnement de la filière bois énergie peut faire appel à des ressources bois de différentes natures, celles-ci pouvant déjà être captées par d'autres filières de valorisation du bois, en tout ou partie. L'enjeu lié au stockage du carbone est également à prendre en compte. Il est également important de veiller à éviter les conflits d'usage sur la ressource bois. L'ADEME estime une répartition entre usage égale à celle de la région administrative et prend donc pour hypothèse que :

⁷ ALDO 2021

- 34% du prélèvement en bois est à destination du bois d'œuvre ;
- 28% du prélèvement en bois est à destination du bois d'industrie ;
- 38% du prélèvement en bois est à destination du bois énergie.

La production biologique annuelle sur le territoire de la Communauté de Communes s'élève à 69 656 m³/an. Le gisement mobilisable estimé, en considérant un taux de prélèvement de 70% (scénario Afterres2050 de Solagro) et en utilisant le bois-énergie (29% du bois prélevé) pour le fonctionnement de chaudières modernes de classe 3, bénéficiant d'un rendement de 90% est le suivant :

		m3	m3	m3	GWh
	Surface exploitable	Production biologique nette	Prélèvement 2050	Part du prélèvement BE 2050	Gisement BE ressource avec rendement
Conifères	2 244	15 792	11 055	3 316	9
Feuillus	10 833	39 805	27 863	18 593	53
Mixtes	4 120	14 059	9 842	3 721	11
TOTAL	17 197	69 656	48 760	25 630	73

Tableau 21 – Gisement de la ressource bois-énergie mobilisable dans les forêts du territoire

Consommation projetée de bois

Afin de mettre en perspective la **production de combustible** bois-énergie avec la **production de chaleur** bois-énergie sur le territoire, il s'agit de déterminer la couverture projetée des besoins en bois énergie du territoire.

Pour cela, il est nécessaire de s'intéresser à l'état des lieux de la consommation du territoire et de projeter à horizon 2050 les futures consommations. L'estimation des consommations en bois énergie du territoire est la suivante :

État initial du territoire	Consommation 2022	Ressource bois nécessaire
Bois-énergie domestique	109 GWh	31 270 t
Bois-énergie chaufferies	41 GWh	11 698 t

Tableau 22 – Production de chaleur issue de bois-énergie 2022 et tonnages associés

Sous les hypothèses considérées, la ressource mobilisable ne permet pas de couvrir les besoins actuels du territoire. En effet, le territoire présente une demande annuelle en bois-énergie d'environ 43 000 tonnes contre 23 000 tonnes estimées comme mobilisables.

Afin de réitérer cette analyse pour 2050, les consommations estimées en bois énergie des bâtiments ont été projetées en considérant :

- **Résidentiel**
 - La rénovation énergétique des maisons et appartements à horizon 2050, et le remplacement des équipements actuels, permettra une division par 2 des consommations de bois de chauffe de 2022 ;
 - Les maisons et appartements construits d'ici 2050 sont des bâtiments RE2020. Le nombre de logements futurs a été projeté en utilisant la base de données Sitedel2 et INSEE ;
 - La part de logements chauffés au bois augmente de 10% supplémentaires à horizon 2050 par rapport aux proportions actuelles.

Synthèse consommation résidentiel	Bois énergie 2022	2050
Résidentiel existant	109 GWh	55 GWh
Résidentiel neuf	0 GWh	15 GWh
Total résidentiel	109 GWh	69 GWh

Tableau 23 : Consommation de bois-énergie territoriale du secteur résidentiel, projetée à horizon 2050

- **Tertiaire**
 - Le secteur tertiaire diminuera ses consommations de chaleur fossile de 29% entre 2050 et 2021 (négaWatt) ;
 - Le bois-énergie couvrira 10% des besoins énergétiques 2050 du secteur tertiaire ;
- **Industrie**
 - Le secteur industriel diminuera ses consommations de chaleur fossile de 31% entre 2050 et 2021 (négaWatt) ;
 - La biomasse solide (bois énergie, résidus forestiers et agricoles) pourrait remplacer environ 15 à 25 % de l'énergie fossile dans l'industrie, principalement pour la production de chaleur industrielle nécessaire dans les secteurs comme la production chimique (Afterres 2050).

Consommation	Chaleur fossile 2022	Réduction des consommations 2050	Réduction des consommations fossiles d'ici 2050	Consommations projetées de bois 2050	Hypothèse retenue (consommations d'énergies fossiles substituées)
Tertiaire	171 GWh	-34%	-58 GWh	11 GWh	10%
Industrie	519 GWh	-47%	-275 GWh	41 GWh	15%
Tertiaire + Industrie	690 GWh			53 GWh	

Tableau 24 : Consommation de bois-énergie territoriale des secteurs tertiaire et industriel, projetée à horizon 2050

Besoins projetés bois-énergie	2022	2050
Résidentiel	109 GWh	69 GWh
Tertiaire	0 GWh	11 GWh
Industrie	2 GWh	41 GWh
Total	112 GWh	122 GWh

Figure 26 : Consommation de bois-énergie territoriale projetée à horizon 2050

Le potentiel de production de chaleur issue du bois-énergie est de l'ordre de 122 GWh à horizon 2050. Il intègre tous les usages du bois de chauffe :

- Les productions de chaleur domestique dans les logements existants et futurs ;
- Les productions de chaleur pour les usages tertiaires et industries (chaufferies collectives) sans prendre en compte de possibles nouveaux projets

Synthèse du potentiel biomasse / bois-énergie

	Consommation 2021 (GWh)	Ressource mobilisable pour la couverture des besoins (GWh)	Consommation projetée 2050 (GWh)	Taux de couverture 2050 des besoins
Biomasse / bois-énergie	112	Environ 73 GWh	122	60%

Tableau 25 – Synthèse du potentiel solaire biomasse / bois-énergie

Une ressource forestière locale mobilisable permettant de couvrir 60% des besoins à horizon 2050 (73 GWh). Ce gisement intègre le bois-forêt uniquement. Les rebuts de bois industriels ne sont pas intégrés et l'incertitude sur le potentiel est haute. Une étude dédiée à la ressource permettrait de préciser ces chiffres.

Un enjeu fort du territoire sur la ressource bois énergie est donc le développement d'une filière d'approvisionnement utilisant la ressource locale mobilisable pour s'affranchir au mieux de l'approvisionnement extérieur tout en assurant l'entretien de la forêt et l'utilisation de la ressource excédentaire pour le développement de nouveaux projets de chaufferies collectives.

Géothermie

Géothermie de surface

La géothermie de surface, également appelée géothermie superficielle, tire parti de l'énergie stockée dans le sous-sol à des profondeurs allant de quelques mètres à 200 m.

À ces profondeurs, la température du sol reste relativement stable tout au long de l'année, oscillant généralement entre 10 et 20 °C. Toutefois, cette chaleur ne peut pas être directement exploitée. Pour ce faire, on utilise une pompe à chaleur géothermique qui permet de transférer la chaleur ou le froid à la température désirée.

Pour la géothermie de surface, nous distinguerons les technologies de captage horizontal (forage de 2 à 10m sous terre) et vertical (de 10m à 200m).

Méthodologie

Le potentiel géothermique est à étudier sous l'angle de l'adéquation de la ressource et des consommations. En effet, cette ressource énergétique (en partie quantifiée sur www.geothermies.fr) peut paraître « infinie » dans l'absolue. Aussi, et afin de la caractériser correctement, il est nécessaire de la relier à un besoin énergétique.

Le potentiel mobilisable sur le territoire est estimé sur la base de plusieurs hypothèses :

- Le potentiel lié à la construction neuve n'est pas estimé car la part associée est trop complexe à estimer, mais cette technologie est particulièrement adaptée aux projets tertiaires et opérations d'aménagement lorsque l'implantation des sondes peut être anticipée.
- Conflit d'usage : pour éviter tout conflit d'usage avec les autres filières, on considère uniquement les logements existants non raccordés au réseau de chaleur et utilisant l'électricité, le fioul et le gaz comme source de chaleur. La part de logements concernés a donc été calculée et appliquée au zonage des besoins de chaleur par commune.
- Pour les bâtiments tertiaires, on considère la couverture de 10% des besoins estimés.
- Contraintes techniques : on applique des facteurs de couverture des besoins liés à la densité en habitant par kilomètre carré des communes. Plus la densité est importante et plus le taux de couverture applicable est faible du fait des contraintes techniques s'appliquant (espace nécessaire pour l'implantation des sondes).

Densité habitation de la commune (hab./km ²)	Ratio appliqué
De 0 à 300 habitants/km ²	0,5
De 300 à 1 500 habitants/km ²	0,3
Supérieur à 1 500 habitant/km ²	0,1

Ces ratios ont été constatés sur plusieurs études de potentiel d'énergies renouvelables.

- Forage horizontal de faible profondeur

Le forage horizontal permet d'exploiter la chaleur à très faible profondeur. Afin d'assurer une capacité de chauffage suffisante, cela nécessite une zone de jardin suffisamment grande. La température en sous-sol pour une profondeur de 0m à 50m sur le territoire de la CALI est la suivante :

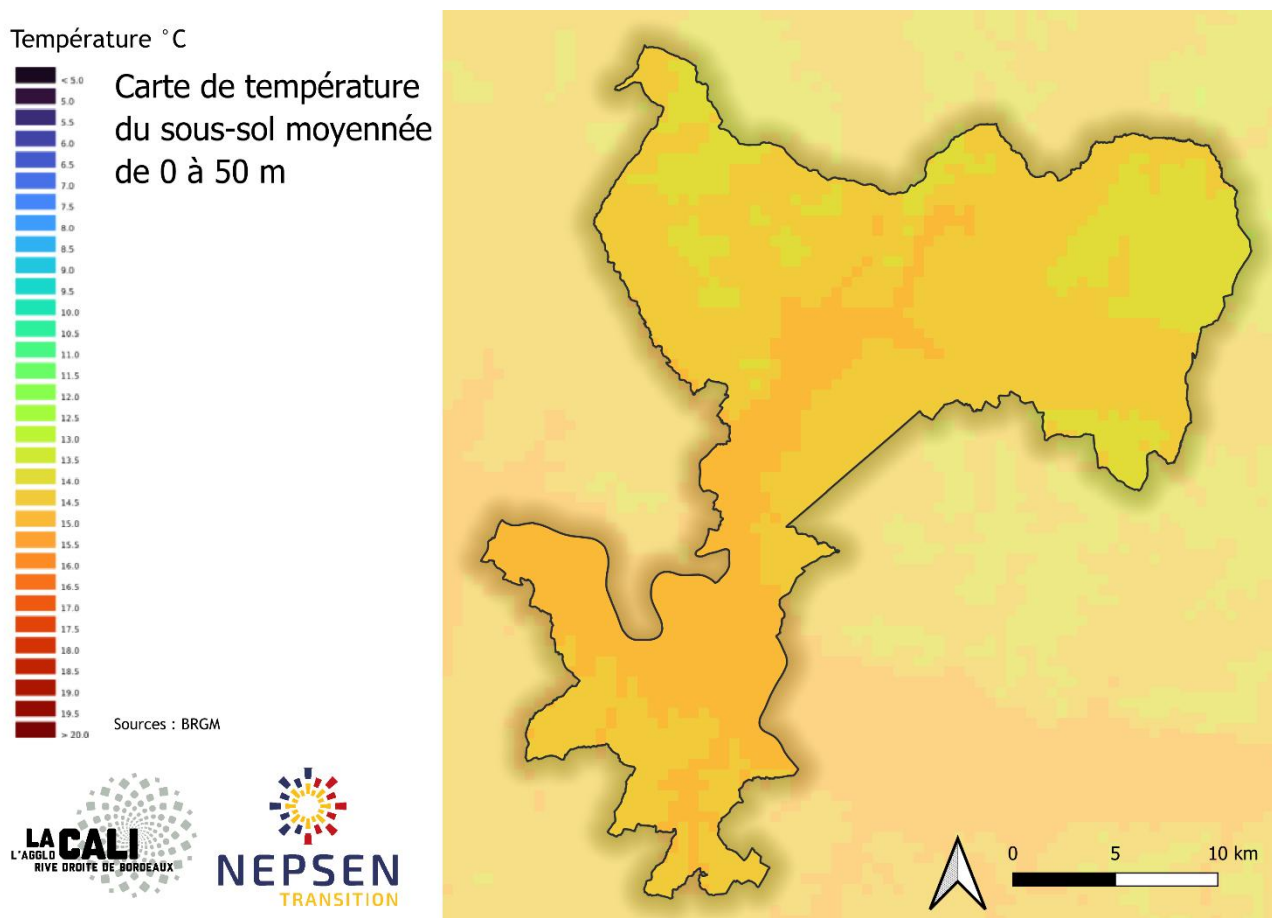


Figure 27 - Carte des températures de sous-sol moyennée de 0m à 50m

En outre, pour garantir la préservation des enjeux environnementaux et réduire les risques liés aux installations, tous les forages géothermiques effectués après le 1er juillet 2015 doivent être déclarés et exécutés conformément au nouveau cadre réglementaire établi par les arrêtés ministériels du 25 juin 2015. Selon ce même arrêté, il est obligatoire d'établir une cartographie des risques environnementaux associés aux ouvrages géothermiques (article 22-6). Cette cartographie distingue :

- Les zones exemptes de risques, qualifiées de "vertes".
- Les zones dites "oranges" où, en raison d'un manque de connaissances suffisantes sur les risques ou en considération des risques déjà identifiés, une attestation d'un expert agréé (article 22-8) doit être fournie avec la déclaration, attestant l'absence de risques graves liés au projet.
- Les zones à risque significatif, dénommées zones "rouges", où les ouvrages géothermiques ne peuvent être considérés comme de faible importance. Dans ces zones, la réalisation d'un projet nécessite une autorisation complète conformément au code Minier.

Pour LA CALI, la quasi-intégralité du territoire est en zone verte pour la profondeur 0m à 50m. Quelques zones ne sont pas éligibles, du fait de pollution avérée (Libourne), de cavités (sud du territoire) ou encore de communication aquifère (nord du territoire) :

Zone réglementaire GMI de 10 à 50 mètres

Géothermie

Zones réglementaires GMI sur échangeur fermé de 10 à 50 m

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

Sources : BRGM

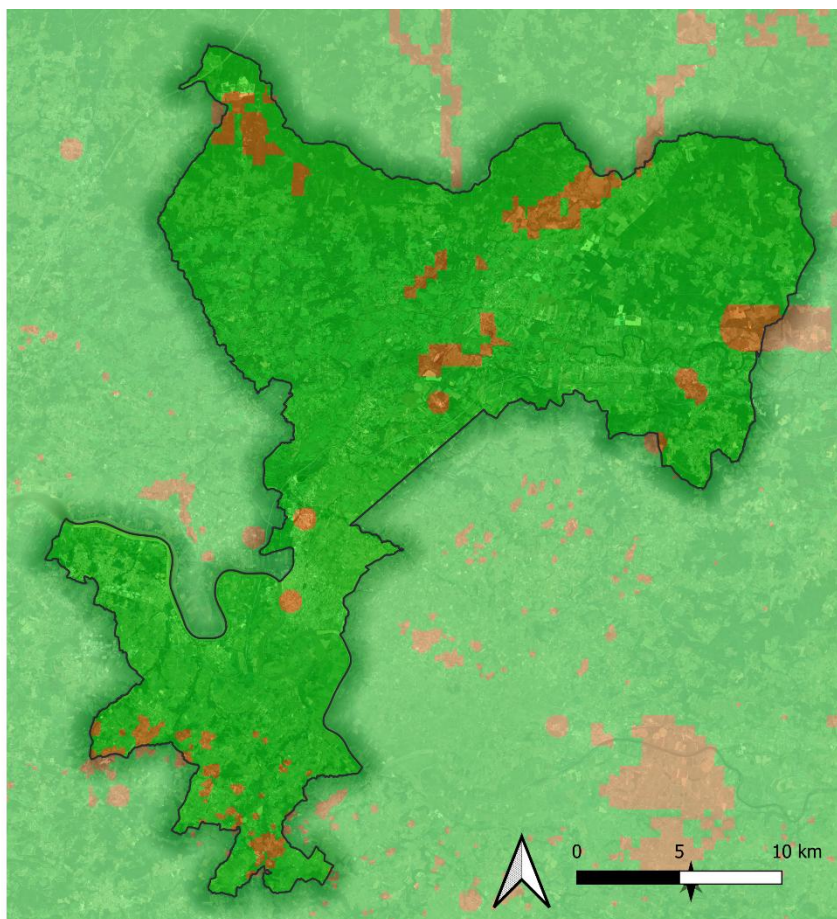


Figure 28 – Zones réglementaires GMI sur échangeur fermé (sonde)

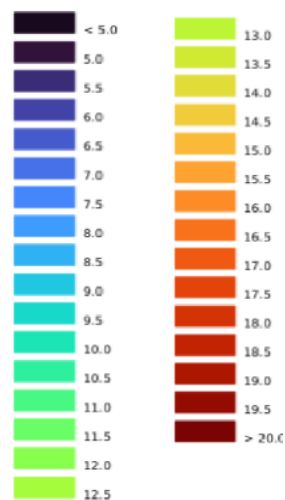
- Forage vertical (10m-200m) :

Le captage vertical concerne des forages d'une profondeur variant généralement entre 10 et 200 mètres, selon les besoins domestiques. Une sonde en forme de U est insérée pour permettre la circulation du fluide caloporteur, lequel se déplace entre la sonde de captage et la pompe à chaleur. Si une nappe phréatique est présente, il est également possible d'effectuer plusieurs forages afin de bénéficier de la chaleur qu'elle procure.

La température en sous-sol pour une profondeur de 0m à 200m sur le territoire de la CALI est la suivante :

Carte de température du sous-sol moyennée de 0 à 200 m

Température °C



Sources : BRGM

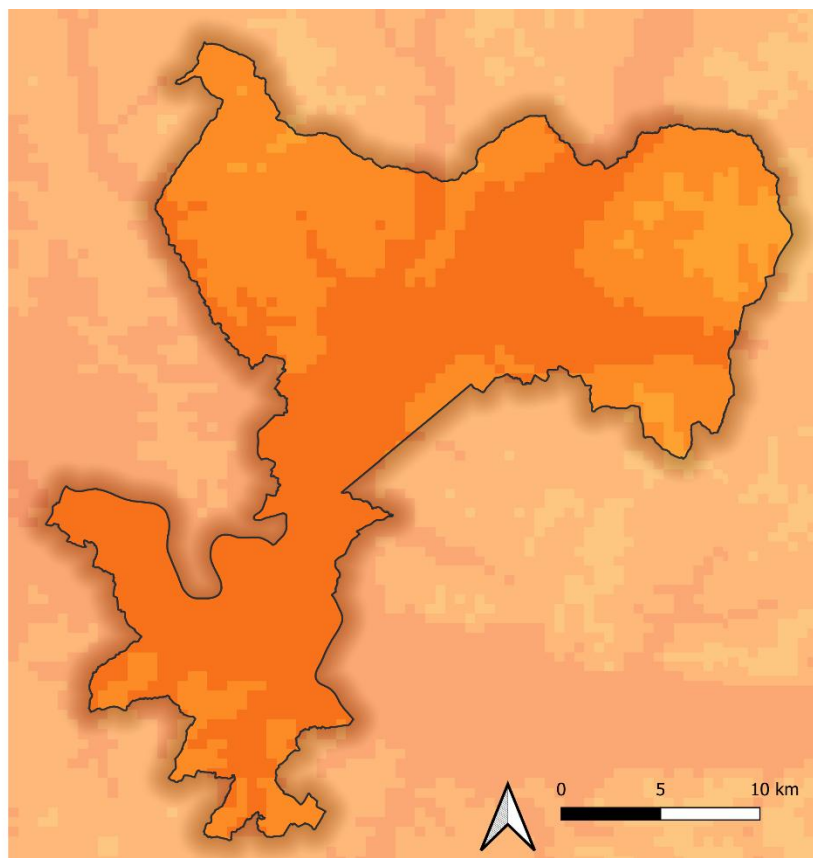


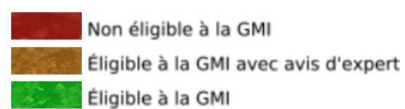
Figure 29 - Carte des températures de sous-sol moyennée de 0m à 200m

Sur la plage de profondeur 0-200m, la moitié du territoire est éligible. Les parties non éligibles le sont car elles présentent des communications aquifères dans l'intervalle 0 – 200 mètres.

Zone réglementaire GMI de 10 à 200 mètres

Géothermie

Zones réglementaires GMI sur échangeur fermé
de 10 à 200 m



Sources : BRGM

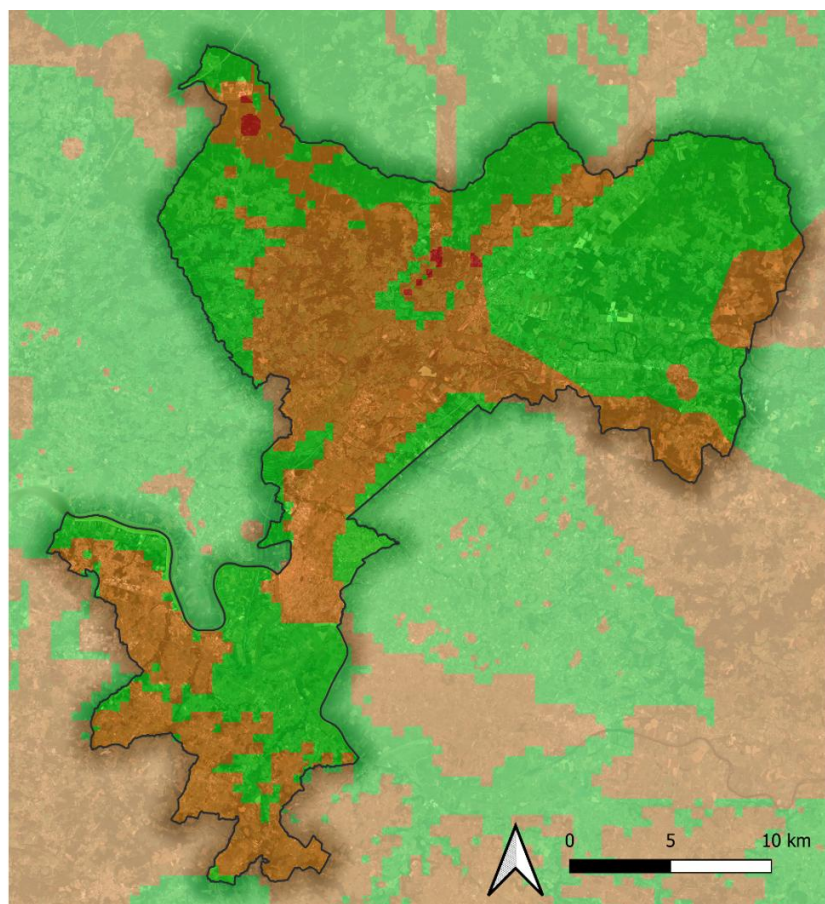


Figure 30 - Zones réglementaires GMI sur échangeur fermé (sonde) et ouvert (nappe)

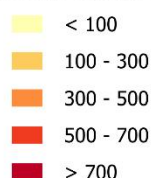
Gisement mobilisable

Les besoins de chaleur cumulés (résidentiel et tertiaire) du territoire sont répertoriés sur la carte ci-dessous :

Potentiel de développement géothermie

Besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire à la maille 100mx100m

Besoins en MWh :



Fond de carte : Google Earth
Source : CEREMA

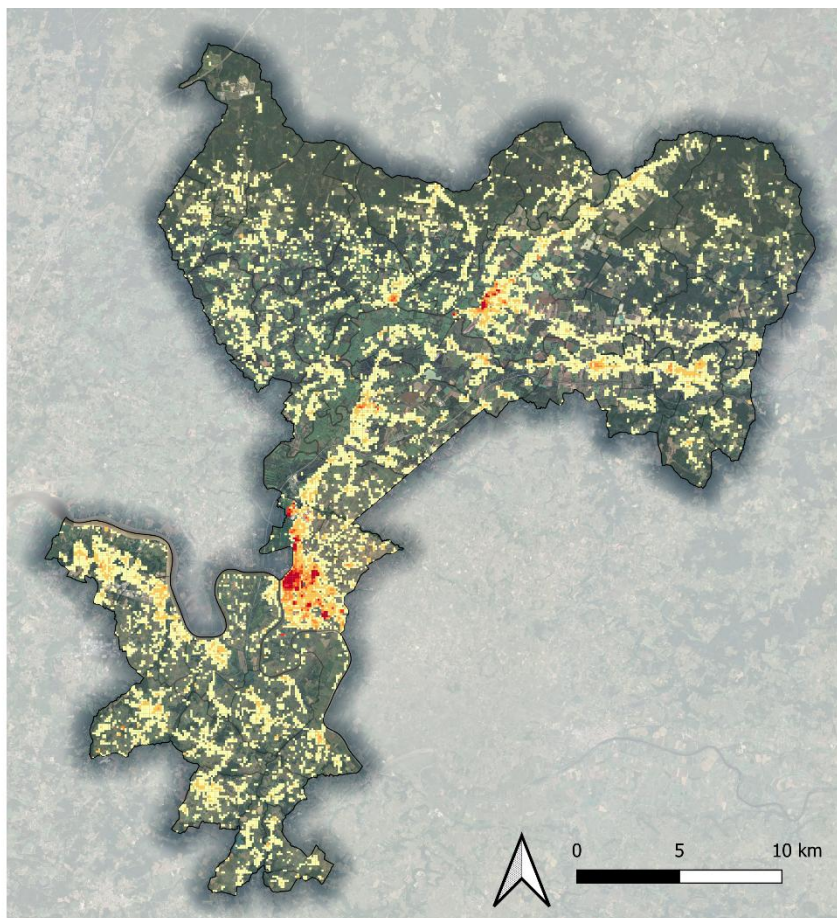


Figure 31 - Cartographie des besoins de chaleur du territoire pour le résidentiel et le tertiaire (CEREMA, réalisation NEPSSEN)

La majorité du territoire se caractérise par un mitage élevé, propice à l'utilisation de la géothermie basse profondeur. Les zones à plus fort besoins en chaleur se situent au niveau des centres-villes. La profondeur des doublets géothermiques⁸ est limitée à 50 mètres sur une partie du territoire, notamment au niveau des centres-villes de Libourne et Coutras.

Géothermie profonde

La géothermie profonde possède des ressources abondantes en France. Ces ressources se trouvent principalement dans les aquifères profonds, adaptés à un usage direct dans les réseaux de chaleur, ainsi que dans les régions volcaniques, où elles sont exploitées pour la production d'électricité. Les fossés d'effondrement constituent également des zones propices à la cogénération, c'est-à-dire, la production d'électricité en plus de la production de chaleur. Les ressources géothermiques dont les températures dépassent 110 °C permettent de produire de l'électricité, que l'on peut éventuellement coupler avec de la production de chaleur.

Ces trois gisements seront étudiés, permettant de savoir si oui ou non il existe un potentiel associé à la géothermie profonde sur le territoire.

- Les aquifères profonds

Le sous-sol métropolitain renferme une variété de ressources géothermales situées dans les aquifères profonds, réparties à travers les principaux bassins sédimentaires et les fossés d'effondrement. Ces ressources sont présentes dans des régions telles que le Bassin parisien, le Bassin aquitain, le Bassin du sud-est, le fossé rhénan, le couloir rhodanien et bressan, ainsi que dans la Limagne et le Hainaut, comme présenté sur cette carte issue d'une étude récente du BRGM :

⁸ Cette technique permet la restitution de l'ensemble des volumes d'eau produits au réservoir d'origine et d'assurer une gestion durable de la ressource.

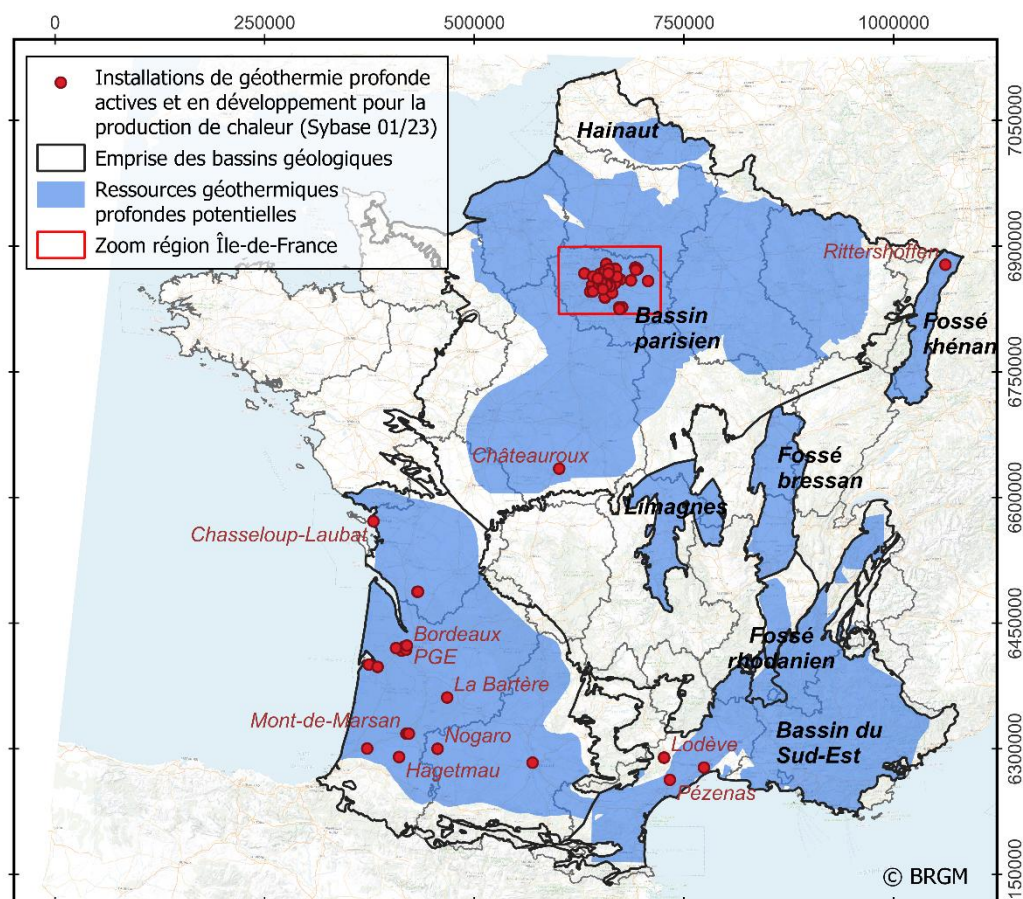


Figure 32 - Ressources en aquifères profonds en métropole et installations en fonctionnement en 2022 (source : BRGM)

Le territoire se situe dans la zone Bassin du Sud-Ouest. La ressource est donc favorable à l'installation de géothermie profonde. La livraison de chaleur d'installation de cette envergure se fait via un réseau de chaleur. La faisabilité est donc à étudier à proximité des grands bassins de consommation de chaleur, prioritairement proche de Carpentras et Coutras.

- Les zones volcaniques

Dans certains réservoirs géothermiques, le fluide extrait des profondeurs est disponible en abondance, à des températures élevées et avec des débits suffisants pour actionner des turbines et produire de l'électricité. Parallèlement, il est envisageable de produire de la chaleur grâce à la cogénération.

Les régions caractérisées par un volcanisme actif ou récent peuvent enregistrer des températures allant jusqu'à 350 °C, même à des profondeurs relativement peu importantes, généralement comprises entre 2 000 et 3 000 mètres.

Le territoire n'est pas concerné par une zone volcanique.

- Les fossés d'effondrement

En dehors des régions volcaniques, les fossés tectoniques d'effondrement constituent également des zones propices à la production de chaleur ou d'électricité. En France, on les trouve principalement dans les vallées du Rhin et du Rhône (fossés rhénan, bressan et rhodanien), ainsi que dans le Massif Central (Limagne).

Ces vastes compartiments, qui se sont affaissés à la suite de mouvements tectoniques, affichent des températures pouvant dépasser 110 °C au-delà de 2 500 mètres de profondeur. Voici la carte européenne des températures extrapolées à 5km de profondeur :

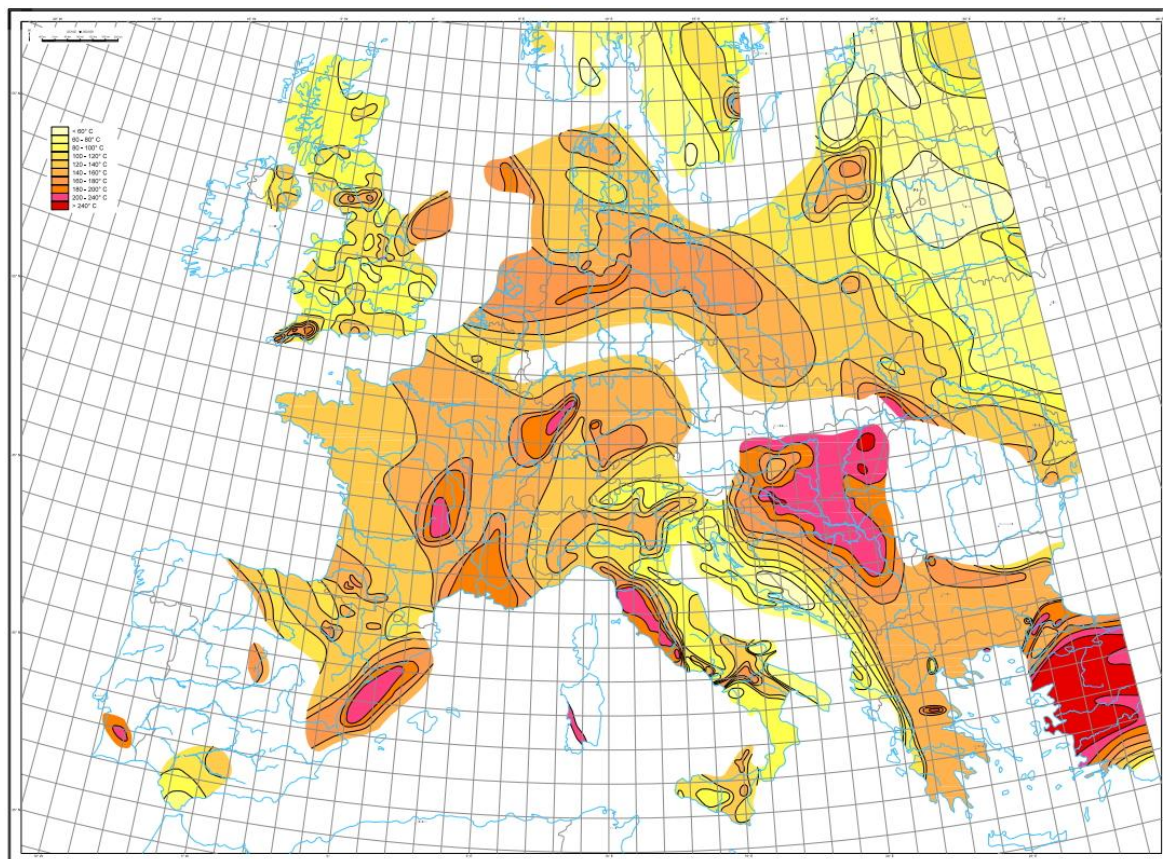


Figure 33 - Carte des températures extrapolées à 5 km de profondeur, Geothermal Atlas of Europe (source : Hermann Haack)

Potentiel géothermie

Le gisement mobilisable estimé s'élève à 32,6 GWh et se répartit comme suit :

	Potentiel mobilisable (GWh)
Gisement résidentiel valorisable	26,2
Gisement tertiaire valorisable	6,4
Total	32,6

Tableau 26 – Potentiel mobilisable par la géothermie

Le potentiel géothermique du territoire est estimé à 32,6 GWh à horizon 2050. Ce potentiel est majoritairement porté par le secteur résidentiel. Il reste cependant adapté à la réalisation de projets tertiaires, notamment lors de la mise en œuvre d'opération d'aménagement lorsque l'implantation de sondes peut être anticipée et que les émetteurs à basse température des logements neufs permettent d'avoir un SCOP intéressant. Le SCOP, ou coefficient de performance saisonnier, est un indicateur du rendement moyen sur des années complètes.

Il est important de ne pas oublier que les pompes à chaleur (PAC) nécessaires au fonctionnement des sondes géothermiques, requièrent un apport d'énergie électrique à hauteur de 25% à 35% de l'énergie thermique produite. Il faut donc prévoir un apport électrique d'environ 11 GWh afin d'exploiter ces 32,6 GWh.

PRODUCTION ACTUELLE

Le territoire ne dispose pas de production d'énergie d'origine éolienne.

POTENTIEL MOBILISABLE

L'éolien est une ressource présentant des caractéristiques très spécifiques tant d'un point de vue de la localisation des zones favorables, de l'acceptabilité locale et du dimensionnement des parcs.

L'approche adoptée dans le cadre de ce diagnostic consiste à identifier les **zones favorables** à l'implantation d'éoliennes, en les différenciant selon les niveaux d'enjeu pouvant freiner l'implantation – contraintes faibles, moyennes ou fortes. À partir de ce zonage, une méthodologie développée par l'ADEME est utilisée afin d'estimer le **productible atteignable**. Basée sur des probabilités de réussite en fonction du niveau d'enjeu, elle est pertinente à l'échelle de l'EPCI mais pas à l'échelle de la parcelle. Un travail complémentaire pourra être mené avec des développeurs éoliens pour affiner le dimensionnement des parcs.

Notre méthodologie reste donc une **approche qualitative** permettant d'identifier les zones a priori favorables au développement de parcs éoliens.

La ressource sur le territoire

Le potentiel éolien dépend des caractéristiques du territoire ainsi que du gisement de vent. Les données de vitesse de vent utilisées sont issues de l'étude « AROME » réalisée par Météo France, recensant les données de vitesse de vent à 140m de hauteur sur les 20 dernières années. Voici la carte correspondante :

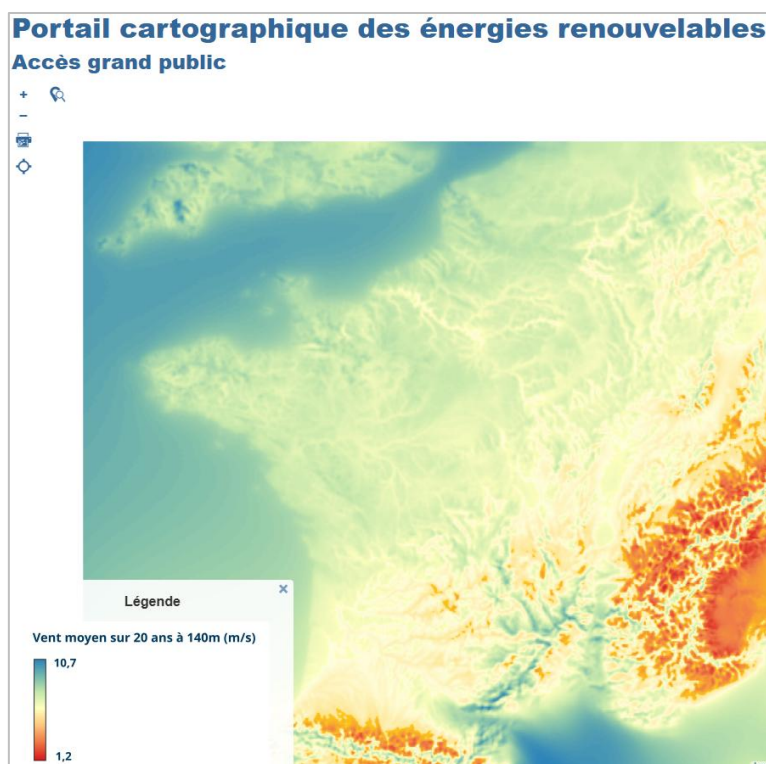


Figure 34 – Vitesse des vents à une hauteur de 140 mètres vis-à-vis du sol, source : Météo France étude « AROME », portail cartographique EnR, Geoservices

Si la vitesse de vent est inférieure à 5 m/s, la zone sera jugée défavorable. La rentabilité actuelle d'un projet éolien étant plutôt considérée pour des vents de vitesse moyenne annuelle d'à minima 6 m/s. La ressource est donc **favorable** sur tout le territoire de l'Agglomération.

Les vents moyens suivent la distribution suivante :

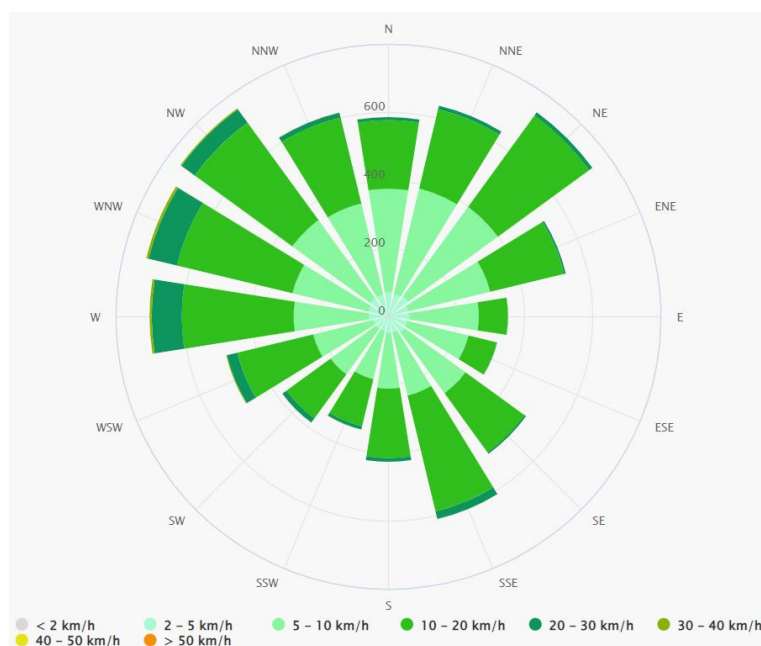


Figure 35 – Rose des vents sur le territoire de la Cali (Source : Meteoblue)

Identification des zones « favorables »

L'estimation du potentiel mobilisable du territoire passe par l'estimation des surfaces propices à l'implantation d'éoliennes (libres de tout enjeu contraignant). Ces zones sont obtenues par extraction cartographique des contraintes détaillées ci-dessous.

Un certain nombre de contraintes peut limiter ou interdire l'implantation d'éoliennes. Il est possible de classer ces contraintes en 3 types : **exclusion** (l'implantation d'éolienne est interdite par la réglementation), **contrainte forte** (pouvant potentiellement empêcher l'implantation) et **contrainte moyenne** (contrainte à évaluer localement).

Toutes les contraintes ci-dessous ont été prises en compte pour le territoire, à l'exception de celles qui ne le concernent pas (n.c.) et de celles dont les données étaient indisponibles.

Thème	Contrainte	Critère	Enjeu associé	Source SIG	Inclus ?
Bâti	Bâti résidentiel	Tampon 500m	Exclusion	IGN	oui
Éoliennes	Éoliennes	Tampon 400m	Exclusion	DREAL	n.c.
Réseau	Réseau distribution électricité (HTA) aérien	Tampon 200m	Contrainte moyenne	ORE	oui
Réseau	Réseau transport électricité (HTB) aérien	Tampon 300m	Contrainte forte	ORE	oui
Réseau	Postes sources	Rayon 10km	Contrainte moyenne	Enedis	oui
Réseau	Réseau transport gaz	Tampon 200m	Contrainte forte	ODRE	oui
Réseau	Réseau routier	Tampon 100m	Contrainte forte	IGN	oui
Réseau	Réseau ferroviaire	Tampon 100m	Contrainte forte	IGN	oui
Patrimoine	Sites Patrimoniaux Remarquables AC1	Périmètre	Exclusion	Géoportail	oui
Patrimoine	Sites Patrimoniaux Remarquables AC4	Périmètre	Exclusion	Géoportail	oui
Nature	Forêts Classées	Périmètre	Exclusion	Data.gouv	n.c.
Nature	ZNIEFF type 1	Périmètre	Contrainte forte	INPN	oui
Nature	ZNIEFF type 2	Périmètre	Contrainte moyenne	INPN	oui

Nature	Arrêté de Protection du Biotope	Périmètre	Exclusion	INPN	n.c.
Nature	Réserves de Biosphère - Zone tampon	Périmètre	Contrainte forte	INPN	oui
Nature	Réserves de Biosphère - Zone de transition	Périmètre	Contrainte moyenne	INPN	oui
Nature	Espace Naturel Sensible (ENS)	Périmètre	Contrainte forte	INPN	oui
Nature	Parc Naturel Régional (PNR)	Périmètre	Contrainte forte	INPN	n.c.
Nature	Parc National	Périmètre	Exclusion	INPN	n.c.
Nature	Réserves Naturelles Nationales	Périmètre	Exclusion	INPN	n.c.
Nature	Réserves Naturelles Régionales	Périmètre	Exclusion	INPN	n.c.
Nature	Réserves Biologiques	Périmètre	Exclusion	INPN	n.c.
Nature	Réserves Intégrales de Parc National	Périmètre	Exclusion	INPN	n.c.
Nature	Zones Humides RAMSAR	Périmètre	Contrainte forte	INPN	n.c.
Nature	Réserves de chasse et faune sauvage	Périmètre	Contrainte forte	INPN	n.c.
Nature	ZICO	Périmètre	Contrainte forte	INPN	n.c.
Nature	Loi littoral	Tampon 1km	Exclusion	IGN	n.c.
Nature	Natura 2000 - SIC ou ZSC	Périmètre	Contrainte forte	INPN	oui
Nature	Natura 2000 - ZPS	Périmètre	Contrainte forte	INPN	n.c.
Nature	Zone de captage eau potable AS1 - PPRE	Périmètre	Contrainte moyenne	AAC	n.c.
Nature	Zone de captage eau potable AS1 - PPRC	Périmètre	Contrainte forte	AAC	n.c.
Nature	Zone de captage eau potable AS1 - PPRS	Périmètre	Exclusion	AAC	n.c.
Nature	Cours d'eau liste 1 et 2	Tampon 100m	Contrainte forte	INPN	oui
Servitudes	ICPE	Tampon 300m	Contrainte forte	Géorisques	oui
Servitudes	Hélistations	Tampon 1,5km	Exclusion		non
Servitudes	Plateforme ULM	Tampon 2,5km	Exclusion	IGN	n.c.
Servitudes	Aérodrome	Tampon 5km	Contrainte forte	IGN	oui
Servitudes	Plans de servitudes aéronautiques (PSA)	Périmètre	Exclusion	IGN	oui
Servitudes	Installations de navigation aérienne	Tampon 5km	Exclusion	IGN	n.c.
Servitudes	Radars météorologiques - bande fréquence C	Tampon 5km	Contrainte forte	Ifremer	n.c.
Servitudes	Radars météorologiques - bande fréquence C	Tampon 20km	Contrainte moyenne	Ifremer	n.c.
Servitudes	Radars météorologiques - bande fréquence S	Tampon 10km	Contrainte forte	Ifremer	oui
Servitudes	Radars météorologiques - bande fréquence S	Tampon 30km	Contrainte moyenne	Ifremer	oui
Servitudes	Radars météorologiques - bande fréquence X	Tampon 4km	Contrainte forte		non
Servitudes	Radars météorologiques - bande fréquence X	Tampon 10km	Contrainte moyenne		non
Servitudes	Radars militaires	Tampon 5km	Contrainte moyenne	IGN	n.c.
Servitudes	Secteurs d'entraînement RTBA abaissés sol	Périmètre	Contrainte forte	IGN	n.c.
Servitudes	Secteurs d'entraînement RTBA autres zones	Périmètre	Contrainte moyenne	IGN	oui

Tableau 27 – Liste des contraintes prises en considération et critères associés, Source : NEPSSEN

Les zones où l'implantation d'éoliennes est a priori possible sont présentées sur la carte ci-dessous. Elles restent soumises aux conditions de raccordement, d'acceptabilité locale et d'accessibilité.

Potentiel de développement éolien

Zones d'implantation potentielle

- Contrainte faible
- Contrainte moyenne
- Contrainte forte

Fond de carte : OSM
Sources : IGN, ORE, Enedis, ODRE,
Géoportail, Géorisques, Ifremer

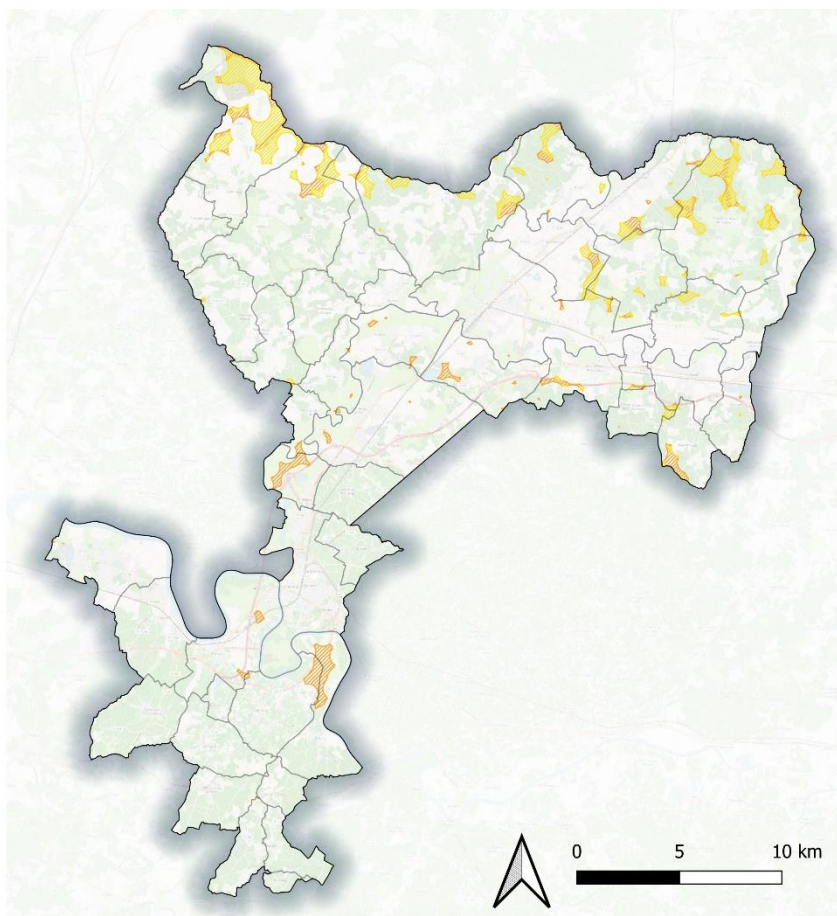


Figure 36 – Cartographie des zones d'implantation potentielle de parcs éoliens, Source : NEPSSEN

Estimation du potentiel atteignable

Pour chaque zone d'implantation potentielle, on considère les hypothèses de développement suivant :

- Facteur de charge moyen = 26,0%⁹. Ce facteur de charge indique la durée équivalente à fonctionnement nominal de l'éolienne, par rapport à la durée maximale possible. Cela représente 2 278 heures à fonctionnement nominal par an. NB : la durée équivalente à fonctionnement nominal ne correspond pas à la durée de fonctionnement réel. Une éolienne tourne effectivement environ 80% du temps, mais pas toujours à la puissance nominale.
- Puissance moyenne d'un mât éolien = 3 MW. Cela signifie une production énergétique de 6,8 GWh/an.
- Densité de puissance : La densité de puissance pour les projets éoliens est comprise entre 5 MW/km² et 30 MW/km². L'application de ces densités de puissance, aux surfaces de développement possible identifiées permet d'avoir une estimation basse et haute de la puissance atteignable.
- Taux de réussite selon le niveau de contrainte sur la zone. Les projets n'ont pas la même chance d'aboutir selon le niveau de contraintes qui s'y applique. Les taux de réussite considérés sont ceux fournis par l'ADEME pour la Région Nouvelle-Aquitaine, les chances d'aboutir sont de :
 - 50% sur les zones à contrainte faible ;
 - 20% sur les zones à contrainte moyenne ;
 - 5% sur les zones à contrainte forte.

Pour synthétiser, les surfaces de zones d'implantation potentielle par niveau de contrainte sont présentées dans le tableau suivant :

⁹ Donnée RTE France 2023 : <https://analysesetdonnees.rte-france.com/production/eolien>

Niveau d'enjeu	Surface	/surface totale	Puissance min	Puissance max	Production min	Production max
Contrainte faible	0,00 km ²	0%	0,0 MW	0,0 MW	0 GWh	0 GWh
Contrainte moyenne	16,30 km ²	61%	16,3 MW	97,8 MW	37 GWh	223 GWh
Contrainte forte	10,30 km ²	39%	2,6 MW	15,5 MW	6 GWh	35 GWh
Total	26,60 km ²	100%	18,9 MW	113,3 MW	43 GWh	258 GWh

Tableau 28 : Surface, puissance et productible atteignables des zones favorables au développement éolien, source : NEPSEN

En considérant une densité de puissance moyenne comprise entre 5 et 30 MW/km², la puissance potentiellement atteignable sur le territoire est comprise entre 19 et 114 MW. Cela correspond à l'accueil de 6 à 38 aérogénérateurs de 3 MW, soit 2 à 8 parcs éoliens. L'installation de ces puissances générerait une production comprise entre 43 et 258 GWh.

L'hypothèse moyenne est privilégiée dans la synthèse des résultats.

Synthèse du potentiel éolien

	Production 2023 (GWh)	Potentiel mobilisable (GWh)	Productible atteignable (GWh)
Grand Éolien	0	143	143

Tableau 29 : Synthèse du potentiel éolien sur le territoire

Production actuelle

Le territoire dispose de 7 installations hydroélectriques totalisant 2 MW installés en 2024.

Potentiel mobilisable

Identification des seuils et obstacles existants présents sur les cours d'eau du territoire :

- Ensemble des tronçons identifiés par l'étude de l'UFE (Union Française de l'Électricité) à titre indicatif ;
- Ensemble des seuils et équipements existants recensés par le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement de l'ONEMA.

Dimensionnement de la production hydroélectrique associée aux rééquipements de ces seuils :

- Estimation des puissances installables (par l'intermédiaire des hauteurs de chute, débits et typologie de seuils).

Sélection des ouvrages les plus intéressants

- Exclusion des centrales d'une puissance électrique installable inférieure à 20kWe (pico hydro) ;
- Précision des éventuels points de vigilance (classement des cours d'eau en liste 2, réservoirs de biodiversité, zonages environnementaux, ressource en eau, ...) qui s'appliquent aux cours d'eau retenus dans le potentiel

Les obstacles à l'écoulement

La représentation cartographique des obstacles et du classement des cours d'eau sur le territoire est la suivante :

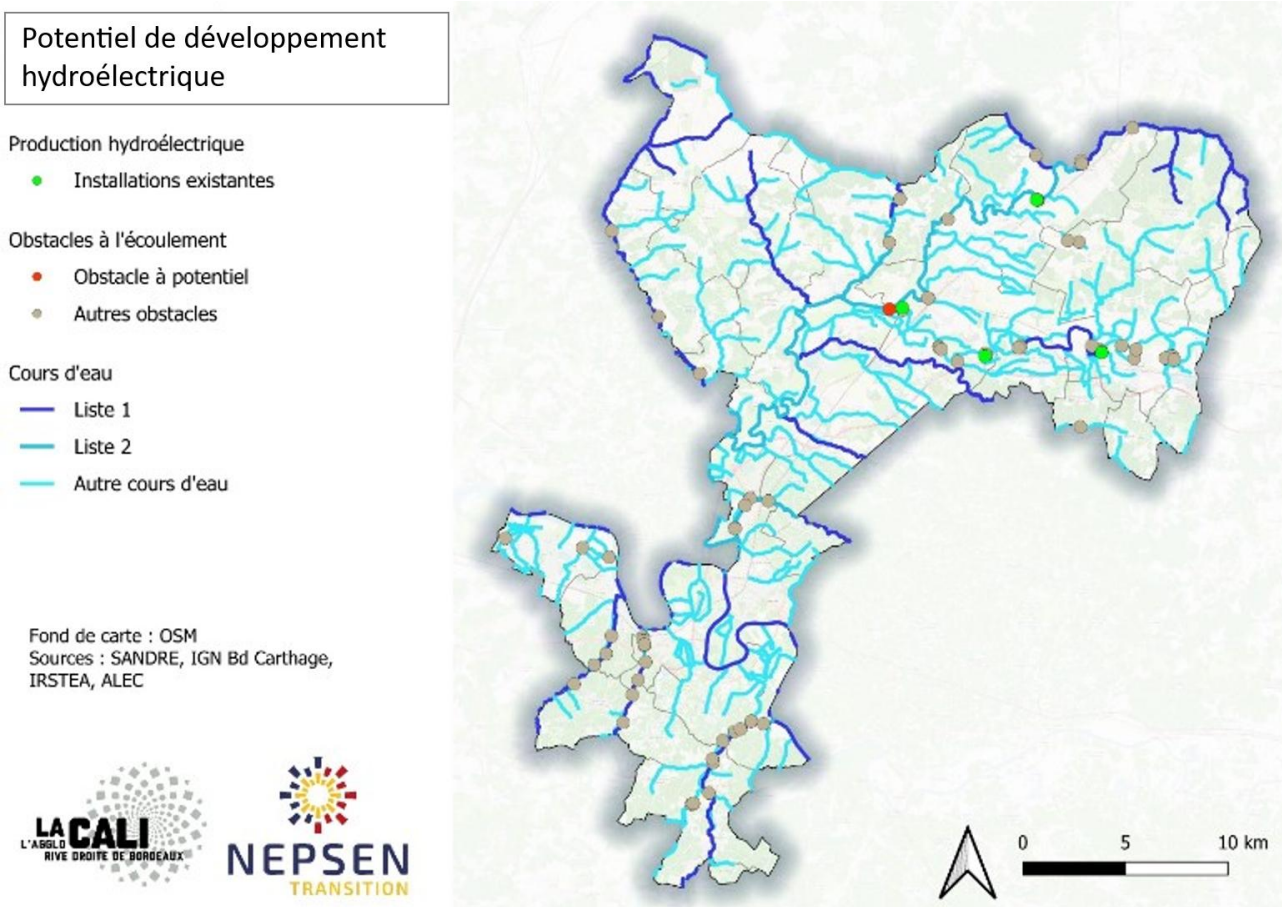


Figure 37 – Cartographie des obstacles à l'écoulement à potentiel hydroélectrique, Source : NEPSSEN

Un total de 72 obstacles à l'écoulement a été recensé sur le territoire via le Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement. En prenant en compte uniquement les obstacles disponibles et en bon état, ceux ne supportant pas déjà un barrage hydroélectrique, ceux dont la hauteur de chute est connue et supérieure à 1,5m, et ceux se situant sur un cours d'eau non classé en liste 1 avec un débit suffisant (permettant d'installer une puissance supérieure à 15 kW), nous obtenons un seul obstacle à l'écoulement potentiellement mobilisable.

Le calcul de la puissance disponible, de la puissance électrique et du productible annuel est ensuite réalisé pour les ouvrages avec les valeurs de débit issues des données de EauFrance et le facteur de charge moyen régional d'ODRE (21%).

Nom de l'obstacle	Nom de la rivière	Com-mune	Type	Usage	Hauteur de chute	Débit QMNA5	Puissance électrique	Productible associé réel
Ecluse de Laubarde mont	Canal de Laubarde mont	Sablons	Seuil en rivière	Transports et soutien de navigation	4,0 m	41 m3/s	1 626 kW	3,000 GWh

Figure 38 – Liste des obstacles à l'écoulement à potentiel hydroélectrique, Source : NEPSSEN

Deux points de vigilance sont soulevés : les valeurs de débit sont soumises à une forte incertitude (données 2012) et le seuil est déjà utilisé pour un autre usage.

Synthèse du potentiel hydroélectrique

Typologie	En service 2024	En projet	Potentiel de développement	Productible atteignable
Hydraulique	6 840 MWh		3 000 MWh	9 840 MWh

Tableau 30 – Synthèse du potentiel hydroélectrique

Production actuelle

Le territoire disposait de **3 méthaniseurs** en 2023. Une unité valorise le biogaz par cogénération, c'est-à-dire sous forme de chaleur et d'électricité : l'ISDND de Lapouyade. Les deux autres sont des sites industriels qui produisent de la chaleur à partir du biogaz généré. L'UCVA de Coutras, d'une puissance thermique de 4 MW, a été mis en service en 1999, tandis que l'ISDND, d'une puissance thermique et électrique de 8,4 MW, a été mis en service en 1996.

Potentiel mobilisable

Pour estimer le gisement de méthanisation de la CALI, plusieurs types de ressources sont analysés :

- Les **ressources agricoles** : effluents d'élevage, résidus de cultures, cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) ;
- Les **ressources d'industries agro-alimentaires** (IAA) ;
- Les **ressources de l'assainissement** ;
- Les **biodéchets** des ménages, des collectivités, de la restauration, des petits commerces, de la grande distribution et des marchés.

A noter que le potentiel associé aux biodéchets n'a pas été estimé en raison de l'existence de l'unité de méthanisation de l'ISDND, qui mobilise déjà le potentiel du territoire ainsi que des territoires alentours d'où proviennent les déchets.

Méthodologie

Le gisement méthanisable est calculé de la manière suivante :



La méthodologie suivie pour le calcul du potentiel reprend les hypothèses développées dans l'étude « Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation » publiée par l'ADEME en avril 2013. Les ratios de production, de mobilisation et de méthanisation par type de ressource y sont détaillés.¹⁰

Ressources

Parmi les intrants disponibles pour la méthanisation on distingue :

Ressources	Substrats
Ressources agricoles	<ul style="list-style-type: none"> • Effluents d'élevage et déjections animales : fumier, lisier et fientes ; • Substrats de cultures : résidus de culture (pailles, menues pailles et fanes de betteraves), et les issus de silo ; • Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique (CIVE) : culture implantée et récoltée entre deux cultures principales dans une rotation culturale et étant récoltée pour être utilisée comme intrant dans une unité de méthanisation agricole.
Ressources agro industrielles	<ul style="list-style-type: none"> • Les déchets des industries agroalimentaires (IAA) qui génèrent des sous-produits issus de leur activité. On considère les activités suivantes : transformation, préparation, conservation de viande, transformation et conservation de fruits et légumes, fabrication de

¹⁰ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/88252_gisements-substrats-methanisation.pdf

Ressources de l'assainissement

vins, et de bière, fabrication de lait & produits frais, industrie de corps gras, fabrication de plats préparés, fabrication d'aliments pour animaux, travail du grain, boulangeries-pâtisseries.

- **Les déchets d'assainissement** : les sous-produits de l'assainissement sont formés de boues urbaines et de graisses pour les stations d'épuration, et de matières de vidange pour les systèmes d'assainissement autonomes.

Tableau 31 : Présentation des ressources et substrats pris en compte dans l'étude

Les données utilisées sont les suivantes :

- DRAAF Nouvelle-Aquitaine : Inventaire National des élevages (2020)
- IGN : Registre Parcellaire Graphique (2021)
- Gouvernement : Fiches détaillées des stations de traitement des eaux usées (2022)
- SIREN : Liste des codes APE avec effectif salarié et nombre d'établissements associés (2022)

Le potentiel en détails

Les résultats sont présentés ci-dessous :

		Quantité totale	Quantité mobilisable	Energie associée
Élevage	Fumier	33 791 tMB/an	20 274 tMB/an	5 778 MWh
Élevage	Lisier	10 383 tMB/an	5 191 tMB/an	684 MWh
Culture	CIVE	11 688 tMB/an	3 506 tMB/an	1 170 MWh
Culture	Issues de silos	97 tMB/an	29 tMB/an	44 MWh
Culture	Menue paille	1 319 tMB/an	131 tMB/an	183 MWh
Culture	Fanes de betterave	61 tMB/an	9 tMB/an	3 MWh
Culture	Paille	1 106 tMB/an	1 702 tMB/an	2 342 MWh
STEU	Boues	5 821 tMB/an	536 tMB/an	122 MWh
STEU	Graisses et matières de vidange	2 tMB/an	1 tMB/an	0 MWh
Industrie	Déchets industriels	1 574 tMB/an	512 tMB/an	206 MWh

Figure 39 : Ventilation du gisement mobilisable sur le territoire par type de substrats, Source : NEPSEN

Potentiel méthanisation, production énergétique associée, CALI

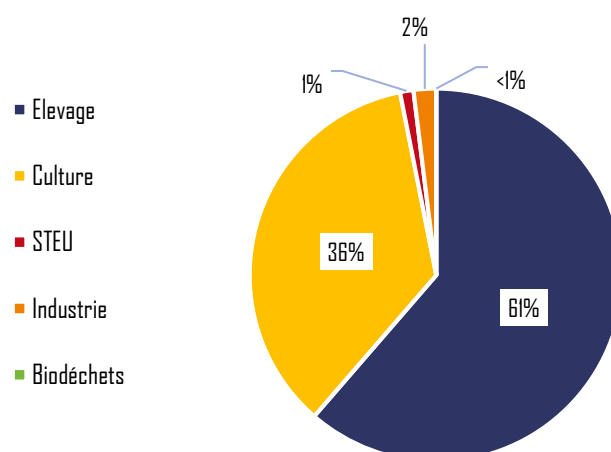


Figure 40 : Répartition du potentiel méthanisation entre les différents substrats, Source : NEPSEN


La ressource agricole est donc la principale contributrice au potentiel de méthanisation sur le territoire :

- Les effluents d'élevages (fumier et lisier) représentent le principal contributeur avec 44 000 tonnes de substrats mobilisables pour environ 6,5 GWh de valorisation énergétique ;

- Les substrats de culture représentent 3,5 GWh de valorisation énergétique potentielle, soit 36% du potentiel énergétique mobilisable.

Potentiel Méthanisation

Installations existantes

 Installations de méthanisation

Potentiel de développement

Cultures

-  Blé
-  Maïs grain
-  Triticale
-  Orge
-  Avoine
-  Autres céréales
-  Colza
-  Tournesol
-  Soja
-  Betterave

STEU

 STEU

Fond de carte : OSM Standard

Sources : IGN, Géoportail, Méthan-action

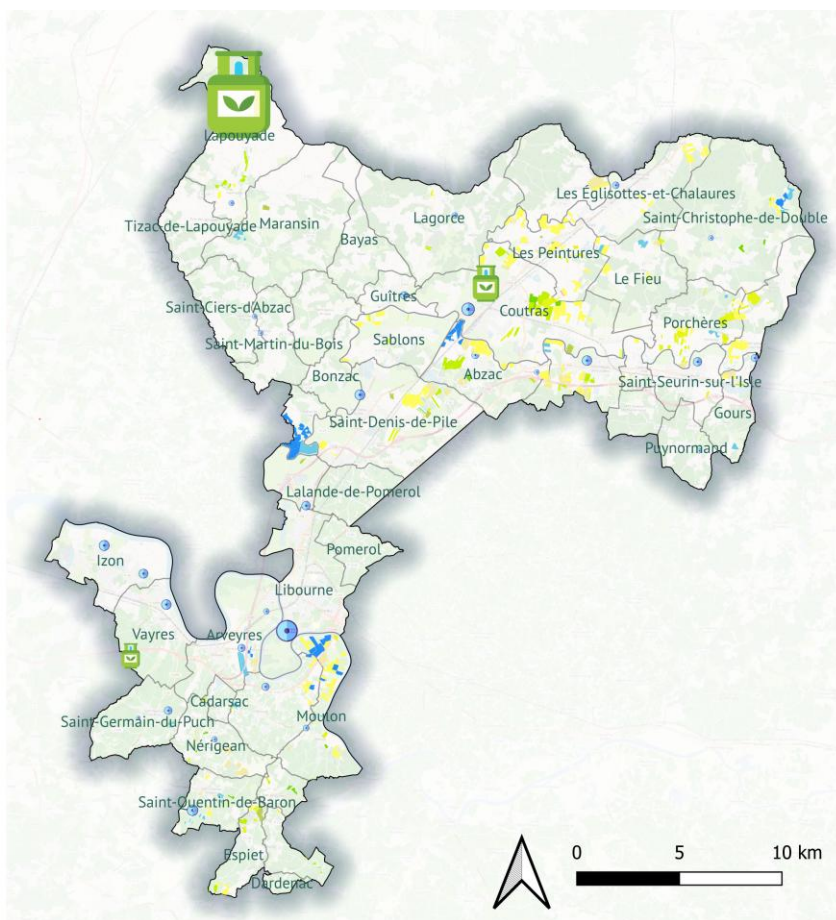


Figure 41 : Cartographie du potentiel méthanisation

A ce potentiel s'ajoute le projet de méthanisation au sein de la STEU de Libourne¹¹, qui devrait alimenter plus de 300 foyers, soit une production théorique de 1 GWh environ par an.

Synthèse du potentiel méthanisation

Typologie	En service 2024	En projet	Potentiel de développement	Productible atteignable
Élevage	0 GWh	0 GWh	6,5 GWh	6,5 GWh
Culture	12,0 GWh	0 GWh	3,7 GWh	15,7 GWh
STEU	0 GWh	1,0 GWh	0,1 GWh	1,1 GWh
Industrie	0 GWh	0 GWh	0,2 GWh	0,2 GWh
Biodéchets	165,0 GWh	0 GWh	0 GWh	165,0 GWh
Total	177,0 GWh	1.0 GWh	10,5 GWh	188,5 GWh
Total en NM³	1,7E+07 NM³	9,5E+04 NM³	1,0E+06 NM³	1,8E+07 NM³

Tableau 32 – Synthèse du potentiel méthanisation

¹¹ <https://www.leresistant.fr/actualite-6215-libourne-une-nouvelle-station-d-epuration-et-une-unite-de-methanisation-a-l-horizon-2026>

PRODUCTION ACTUELLE

À cette date, aucune récupération de chaleur fatale n'a été référencée sur le territoire.

POTENTIEL MOBILISABLE

Le potentiel mobilisable a été estimé à partir de la plateforme EnRezo développé par le CEREMA, avec le soutien de la DGEC et de l'ADEME. Elle recense les sources d'énergie de récupération existantes à partir des unités d'incinérations, industries, datacenters et stations de traitement et épuration des eaux potables.

Potentiel mobilisable

Les établissements industriels identifiés par le CEREMA sont les suivants :

Établissement	Commune	Type d'activité	Potentiel mobilisable
UCVA	COUTRAS	Agroalimentaire	32 800 MWh
O-I MANUFACTURING France	VAYRES	Matériaux, minerais et métaux	28 200 MWh
FRONERI Vayres (ex R&R ICE CREAM)	VAYRES	Agroalimentaire	21 450 MWh
CENTRE HOSPITALIER DE LIBOURNE	LIBOURNE	Santé	15 200 MWh
CAVE DE SAUVETERRE BLASIMON ESPIET	ESPIET	Agroalimentaire	9 750 MWh
CORENSO France SA	GOURS	Bois, papier, carton, imprimerie	8 000 MWh
AMCOR FLEXIBLES CAPSULES FRANCE	SAINT-SEURIN-SUR-L'ISLE	Matériaux, minerais et métaux	4 900 MWh
Total			120 300 MWh

Tableau 33 : Établissements industriels présentant un potentiel chaleur fatale, Source : CEREMA

Les STEP identifiées par le CEREMA sont les suivantes :

STEP	Exploitant	Potentiel mobilisable
LIBOURNE	SUEZ EAU FRANCE Bdx RUE PAULIN	5 322 MWh
COUTRAS (intercommunale)	SAUR	1 200 MWh
SAINT QUENTIN DE BARON (INTERCOMMUNALE)	SUEZ EAU FRANCE Bdx RUE PAULIN	262 MWh
SAINT DENIS DE PILE	AQUITAINE DE GESTION URBAINE & RURALE	555 MWh
IZON	SUEZ EAU FRANCE Bdx RUE PAULIN	626 MWh
Total		7 964 MWh

Tableau 34 : STEP présentant un potentiel chaleur fatale, Source : CEREMA

Aucun datacenter ou unité d'incinération n'est identifiée par le CEREMA sur le territoire.

La cartographie suivante permet de visualiser ce potentiel à l'échelle de l'Agglomération :

Potentiel Chaleur fatale

Energie de récupération

-  Industrie
-  STEP
-  Incinération
-  Data center

Fond de carte : OSM Standard
Source : CEREMA

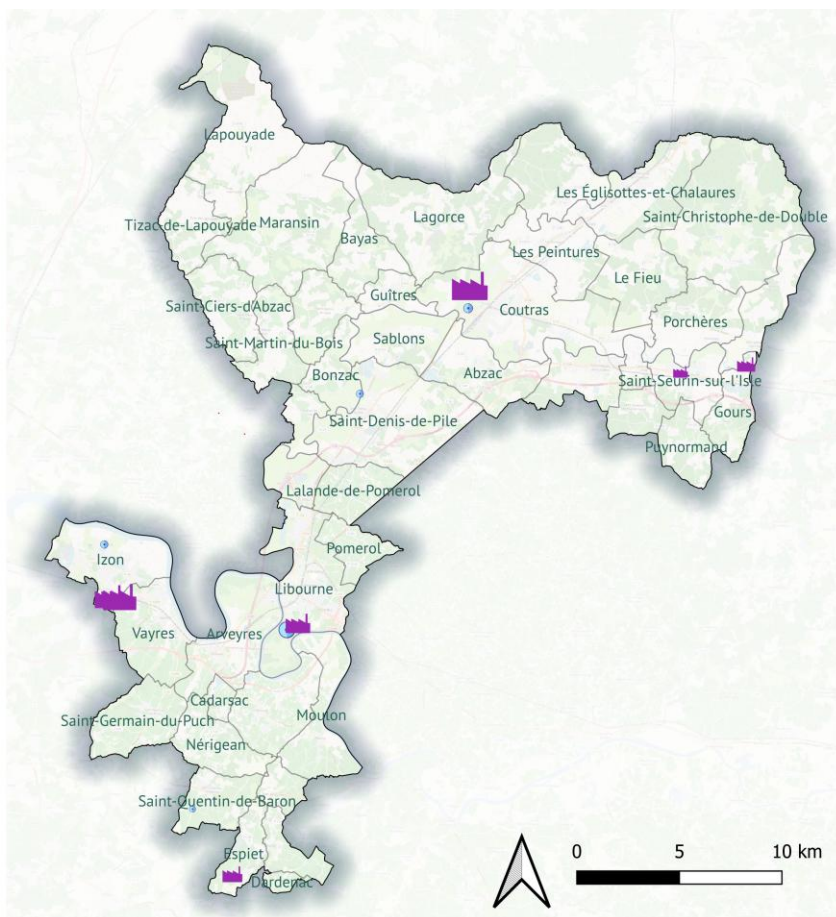


Figure 42 : Cartographie des sites présentant un potentiel chaleur fatale selon le CEREMA, Source : NEPSSEN

Synthèse du potentiel chaleur fatale

Typologie	En service 2024	En projet	Potentiel de développement	Productible atteignable
Chaleur industrielle	0 MWh	0 MWh	120 300 MWh	120 300 MWh
STEP	0 MWh	0 MWh	7 964 MWh	7 964 MWh
Total	0 MWh	0 MWh	128 264 MWh	128 264 MWh

Tableau 35 – Synthèse du potentiel chaleur fatale

2.2.4. Autonomie énergétique

Autonomie énergétique en 2022

Il est important de comparer la consommation à la production. En effet, la Région Nouvelle Aquitaine se fixe un objectif pour 2050 de produire des énergies renouvelables locales permettant de couvrir ses besoins. Il faut toutefois préciser que la production d'électricité et de biogaz peut être décorrélée des consommations. En effet, les productions peuvent être injectées dans le réseau et ainsi alimenter le reste du territoire national.

En 2022, le territoire a consommé 2 699 GWh et a produit 343 GWh de source renouvelable, **soit l'équivalent de 12% de sa consommation**. La production renouvelable a couvert l'équivalent d'environ 32% de la chaleur consommée et 13,2% de l'électricité consommée. Le territoire produit du biocarburant qui couvre 2,5% des consommations de carburant ainsi que du biogaz qui couvre 13,9% des consommations de gaz du territoire.

Taux d'autonomie énergétique 2022, La Cali

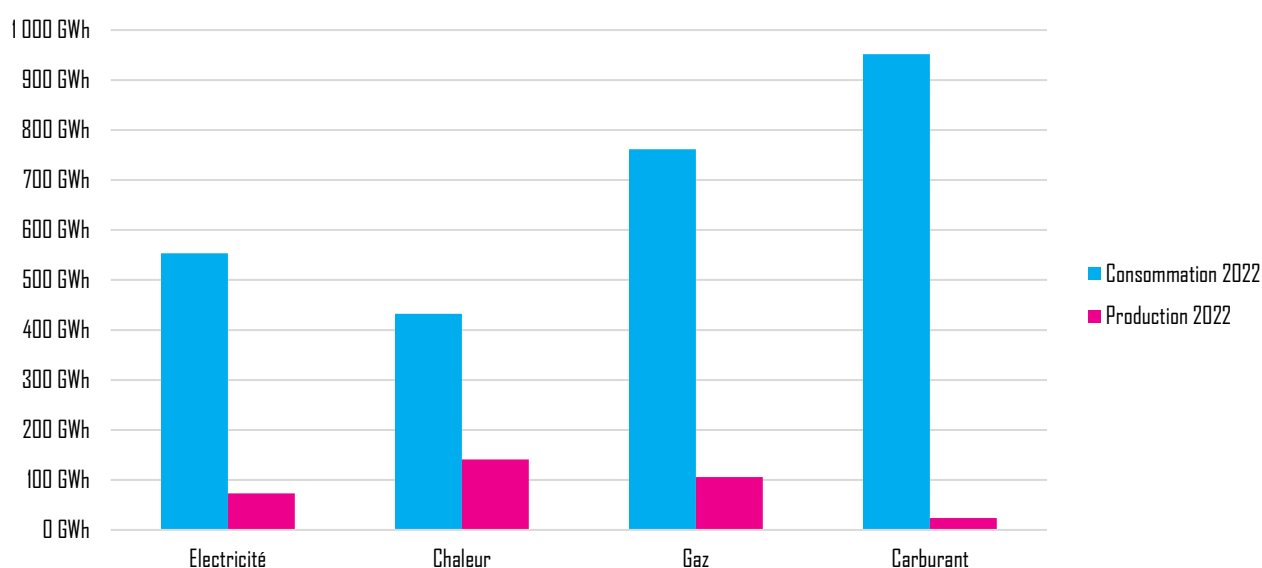


Figure 43 : Autonomie énergétique du territoire en 2022, source : ALEC, NEPSSEN

Autonomie énergétique projetée en 2050

L'autonomie énergétique actuelle du territoire est de 13% (données de 2022). A consommation constante (année de référence de 2020), l'autonomie énergétique du territoire pourrait atteindre que 55% si l'intégralité du potentiel en énergie renouvelable du territoire était atteinte à horizon 2050.

Cela signifie que, même en exploitant la totalité du potentiel de développement en énergie renouvelable, le territoire de la CALI ne parviendrait pas à couvrir tous ses besoins actuels. **Le développement de la production énergétique doit donc s'accompagner d'une réduction des besoins de consommations.**

Un développement de l'intégralité du potentiel ENR combiné à une réduction massive des consommations (réduction de -47% de maîtrise de l'énergie entre 2020 et 2050) permettraient au territoire d'équilibrer ses consommations et ses productions. Une telle trajectoire inscrirait la Cali dans une démarche TEPOS (Territoire à Energie Positive).

2.2.5. Enjeux mis en évidence par l'étude

Atouts

- Le potentiel de production **photovoltaïque** est très important, du fait de nombreuses surfaces disponibles.
- Le territoire dispose d'un potentiel **géothermie profonde** à étudier à proximité des grands bassins de consommation.
- Le potentiel de maîtrise de l'énergie théorique et le potentiel de développement des énergies

Faiblesses

- Seulement 13% **d'autonomie énergétique** en 2022.
- Le potentiel et la ressource **diffus** rendent la massification plus difficile.
- La technologie solaire **photovoltaïque** représente à elle seule les 2/3 du potentiel de production identifié, ce qui limite les marges de manœuvre du territoire.

renouvelables théoriques estimés dans le cadre de l'étude mettent en avant le fait que le territoire de la CALI a le potentiel d'atteindre **l'autonomie énergétique**.

Opportunités

- Les **acteurs économiques** disposent d'un potentiel important (photovoltaïque en toiture, ombrières sur parkings, énergie fatale).
- Les acteurs **agricoles** ont un rôle à jouer dans le développement des énergies renouvelables (agrivoltaïsme, méthanisation, bois-bocage).
- Les **citoyens** ont une carte importante à jouer notamment par les installations diffuses. (géothermie, bois-énergie, photovoltaïque) mais également par le développement de projets citoyens.
- Le développement des filières renouvelables est créateur **d'emplois locaux** non délocalisables, contribue à l'indépendance énergétique du territoire et génère des retombées économiques locales.

Menaces

- La **non-mobilisation** des acteurs sur ces sujets en raison notamment d'un potentiel diffus.
- **L'acceptabilité locale** des infrastructures de production d'énergie renouvelable, notamment éoliennes.

Figure 44 : Matrice AFOM, production d'énergie renouvelable

2.3. FACTURE ENERGETIQUE DU TERRITOIRE

2.3.1. Facture en 2022

La facture énergétique du territoire a été estimée à partir des données de l'ALEC et des calculs de NEPSSEN¹² pour les dépenses réinvesties au niveau local (production d'énergie) :

- Somme de l'ensemble des dépenses du territoire liées à l'énergie : 378 M€, soit environ 10% du PIB local ;
- Somme des productions d'énergie renouvelable et de récupération locales : 27 M€, qui correspondent ainsi à des dépenses réinvesties localement ;
- Dépenses qui sortent du territoire : 351 M€.

Ramenée par habitant, la facture énergétique est de 4 100 €/an/habitant (tous secteurs), dont 93% « sortent » du territoire.

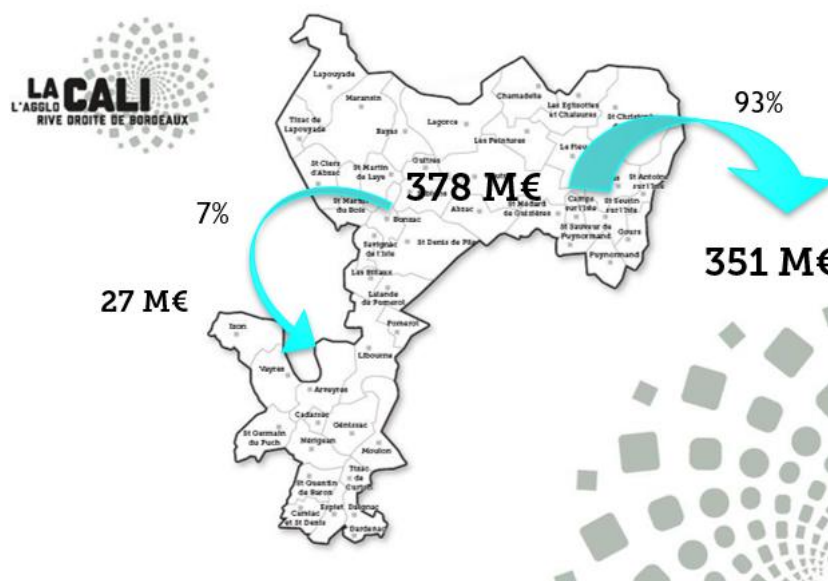


Figure 45 : Facture énergétique du territoire de la CALI, 2022, source : ALEC, ADEME

Le graphique suivant représente la répartition de cette facture par secteur d'activité :

Facture énergétique de la CALI, 2022

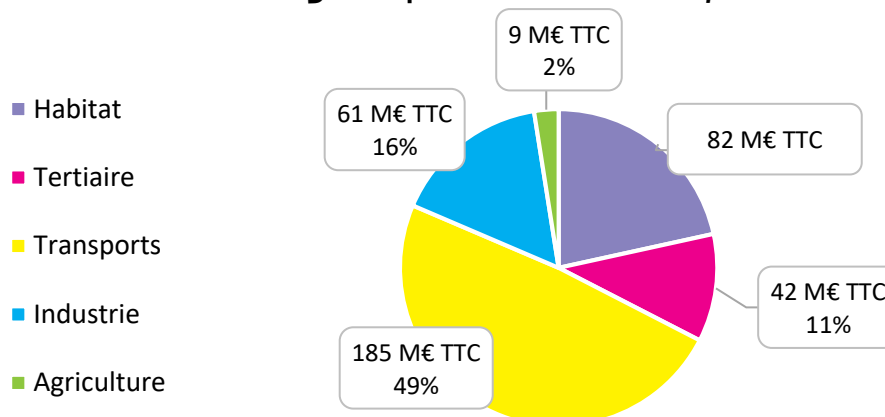


Figure 46 : Répartition de la facture énergétique brute par secteur d'activité, source : ALEC

Développer la production d'énergie renouvelable contribue à augmenter les retombées économiques locales et à rééquilibrer la facture énergétique sortante du territoire. Bien que cela implique des investissements importants, les avantages économiques du développement des énergies renouvelables sont nombreux :

- Création d'emplois : les énergies renouvelables peuvent créer de nouveaux emplois dans divers secteurs ;
- Indépendance énergétique : réduction de la dépendance aux importations et protection de l'économie contre les fluctuations des prix des combustibles fossiles ;
- Innovation technologique : stimulation de l'innovation pouvant conduire à des opportunités économiques ;
- Réduction des coûts énergétiques à long terme.

2.4. ÉTAT DES RESEAUX DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ET POTENTIELS DE DEVELOPPEMENT

2.4.1. Contexte méthodologique

Le périmètre étudié

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

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

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

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

« I.

- Le diagnostic comprend :

- [...]

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

L'année choisie pour ce diagnostic est 2023. En effet, la réalisation du diagnostic est basée en grande partie sur les données fournies par les gestionnaires de réseaux, et les dernières données portent sur l'année 2023.

À SAVOIR

Le diagnostic des réseaux du territoire permet :

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

Les notions clés

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

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

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

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

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

1 kVA = 1 000 VA (puissance électrique apparente)

Le voltampère est le produit de la tension et du courant

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

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

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

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

Les données utilisées

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

- La cartographie des réseaux de distribution d'électricité fournie par les gestionnaires de réseau (Enedis), via l'Open Data de l'agence ORE ;
- La cartographie du réseau de transport et des postes source fournie par RTE ;
- La cartographie du réseau de distribution de gaz, fournie par GRDF, gestionnaire du réseau ;
- La cartographie du réseaux haute pression géré par GRT, issue des données en accès libre sur la plateforme open data ODRE ;

- Les données relatives aux consommations de chaleur, issues des données en accès libre sur l'open data du CEREMA¹³.

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

Le réseau électrique du territoire

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

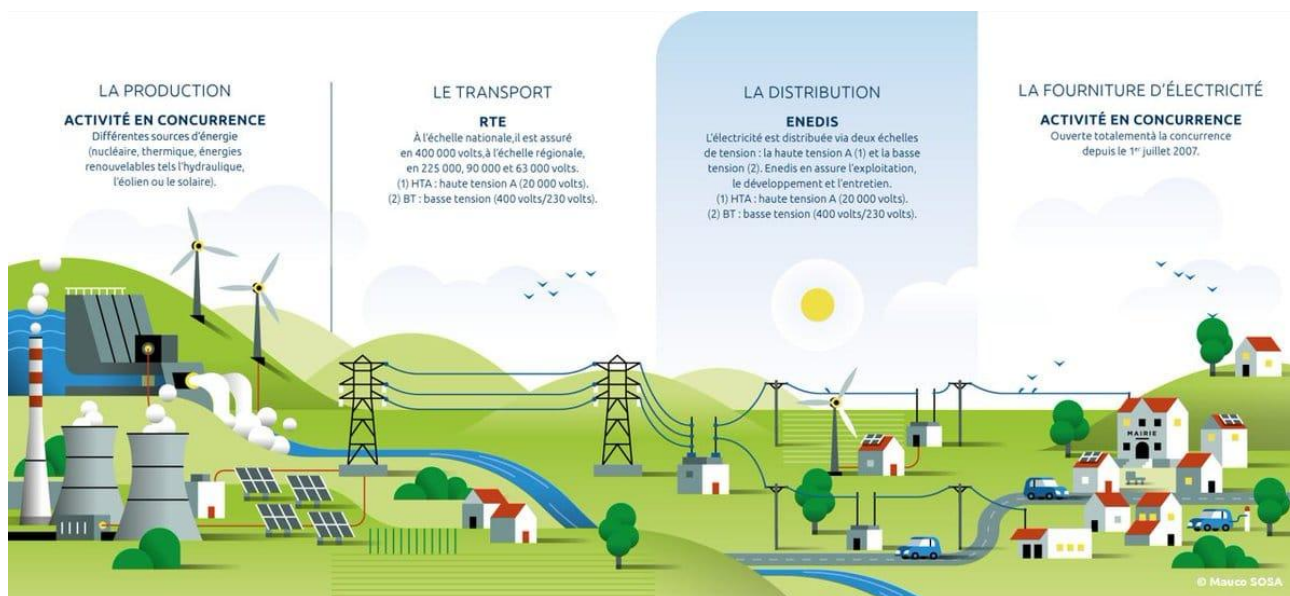


Figure 47 : Fonctionnement du réseau électrique en France, source : Enedis

Le réseau de distribution (HTA et BT) est public. Sur le territoire de la CALI, la compétence d'Autorité Organisatrice de la Distribution d'Électricité est assurée par le SDEEG.

Le SDEEG, autorité concédante, a confié l'exploitation du réseau de distribution à la société Enedis, concessionnaire, par un contrat de concession, qui couvre l'ensemble du territoire de la CALI.

Le contrat de concession définit la répartition de la maîtrise d'ouvrage des travaux sur le réseau électrique entre le SDEEG et Enedis.

À SAVOIR

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructures énergétiques permettant d'acheminer l'énergie électrique des centres de production vers les consommateurs. Il est nécessaire de discerner la production centralisée, produite en grande quantité par les grands producteurs (EDF, ...) des productions décentralisées, qui sont produites en plus petite quantité (éolienne, solaire ...).

Le réseau de transport et d'interconnexion est destiné à transporter des quantités importantes d'énergie sur de longues distances. Son niveau de tension varie de 60 000 à 400 000 volts.

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

¹³ <http://reseaux-chaleur.cerema.fr/carte-nationale-de-chaleur-france>

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

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

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

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

Dans le cas de CALI, RTE et Enedis sont les gestionnaires de ces réseaux.

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

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

Réseau électrique haute tension

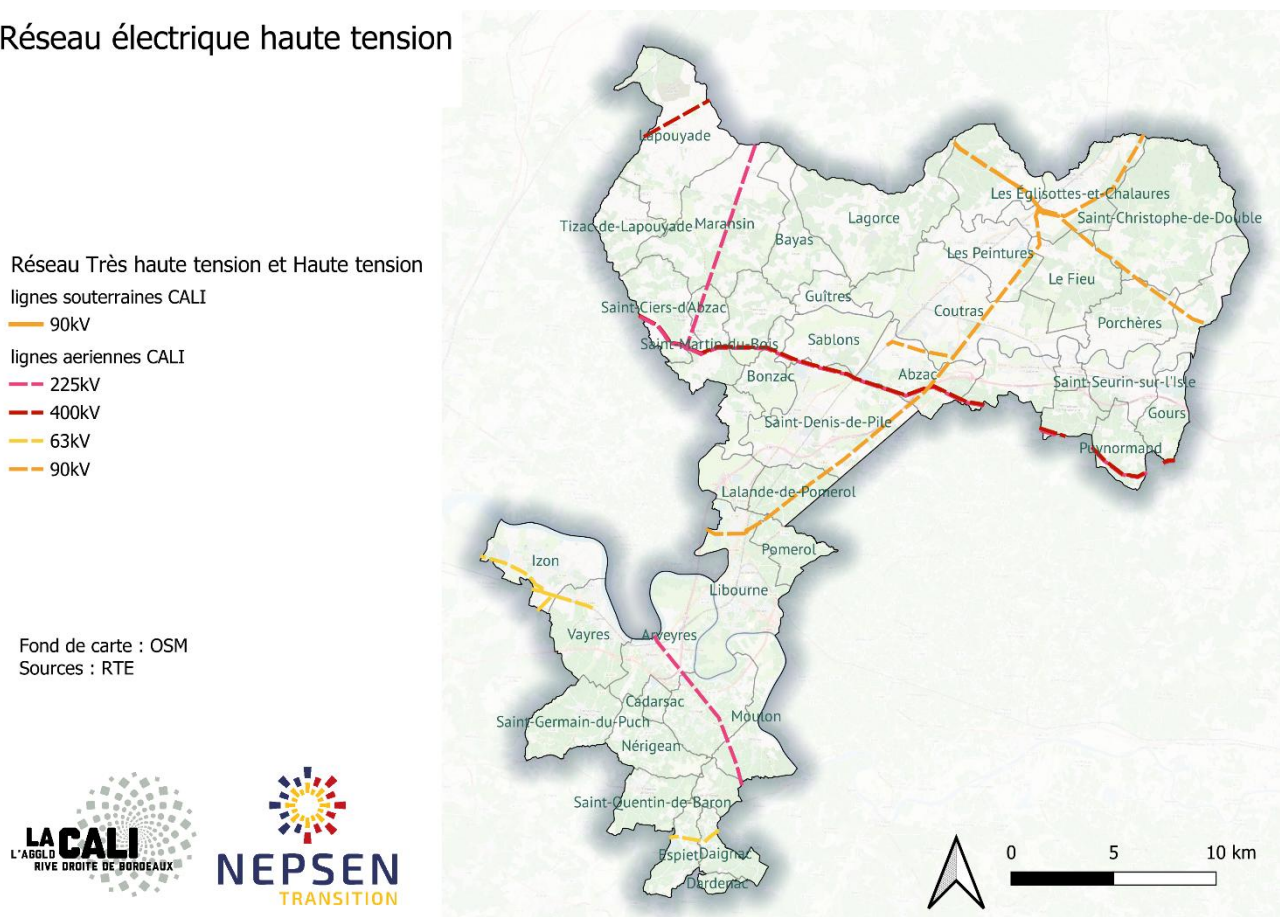


Figure 48 : Réseau de transport très haute tension, source : OpenData, cartographie NEPSSEN

La quasi-totalité du réseau de transport haute et très haute tension est aérienne. Les Eglisottes et Chalaures et Libourne sont les deux seules communes à présenter un petit tronçon du réseau souterrain.

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

Le réseau Moyenne Tension (HTA) du territoire

Le réseau moyenne tension fait partie du réseau public de distribution. Il est géré par la société Enedis, concessionnaire, et dessert l'ensemble du territoire.

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

Les installations de production avec une puissance comprise entre 250 kVA et 12 MVA (centrales hydrauliques, installations éoliennes, parcs photovoltaïques et autres) sont généralement raccordées sur le réseau HTA présenté ci-dessous.

Réseau électrique moyenne tension (HTA)

Réseau électrique
Postes sources HTA-HTA
● Postes sources
Réseau moyenne tension (HTA)
— Lignes HTA aériennes
— Lignes HTA souterraines

Fond de carte : OSM
Sources : ENEDIS

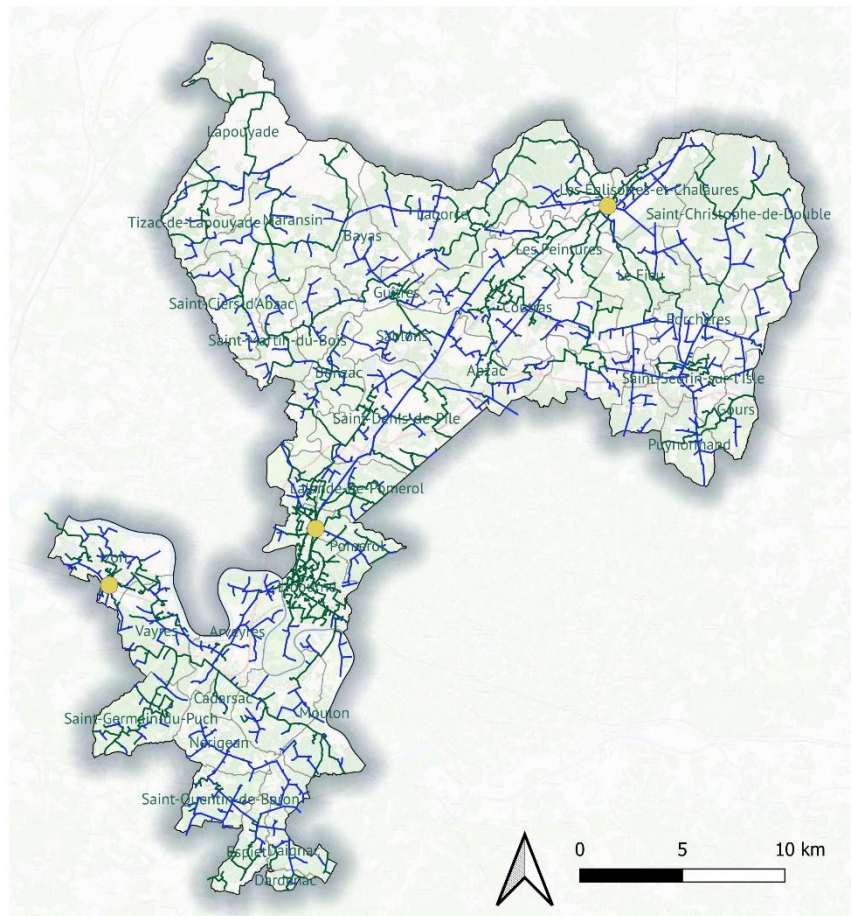


Figure 49 : Réseau de distribution Moyenne tension du territoire, source : Enedis, cartographie NEPSSEN

3 postes-sources sont situés sur le territoire de la CALI et alimentent le réseau HTA et, par conséquent, une grande partie des consommateurs du territoire.

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

Près de 60% du réseau moyenne tension de l'Agglomération est **souterrain** (572 km). Il est par conséquent moins vulnérable aux intempéries et aux dégradations.

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

Le réseau basse tension (BT) du territoire

Le réseau BT (Basse Tension) fait partie du réseau public de distribution. Ce réseau raccorde les clients C4 et C5 (usagers ayant souscrit un contrat de puissance inférieure ou égale à 36 kVA, ils correspondent généralement aux petits et moyens usagers).

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

Réseau électrique basse tension

Réseau électrique
Réseau basse tension
— Tracé du réseau aérien
— Tracé du réseau souterrain
Postes sources HTA-HTA
● Postes sources

Fond de carte : OSM
Sources : ENEDIS

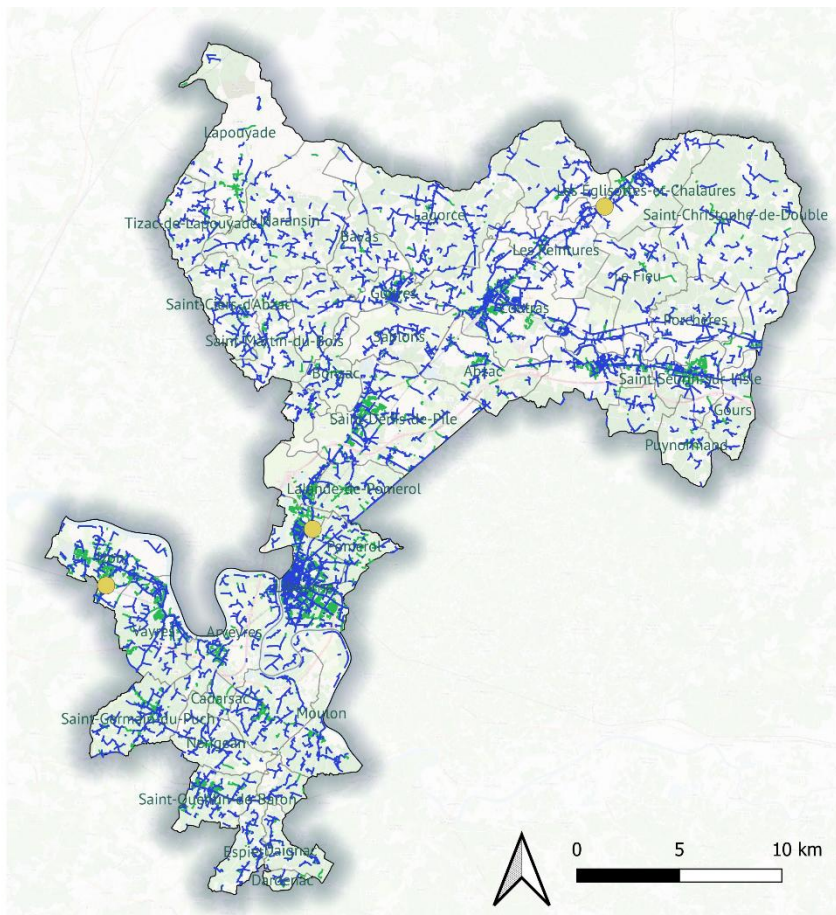


Figure 50 : Réseau de distribution Basse Tension (BT) du territoire, source : Enedis, cartographie NEPSen

Le réseau basse tension s'étend sur tout le territoire de l'Agglomération.

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

Une partie du réseau basse tension est sécurisé, soit souterrain, soit sous la forme de câbles torsadés isolés aériens. Tout comme pour le réseau HTA, ce taux de sécurisation, en hausse régulière, permet de mieux maîtriser le risque lié aux aléas climatiques.

Cartographie du réseau de gaz du territoire

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

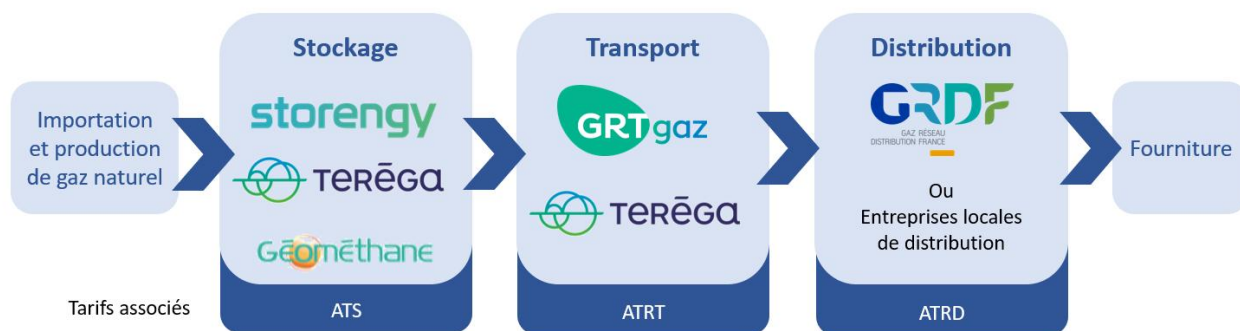


Figure 51 : Chaîne d'acteurs de l'acheminement de gaz en France, source : <https://energiesdev.fr/bareme-transport-distribution-acheminement-gaz/>

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

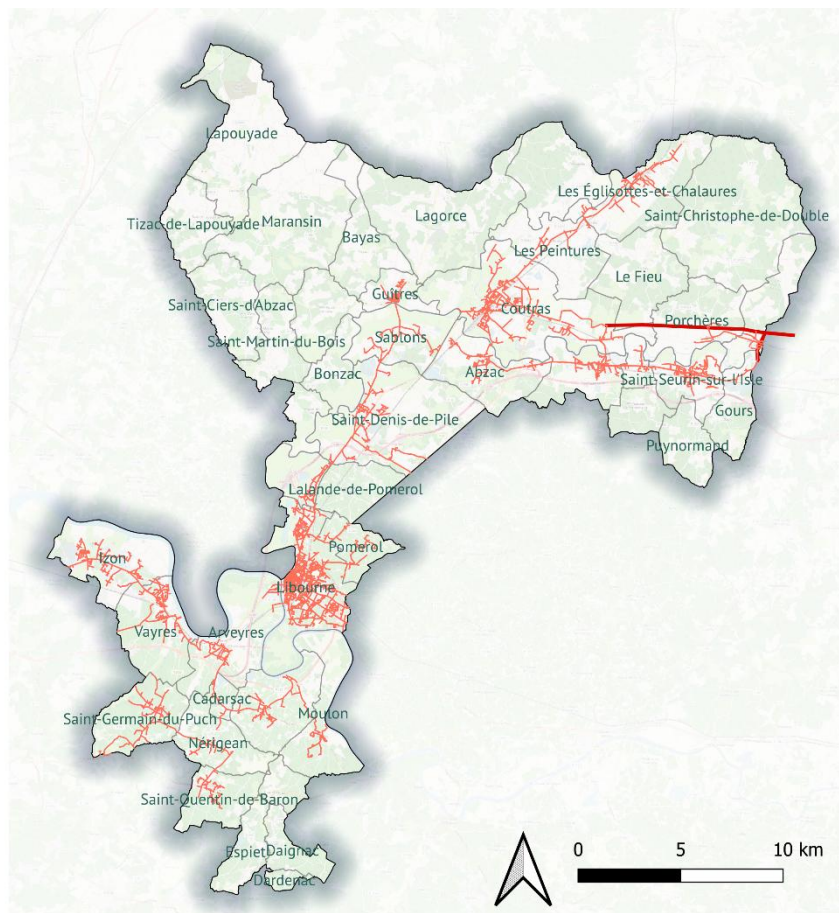
Le réseau de transport et de distribution de gaz

25 communes sont raccordées au réseau public de distribution de gaz. Ces consommations sont principalement liées à un usage industriel, résidentiel et tertiaire sur le territoire.

Réseau de gaz

Réseau de gaz
 — Réseau de distribution
 — Réseau de transport

Fond de carte : OSM
 Sources : GRT Gaz, GRDF



Cartographie des réseaux de chaleur du territoire

Un réseau de chaleur est un système de distribution de chaleur à partir d'une installation de production centralisée afin de desservir plusieurs consommateurs. Les réseaux de chaleur sont utilisés à des fins de chauffage résidentiel, c'est à dire pour le chauffage ou encore la production d'eau chaude sanitaire, mais peuvent également desservir des bureaux, usines ou encore des centres commerciaux.

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

Le réseau de chaleur est adapté pour des projets demandant des consommations relativement élevées ou lorsque l'on souhaite valoriser des énergies locales, renouvelables ou de récupération (chaleur fatale). **Aucun réseau de chaleur n'est implanté sur le territoire de l'Agglomération¹⁴.**

¹⁴ <https://viaseva.org/comment-se-raccorder/>

2.4.3. Potentiel de développement des réseaux

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

Analyse du réseau de transport et de distribution d'électricité

Le réseau HTA et la capacité des postes sources

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

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

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

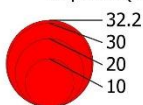
Les Schémas Régionaux de Raccordement des Réseaux des Énergies Renouvelables permettent aux gestionnaires de réseaux de réserver des capacités de raccordement sur une période de dix ans.

Réseau électrique, postes-sources

Réseau

Réseau électrique

- Capacité des postes sources
 - Puissance des projets ENR en service
 - Puissance des projets ENR en développement
 - Capacité d'accueil réservée qui reste à affecter
- Capacité (MW)



Réseau Très haute tension et Haute tension

Lignes souterraines CALI

90kV

Lignes aériennes CALI

225kV

400kV

63kV

90kV

Réseau moyenne tension (HTA)

Réseau aérien HTA

Réseau souterrain HTA

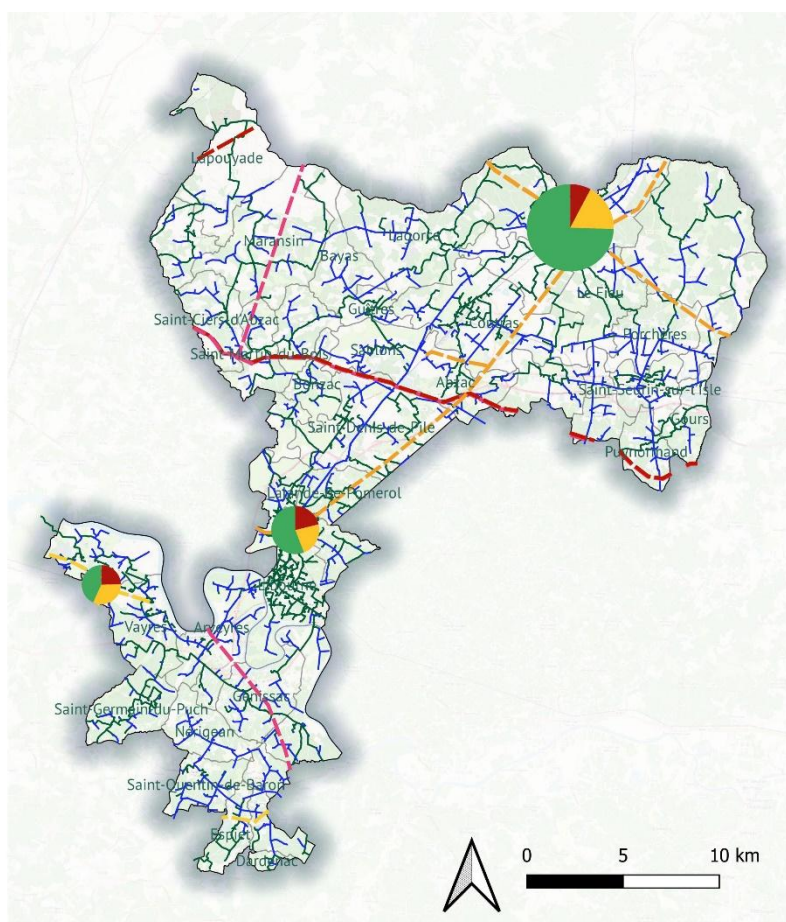


Figure 53 : Capacité de raccordement des postes sources, source : Caparéseau, consulté le 29/10/2024, cartographie NEPSN

Le tableau suivant présente les capacités disponibles pour chacun des postes-sources, pour raccorder les installations de production d'une puissance supérieure à 250 kVA :

Nom du poste	Capacité disponible restante
Izon	2,8 MW
Pomerol	6,6 MW
Bessanges	24 MW

Total	33,4 MW
--------------	---------

Tableau 36 : Capacité disponible restante des postes-sources du territoire, source : Caparéseau

33 MW sur dérogation, sont disponibles sur les postes-sources du territoire pour raccorder les installations de production supérieure à 250 kVA.

Le calcul de potentiel d'énergie renouvelable a mis en évidence un potentiel de développement important. À titre indicatif, 5,5 MW d'installation représentent environ 7,8 GWh de production photovoltaïque (ce qui équivaut à 19 ha de PV au sol).

La contrainte liée aux postes sources dans le cadre du S3REnR du territoire est donc limitante pour le développement des EnR du territoire (le potentiel de production d'énergie électrique a été estimé à environ 1 130 GWh).

On peut également citer 4 postes sources situés en dehors de la Cali, mais à proximité immédiate, et sur lesquels pourraient être raccordées des installations EnR situées sur le territoire. Ils représentent une capacité disponible restante de 34,5 MW.

Le réseau BT

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

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

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

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

Analyse du réseau de gaz

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

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

C'est cette dernière possibilité que nous étudions dans le cadre de cette étude.

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

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

Le réseau de gaz n'est pas limitant pour le développement de la méthanisation sur le territoire au vu des consommations importantes de gaz sur le territoire. Par ailleurs, tout projet à moins de 15 km du réseau de distribution est étudié par GRDF pour envisager le raccordement en injection. L'ensemble du territoire est situé à une distance moindre que cette limite, ne constituant pas une limite au développement de la méthanisation en injection.

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

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

Analyse des besoins en chaleur du territoire

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

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

Les besoins en chaleur du territoire (100m*100m) sont illustrés ci-dessous. Cette carte présente différents usages. Elle permet de mettre en évidence les zones sur lesquelles des études de faisabilité de réseau de chaleur devraient être menées.

Potentiel de développement

De réseaux de chaleur

Besoins en chaleur des secteurs
résidentiel et tertiaire
à la maille 100mx100m

Besoins en MWh :

- < 100
- 100 - 300
- 300 - 500
- 500 - 700
- > 700

Fond de carte : Google Earth
Source : CEREMA

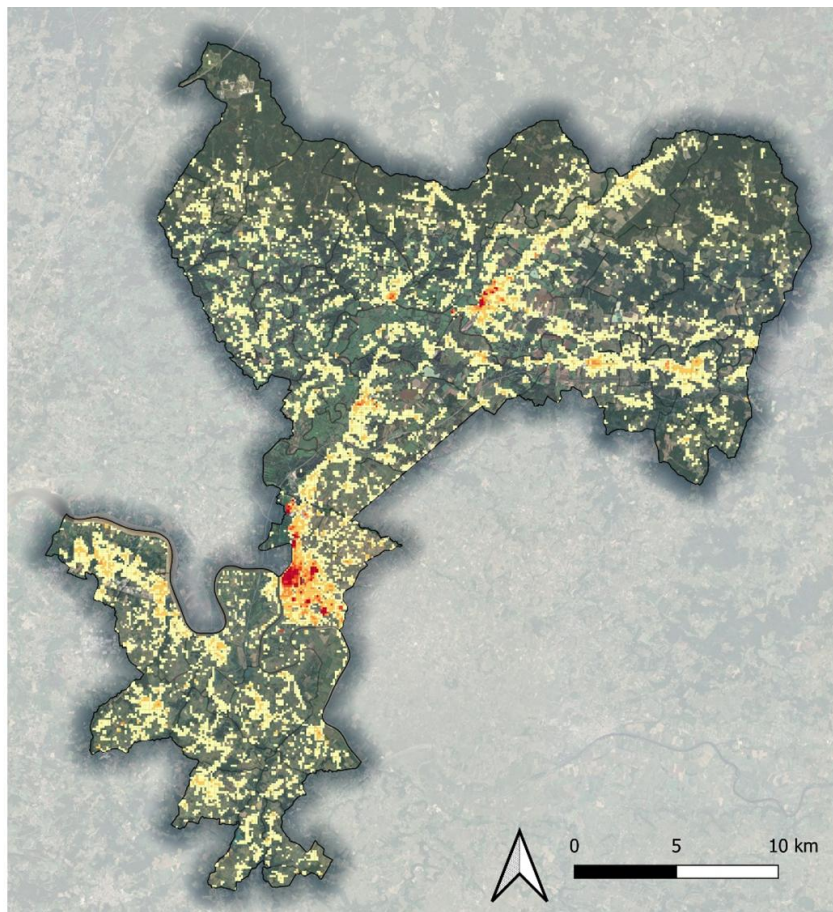


Figure 54 : Carte des besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire du territoire à la maille 100m*100m Source : NEPSEN 2024

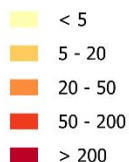
La carte des besoins en chaleur du territoire met en évidence des besoins en chaleur résidentiel et tertiaire spécifiques pour le territoire au niveau des centres-villes et zones d'activités industrielles.

Certaines zones pertinentes pour la création de réseaux de chaleur ont été identifiées :

Potentiel de développement réseau de chaleur

Besoins en chaleur des secteurs
résidentiel et tertiaire à la maille
bâtiment - Coutras

Besoins en MWh



Fond de carte : Google Earth
Source : CEREMA

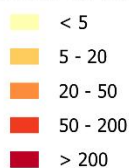


Figure 55 : Carte des besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire du territoire à la maille bâtiment – Coutras. Source : NEPSEN 2024

Potentiel de développement réseau de chaleur

Besoins en chaleur des secteurs
résidentiel et tertiaire à la maille
bâtiment - Libourne Nord

Besoins en MWh



Fond de carte : Google Earth
Source : CEREMA

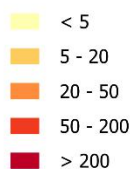


Figure 56 : Carte des besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire du territoire à la maille bâtiment – Libourne Nord. Source : NEPSEN 2024

Potentiel de développement réseau de chaleur

Besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire à la maille bâtiment - Libourne Sud

Besoins en MWh



Fond de carte : Google Earth
Source : CEREMA

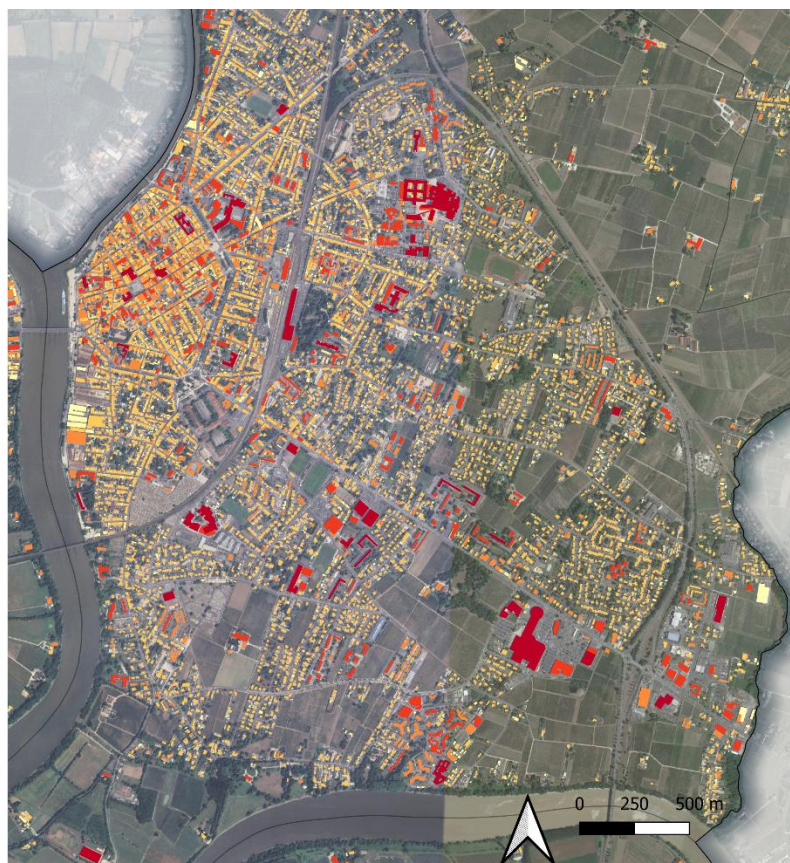


Figure 57 : Carte des besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire du territoire à la maille bâtiment – Libourne Sud. Source : NEPSEN 2024

À noter que plusieurs projets de réseaux de chaleur alimentés par de la biomasse ou d'autres énergies renouvelables thermique pourraient être soutenues par des dispositifs du Fonds Chaleur.

Certaines zones intéressantes pour un potentiel réseau de chaleur ont connu récemment un changement de système de chauffage.

2.4.4. Enjeux mis en évidence par l'étude

Atouts

- L'ensemble du territoire est couvert par le réseau électrique basse tension, via lequel peuvent être raccordées les installations PV de faible puissance (potentiel important pour le territoire mais difficile à mobiliser) ;

Faiblesses

- Les réseaux de distribution HTA présentent des taux de sécurisation pouvant être améliorés (60% de taux de réseaux enterrés) ;
- Les capacités réservées au titre du S3REnR au niveau des postes sources mettent en avant la nécessité d'investir au niveau du réseau de transport RTE et en particulier sur les postes-sources.

Opportunités

- Les réseaux haute tension (HTA) sont susceptibles d'accueillir des projets de forte puissance (> 12 MW) sur une large partie du territoire ;
- Des projets de réseaux de chaleur pourraient faire l'objet d'études d'opportunités sur le territoire.

Menaces

- Le développement des installations de production d'électricité de grande puissance pourrait être freiné s'ils ne sont pas faits en adéquation avec le développement des réseaux.

Tableau 37 : Matrice AFOM, réseaux énergétiques

3. AIR 90

3.1. Données sur la qualité de l'air et potentiels de réduction 90

3.1.1. Chiffres clés du territoire en termes d'émissions de polluants atmosphériques.... 90

3.1.2. Potentiel maximal théorique de réduction des émissions de polluants atmosphériques en 2050 100

3.1.3. Enjeux mis en évidence par l'étude 102

3. AIR

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

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

Les données sur les émissions de polluants atmosphériques proviennent d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, l'Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) sur la région.

Bilan en 2022 - émissions

Les résultats du diagnostic sur le territoire de la CALI pour l'année 2022 et pour les six polluants atmosphériques réglementaires sont présentés ci-après :

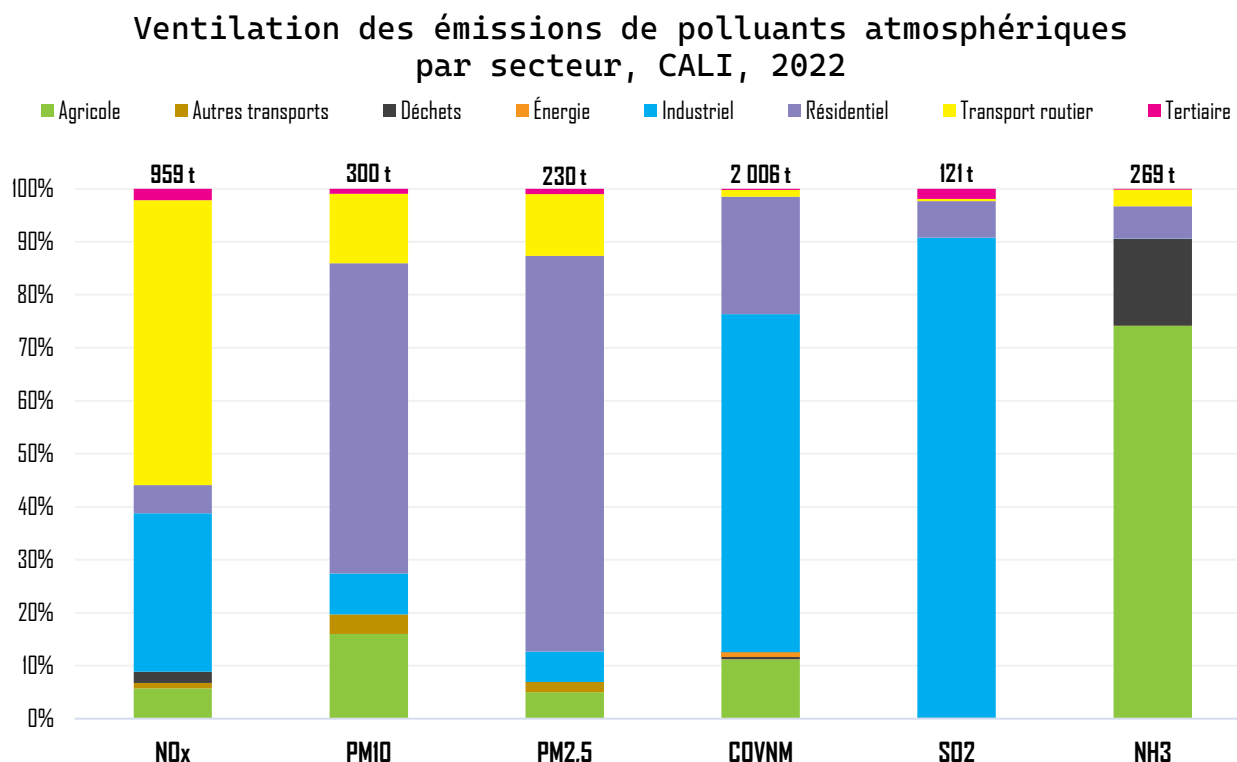


Figure 58 : Répartition des émissions de polluants atmosphériques par secteur, en pourcentage et indication des totaux en tonnes, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

Cette figure permet d'illustrer les différences de profils d'émissions entre les polluants qui peuvent provenir de sources multiples.

Émissions de NOx

Les émissions d'**oxydes d'azote (NOx)** proviennent principalement du **transport routier** (54% des émissions totales de NOx) via la combustion des carburants des moteurs thermiques des véhicules. On retrouve en second poste de l'**industrie** (responsable de 30% des émissions totales de NOx) via par exemple des procédés industriels de combustion spécifiques.

Émissions de particules en suspension

Les particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5}) proviennent principalement de combustions incomplètes et se répartissent entre plusieurs secteurs. Le secteur **résidentiel** est la principale source, représentant 58% des émissions de PM₁₀ et 75% des PM_{2,5}, principalement en raison du chauffage au bois, au charbon ou au fioul. Le **transport routier** contribue à 13% des PM₁₀ et 12% des PM_{2,5}, issues de la combustion des carburants et de l'usure mécanique. L'**agriculture** est responsable de 16% des PM₁₀ et 5% des PM_{2,5}, avec des émissions liées au travail du sol, à l'épandage et à la volatilisation des poussières.

La principale différence entre les deux catégories de particules fines est qu'elles sont émises de façon plus marquée par le secteur **résidentiel** pour les PM_{2,5} et par le secteur **agricole** pour les PM₁₀. En effet, en plus des combustions incomplètes, les PM₁₀ sont générées par des processus mécaniques et de volatilisation de poussières notamment via les activités agricoles comme le labour ou l'épandage d'engrais.

Émissions de COVNM

Les émissions de **composés organiques volatils non méthaniques** (COVNM) proviennent principalement du **secteur de l'industrie** (64% des émissions totales de COVNM). Le secteur résidentiel est responsable de 22% des émissions de COVNM et le secteur agricole en est responsable de 11%.

Les COVNM sont principalement émis lors de l'utilisation de solvants et de produits chimiques dans divers procédés industriels.

Émissions de SO₂

Les émissions de **dioxyde de soufre** (SO₂) proviennent principalement du **secteur de l'industrie** (91% des émissions totales de COVNM). Le secteur résidentiel est de son côté responsable de 7% des émissions de SO₂.

Le dioxyde de soufre est principalement émis lors de la combustion de combustibles fossiles riches en soufre tels que le charbon et le pétrole.

Émissions de NH₃

L'**ammoniac** (NH₃) est majoritairement émis par les **activités agricoles** (74% des émissions totales de NH₃), notamment par l'épandage d'engrais azotés minéraux, ainsi que par la volatilisation qui se produit lors du stockage et de l'épandage des effluents d'élevage. Le secteur des **déchets** émet également de l'ammoniac (16% des émissions de NH₃), en grande partie à cause de la dégradation des matières organiques azotées dans les décharges et les stations d'épuration.

Les données relatives aux émissions des six polluants étudiés par secteur sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 38 : Répartition des émissions par polluant atmosphérique et par secteur en 2022, LA CALI – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

	NO _x	PM10	PM2,5	COVNM	SO ₂	NH ₃	Total
Agricole	55,1 t	48,0 t	11,4 t	223,7 t	0,2 t	199,6 t	537,9 t
Autres transports	9,4 t	11,1 t	4,4 t	0,8 t	0,01 t	0,01 t	25,7 t
Déchets	20,4 t	-	-	10,8 t	-	44,0 t	75,3 t
Énergie	-	-	-	16,1 t	-	-	16,1 t
Industriel	286,7 t	23,1 t	13,2 t	1279,4 t	109,6 t	0,3 t	1 712,3 t
Résidentiel	51,1 t	175,3 t	171,6 t	444,5 t	8,3 t	16,3 t	867,1 t
Transport routier	515,5 t	39,4 t	26,7 t	25,5 t	0,5 t	8,5 t	616,2 t
Tertiaire	20,4 t	2,8 t	2,3 t	4,7 t	2,3 t	0,4 t	32,9 t
Total	959 t	300 t	230 t	2 006 t	121 t	269 t	

Plusieurs secteurs prioritaires se distinguent par leur contribution significative aux émissions de polluants.

Les secteurs à enjeux



Industrie

Le secteur industriel émet en 2022 un total de **1 712,3 t** de polluants atmosphériques. Les principaux polluants émis par le secteur industriel sont les **COVNM** (75%), les **NO_x** (17%) et les **SO₂** (6%).

De façon générale, l'industrie émet des COVNM via l'utilisation de solvants dans divers secteurs (alimentation, imprimerie, métallurgie, ...), des NO_x issus de combustions incomplètes et du SO₂ produit par la combustion d'énergies fossiles et par certains procédés spécifiques.



Résidentiel

Le secteur résidentiel émet en 2022 un total de **867,1 t** de polluants atmosphériques. Les principaux polluants émis par le secteur résidentiel sont les **COVNM** (51%) et les **particules en suspension** (40%).

Les rejets de particules dans l'atmosphère par le secteur résidentiel proviennent principalement du chauffage par la **combustion de bois** et ces rejets sont d'autant plus importants que les équipements sont peu performants (foyer ouvert, mauvais entretien, bois humide ou souillé). Les émissions de **COVNM** résidentielles sont générées via l'utilisation de peintures et de **solvants** mais également via le chauffage au bois.



Transport routier

Le secteur routier émet en 2022 un total de **616,2 t** de polluants atmosphériques. Les principaux polluants émis par les transports routiers sont les **NO_x** (84%), les **particules en suspension** (6% pour les PM₁₀ et 4% pour les PM_{2,5}) et les **COVNM** (4%).

Les émissions de NO_x proviennent principalement de la combustion de carburants dans les moteurs diesel. Les particules en suspension, quant à elles, sont issues en grande partie de cette combustion, mais aussi, notamment pour les PM₁₀, de l'usure mécanique des pneus, des freins et des routes. Enfin, les COVNM sont majoritairement émis par les véhicules essence.



Agriculture

Le secteur agricole émet en 2022 un total de **537,9 t** de polluants atmosphériques. Les principaux polluants émis par le secteur agricole sont les **COVNM** (42%), le **NH₃** (37%), les **NO_x** (10%) et les **PM₁₀** (9%).

Les **COVNM** émis par le secteur agricole sont les émissions naturelles de la végétation des surfaces agricoles cultivées.

Le **NH₃** est un polluant atmosphérique présent dans les **engrais azotés minéraux** et dans le **lisier**, il est notamment émis dans l'atmosphère par volatilisation lors de l'épandage et du stockage. Il s'agit par ailleurs d'un gaz précurseur dans la formation des **particules secondaires**. L'agriculture représente également une part non négligeable des émissions de **PM₁₀** via l'épandage et le travail du sol, et des émissions de **NO_x** via l'épandage d'engrais azotés.

Zoom sur les émissions de chaque polluant

Émissions de COVNM

Les émissions de composés organiques volatiles non méthaniques représentent **2 006 t en 2022**. La répartition des émissions de COVNM par secteur sur le territoire de la CALI est présentée en suivant :

COVNM – Répartition des émissions par secteur d'activité, CALI, 2022

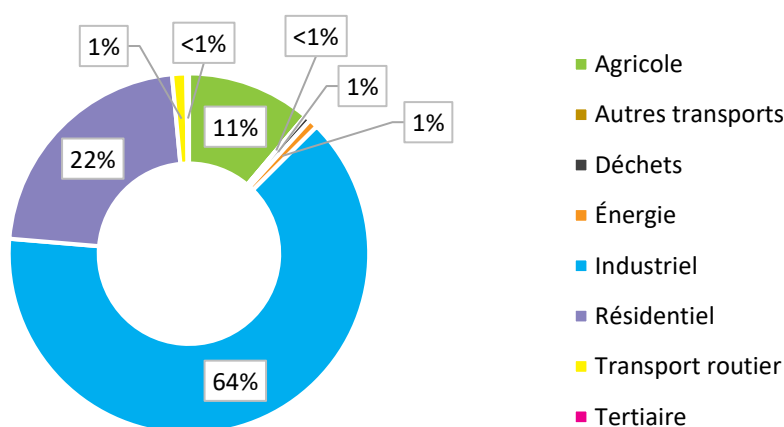


Figure 59 : Répartition des émissions de COVNM par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

On identifie **trois principaux secteurs émetteurs de COVNM** : le secteur **industriel** (64% soit 1 279 t émises), le secteur **résidentiel** (22% soit 445 t émises) et le secteur **agricole** (11% soit 224 t émises).

Émissions de NH₃

Les émissions d'ammoniac représentent **269 t en 2022**. La répartition des émissions de NH₃ par secteur sur le territoire de la CALI est présentée en suivant :

NH₃ – Répartition des émissions par secteur d'activité, CALI, 2022

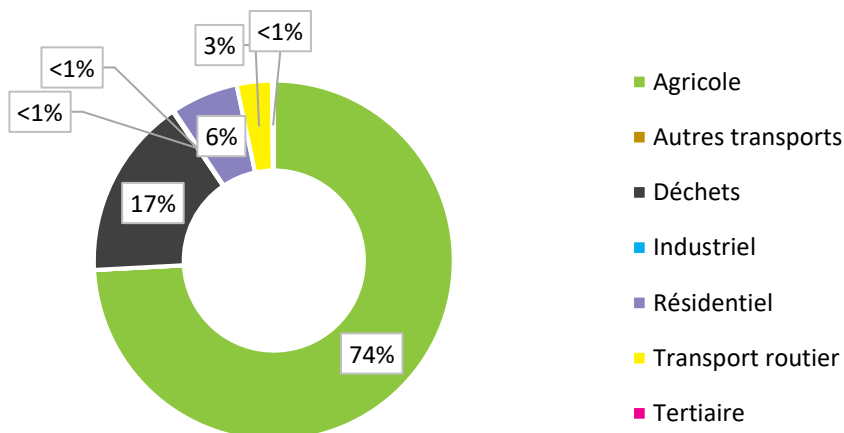


Figure 60 : Répartition des émissions de NH₃ par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

On identifie **trois principaux secteurs émetteurs de NH₃** : le secteur **agricole** (74% soit 200 t émises), le secteur des **déchets** (17% soit 44 t émises) et le secteur **résidentiel** (6% soit 16 t émises).

Émissions de NO_x

Les émissions d'oxydes d'azote représentent **959 t en 2022**. La répartition des émissions de NO_x par secteur sur le territoire de la CALI est présentée en suivant :

NO_x – Répartition des émissions par secteur d'activité, CALI, 2022

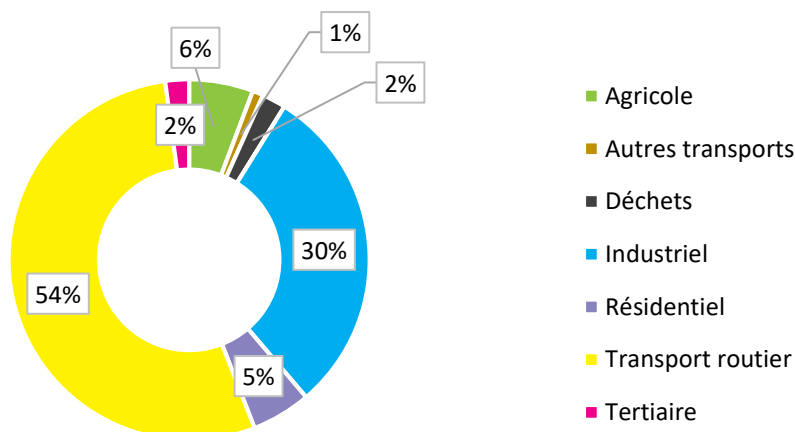


Figure 61 : Répartition des émissions de NO_x par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

On identifie **deux principaux secteurs émetteurs de NO_x** : le secteur des **transports routiers** (54% soit 516 t émises) et le secteur **industriel** (30% soit 287 t émises). On retrouve dans une moindre mesure les secteurs résidentiel et agricole (respectivement 5% et 6%), puis le tertiaire, les déchets et les autres transports.

Émissions de PM₁₀

Les émissions de particules fine (10µm) représentent **300 t en 2022**. La répartition des émissions de PM₁₀ par secteur sur le territoire de la CALI est présentée en suivant :

PM₁₀ – Répartition des émissions par secteur d'activité, CALI, 2022

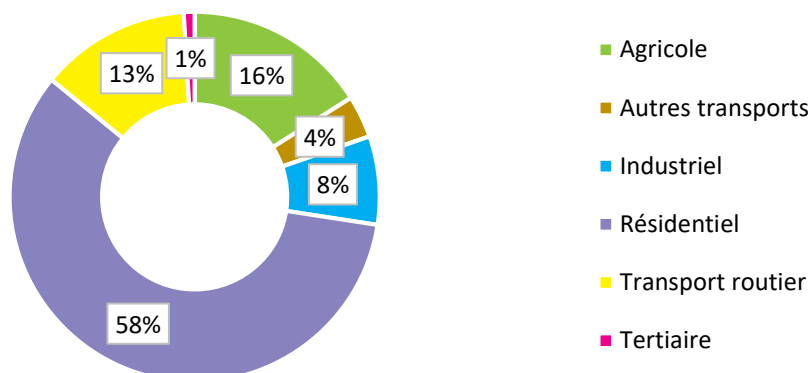


Figure 62 : Répartition des émissions de PM₁₀ par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

Le secteur **résidentiel** émet plus de la moitié des PM₁₀ du territoire en 2022 (58% soit 175 t émises). On identifie ensuite les secteurs agricole (16% soit 48 t émises), routier (13% soit 39 t émises), industriel (8% soit 23 t émises), des autres transports (4% soit 11 t) puis tertiaire (1% soit 3 t).

Émissions de PM_{2,5}

Les émissions de particules fine (2,5µm) représentent **230 t en 2022**. La répartition des émissions de PM_{2,5} par secteur sur le territoire de la CALI est présentée en suivant :

PM_{2,5} – Répartition des émissions par secteur d'activité, CALI, 2022

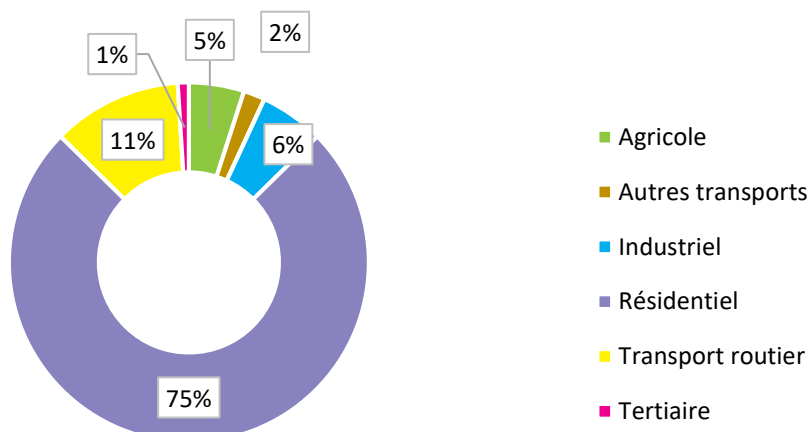


Figure 63 : Répartition des émissions de PM_{2,5} par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

La répartition des émissions par secteur pour les PM_{2,5} est similaire à celle des PM₁₀. Ces deux polluants ont des sources d'émissions similaires.

Tout comme pour le PM₁₀, le principal secteur émetteur de PM_{2,5} est le secteur **résidentiel** (75% soit 172 t émises). On retrouve ensuite les secteurs routier (11% soit 27 t), industriel (6% soit 13 t), agricole (5% soit 11 t), des autres transports (2% soit 4 t) et tertiaire (1% soit 2t).

Émissions de SO₂

Les émissions de dioxyde de soufre représentent **121 t en 2022**. La répartition des émissions de SO₂ par secteur sur le territoire de la CALI est présentée en suivant :

SO₂ – Répartition des émissions par secteur d'activité, CALI, 2022

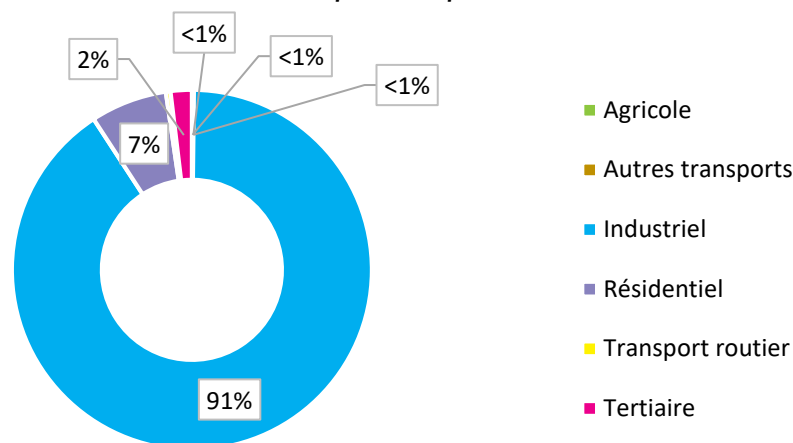


Figure 64 : Répartition des émissions de SO₂ par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

Le secteur industriel émet la quasi-totalité du SO₂ sur le territoire : 91% soit 110 t. On identifie ensuite le secteur résidentiel (7% soit 8 t émises) puis en moindre mesure les secteurs tertiaire, routier, agricole et des autres transports.

Évolution des données dans le temps

Le graphique suivant présente l'évolution des émissions totales par polluant entre les années 2010 et 2022.

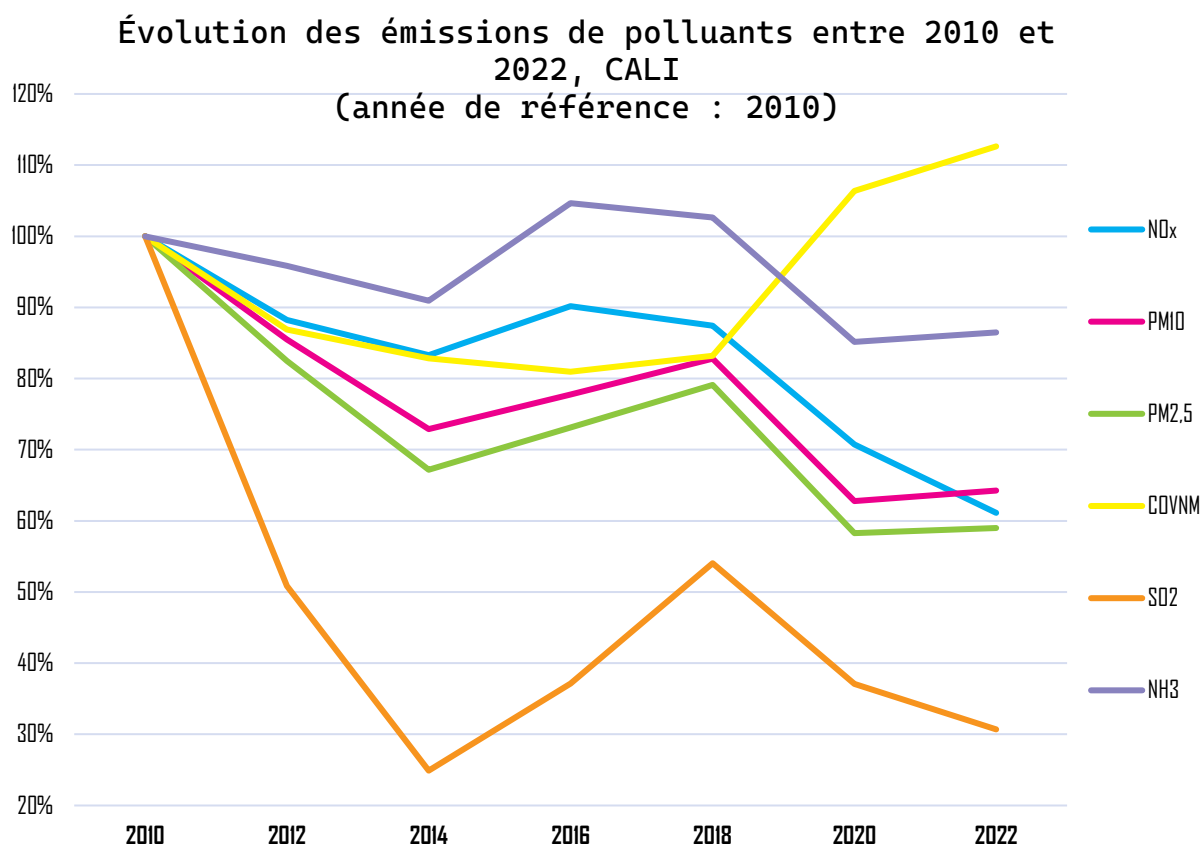


Figure 65 : Évolution des émissions par polluant entre les années 2010 et 2022, LA CALI – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

On remarque des profils d'évolution assez différents entre les polluants. Globalement, l'ensemble des émissions de polluants sont en **baisse par rapport à 2010, à l'exception des COVNM** dont les émissions de 2022 sont 13% supérieures

à celles de 2010. Cette hausse peut s'expliquer par un changement de méthode d'identification des données par l'Atmo : le périmètre des secteurs PCAET a évolué et les COVNM émis naturellement par la végétation des surfaces agricoles cultivées sont comptabilisés alors qu'ils ne l'étaient pas dans l'ancien format PCAET. Le SO₂ est le polluant avec la baisse d'émissions la plus importante : les **émissions de SO₂ ont diminué de 69%** entre 2010 et 2022. On identifie ensuite une baisse d'émissions entre 2010 et 2022 pour les PM_{2,5}, le NO_x, les PM₁₀ et le NH₃ respectivement de 41%, 39%, 36% et 14%.

Évolution des émissions de COVNM

Évolution des émissions de COVNM par secteur entre 2010 et 2022, CALI

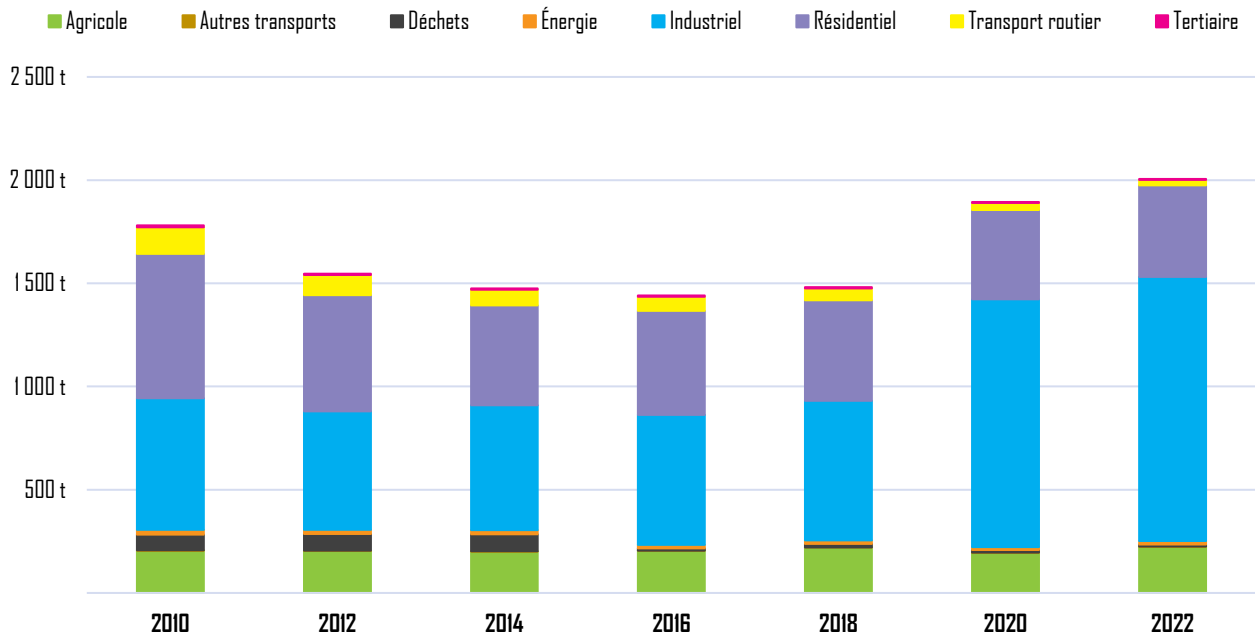


Figure 66 : Évolution des émissions de COVNM par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

On remarque une baisse des émissions de COVNM entre 2010 et 2016 : elles passent de **1 780 t** à **1 442 t** soit une baisse de 17%. À partir de 2018, les émissions de COVNM réaugmentent pour atteindre **2 006 t en 2022**, soit une **hausse globale de 13% entre 2010 et 2022**. Comme expliqué précédemment, cette augmentation sur les dernières années peut s'expliquer en partie par le changement de périmètre d'étude du polluant prenant dorénavant en compte les émissions des surfaces agricoles cultivées.

Cette hausse sur cette période est soutenue par les secteurs **industriel** (+101%) et **agricole** (+9%). L'ensemble des autres secteurs voient leurs émissions de COVNM baisser entre 2010 et 2022.

Évolution des émissions de NH₃

Évolution des émissions de NH₃ par secteur entre 2010 et 2022, CALI

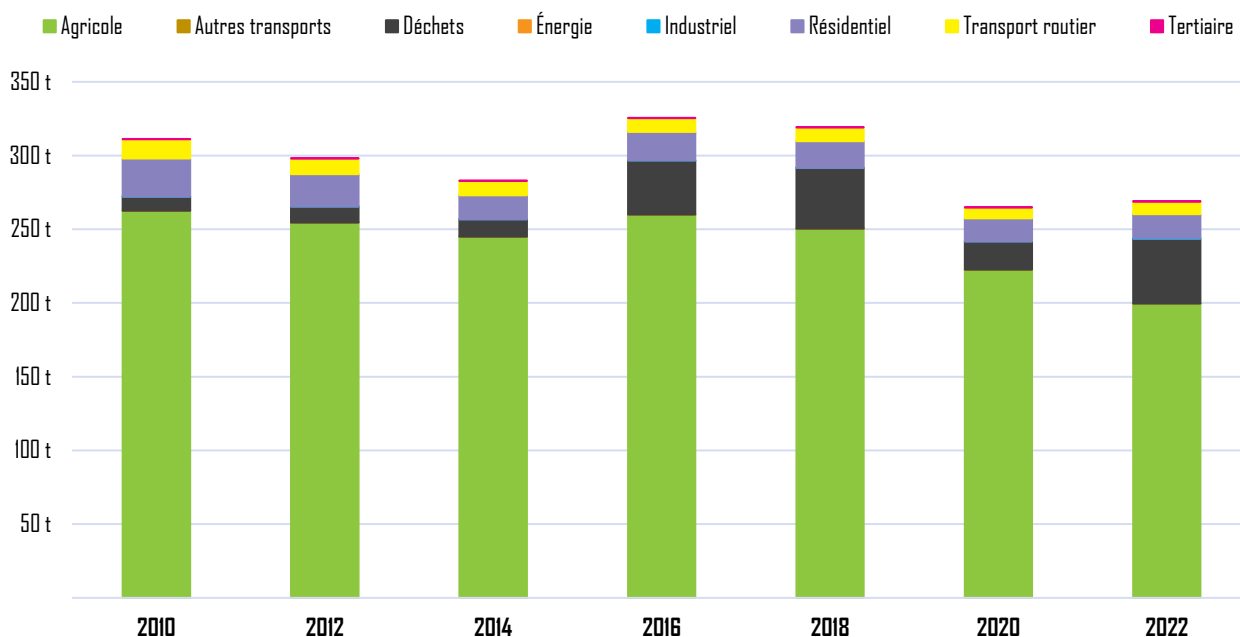


Figure 67 : Évolution des émissions de NH₃ par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

Après une augmentation (+4,7%) entre 2010 et 2016, les émissions de NH₃ sont en baisse (-17,5%) entre 2016 et 2022. On note donc une **baisse globale de 13,5%** des émissions de NH₃ entre 2010 et 2022. Cette baisse est principalement portée par le secteur **agricole** (-24%), qui représente 74% des émissions de NH₃.

Évolution des émissions de NO_x

Évolution des émissions de NO_x par secteur entre 2010 et 2022, CALI

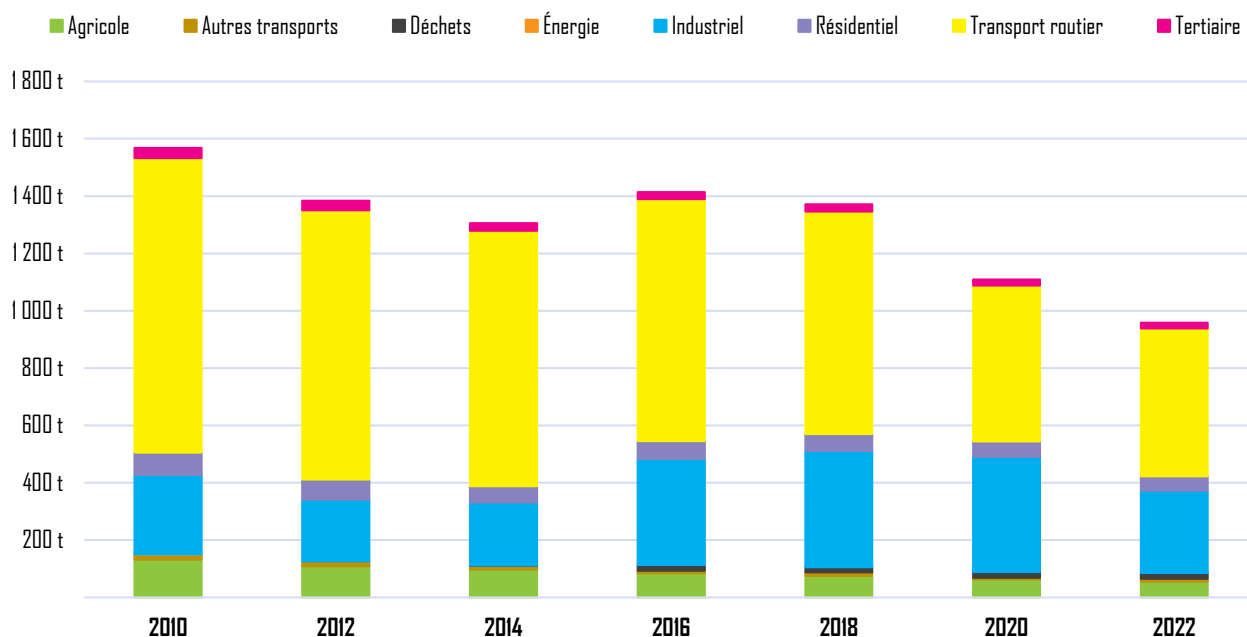


Figure 68 : Évolution des émissions de NO_x par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

Les émissions de NO_x sont en **baisse marquée (-39%)** et ce pour **quasiment tous les secteurs** (hormis les déchets et l'industrie) entre 2010 et 2022. En effet, le secteur des **déchets** émet des NO_x à partir de 2014 et atteint **20 t émises en 2022**. De son côté, le secteur **industriel** augmente ses émissions de NO_x de 4% entre 2010 et 2022, atteignant **287 t émises en 2022**.

La baisse globale des émissions de NO_x est principalement soutenue par le **secteur des transports routiers (-50% entre 2010 et 2022)**, ce dernier étant la principale émettrice source de NO_x.

Évolution des émissions de PM₁₀

Évolution des émissions de PM₁₀ par secteur entre 2010 et 2022, CALI

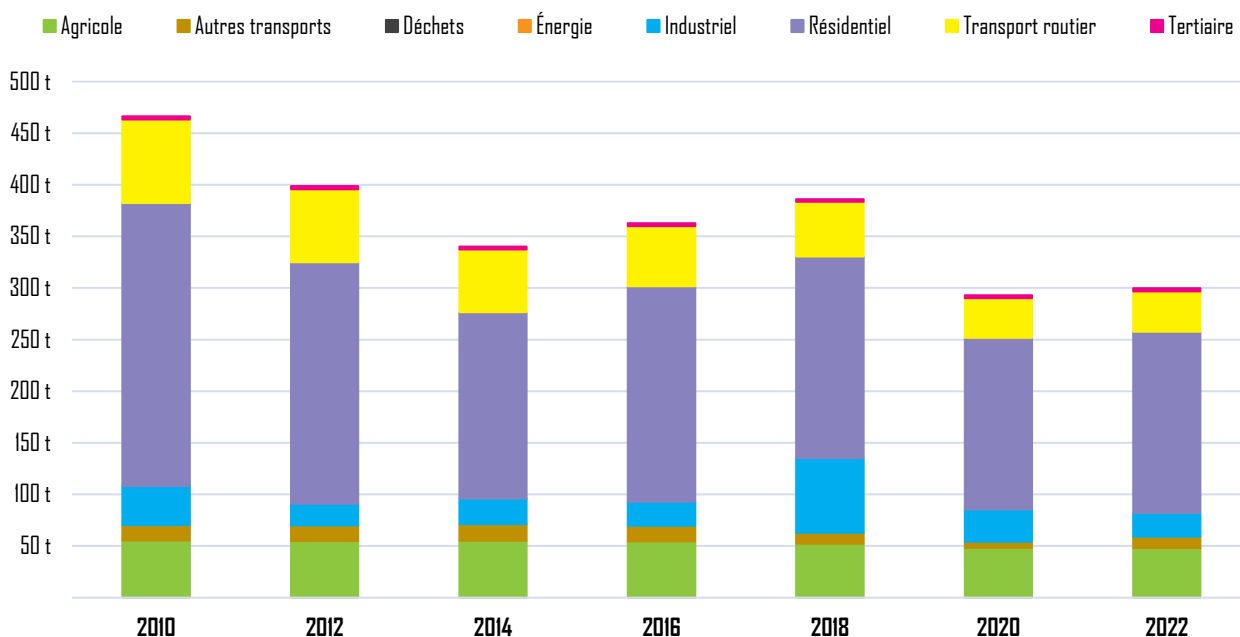


Figure 69 : Évolution des émissions de PM₁₀ par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

Les émissions de PM₁₀ ont **baissé de 36% entre 2010 et 2022**. Cette baisse est entraînée par l'ensemble des secteurs et principalement portée par les secteurs **résidentiel** (-36%) et des **transports routiers** (-51%). En 2022, ces secteurs représentent respectivement **58%** et **13%** des émissions totales de PM₁₀.

Évolution des émissions de PM_{2,5}

Évolution des émissions de PM_{2,5} par secteur entre 2010 et 2022, CALI

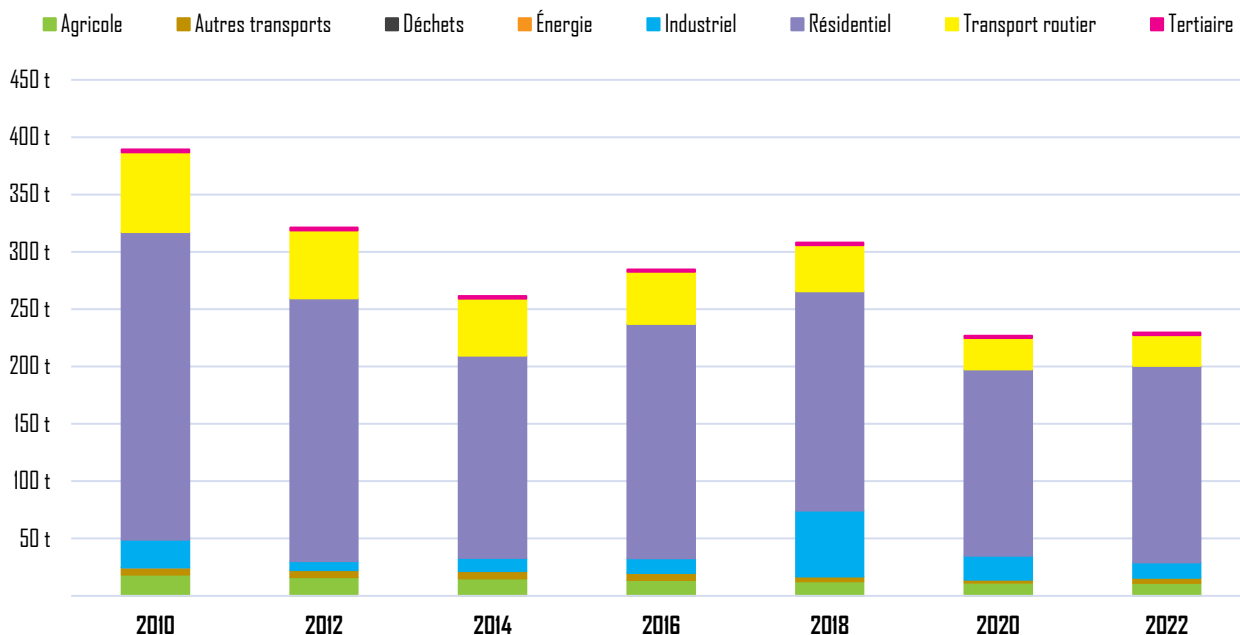


Figure 70 : Évolution des émissions de PM_{2,5} par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

Les émissions de PM_{2,5} ont **baissé de 41% entre 2010 et 2022**. Cette baisse est entraînée par l'ensemble des secteurs et principalement portée par les secteurs **résidentiel** (-36%) et des **transports routiers** (-61%). En 2022, ces secteurs représentent respectivement **75%** et **11%** des émissions totales de PM_{2,5}. Les profils d'évolution des émissions des particules en suspensions (2,5 µm et 10 µm) sont similaires.

Évolution des émissions de SO₂

Évolution des émissions de SO₂ par secteur entre 2010 et 2022, CALI

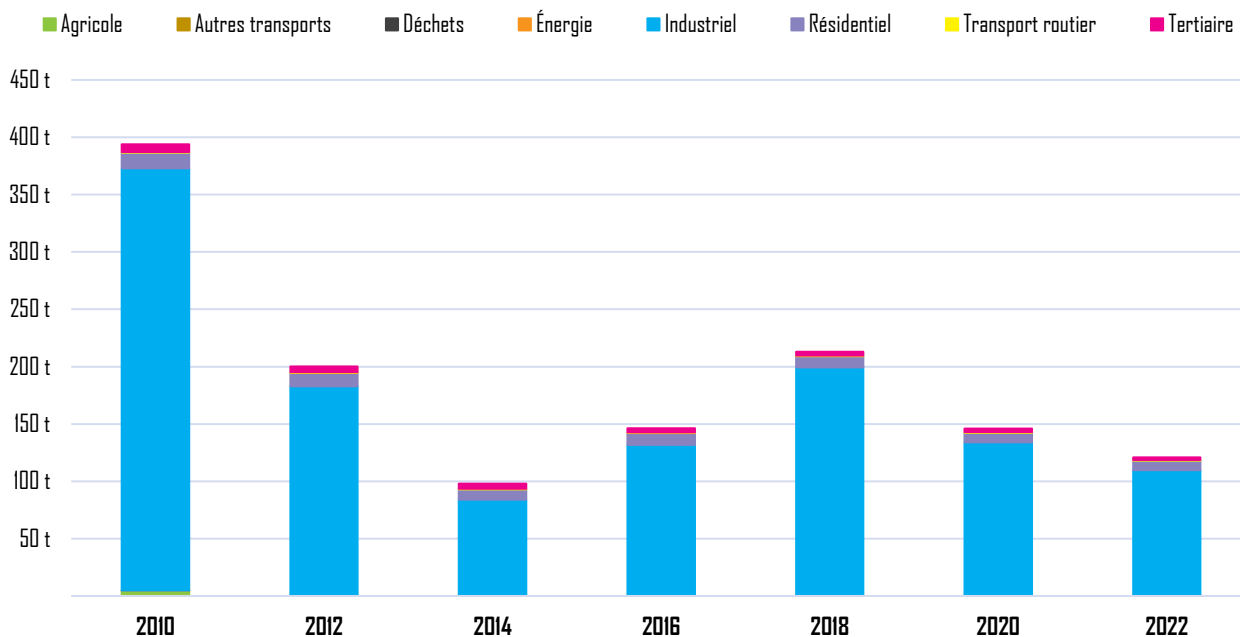


Figure 71 : Évolution des émissions de SO₂ par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)

Les émissions de SO₂ sont en nette **diminution (-69%) entre 2010 et 2022**. Cette baisse est largement portée par le **secteur industriel (-70%)**, représentant 91% des émissions de SO₂ en 2022. L'ensemble des autres secteurs voient leurs émissions de SO₂ baisser entre 2010 et 2022, atteignant moins d'1 t pour les secteurs agricoles, des transports routiers et des autres transports.

3.1.2. Potentiel maximal théorique de réduction des émissions de polluants atmosphériques en 2050

Les hypothèses présentées précédemment pour le gisement théorique de réduction de la consommation d'énergie ont également des effets sur les émissions de polluants atmosphériques. La **réduction des émissions de polluants atmosphériques** provient ainsi de deux principales sources :

- Soit elle est induite par la **réduction des consommations énergétiques** comme la rénovation thermique des logements ou la mise en œuvre des écogestes – *en effet, réduire la consommation énergétique revient à réduire in fine les émissions de GES et de polluants atmosphériques*.
- Soit elle est induite par le **changement de combustibles ou carburant**.

À cela s'ajoutent des **hypothèses supplémentaires** sur les secteurs dont les émissions sont principalement **non énergétiques** tels que l'agriculture, où l'ammoniac constitue le principal polluant, ainsi que les industries utilisant des **produits solvantés**, responsables des émissions de COVNM liées à leur usage.

Les différentes hypothèses sont présentées ci-après, par secteur d'activité.

Ainsi, si le territoire développe l'intégralité de son potentiel, il lui est possible de réduire significativement ses émissions de polluants atmosphériques à horizon 2050 par rapport à 2018, en tenant compte des évolutions de la population attendue.

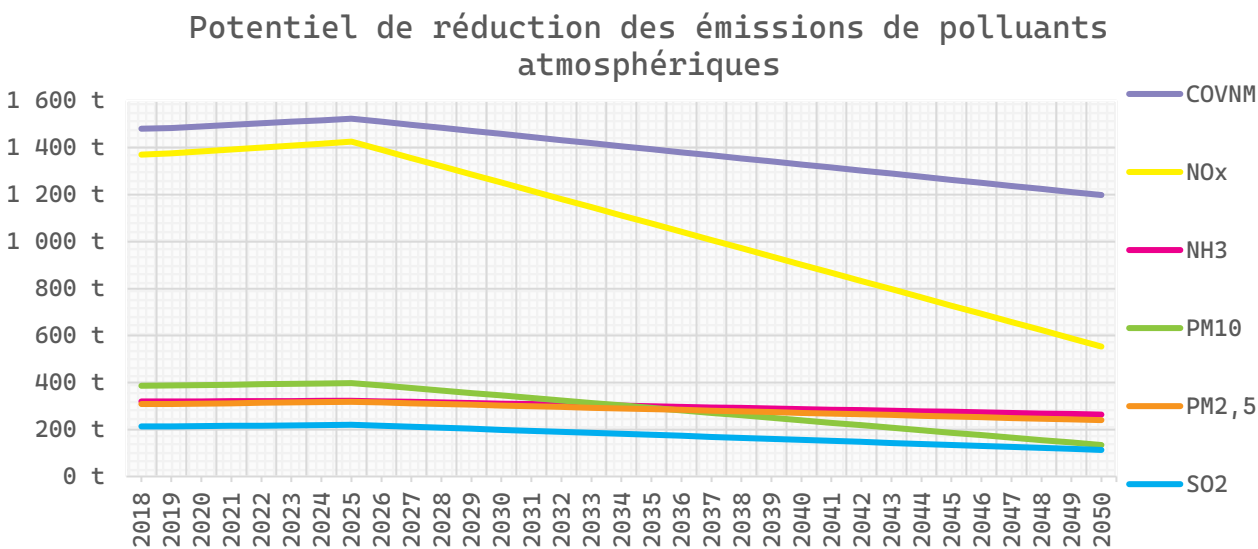


Figure 72 : Potentiel maximal de réduction des émissions de polluants atmosphériques entre 2018 et 2050, La CALI – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4) et NEPSSEN

Le transport

Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur Transport

Tableau 39 : Répartition des gains AIR sur le secteur des transports par catégorie d'action – Source : NEPSSEN

TRANSPORTS ROUTIERS (personnes et marchandises)	PM10	PM2,5	NOx	SO2	COVNM	NH3
Actions de maîtrise de l'énergie	- 37,1 t	- 10,0 t	- 541,6 t	- 0,4 t	- 11,2 t	- 0,7 t

Actions de maîtrise de l'énergie	- 2,3 t	-2,0 t	- 28,7 t	- 0 t	- 3,4 t	- 9,8 t
Actions de réduction des émissions de GES	- 27,4 t	- 3,9 t	0 t	0 t	0 t	- 18,5 t
Prolonger le temps du pâturage de 20j pour 100% des bovins	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	- 7,0 t
Déploiement des couvertures des fosses à lisier haute technologie pour 100% des fosses	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	- 2 t
Incorporation immédiate post-épandage des lisiers et/ou fumiers pour 100% des exploitations	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	- 33,8 t
Renouvellement du parc des engins agricoles pour 100% des exploitations	- 2,1 t	- 1,8 t	0 t	0 t	0 t	0 t
Tous les élevages sont équipés de système de lavage de l'air	- 21,8 t	- 4,0 t	0 t	0 t	0 t	0 t

Tableau 43 : Répartition des gains air de l'agriculture par catégorie d'action, source : NEPSEN

Bilan pour le secteur Agriculture

Polluants	Émissions 2020	Potentiel 2050	Gains	Réduction
PM10	52,4 t	5,7 t	-46,7 t	-89%
PM2,5	12,7 t	1,0 t	-11,7 t	-92%
NOx	75,1 t	46,5 t	-28,7 t	-38%
SO2	0,14 t	0,10 t	-0,04 t	-31%
COVNM	220,2 t	216,8 t	-3,4 t	-2%
NH3	250,5 t	190,1 t	-60,4 t	-24%

Tableau 44 : Bilan des potentiels de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur Agriculture, Source : NEPSEN

Bilan sur la qualité de l'air

Polluants atmosphériques	Émissions 2020	Potentiel 2050	Gains	Réduction
PM10	52,4 t	5,7 t	-46,7 t	-89%
PM2,5	308,0 t	107,6 t	-200,4 t	-65%
NOx	1 371,0 t	466,1 t	-904,9 t	-66%
SO2	212,9 t	95,8 t	-117,1 t	-55%
COVNM	1 481,7 t	1 051,7 t	-430,0 t	-29%
NH3	319,4 t	249,2 t	-70,2 t	-22%

Tableau 45 : Bilan des potentiels théoriques maximum de réduction des émissions de polluants atmosphériques de LA CALI

3.1.3. Enjeux mis en évidence par l'étude

Atouts

- Entre 2010 et 2022, tous les polluants ont fortement baissés, à l'exception des COVNM.

Faiblesses

- Un trafic routier à l'origine d'émissions de NOx (véhicules à moteur diesel essentiellement) et de particules fines liées à la combustion de

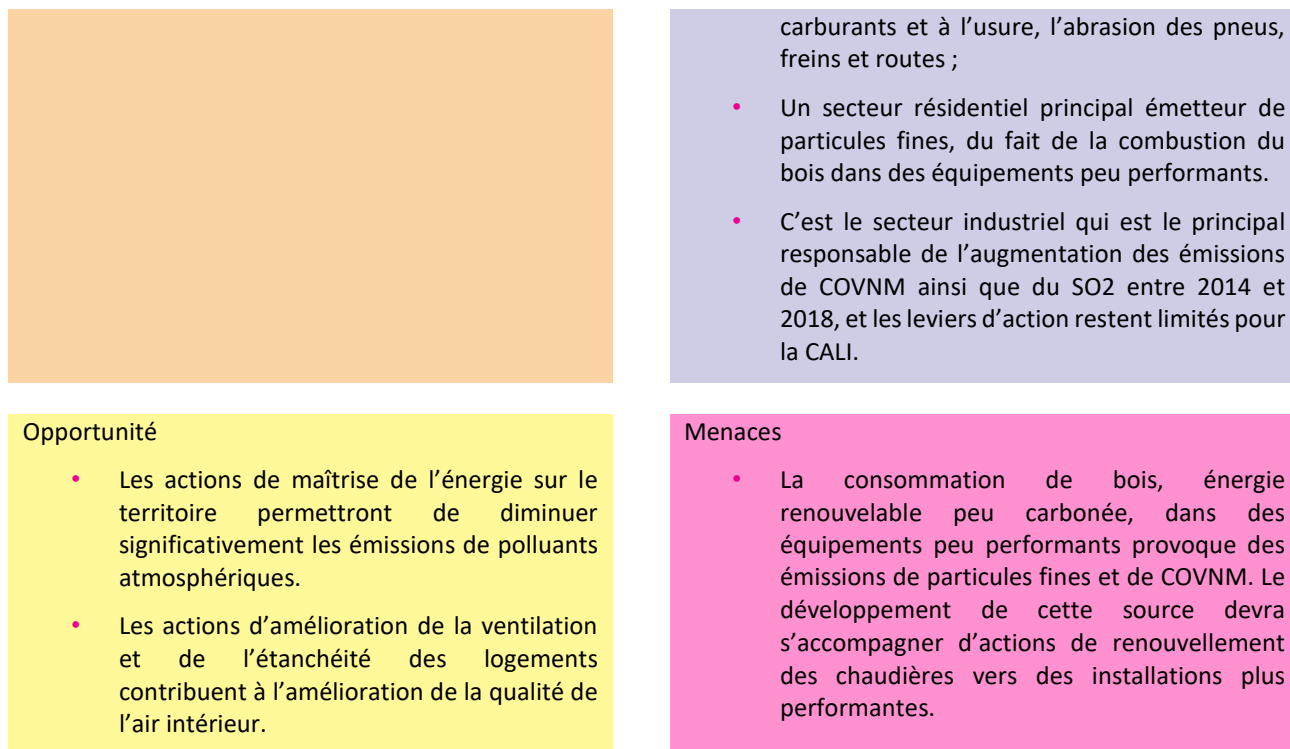


Figure 73 – Matrice AFOM, volet Air

4. CLIMAT 105

4.1. Émissions de gaz à effet de serre et potentiels de réduction 105

4.1.1. Contexte méthodologique.....	105
4.1.2. Bilan des émissions de gaz à effet de serre.....	107
4.1.3. Évolution des émissions de gaz à effet de serre	113
4.1.4. Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre	116
4.1.5. Enjeux mis en évidence par l'étude	119

4.2. La séquestration de carbone du territoire 119

4.2.1. Contexte méthodologique.....	119
4.2.2. Bilan du stock carbone du territoire et de son évolution	121
4.2.3. Les potentiels d'augmentation du stock carbone	124
4.2.4. Enjeux mis en évidence par l'étude	127

4.3. Vulnérabilité du territoire aux effets du changement climatique 127

4.3.1. Périmètre	127
4.3.2. Notions clés : Définition des différents concepts de vulnérabilité.....	127
4.3.3. Données sources	129
4.3.4. Synthèse de vulnérabilité sur la Communauté d'agglomération du Libournais ...	130
4.3.1. Détail des changements attendus	134

4. CLIMAT

4.1. ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE ET POTENTIELS DE REDUCTION

4.1.1. Contexte méthodologique

Le périmètre de l'étude

Conformément au décret, un Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) a été réalisé sur l'ensemble du territoire pour les postes cités : Industrie, Résidentiel, Tertiaire, Agriculture, Transport routier, Transport non routier (Autres transports), Déchets et Production d'énergie.

Notions clés

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

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

L'année de référence du diagnostic est l'année 2022. Il est réalisé en parallèle du bilan des consommations et des productions d'énergie. Les données d'entrée et hypothèses sont identiques.

À SAVOIR

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

Émissions directes et indirectes

Le bilan estime les émissions de gaz à effet de serre (GES) directes et indirectes.

- **Les émissions directes** correspondent aux émissions du territoire, comme s'il était mis sous cloche. Elles sont induites par la combustion d'énergie telles que les produits pétroliers ou le gaz, lors de procédés industriels, lors des activités d'élevage, etc. (cela correspond au périmètre d'étude dit « Scope 1 ») ;
- **Les émissions indirectes** correspondent à toutes les émissions de GES qui sont émises à l'extérieur du territoire mais pour le territoire. Elles sont divisées en deux Scopes :
 - *Le Scope 2* : Emissions indirectes liées à l'énergie (définition issue de la norme ISO 14 064). Cette définition est cependant trompeuse. En effet, le Scope 2 ne prend en compte que les émissions liées à la production d'électricité, de chaleur (réseau de chaleur urbain) et de froid (réseau de froid urbain) en dehors du territoire mais consommée sur le territoire.
 - *Le Scope 3* : Autres Emissions indirectes contient quant à lui les autres émissions indirectes d'origine énergétique (extraction, raffinage et transport des combustibles) et les émissions générées tout au long du cycle de vie des produits consommés sur le territoire (fabrication des véhicules utilisés par le territoire, traitement des déchets en dehors du territoire, fabrication des produits phytosanitaires utilisés sur le territoire, etc.).

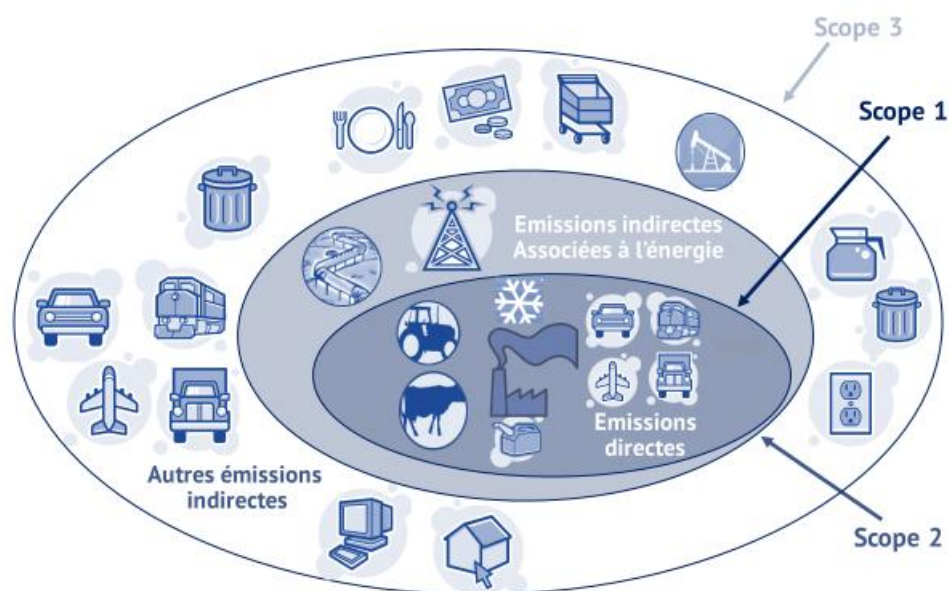


Figure 74 : Présentation des différents scopes dans le cadre d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre d'un territoire – Source : NEPSSEN

Ainsi, le bilan des gaz à effet de serre de territoire réalisé dans le cadre du PCAET ne prend en compte que les émissions des scopes 1 et 2.

Ces émissions sont exprimées en tonnes équivalent CO₂ : teqCO₂ ou t CO₂e. C'est une unité commune pour la comptabilisation des émissions des sept gaz à effet de serre.

Les différents gaz à effet de serre

Les 7 principaux gaz à effet de serre retenus par le Protocole de Kyoto sont :

- Le dioxyde de carbone : CO₂,
- Le méthane : CH₄,
- Le protoxyde d'azote : N₂O,
- Les gaz fluorés : SF₆, HFC, PFC et NF₃.

Les différents GES n'ont pas tous le même impact sur l'effet de serre. Il est défini pour chaque gaz son Pouvoir de Réchauffement Global à 100 ans (PRG100 ou PRG) comme étant le rapport entre l'impact de l'émission d'une tonne de ce gaz sur l'effet de serre pendant 100 ans par rapport à celui d'une tonne de dioxyde de carbone (CO₂). On peut ensuite compter les émissions de tous les GES avec une unité de mesure commune qui est la tonne équivalent CO₂. Les valeurs des PRG utilisées sont les dernières disponibles et sont issues du 5^{ème} rapport du GIEC (AR5) de 2014.

Tableau 46 : PRG des différents gaz à effet de serre, 5^{ème} rapport du GIEC

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

4.1.2. Bilan des émissions de gaz à effet de serre

Les résultats globaux

Les émissions de gaz à effet de serre du territoire sont réparties de la manière suivante par secteur d'activité :

Émissions de GES (gaz à effet de serre) du territoire, par secteur et par vecteur, CALI, 2022

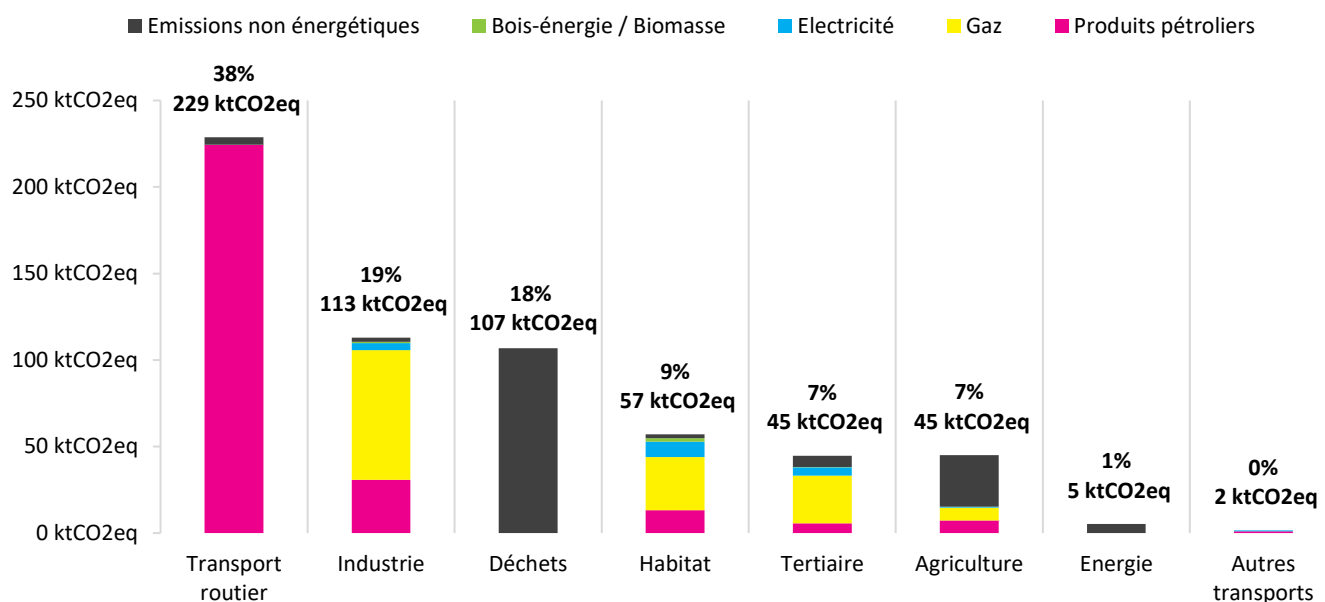


Figure 75 : Bilan des émissions de GES par secteur et par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC

Sur ce graphique, deux « types » d'émissions ont été identifiés :

- En couleur, les émissions associées aux **consommations d'énergie du territoire** ;
- En noir, les autres émissions de gaz à effet de serre **directes et non liées aux consommations d'énergie**. Pour le territoire de la CALI, il s'agit principalement d'émissions issues de fuites de méthane (digestion des bovins, épandage d'engrais de fumier, ...), de l'utilisation de gaz réfrigérants (fuites) notamment pour le fonctionnement des appareils de climatisation (secteurs résidentiel, tertiaire et transport) et de protoxyde d'azote associé aux activités agricoles (utilisation d'engrais azotés).

Au total, le territoire est à l'origine de **602 ktCO₂e** émises annuellement. Les émissions de GES sur le territoire de la CALI sont d'environ **6,5 tCO₂e par habitant**. Cette moyenne est supérieure de près de 48% à celle de la Gironde qui se situe à **4,4 tCO₂e/hab**. Cette forte différence peut s'expliquer en partie par le poids important des émissions non énergétiques de la CALI, liées très majoritairement à l'enfouissement des déchets sur l'ISDND de Lapouyade.

Les répartitions par poste d'émission puis par vecteur énergétique sont présentées ci-dessous :

Ventilation des émissions de GES par secteur, CALI, 2022

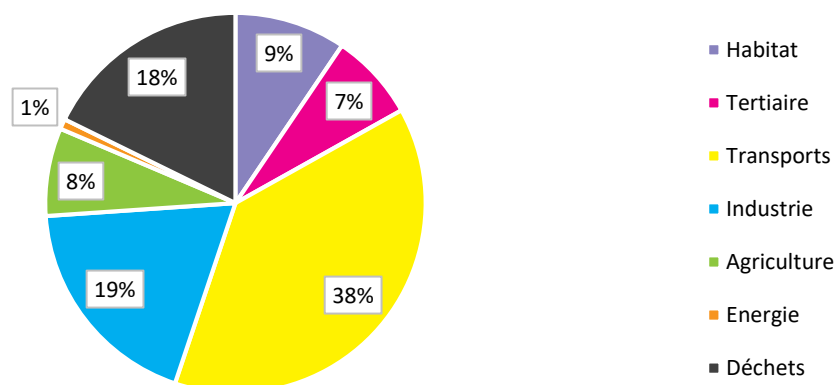


Figure 76 : Répartition des émissions de gaz à effet de serres du territoire de la CALI, par secteur, 2022 – Source : ALEC

Le secteur des **transports** est à l'origine de la majorité des émissions de gaz à effet de serre du territoire (38% pour le transport routier, moins de 1% pour les autres transports), suivi par **l'industrie** (19% des émissions de GES) et les **déchets** (18% des émissions).

Ventilation des émissions de GES par vecteur, CALI, 2022

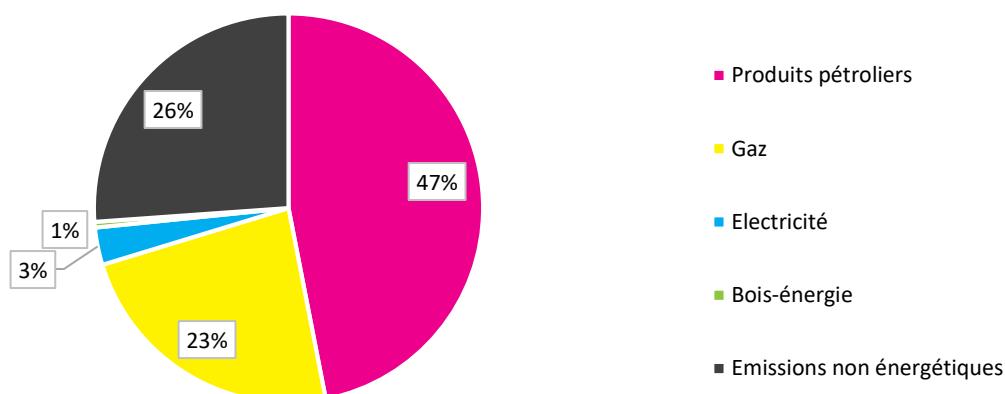


Figure 77 : Répartition des émissions de gaz à effet de serres du territoire de la CALI, par vecteur, 2022 – Source : ALEC

Les **produits pétroliers**, qui représentent 41% des consommations énergétiques de la CALI en 2022, comptent pour **47% des émissions de GES** du territoire en 2022. Les produits pétroliers ont globalement un facteur d'émission plus important que les autres types d'énergie, c'est pourquoi leur proportion dans les émissions est plus importante.

On retrouve ensuite l'ensemble des **émissions non énergétiques** qui valent pour **26%** des émissions totales. À noter que le secteur des **déchets** est à l'origine de **68%** (soit 107 ktCO₂eq) des **émissions totales non énergétiques**. Cette forte proportion sur le territoire s'explique par l'activité de l'ISDND de Lapouyade générant des fuites de méthanes.

Le **gaz** est lui à l'origine de **23%** des émissions, suivi par **l'électricité (3%)** et le **bois-énergie (1%)**. À l'inverse des produits pétroliers, l'électricité, qui compte pour 20% des consommations totales, ne représente que 3% des émissions totales grâce à son **facteur d'émission bien plus faible**.

Le secteur des transports

Le secteur des transports est responsable sur le territoire de l'émission d'environ **230 ktCO₂eq**, soit **38%** du bilan global. Le **transport routier** émet près de **229 ktCO₂eq** et les **autres transports** ne sont qu'à environ **1 ktCO₂eq** émis. On remarque donc directement le poids quasi-total du transport routier sur les émissions du secteur global des transports puisque près de 100% des émissions du secteur des transports sont liées au transport routier.

Les graphiques suivants représentent la répartition de ces émissions entre les différents types de transports et par vecteur :

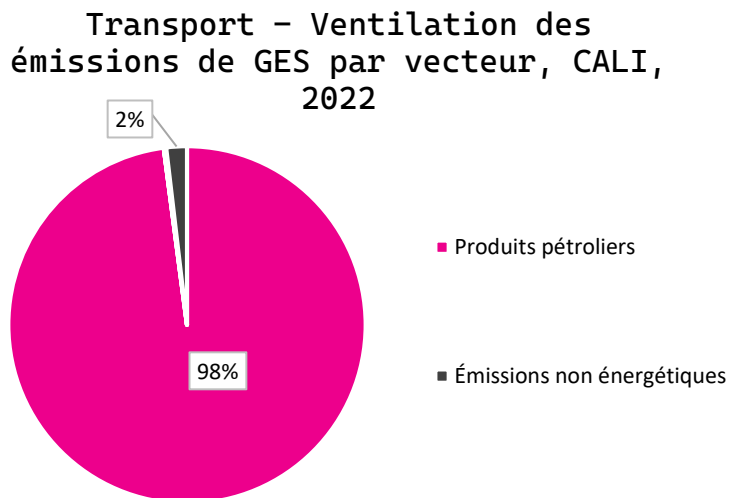


Figure 78 : Répartition des émissions de GES liées au secteur du transport, par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC

La quasi-totalité (**98%**) des émissions du secteur transport sont dues à la l'utilisation de **produits pétroliers** ; seulement 2% des émissions proviennent d'émissions non énergétiques (associées principalement à la climatisation dans les camions, voitures et trains). On retrouve néanmoins une diversification des vecteurs énergétiques avec les émissions liées à l'utilisation d'électricité dans les autres transports, mais ces émissions sont **très largement inférieures à celles du transport routier en termes de valeur absolue**.

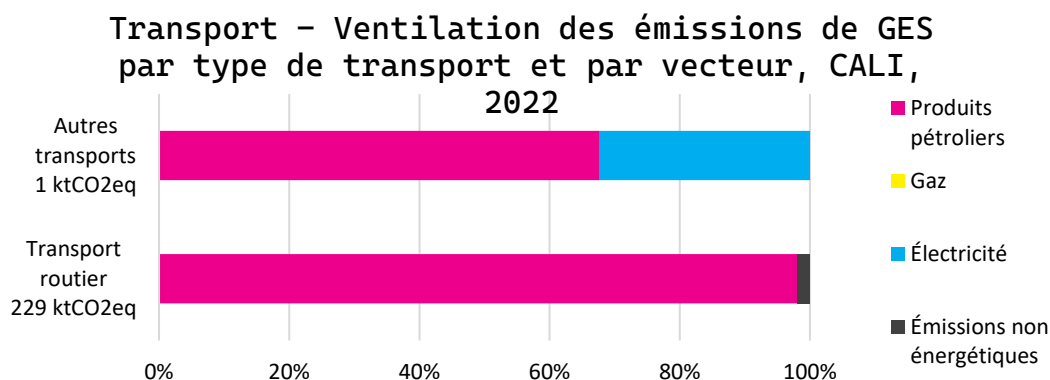


Figure 79 : Répartition des émissions de GES liées au secteur du transport, par type de transport et par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC

Les **émissions** correspondantes à l'utilisation **d'électricité** (**32%** des émissions « autres transports ») paraissent faibles par rapport aux consommations **d'électricité** des autres transports identifiées à **78%** de la consommation totale. Cela est lié aux faibles émissions de l'électricité par kWh consommé, en France.

CHIFFRES-CLES

- Le secteur des transports est le **plus émetteur de GES** du territoire avec **38%** du bilan total en 2022 ;
- Il s'agit quasi-totalement du **transport routier** (>99%) ;
- Une grande majorité des émissions de GES du secteur sont issues de la combustion des **produits pétroliers** (essence et gazole) : **98%**.

Le secteur agricole

Les émissions de GES associées à l'activité agricole s'élèvent à **45 ktCO₂eq**, soit **8%** du bilan global. Ces émissions sont réparties de la manière suivante :

Agriculture – Ventilation des émissions de GES par vecteur, CALI, 2022

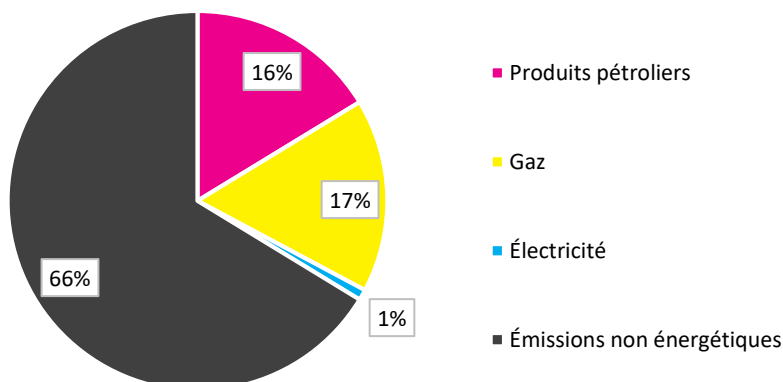


Figure 80 : Emissions de GES du secteur Agriculture, par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC

Les émissions de GES de ce secteur sont majoritairement d'origine **non énergétique (66% soit 30 ktCO₂eq)** associées aux **activités de culture et d'élevage** par exemple. On retrouve ensuite les émissions liées au **gaz** et aux **produits pétroliers** (**17%** et **16%** soit environ **7 ktCO₂eq** chacun) puis **l'électricité (1%** soit presque **0,5 ktCO₂eq**), tous principalement associés au chauffage des bâtiments et au fonctionnement des engins.

CHIFFRES-CLES

- Le secteur agricole représente 8% des émissions de GES du territoire de la CALI en 2022 ;
- Plus de la moitié des émissions du secteur agricole sont des émissions non énergétiques (**66%**), associées en majeure partie au méthane émis par les bovins et aux protoxydes d'azotes émis à la suite d'épandages d'engrais de fumier et d'engrais azotés.

Le secteur résidentiel

Le secteur résidentiel est à l'origine de l'émission de **57 ktCO₂eq** en 2022, soit **9%** des émissions totales du territoire. Ces émissions sont réparties de la manière suivante :

Habitat – Ventilation des émissions de GES par vecteur, CALI, 2022

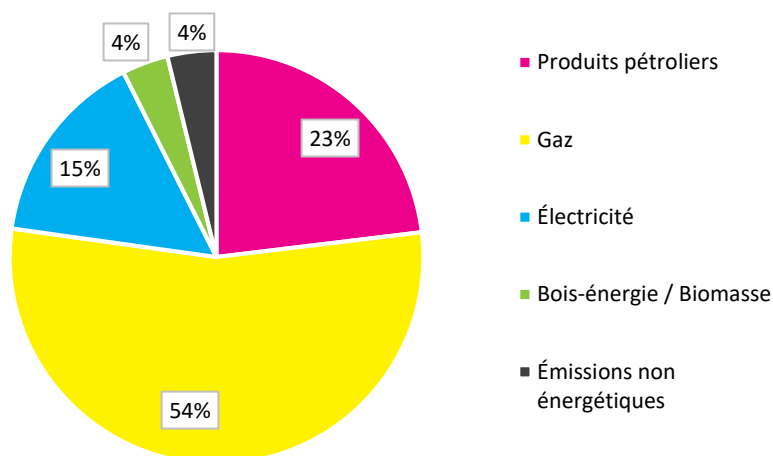


Figure 81 : Emissions de GES du secteur Résidentiel par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC

Le gaz représente la majorité des émissions du secteur résidentiel (54% soit 31 ktCO₂eq), suivi par les produits pétroliers (23% soit 13 ktCO₂eq), l'électricité (15% soit 9 ktCO₂eq) puis le bois-énergie et les émissions non énergétiques (4% chacun).

Même si le gaz et les produits pétroliers ne sont pas les vecteurs énergétiques les plus consommés dans l'habitat (26% pour le gaz et 8% pour les produits pétroliers contre 40% pour l'électricité), ils sont plus représentés dans le bilan d'émissions en raison de leur **facteur d'émission plus élevé** que celui de l'électricité. D'où l'intérêt de sortir des énergies fossiles pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Les émissions non énergétiques correspondent principalement aux fuites de fluides frigorigènes des équipements de climatisation : elles sont d'environ 2 ktCO₂eq. La biomasse, plus précisément le bois de chauffage, complète ce bilan avec également environ 2 ktCO₂eq (4% des émissions et 17% de l'énergie consommée).

CHIFFRES-CLÉS

- Le secteur résidentiel est à l'origine de **9%** des émissions totales de GES de la CALI en 2022 ;
- Les émissions du secteur résidentiel sont principalement issues de l'utilisation de **gaz (54%)**. Le gaz, tout comme les produits pétroliers, présente un **facteur d'émission élevé** par rapport à l'électricité ou par rapport aux sources d'énergie renouvelables.

Le secteur tertiaire

Le secteur tertiaire est à l'origine de l'émission de **45 ktCO₂eq**, soit 7% du bilan global. Ces émissions se répartissent de la manière suivante :

Tertiaire – Ventilation des émissions de GES par vecteur, CALI, 2022

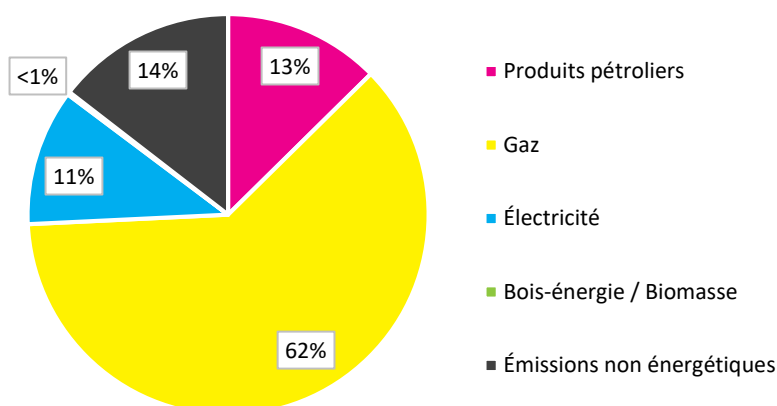


Figure 82 : Emissions de GES du secteur Tertiaire par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC

Comme pour le secteur résidentiel, le secteur tertiaire doit la majorité de ses émissions (62% soit 28 ktCO₂eq) au gaz, alors qu'il ne totalise que 45% des consommations. Le reste des émissions sont les émissions non énergétiques (14% soit 6 ktCO₂eq), les émissions issues des produits pétroliers (13% soit 6 ktCO₂eq), les émissions issues de l'électricité (11% soit 5 ktCO₂eq contre 43% des consommations) puis les émissions issues du bois/biomasse (inférieures à 1%).

CHIFFRES-CLÉS

- Le secteur tertiaire est à l'origine de **7%** des émissions totales de GES de la CALI en 2022 ;
- Tout comme le secteur résidentiel, les émissions du secteur tertiaire sont principalement issues de l'utilisation de **gaz (62%)**.

Le secteur industriel

Le secteur industriel est à l'origine de l'émission de **113 ktCO₂eq**, soit 19% du bilan global. Ces émissions sont réparties par vecteur énergétique de la manière suivante :

Industrie – Ventilation des émissions de GES par vecteur, CALI, 2022

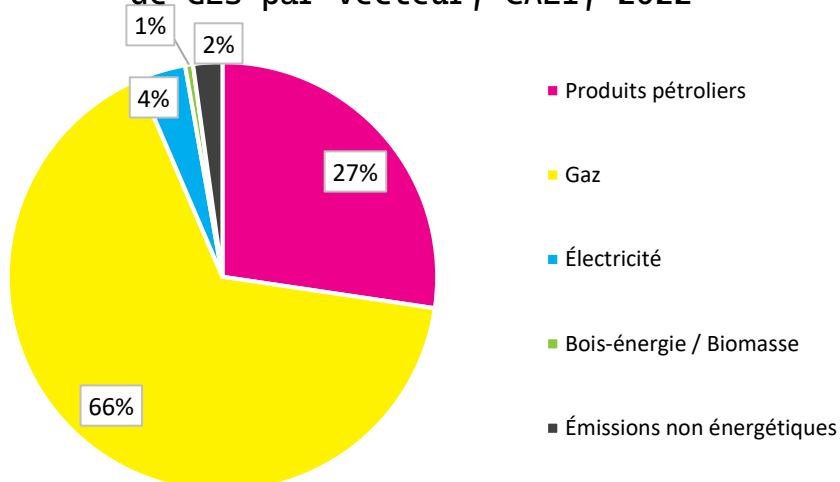


Figure 83 : Émissions de GES du secteur Industrie par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC

Le profil des émissions du secteur industriel est similaire à celui des secteurs résidentiels et tertiaire. La majorité des émissions sont associées au **gaz (66% soit 75 ktCO₂eq)**, suivi par les **produits pétroliers (27% soit 31 ktCO₂eq)**. On retrouve logiquement en moindre mesure les émissions dues à l'électricité (4%) puis celle dues aux émissions non énergétiques et au bois/biomasse (2% et 1%).

CHIFFRES-CLES

- Le secteur de l'industrie est le **deuxième secteur le plus émetteur de GES** du territoire avec 19% du bilan total en 2022 ;
- Une grande majorité des émissions de GES du secteur sont issues de l'utilisation de **gaz (66%)**, nécessaire aux activités industrielles et ayant un facteur d'émission plutôt élevé.

Le secteur des déchets

Le secteur des déchets a généré en 2022 **107 ktCO₂e**, soit **18%** du bilan carbone global du territoire. Ces émissions ne sont pas associées aux consommations d'énergie du secteur mais à la fermentation des déchets organiques dans les sites d'enfouissement et de compostage (ISDND à Lapouyade). La totalité de ces émissions sont donc des émissions non énergétiques.

Le secteur de l'énergie

En 2022, le secteur de l'énergie a généré **5 ktCO₂e**, soit **1 %** du bilan carbone global du territoire. Tout comme le secteur des déchets, 100% de ces émissions sont des émissions non énergétiques pouvant notamment être liées à des fuites de gaz industriels ou des émissions de CO₂ émis par des procédés industriels.

4.1.3. Évolution des émissions de gaz à effet de serre

Le détail de l'évolution des émissions de GES sur le territoire de la CALI entre 2010 et 2022 est présenté ci-dessous, au global et ramené en émissions par habitants :

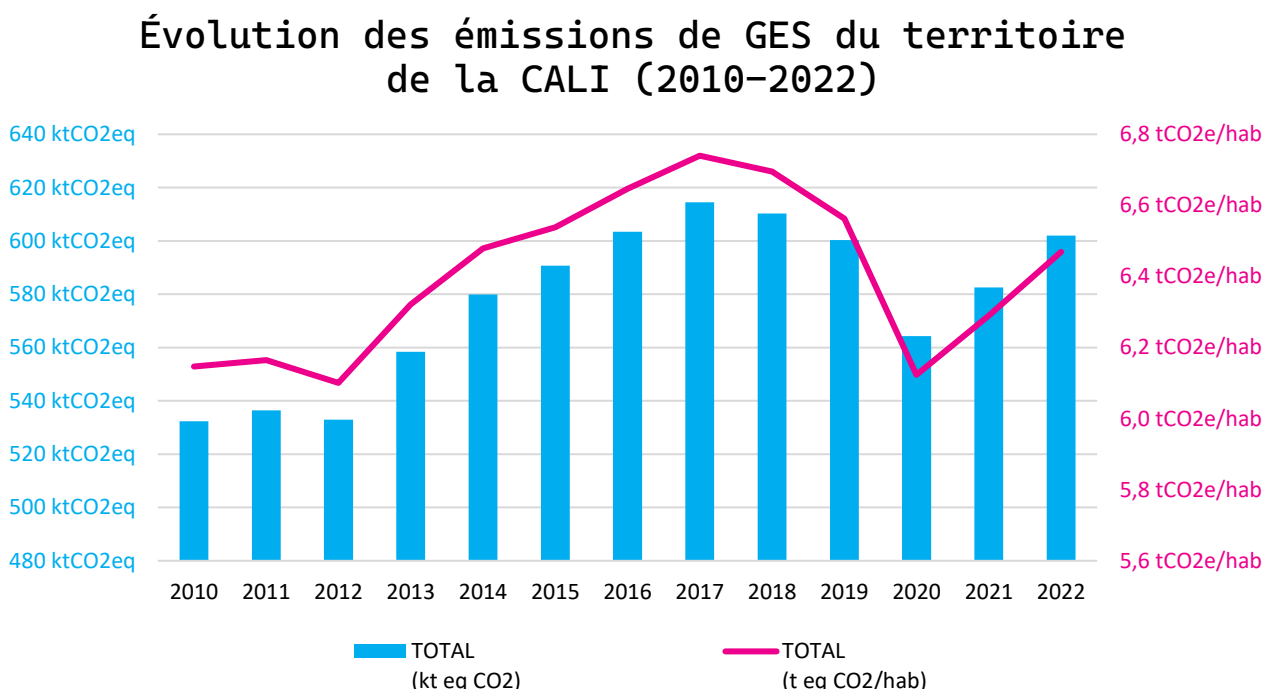


Figure 84 : Évolution des émissions de GES de la CALI entre 2010 et 2022, au global en bleu et par habitant en rose – Source : ALEC

Entre 2010 et 2022, les émissions de GES du territoire de la CALI passent de **532 ktCO₂eq à 602 ktCO₂eq** : elles ont augmenté de **13% en absolu** et de **5% en moyenne par habitant**. Cette différence s'explique par la hausse de population connue par la CALI sur cette période : **+7,5% soit 6 500 habitants en plus sur le territoire**.

De la même manière que pour les consommations, on remarque une forte baisse des émissions sur l'année 2020 ce qui est dû aux restrictions liées à la période COVID.

Évolution des émissions de GES entre 2010 et 2022 par secteur d'activité, CALI

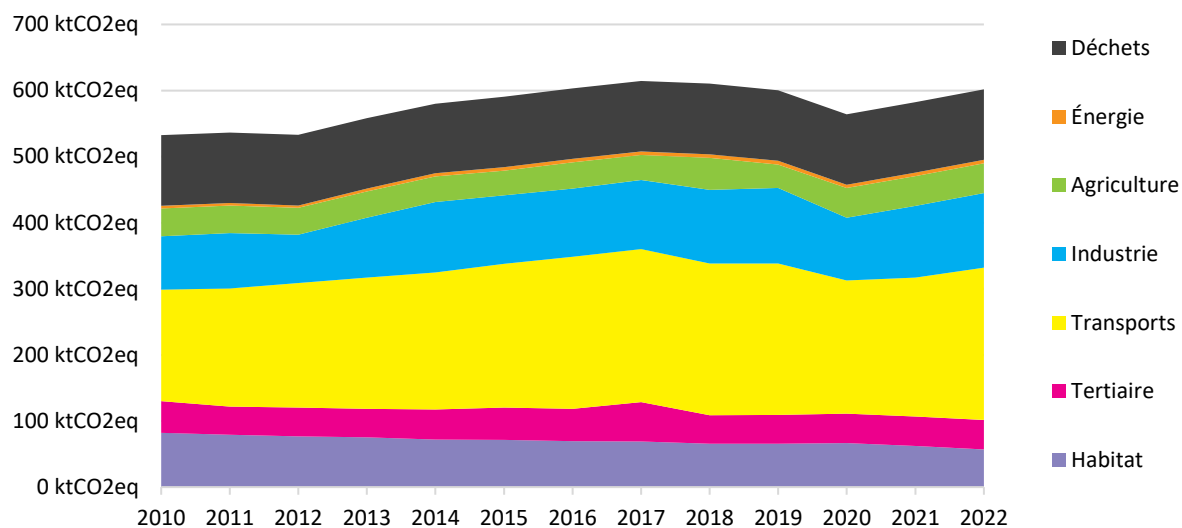


Figure 85 : Évolution des émissions de GES de la CALI entre 2010 et 2022, par secteur d'activité – Source : ALEC

Le détail de cette évolution par secteur est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 47 : Évolution des émissions de GES entre 2010 et 2022, par secteur d'activité, CALI – Source : ALEC

Historique des émissions de GES (ktCO ₂ eq)	2010	2022	Évolution
Résidentiel	82	57	-31%
Tertiaire	48	45	-7%
Transport	169	230	36%
Industrie	81	113	40%
Agriculture	42	45	7%
Énergie	4	5	26%
Déchets	107	107	0%
Total	532	602	13%

L'**habitat** est le secteur d'activité ayant le plus baissé ses émissions de GES en passant de 82 ktCO₂eq en 2010 à 57 ktCO₂eq en 2022, soit une **baisse de 31%**. Le secteur **tertiaire** est le deuxième secteur témoignant une baisse de ses émissions sur la période 2010 – 2022 : **-7%**, passant de 48 ktCO₂eq à 45 ktCO₂eq

À contrario, le secteur ayant la plus forte **hausse** en termes de pourcentage est **l'industrie** : elle passe de 81 ktCO₂eq émis en 2010 à 113 ktCO₂eq émis en 2022 soit **40% en plus**. Le secteur des **transports** émet également **36% de plus en 2022 par rapport à 2010**. Cette hausse est la plus forte en termes de valeur absolue car le secteur passe de 169 ktCO₂eq émis en 2010 à 230 ktCO₂eq émis en 2022 **(+62 ktCO₂eq)**.

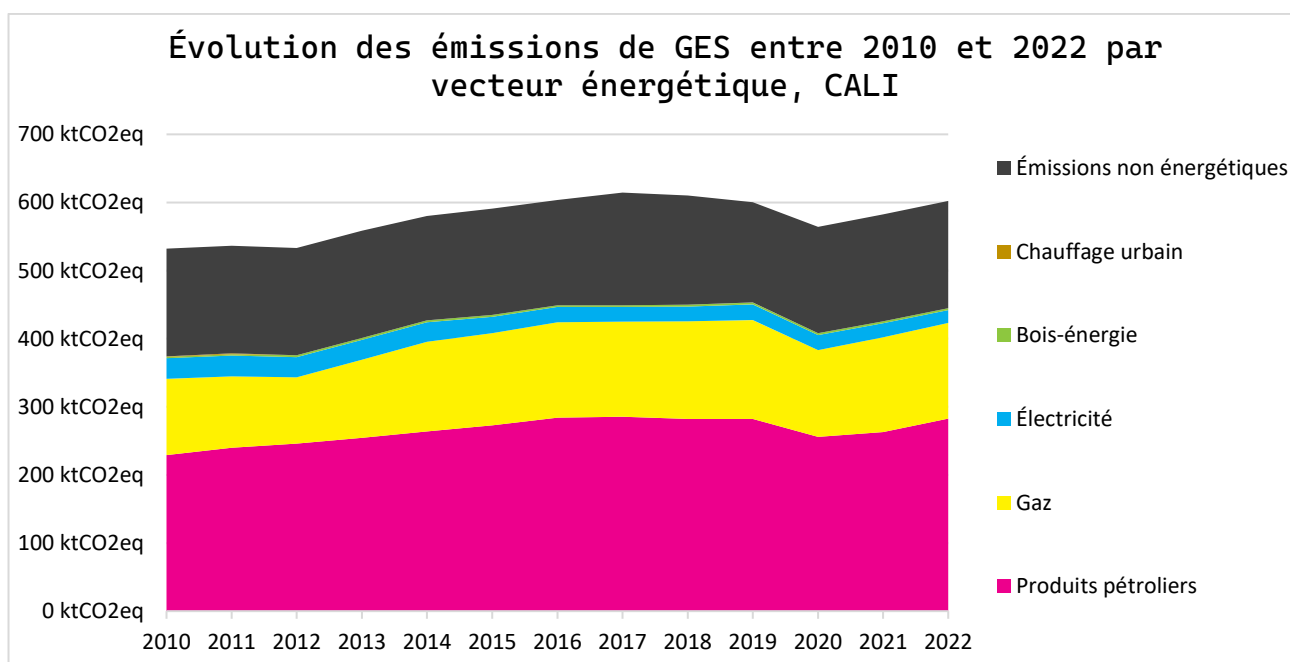


Figure 86 : Évolution des émissions de GES de la CALI entre 2010 et 2022, par vecteur énergétique – Source : ALEC

Le détail de cette évolution par vecteur énergétique est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 48 : Évolution des émissions de GES entre 2010 et 2022, par type d'énergie, CALI – Source : ALEC

Historique des émissions de GES (ktCO ₂ eq)	2010	2022	Évolution
Charbon	0	0	n.a.
Produits pétroliers	229	283	23%
Gaz	112	141	26%

Électricité	30	19	-38%
Bois-énergie	2	3	46%
Chauffage urbain	1	0	-100%
Vapeur	0	0	n.a.
Chaleur primaire renouvelable	0	0	n.a.
Biocarburants	0	0	n.a.
Émissions non-énergétiques	158	157	-1%
Total	532	602	13%

Les données présentées dans la figure et le tableau ci-dessus mettent en avant la prédominance des émissions de GES issues des produits pétroliers. Sur la période 2010 – 2022, les **émissions de GES issues des produits pétroliers passent de 229 ktCO₂eq à 283 ktCO₂eq, soit une hausse de 23%.**

En comparant ces données avec l'évolution des consommations de la CALI entre 2010 et 2022, on remarque le faible impact environnemental des vecteurs « biocarburants » et « chaleur primaire renouvelable ». En effet, les consommations de ces deux vecteurs ont vu des évolutions respectives de +66% et +250%, atteignant 64 GWh et 68 GWh en 2022. Néanmoins, les émissions des GES restent nulles pour les deux vecteurs.

Cela s'explique par le fait que **les émissions de combustion des biocarburants sont considérées nulles par convention** : les matières premières organiques dont ils sont issus ont absorbé du CO₂ par photosynthèse (développement des plantes) qui sera libéré lors de leur combustion. Ces émissions sont capturées puis libérées sur un cycle court (quelques décennies) ; et ne perturbent pas la composition atmosphérique de notre ère, contrairement aux carburants fossiles qui libèrent, lors de leur combustion, du CO₂ datant de plusieurs millions d'années. Les seules émissions de GES prises en compte pour les biocarburants sont celles ayant lieu en amont de leur utilisation (*Carbone 4 – Transport routier, biodiesels seconde génération*).

D'autre part, **les émissions issues de la chaleur primaire renouvelable sont considérées comme nulles** car la chaleur renouvelable provient de sources qui ne génèrent pas ou très peu de GES lors de leur utilisation. On retrouve par exemple parmi ces sources renouvelables la géothermie, le solaire thermique, la biomasse, les réseaux de chaleur urbain ou encore la chaleur fatale. Ces ressources ne nécessitent **pas de combustion de combustibles fossiles**, les émissions de GES sont par conséquent proches de 0 (exception faite pour les installations de biomasse, l'explication utilisée pour les biocarburants par le cycle naturel du carbone est la même pour la biomasse).

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

Il est possible, en théorie, si le territoire développe l'intégralité de son potentiel, de **réduire de 84% ses émissions de GES à horizon 2050.**

Le calcul de ces potentiels pour les principaux postes est détaillé ci-après.

Trajectoire du territoire potentiel maximum de baisse des émissions, population stable, CALI

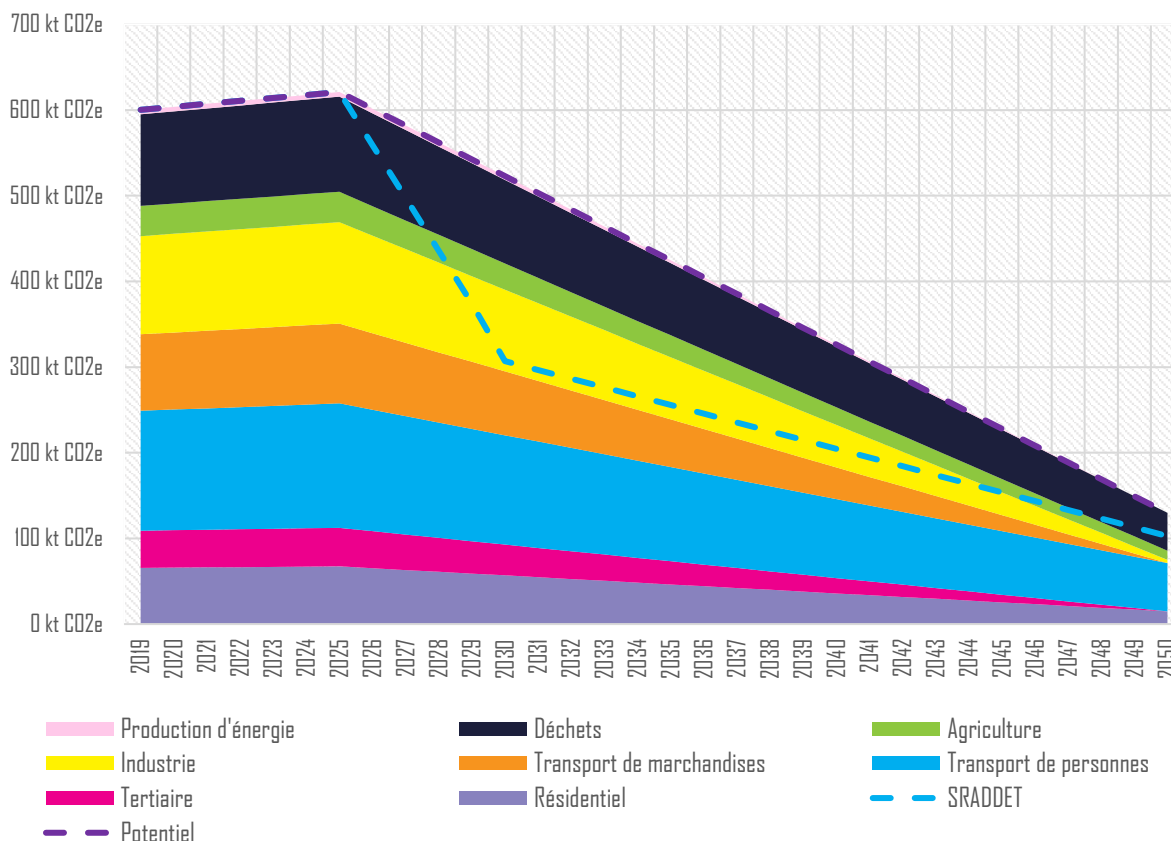


Figure 87 : Potentiel de réduction des émissions de GES de LA CALI

Dans un premier temps, la réduction des consommations d'énergie du territoire telle qu'elle est estimée dans le calcul du potentiel maximal de maîtrise de l'énergie entraînera une répercussion sur les émissions de GES. En effet, la réduction des consommations et le développement d'énergies renouvelables en remplacement du fioul ou du gaz naturel permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

A cela s'ajoutent des actions supplémentaires sur les secteurs dont les émissions sont principalement non énergétiques, à savoir l'agriculture.

Le secteur agricole

Le choix qui a été fait est de calculer un potentiel théorique maximal de réduction des émissions de GES sur le territoire, sans réduction de l'activité agricole, que ce soit la culture ou l'élevage. Pour ce faire, les données de l'INRA contenues dans le rapport « Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? – potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques », paru en 2013, et de l'outil ALDO développé par l'ADEME ont été utilisées.

Réduction des émissions de protoxyde d'azote (N₂O) associées aux apports de fertilisants minéraux azotés :

D'après l'INRA, il est possible de réduire les émissions de N₂O de 0,4 tCO₂e /ha de cultures consommatrices d'engrais et par an, soit un potentiel de réduction des émissions de GES associées à la culture de **7 ktCO₂e** par an sur le territoire, pour les 17 723 ha considérés. Les actions à mener pour atteindre ce potentiel sont les suivantes :

- Réduction de la dose d'engrais minéraux, en substituant l'azote chimique par l'azote des engrais organiques ;
- Décalage de la date du premier apport d'engrais au printemps (à plus tard) ;
- Utilisation des inhibiteurs de la nitrification ;
- Enfouissement dans le sol et en localisation précise des engrais ;
- Accroissement de la surface en légumineuses à graines en grande culture ;

- Augmentation des légumineuses dans les prairies temporaires.

En complément, la mise en place de labour occasionnel, 1 an sur 5 avec semi direct le reste du temps, permettrait de réduire les émissions de **7 ktCO₂e** supplémentaires.

Réduction des émissions de méthane associées à la digestion des bovins et des porcs

D'après les travaux de l'INRA, en réduisant la teneur en protéines des rations des animaux d'élevage, en ajoutant un additif nitrate dans les rations et en substituant des glucides par des lipides insaturés, il est possible de réduire les émissions de méthane de :

- 762 kgCO₂e/an pour les truies ;
- 956 kgCO₂e/an pour les vaches laitières ;
- 443 kgCO₂e/an pour les autres bovins ;

Cela correspond pour le territoire à un gain de **1 ktCO₂e** par an, pour les 1 520 têtes élevées (100% du cheptel).

Bilan

Secteur	Émissions 2019	Potentiel 2050	Gain possible (%)	Objectifs opérationnels du territoire
Résidentiel	66 ktCO ₂ e	4 ktCO ₂ e	-94% -62 ktCO ₂ e	Application des potentiels de maîtrise de l'énergie Conversion des consommations résiduelles de gaz naturel ou de fioul vers des énergies bas carbone
Tertiaire	43 ktCO ₂ e	11 ktCO ₂ e	-75% -33 ktCO ₂ e	Application des potentiels de maîtrise de l'énergie Conversion des consommations résiduelles de gaz naturel ou de fioul vers des énergies bas carbone Émissions résiduelles : besoin en climatisation
Transport	229 ktCO ₂ e	7 ktCO ₂ e	- 97% -223 ktCO ₂ e	Application des potentiels de maîtrise de l'énergie Conversion de 100 % véhicules restants vers du bio GNV, de l'hydrogène ou de l'électrique
Industrie	114 ktCO ₂ e	3 ktCO ₂ e	-97% -111 ktCO ₂ e	Application des potentiels de maîtrise de l'énergie Conversion des consommations résiduelles de gaz naturel ou de fioul vers des énergies bas carbone
Agriculture	35 ktCO ₂ e	11 ktCO ₂ e	-70% -25 ktCO ₂ e	Conversion des actions d'efficacité énergétique en GES Adaptation des pratiques culturales et d'élevage en termes d'alimentation et d'épandage de fertilisants azotés
Déchets	107 ktCO ₂ e	35 ktCO ₂ e	-67% - 71 ktCO ₂ e	Prévention des déchets sur le territoire et amélioration de la valorisation des biodéchets

Production d'énergie	5 ktCO2e	0 ktCO2e	-96%	Réduction des consommations de gaz sur le territoire de la CALI et donc des fuites associées
			-5 ktCO2e	
	600 ktCO2e	71 ktCO2e	- 88%	
TOTAL			- 530 ktCO2e	

Tableau 49 : Potentiel total de réduction des émissions de gaz à effet de serre du territoire

4.1.5. Enjeux mis en évidence par l'étude

Atouts <ul style="list-style-type: none"> Un potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre important, notamment lié au secteur du transport, de l'industrie et du résidentiel (maîtrise de l'énergie et conversion des sources de chauffage, réduction des déplacements et conversion des véhicules). 	Faiblesses <ul style="list-style-type: none"> Un impact important du secteur des transports et de la combustion de produits pétroliers (facteur d'émission élevé). Augmentations des émissions entre 2010 et 2022.
Opportunité <ul style="list-style-type: none"> La réduction des consommations d'énergies fossiles contribue à réduire la vulnérabilité du territoire aux hausses de prix de l'énergie 	Menaces <ul style="list-style-type: none"> Des émissions territoriales majoritairement liées aux consommations de produits fossiles

Figure 88 : AFOM, volet carbone

4.2. LA SEQUESTRATION DE CARBONE DU TERRITOIRE

4.2.1. Contexte méthodologique

Périmètre étudié

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

Notions clés

Dans le cadre de cette étude, les typologies de sols sont découpées en 10 catégories :

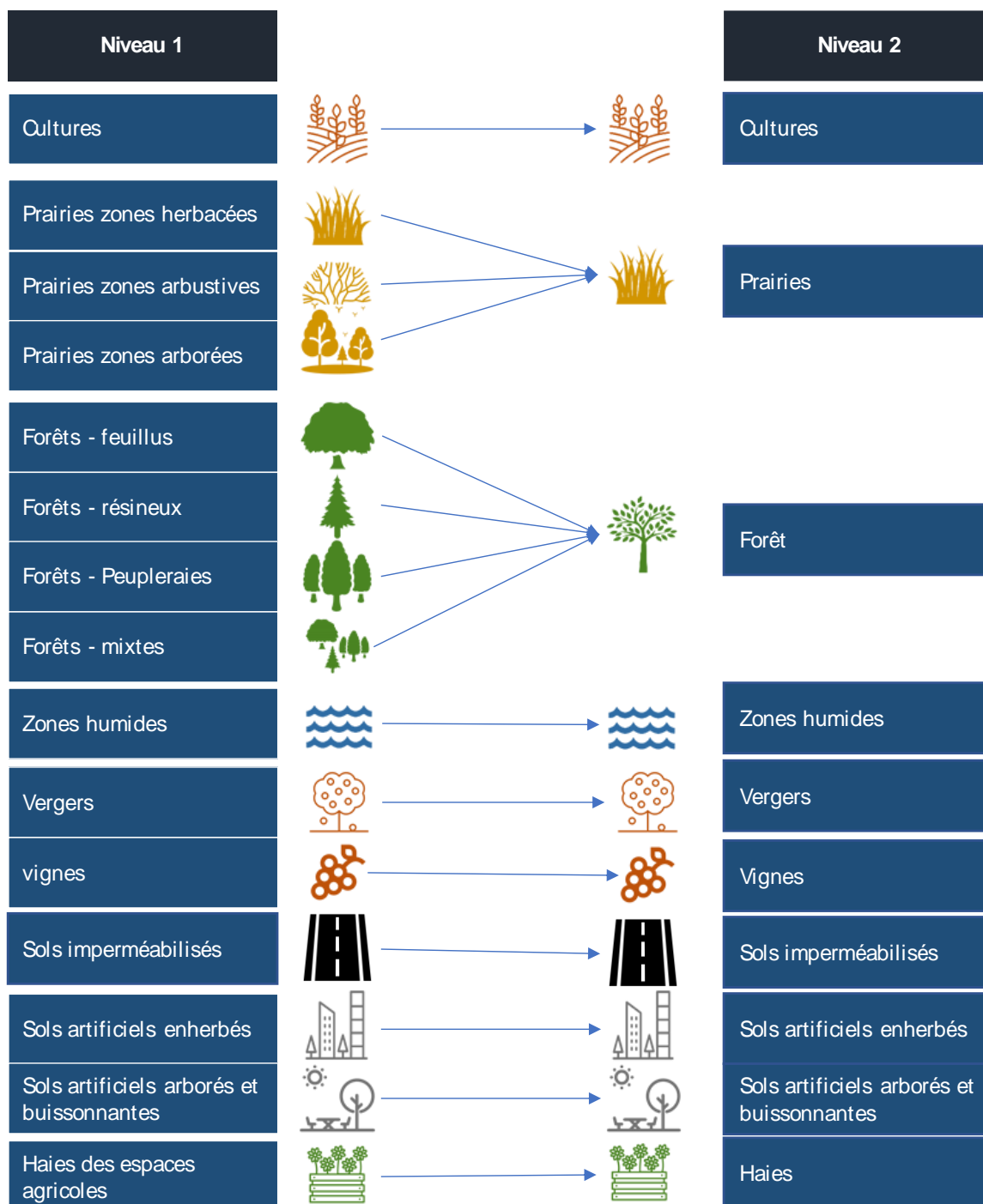


Figure 89 : Représentation des typologies selon 2 niveaux de catégories – Source : NEPSen Transition

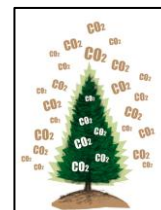
Les stocks de carbone sont calculés en fonction de 3 réservoirs de carbone : le sol, la litière et la biomasse (aérienne et racinaire). Ci-dessous un descriptif de ces réservoirs :



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



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



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

Sources de données utilisées

Les données de stock carbone et de séquestration sont issues des données de l'ALEC. Cette dernière se base sur l'inventaire NAFU de 2022 ainsi que sur les facteurs de séquestration de l'ADEME.

A SAVOIR

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

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

Résultats de l'étude

Le stock de carbone

D'après l'ALEC, les sols et la végétation de la CALI stockent 4,8 MtC. Si tout ce stock de carbone était réémis vers l'atmosphère, cela représenterait une émission de 17 400 ktCO_{2e}. À ce jour, il y a une augmentation de 1,6 % du stock par an. L'objectif est de conserver ce stock dans les sols et tenter de l'accroître naturellement pour répondre aux enjeux actuels.

Les flux de carbone

Sur le territoire de la CALI, **71 ktCO_{2e}** supplémentaires sont stockées par an. Cela est dû en grande majorité à l'accroissement de la forêt stockant du carbone par la photosynthèse. Plus marginalement, cela s'explique également par l'augmentation du stockage par les produits en bois. On note cependant un déstockage lié au changement d'occupation des sols (passage de prairies et de cultures à des surfaces artificialisées stockant moins de carbone).

Patrimoine et capital carboné

Surface occupées et grandes familles

L'ensemble de la surface de la CALI a été ventilé selon les différentes typologies du territoire (hors Dordogne) :






	Typologie	Part occupée	Surface occupée
	Cultures	22%	12 469 ha
	Prairies	29%	16 326 ha
	Forêts	33%	18 253 ha
	Sols artificiels	16%	8 643 ha
	Zones humides	0%	37 ha

Tableau 50 : Synthèse de la ventilation du territoire selon les différentes typologies – Source : ALEC 2022

Ventilation des surfaces de la CALI, 2022

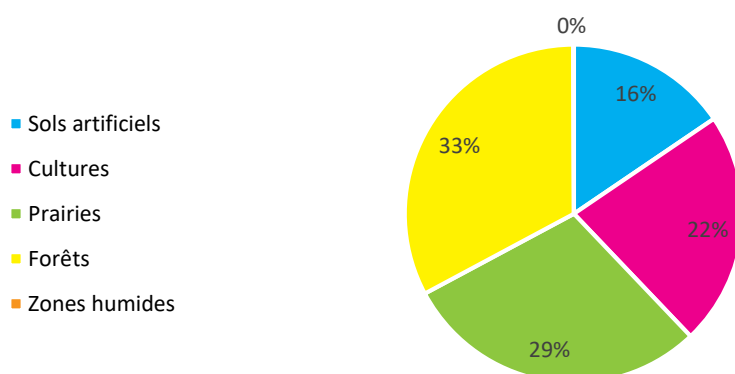


Figure 90 : Ventilation de l'occupation des sols, la CALI – Source : ALEC, 2022

Ventilation du stock de carbone

Le stock carbone du territoire en 2022 est de **17 400 ktCO₂e**. Il est réparti de la manière suivante :






	Typologie	Part du stock	Carbone stocké
	Cultures	6%	1 102 ktCO ₂ e
	Prairies	12%	2 077 ktCO ₂ e
	Forêts	24%	4 257 ktCO ₂ e
	Sols artificiels	57%	9 948 ktCO ₂ e
	Zones humides	0%	17 ktCO ₂ e

Tableau 51 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol – Source : ALEC 2022

Ventilation des stocks carbone de la CALI, 2022

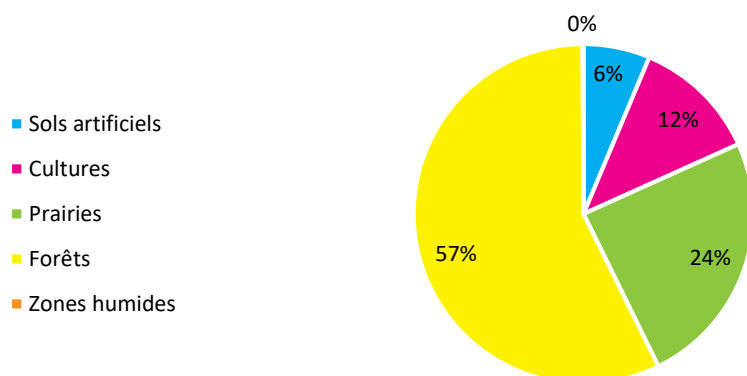


Figure 91 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, la CALI – Source : ALEC, 2022

CHIFFRES-CLEF

- La majorité des surfaces du territoire de la CALI sont de la forêt (33%) et des prairies (29%);
- En termes d'occupation des sols, les **prairies et les forêts** représentent à elles deux plus de 80% du stock carbone du territoire ;

Flux de carbone

Le flux de carbone représente ce que stocke et déstocke un territoire / un végétal sur une année. L'étude a été faite à partir des données de Changements d'Affectation des Sols (CAS) de NAFU sur le territoire de la CALI par l'ALEC.

Les principaux changements de typologie de sol sont :

Déstockage	Stockage
<ul style="list-style-type: none"> • Le défrichage ; • L'imperméabilisation ; • L'artificialisation. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plantation de végétaux ; • Photosynthèse des végétaux ; • Retour à la nature de zones urbanisées ; • Surfaces en friche ; • L'utilisation de produits bois.

Tableau 52 : Principaux changements d'usage des sols

Le déstockage carbone provient :

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

Evolution de la séquestration de carbone du territoire de la CALI, 2010-2023

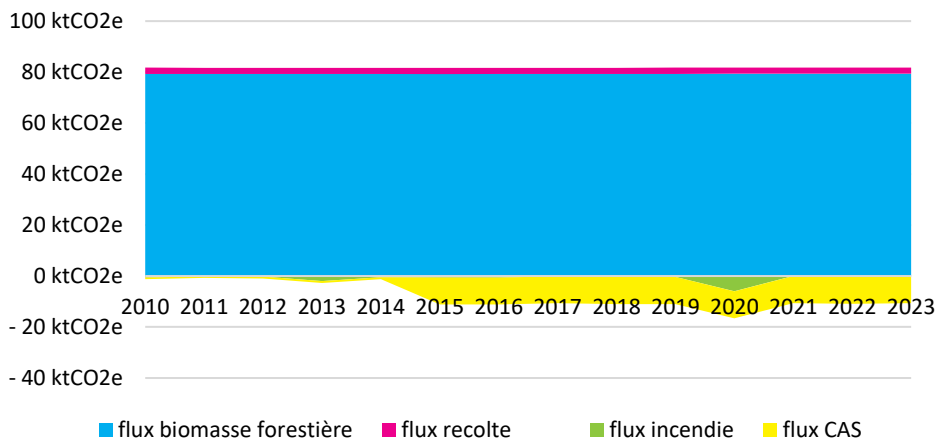


Figure 92 : Evolution de la séquestration carbone du territoire, la CALI – Source : ALEC, 2010-2023

Séquestration de carbone du territoire de la CALI, moyenne 2015–2023

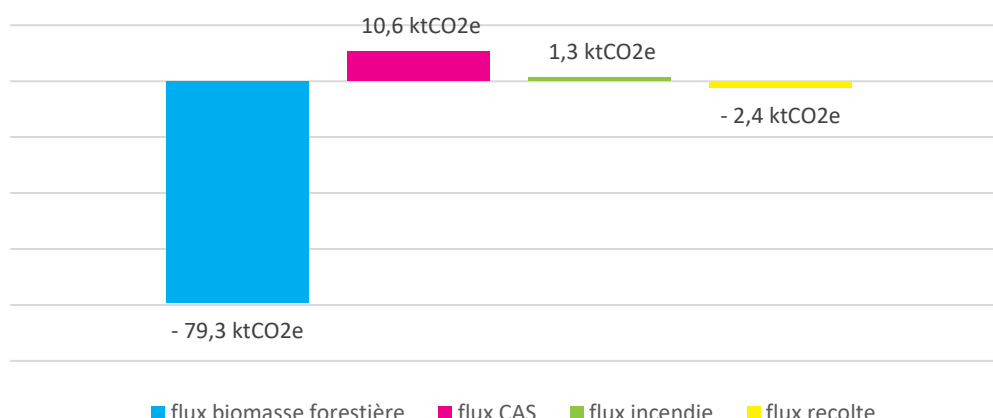


Figure 93 : Flux carbone du territoire - Source : ALEC, 2022

Le flux CAS : le Carbone Atmosphérique Séquestré (ou CAS) est la quantité de carbone captée de l'atmosphère et stockée dans un puits de carbone. Le flux indique correspond ici à un déstockage de carbone lié au changement d'affectation des sols (cf. en rose ci-dessus).

En moyenne entre 2015 et 2023, le territoire de la CALI a séquestré l'équivalent de 70 ktCO2e réparties de la manière suivante :

- **79 ktCO2e** stockées par la **croissance de la forêt** ;
- **2 ktCO2e** stockées par la récolte et l'**utilisation des produits bois** ;
- **11 ktCO2e** déstockées par le **changement d'affectation des sols** (flux CAS : flux de carbone atmosphérique séquestré)

En complément, les **incendies** de 2013 et 2020 dont à l'origine d'un déstockage de respectivement 2 ktCO2e et 6 ktCO2e.

Chaque année, le flux carbone séquestré correspond à environ 12% du bilan d'émissions de gaz à effet de serre directes du territoire.

4.2.3. Les potentiels d'augmentation du stock carbone

Potentiel brut de développement du stock carbone

Il est possible sur le territoire d'augmenter la quantité annuelle de carbone stocké par l'amélioration des pratiques agricoles. Pour calculer le potentiel local, les données de l'INRA contenues dans le rapport « Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? – potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques », paru en 2013, ont été utilisées.

Ainsi, il est possible, en théorie, si le territoire développe l'intégralité de son potentiel, de stocker annuellement **157 ktCO2e** sur le territoire.

Développement de l'agroforesterie

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

- Association de sylviculture et agriculture sur les mêmes superficies ;
- Densité d'arbres comprise entre 30 et 50 arbres par hectare ;
- Positionnement des arbres compatible avec l'exploitation agricole, notamment cohérentes avec les surfaces parcellaires. La plantation d'arbres sur l'équivalent de 30% des surfaces de cultures sur le territoire, soit entre 30 et 50 arbres par hectare permettrait de stocker 3,7 tCO2e par an et par hectare grâce à la pousse des arbres. Ce qui représenterait un stockage de **28 ktCO2e stockées par an si 30% des surfaces de cultures et prairies sont concernées** (7400 ha).

Plantation de haies

La plantation de haies en bordures de parcelles sur l'équivalent de 2% des surfaces de prairies (soit 100 mètres linéaires par ha de prairies) et 2% des surfaces cultivées (soit 60 mètres linéaires par ha de cultures) permettrait de stocker annuellement l'équivalent d'environ **9 ktCO₂e par an si 50% des cultures sont concernées**.

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

Optimisation des pratiques culturales

Le développement des cultures intermédiaires semées entre deux cultures de vente, et l'introduction des bandes enherbées en bordure de cours d'eau ou en périphérie de parcelles vise le captage supplémentaire de carbone. Le potentiel de captation carbone supplémentaire est estimé à **31 ktCO₂e si ces pratiques sont intégrées sur l'ensemble des parcelles concernées**.

Optimisation de la gestion des prairies

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

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

Le potentiel de captation carbone supplémentaire est estimé à **4k tCO₂e** si ces pratiques sont intégrées sur l'ensemble des prairies du territoire.

Séquestration supplémentaire liée à l'augmentation de la surface forestière

Il est estimé que chaque hectare de forêt supplémentaire permettrait de stocker 4,8 tCO₂e/ha et par an, due à la croissance des végétaux (photosynthèse). A ce stade, aucune estimation d'augmentation de cette surface n'a été comptabilisée.

Séquestration supplémentaire liée aux constructions neuves en produits bois

Il est estimé qu'une construction en biosourcée (ossature et charpente en bois) mobiliserait l'équivalent de 10m³ de bois. Chaque construction neuve permettrait de stocker 1,1 tCO₂e/ha.

Sur le territoire, il y a actuellement environ 350 nouvelles constructions par an, soit un gain potentiel d'environ **11 ktCO₂e/an si toutes les constructions neuves étaient en produits bois**.

Séquestration supplémentaire liée à l'arrêt de l'artificialisation

Il est estimé qu'une mise en place de la politique de zéro artificialisation nette sur le territoire permettrait d'éviter le déstockage annuel d'environ 11 ktCO₂e.

La neutralité carbone

Le graphique suivant met en parallèle les émissions de GES actuelles du territoire et son potentiel de réduction avec la séquestration annuelle de carbone actuelle et son potentiel de développement.

Mise en parallèle des potentiels de réduction des émissions de GES et d'augmentation de la séquestration carbone du territoire

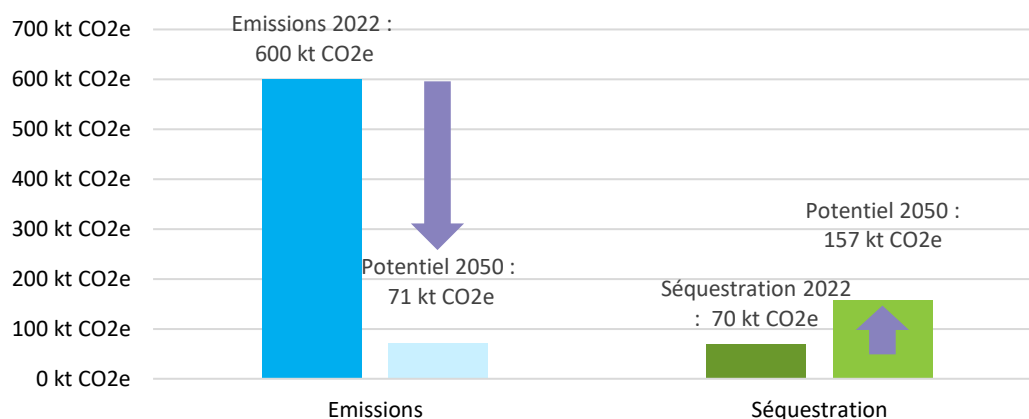


Figure 94 : Potentiel de neutralité carbone du territoire

Au vu de ses potentiels, le territoire de la CALI a le potentiel d'atteindre la neutralité carbone.

4.2.4. Enjeux mis en évidence par l'étude

Atouts

- Une grande quantité de carbone est stockée dans les sols, notamment dans les cultures, les forêts et prairies du territoire ;
- La séquestration annuelle est positive, principalement en raison de l'accroissement des forêts ;
- Des surfaces forestières importantes sur le territoire avec un potentiel de développement associé à la conversion des vignes

Faiblesse

- Il y a sur le territoire une grande part de cultures et de zones artificialisées, typologie de sols qui stockent que faiblement le carbone.
- Besoin d'accompagnement pour mieux considérer les enjeux environnementaux dans les documents de gestion et de sensibilisation des propriétaires sans document de gestion (source : étude sur le volet agricole)

Opportunités

- Le potentiel d'augmentation du stock carbone, notamment pour le secteur agricole, est très important. L'évolution des pratiques agricoles vers l'agroforesterie, la limitation du labour, etc. permettrait d'augmenter le carbone stocké, mais également de limiter les besoins en intrants pour les cultures, de les rendre plus perméables à l'eau et de limiter l'érosion ;
- Le territoire a le potentiel d'atteindre la neutralité carbone, objectif fixé pour la France à horizon 2050 dans la loi Energie-Climat ;

Menace

- Ces dernières années, la tendance de changement d'affectation des sols profite à l'artificialisation du territoire. Cette tendance pourrait se poursuivre sur les prochaines années si rien n'est fait.
- Les incendies, risque auquel est soumis le territoire, peuvent déstocker le carbone contenu dans les forêts.

Figure 95 : AFOM, volet séquestration carbone

4.3. VULNERABILITE DU TERRITOIRE AUX EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

4.3.1. Périmètre

Le territoire d'étude est celui de la CALI qui compte 45 communes et plus de 90 000 habitants. L'étude s'intéresse aux différentes vulnérabilités de l'ensemble de ces communes et à l'impact du changement climatique sur celles-ci.

- **Le PNACC** : Le 3ème Plan national d'adaptation au changement climatique prévoit 52 mesures structurées autour de cinq axes majeurs pour adapter la France à un réchauffement climatique pouvant atteindre +4°C d'ici 2100. Il vise à protéger la population contre les impacts déjà perceptibles et futurs du changement climatique, notamment en renforçant la résilience face aux canicules, inondations, sécheresses, érosion côtière et feux de forêt. Le plan met l'accent sur l'intégration systématique de l'adaptation dans toutes les politiques publiques (santé, économie, agriculture, urbanisme, etc.) et sur la territorialisation des actions, en ciblant particulièrement les zones à enjeux spécifiques comme les littoraux, montagnes, forêts et territoires agricoles. Plus de 200 actions concrètes sont prévues à court, moyen et long terme, avec une attention particulière portée au financement et à l'accompagnement des acteurs locaux et économiques. Le plan repose sur une démarche participative, impliquant l'ensemble des parties prenantes et prévoyant un suivi régulier pour ajuster les mesures en fonction de l'évolution des risques climatiques.
- **La TRACC** : la Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC)

4.3.2. Notions clés : Définition des différents concepts de vulnérabilité

Avant même d'engager une discussion autour des politiques territoriales d'adaptation au changement climatique, il semble nécessaire de rappeler quelques notions afin de poser le cadre général de la problématique. Il faut ici bien différencier les concepts d'impacts, ou d'aléas, provoqués par le changement climatique, des concepts de risque et de vulnérabilité ou encore des notions d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

Atténuation et adaptation

Bien que les définitions de ces deux notions diffèrent, elles doivent être considérées comme complémentaires. Les politiques d'adaptation au changement climatique ne doivent être que le volet inséparable et complémentaire de l'atténuation. Mener une politique d'adaptation dépourvue d'un volet ambitieux de limitation des émissions de gaz à effet de serre (GES) deviendrait illusoire, et s'apparenterait alors à « s'adapter pour continuer à faire comme avant ».

Pour rappel, voici deux définitions d'usage :

- **Atténuation du changement climatique** : les moyens mis en œuvre contribuant à la réduction et la limitation des émissions de GES dans l'atmosphère et contribuant à la protection ou l'amélioration des puits et réservoirs des GES¹⁵.
- **Adaptation au changement climatique** : « l'ajustement dans les systèmes naturels ou humains en réponse aux stimuli ou aux effets climatiques, actuels et attendus, qui modèrent les nuisances ou exploitent les opportunités bénéfiques. Différents types d'adaptation se distinguent, incluant l'anticipatrice, l'autonome et la planifiée. »¹⁶. L'ADEME en donne une autre définition, pour le moins semblable : « 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. Le 3ème **Plan national d'adaptation au changement climatique** (PNACC) prévoit 52 mesures structurées autour de cinq axes majeurs pour adapter la France à un réchauffement climatique pouvant atteindre +4°C d'ici 2100. Il vise à protéger la population contre les impacts déjà perceptibles et futurs du changement climatique, notamment en renforçant la résilience face aux canicules, inondations, sécheresses, érosion côtière et feux de forêt. Le plan met l'accent sur l'intégration systématique de l'adaptation dans toutes les politiques publiques (santé, économie, agriculture, urbanisme, etc.) et sur la territorialisation des actions, en ciblant particulièrement les zones à enjeux spécifiques comme les littoraux, montagnes, forêts et territoires agricoles. Plus de 200 actions concrètes sont prévues à court, moyen et long terme, avec une attention particulière portée au financement et à l'accompagnement des acteurs locaux et économiques. Le plan repose sur une démarche participative, impliquant l'ensemble des parties prenantes et prévoyant un suivi régulier pour ajuster les mesures en fonction de l'évolution des risques climatiques.

Exposition, sensibilité, vulnérabilité

L'exposition est le degré auquel un système, milieu ou territoire est exposé à des variations climatiques significatives sur une certaine durée. L'étude de l'exposition consiste alors à évaluer l'ampleur des variations climatiques auxquelles le territoire devra faire face, ainsi que la probabilité d'occurrence de ces variations et/ou aléas. L'exposition comprend l'ensemble de la population et du patrimoine susceptibles d'être affectés par un aléa. Il s'agit par exemple de la population, des bâtiments et infrastructures situés en zones inondables. Confronté à chacun de ces aléas, un territoire donné peut être plus ou moins affecté négativement, suivant son urbanisme, son histoire, son activité économique et sa capacité d'adaptation.

La sensibilité se rapporte à la propension d'un système (naturel ou anthropique), d'une activité ou d'une population à être affecté, favorablement ou défavorablement, par la manifestation d'un aléa ou une évolution climatique plus graduelle. Il est également nécessaire de prendre en compte que ces systèmes, activités ou populations pourront être affectés à la fois par des impacts/effets directs et indirects (évolutions graduelles et effet « cascade » qu'elles entraînent sur certains aléas). Enfin, il faut bien souligner que la sensibilité d'un territoire est largement fonction de paramètres socioéconomiques, démographiques et politiques. Par exemple, la sensibilité de deux territoires aux mêmes caractéristiques géographiques et climatiques peut être tout à fait différente. En fonction de la densité de population, des activités qui s'exercent sur le territoire et de la manière dont ce dernier est géré et protégé contre d'éventuelles crises ou aléas, la sensibilité peut être accrue ou affaiblie¹⁷.

La vulnérabilité est à rapprocher au « risque » dont l'utilisation est plus ancienne. Les réflexions sur le risque se sont progressivement penchées sur les facteurs du risque et c'est ainsi qu'a émergé la notion de vulnérabilité. Cette dernière était alors définie comme « le degré d'exposition au risque ». Cette définition trop réductrice a fait l'objet d'une conceptualisation intégrant un principe de réciprocité des processus physiques et humains. C'est-à-dire que si, l'aléa

¹⁵ OCDE, 2010

¹⁶ GIEC, IPCC, 2007

¹⁷ ADEME, 2015

climatique exerce une influence directe sur le milieu ou le fonctionnement de la société, les activités humaines ont en retour un impact sur la gravité de cette dernière ou sur la probabilité qu'un impact se déclenche. Etudier la vulnérabilité oblige ainsi la prise en compte des interrelations entre environnement et société, ainsi qu'une vision dynamique de ces dernières¹⁸.

La définition qui semble le mieux éclairer ce concept est alors celle proposée dès 2001 par le GIEC : la vulnérabilité y est entendue comme « le degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation ».

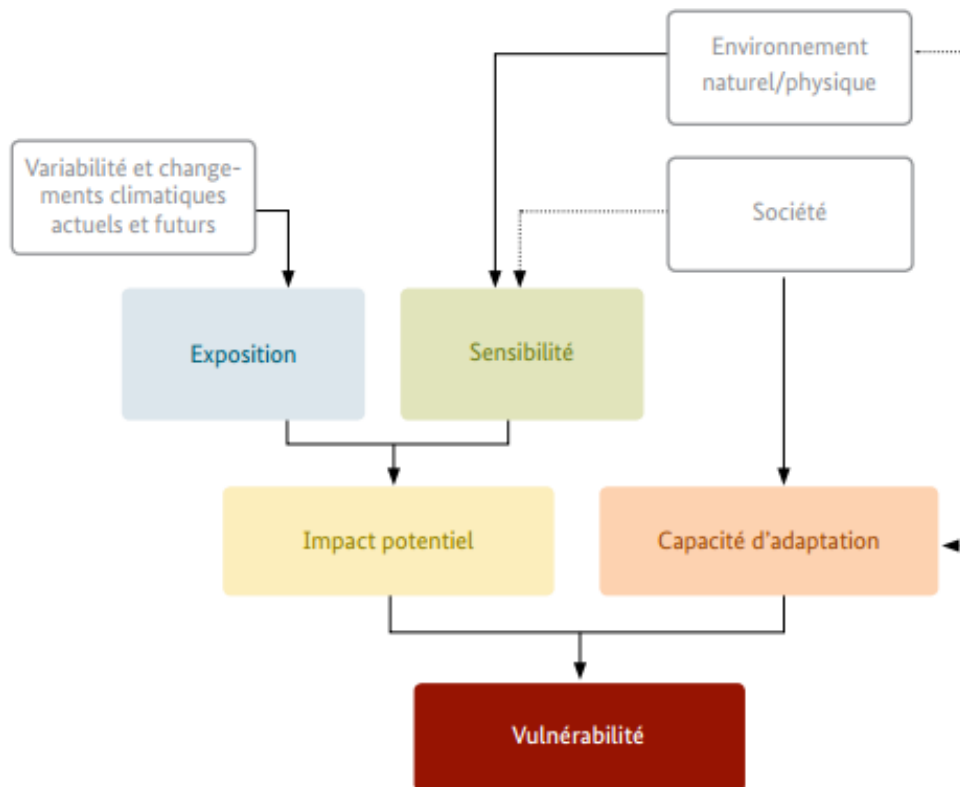


Figure 96 : Illustrations des concepts et composantes associées à la vulnérabilité (Friezsche et Al. 2015, ADEME, 2015)

4.3.3. Données sources

L'analyse se base principalement sur les données :

- Diagnostic de l'ALEC de la CALI, 2019
- Zoom de la CA_Libournais_Diagnostic et enjeux, bureau d'études AERE, 2021

¹⁸ Magnan, 2009

4.3.4. Synthèse de vulnérabilité sur la Communauté d'agglomération du Libournais



Figure 97 : Enjeux associés au changement climatique sur la CALI, Source : ÎLÖ Paysages

Cette étude nous permet de définir les secteurs du territoire d'étude les plus vulnérables au changement climatique en croisant son exposition future et sa sensibilité.

Les sept principaux enjeux du territoire portent sur :

- **La ressource en eau** : diminution de la disponibilité et dégradation de la qualité

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

- **Les inondations plus fréquentes**

Le territoire est déjà soumis au risque inondation par crue ou par submersion sur 26 communes. Ce risque tend à augmenter avec la surélévation du niveau de l'océan. Avec la multiplication des événements extrêmes (orages violents, tempête, forte pluie) causés par le changement climatique ce risque va s'intensifier. D'importants dégâts physiques et socio-économiques pourraient affaiblir le territoire et ses activités ;

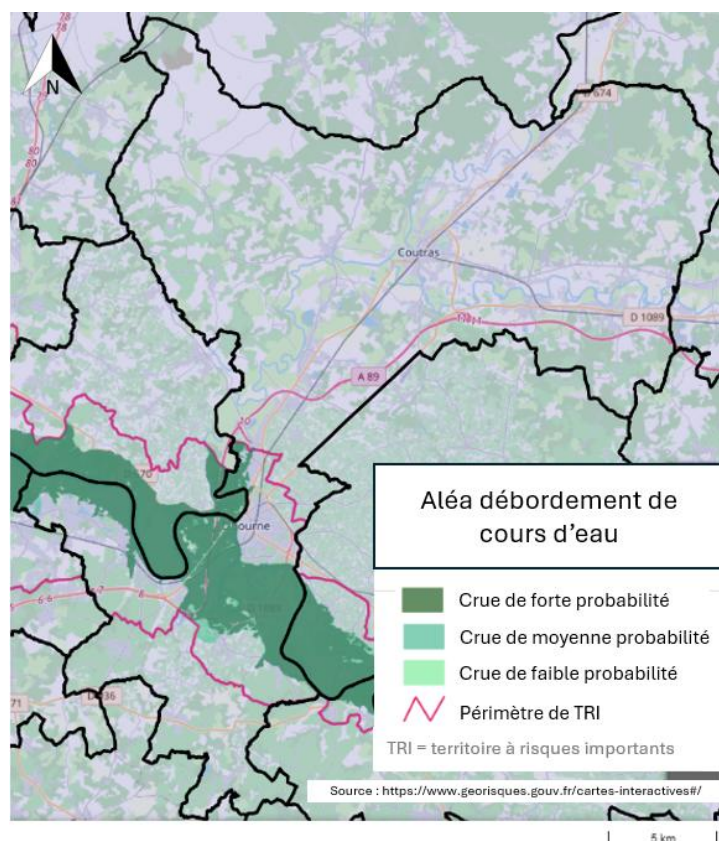


Figure 98 : Carte des zones concernées par les aléas de débordement de cours d'eau - Source : géorisque.gouv

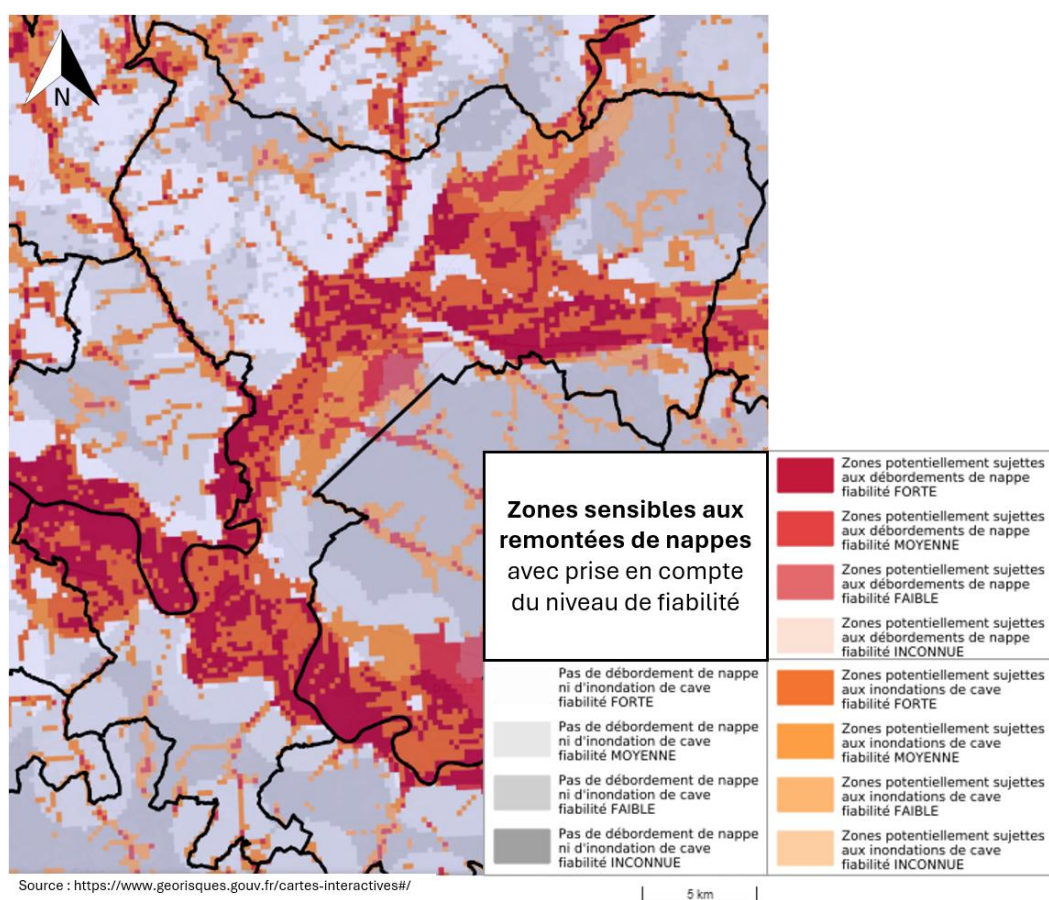


Figure 99: Carte des zones sensibles aux remontées de nappes avec prise en compte de la fiabilité - Source : géorisque.gouv

- **Les retraits-gonflement**

L'augmentation des sécheresses avec le changement climatique tend à augmenter le risque de mouvements différentiels de retrait/gonflement des argiles déjà présent sur le territoire avec une vingtaine de communes en aléa fort

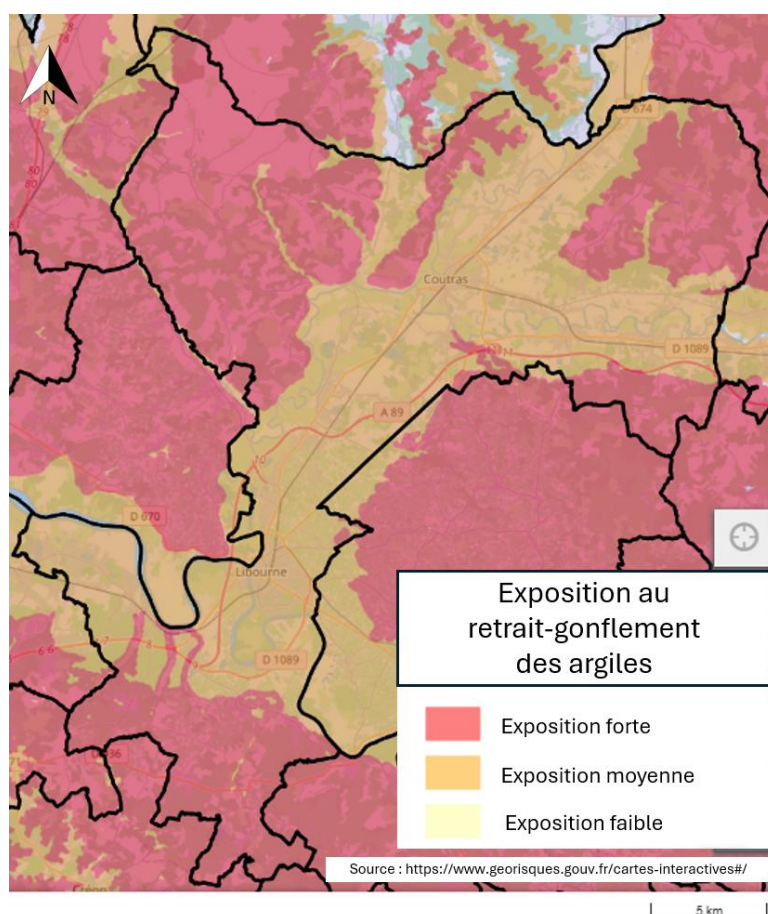


Figure 100 : Carte des zones sensibles aux remontées de nappes avec prise en compte de la fiabilité - Source : géorisque.gouv

- **L'agriculture**

Diminution des rendements agricoles à cause de l'augmentation de la fréquence des épisodes de sécheresses et de canicule qui accroissent les besoins en irrigation des cultures couplée à une baisse de la disponibilité en eau. Des restrictions des prélèvements agricoles surviennent déjà actuellement durant certaines périodes estivales ;

- **La viticulture**

Impact déjà existant (avancement des vendanges, fragilisation des rendements), qui s'amplifiera au cours des prochaines décennies avec une augmentation du taux de sucre impactant l'alcoolisation des vins, la détérioration des arômes et des changements de cépage à prévoir. De plus des risques pour le tourisme viticole sont à craindre avec une modification de la carte viticole.

- **Les forêts**

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

Les massifs forestiers vont être concernés par la migration des espèces (colonisation progressive par des essences méditerranéennes) et l'augmentation de la pression parasitaire (la hausse des températures hivernales favorisera la dispersion des insectes et potentiel de reproduction accru au printemps).

Ce risque concerne déjà l'ensemble du massif des Landes de Gascogne ainsi que la forêt Double Saintongeaise mais s'aggraverait : sans un changement notable de la composition de son couvert forestier il atteindrait un niveau de risque équivalent à celui du Sud-Est d'ici 2040. La figure ci-dessous montre qu'une majorité du territoire de la CALI est située à l'intérieur ou à moins de 200m d'une zone de végétation concernée par l'obligation de débroussaillage.

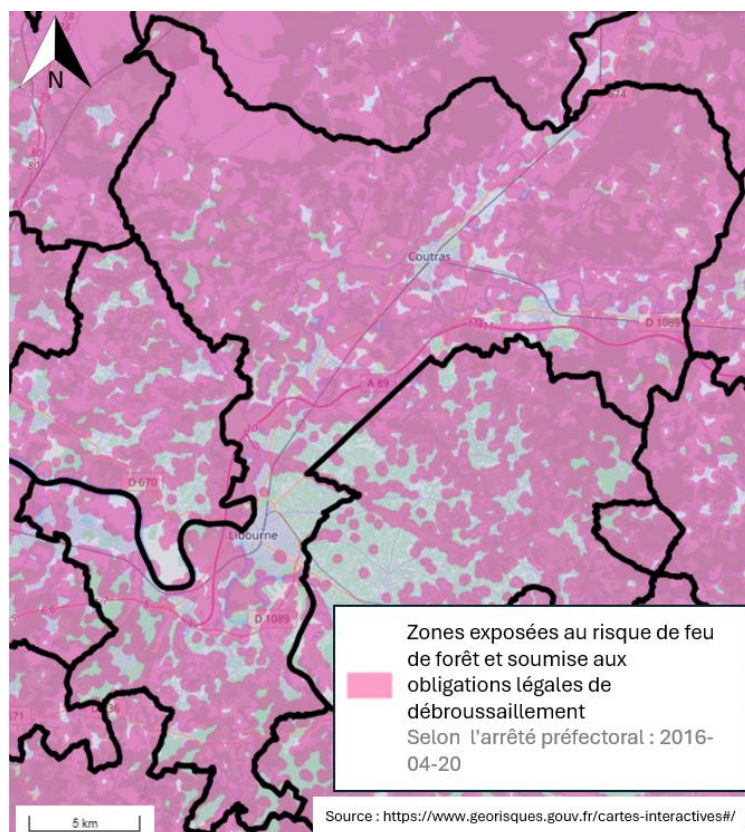


Figure 101 : Carte des zones exposées au risque de feu de forêt et soumises aux obligations légales de débroussaillage - Source : géorisque.gouv et Pigma.com

4.3.1. Détail des changements attendus

Climat général

Ce graphique (figure 102) représente l'évolution des températures moyennes sur quatre saisons, avec :

- L'été : juin, juillet et août
- L'automne : septembre, octobre et novembre
- L'hiver : décembre, janvier et février
- Le printemps : mars, avril et mai

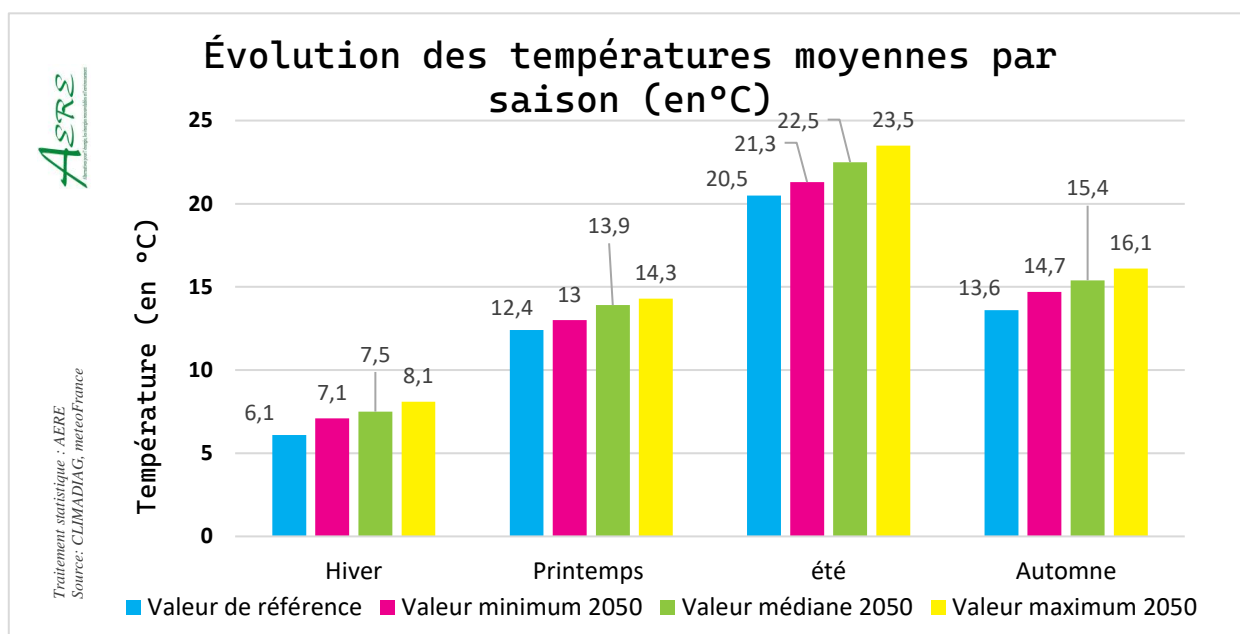


Figure 102 : Évolution des températures moyennes par saison (en °C) - Source : ClimaDiag, meteoFrance

D'ici 2050, la température moyenne devrait connaître une hausse significative pour toutes les saisons. Cette augmentation sera particulièrement marquée durant l'été, avec une prévision de 2°C de plus par rapport à la valeur de référence. Pour les autres saisons, on anticipe au moins 1°C supplémentaire. Ces changements entraîneront des répercussions majeures sur les écosystèmes et les activités humaines.

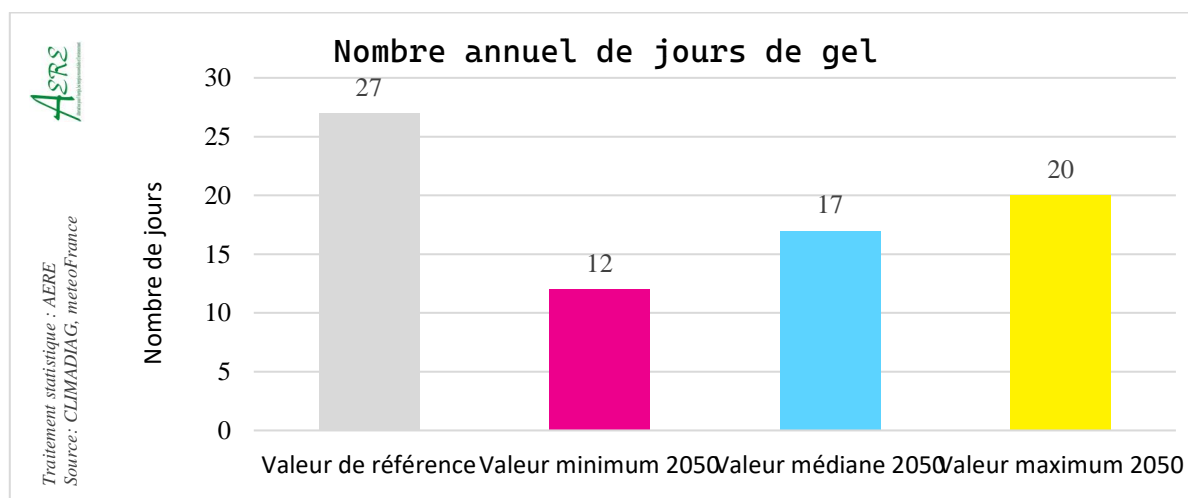


Figure 104 : Estimation du nombre annuel de jours de gel – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Un **jour de gel** se caractérise comme une journée où la température est inférieure à 0 °C à 1,50 m du sol (doit être différencié du gel du sol). Cette représentation graphique met en évidence **une nette diminution du nombre de jours de gel**, avec en moyenne une réduction de 9- 10 jours par rapport à la période de référence.

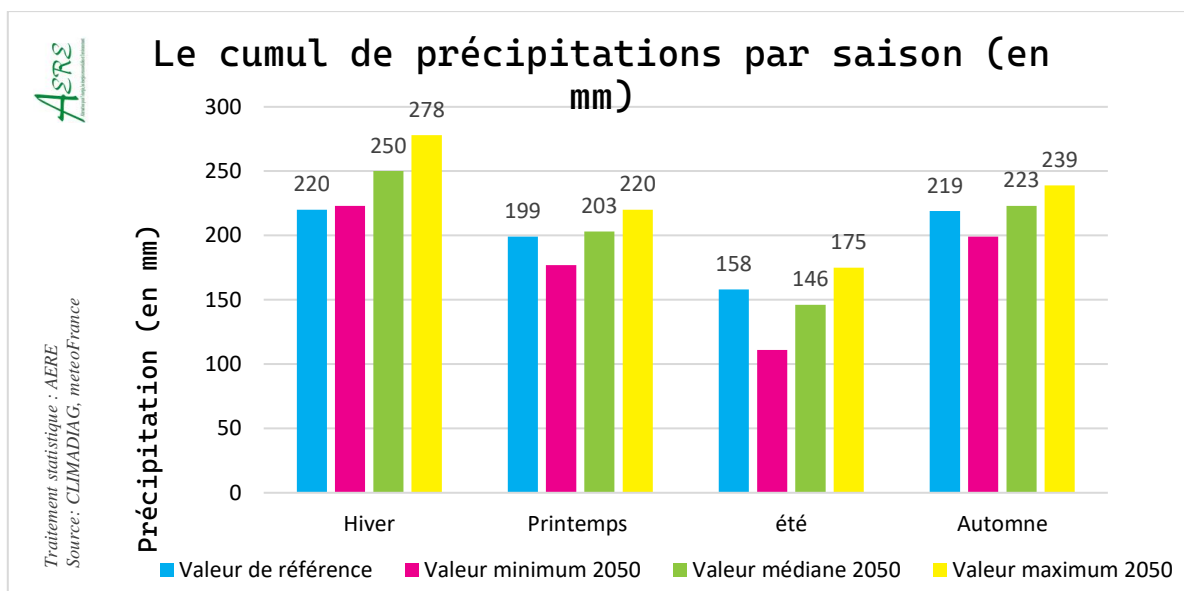


Figure 103 : Le cumul de précipitations par saison (en mm) - Source : ClimaDiag, meteoFrance

Les **cumuls de précipitations** sont exprimés en millimètres : cela signifie qu'1 mm de précipitations équivaut à la collecte d'un litre d'eau par mètre carré de surface au sol. Un jour est considéré comme ayant des précipitations lorsque la quantité d'eau recueillie dépasse 1 mm. On observe une tendance à l'augmentation des cumuls de précipitations principalement en hiver, tandis qu'ils diminuent en été. Pour les périodes intermédiaires, une légère augmentation est perceptible, mais aucun changement majeur n'est anticipé pour ces deux saisons d'ici 2050.

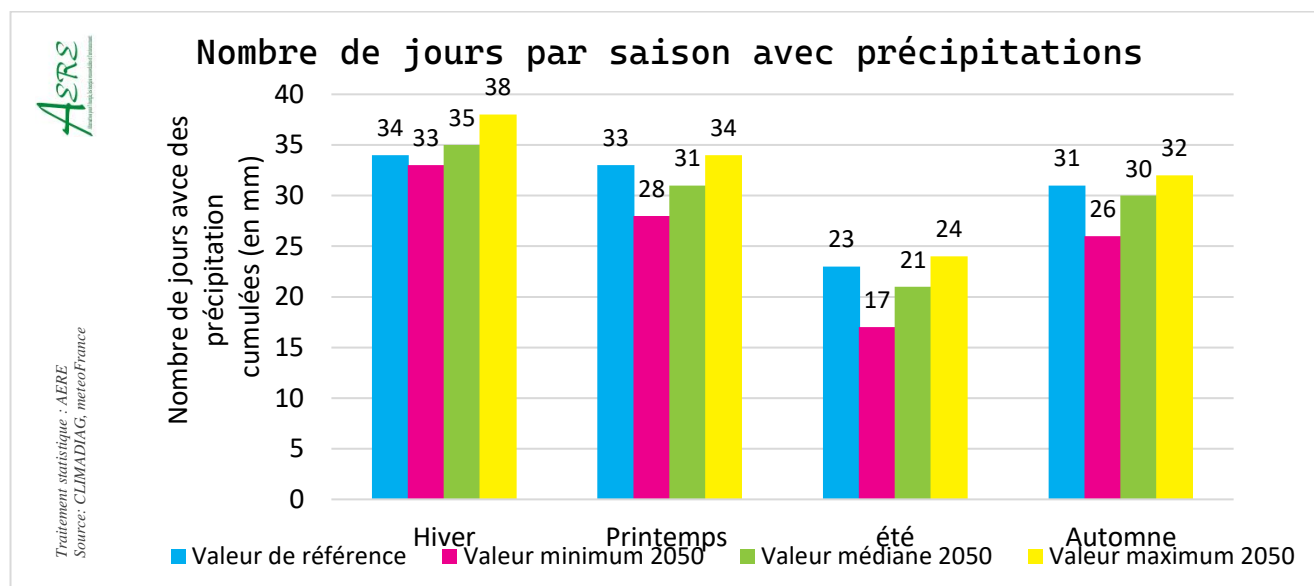


Figure 104 : Nombre de jours par saison avec précipitations – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Ce graphique représente le **nombre de jours par saison où l'on compte une précipitation**. Peu de variations sont observables sur ce graphique, bien que la **tendance semble plutôt à la hausse en hiver et à la baisse en été, ainsi que pour les saisons intermédiaires**.

Les risques naturels

On considère comme **forte précipitation** les jours de pluie où la quantité d'eau précipité est supérieur à 20mm (ou supérieur à 20 L d'eau au mètre carré).

Ce graphique illustre principalement une stabilité du nombre de jours avec de fortes précipitations.

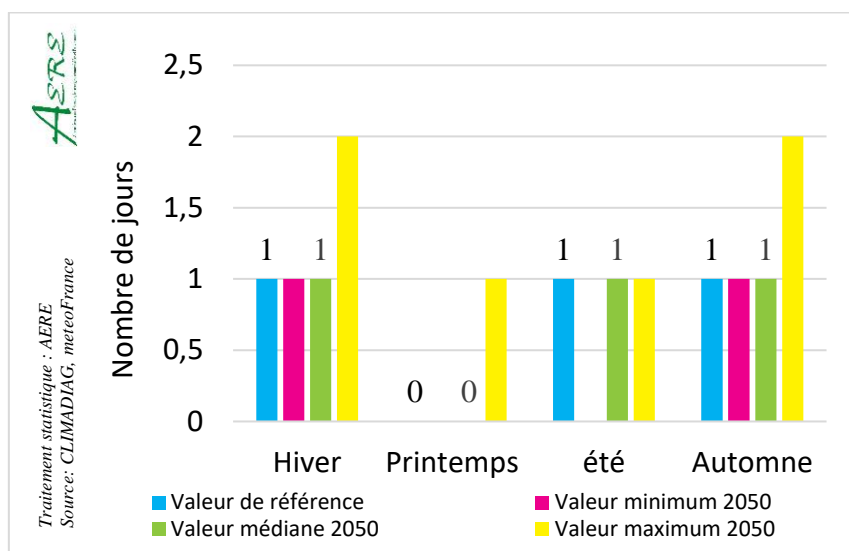


Figure 105 : Nombre de jours avec fortes précipitations – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Cependant, **certains scénarios pessimistes suggèrent une augmentation des épisodes de fortes pluies** (en hiver et en automne), ce qui pourrait conduire à une augmentation des inondations, des glissements de terrain et d'autres catastrophes naturelles

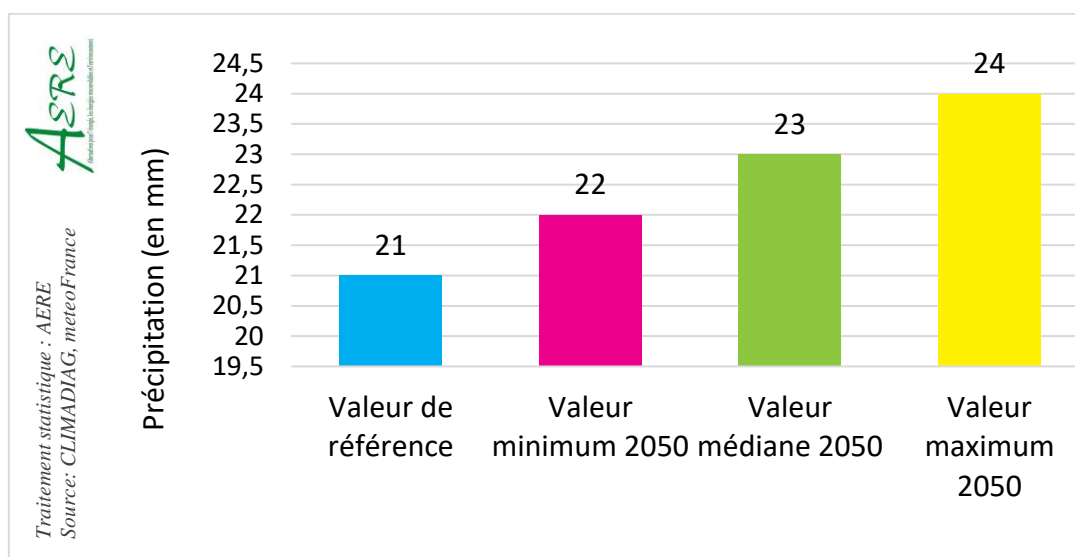


Figure 106 : Cumul de précipitations quotidiennes remarquables (en mm) – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Les précipitations remarquables, caractérisées par une valeur qui n'est dépassée en moyenne que seulement un jour sur 100, représentent généralement 3 à 4 jours par an.

Sur le graphique présenté (figure 100 ci-dessus), on constate que **le cumul des précipitations quotidiennes n'augmente que très légèrement, passant de 21 mm à 23 mm.**

Cependant, cette seule variable ne suffit pas à indiquer un risque réel d'inondation. Pour évaluer ce risque, il est nécessaire de connaître la durée sur laquelle ces 24 mm de précipitations se produisent. En effet, **une pluie est considérée comme forte lorsque la précipitation dépasse 8 mm par heure.**

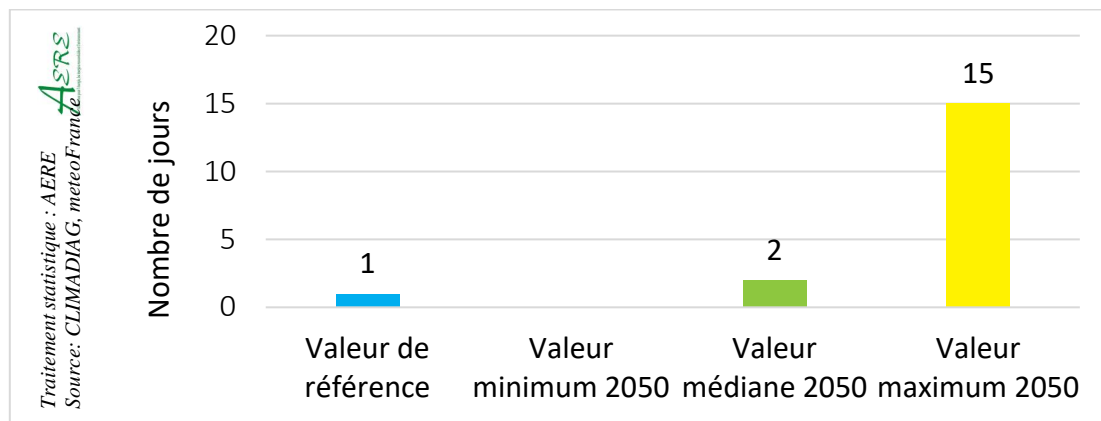


Figure 107 : Nombre de jours avec risque significatif de feu de végétation – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Une **journée est considérée à risque** lorsque l'Indice Forêt Météo (IFM) dépasse 40, un indicateur composite comprenant divers paramètres déclencheurs des feux de végétation, tels que l'indice de sécheresse, l'indice d'humus et l'indice de combustible léger. À ce jour, aucune évolution significative de ce risque n'a été observée, sauf dans le scénario pessimiste où ce risque pourrait atteindre 15 jours par an, comparativement à 1 jour pour la valeur de référence.

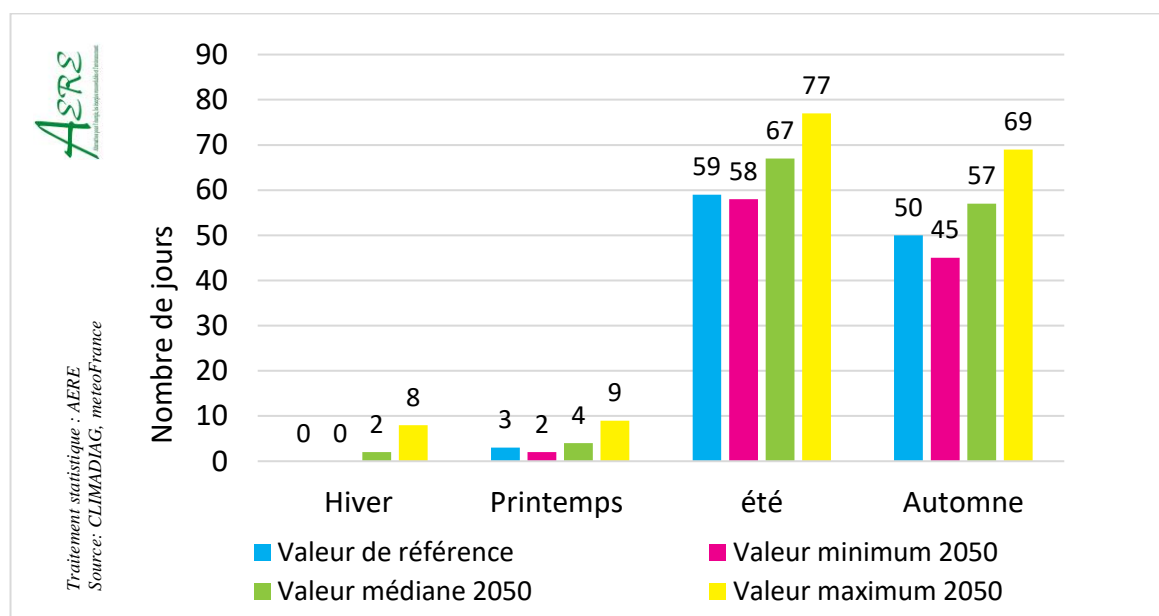


Figure 108 : Nombre de jours par saison avec sol sec – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Un jour est défini comme ayant un **sol sec** lorsque l'indice d'humidité des sols superficiels (SWI) est inférieur à 0,4. En d'autres termes, un sol est considéré comme sec lorsque la réserve d'eau disponible sur une profondeur d'environ 2 mètres (sans prendre en compte les nappes phréatiques) est **insuffisante pour soutenir le développement de la végétation**. Plus la durée de sécheresse du sol s'allonge, plus la disponibilité en eau devient **un défi pour l'agriculture** du territoire. On constate **que les périodes d'été et d'automne seront plus susceptibles d'être touchées par un sol sec en 2050**.

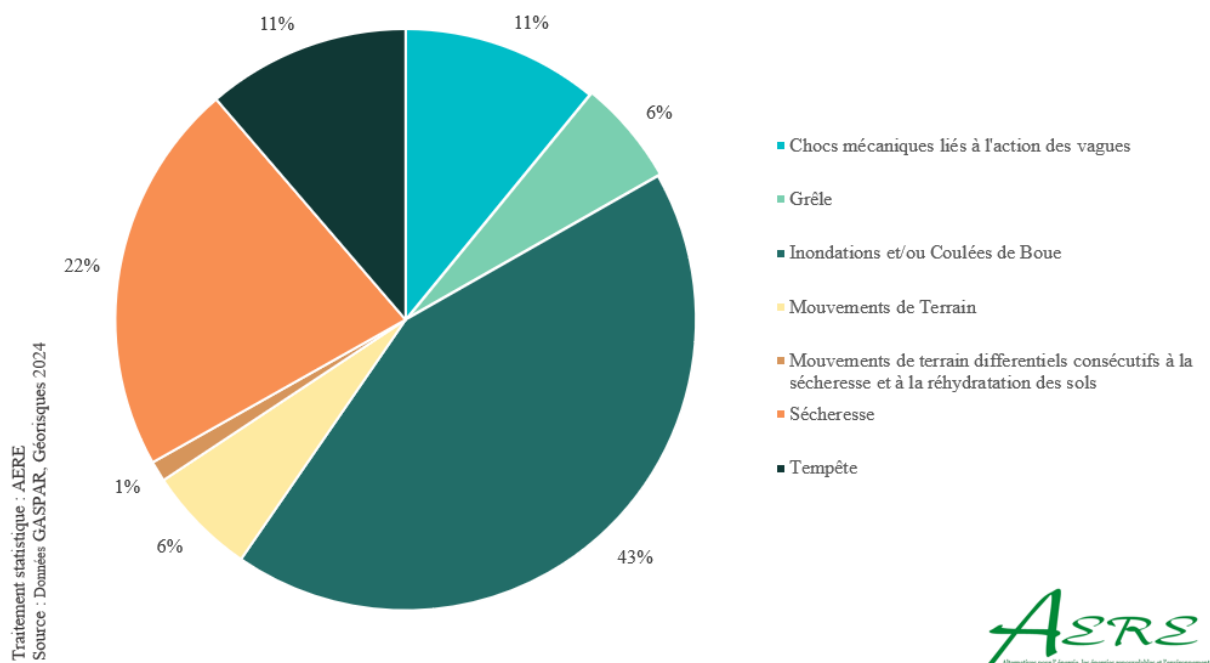


Figure 109 : Pourcentage d'arrêtés catastrophes naturelles – Source : Données GASPAP, 2024

Pour la Communauté d'Agglomération du Libournais, les **inondations** ont été le risque le plus fréquent avec **43%** des arrêtés de catastrophes naturelles publiés dans le journal officiel. Suivent la **sécheresse avec 22%**, puis les tempêtes et les chocs mécaniques liés à l'action des vagues, représentant 11% des arrêtés catastrophes naturelles.

Impact potentiel sur l'agriculture

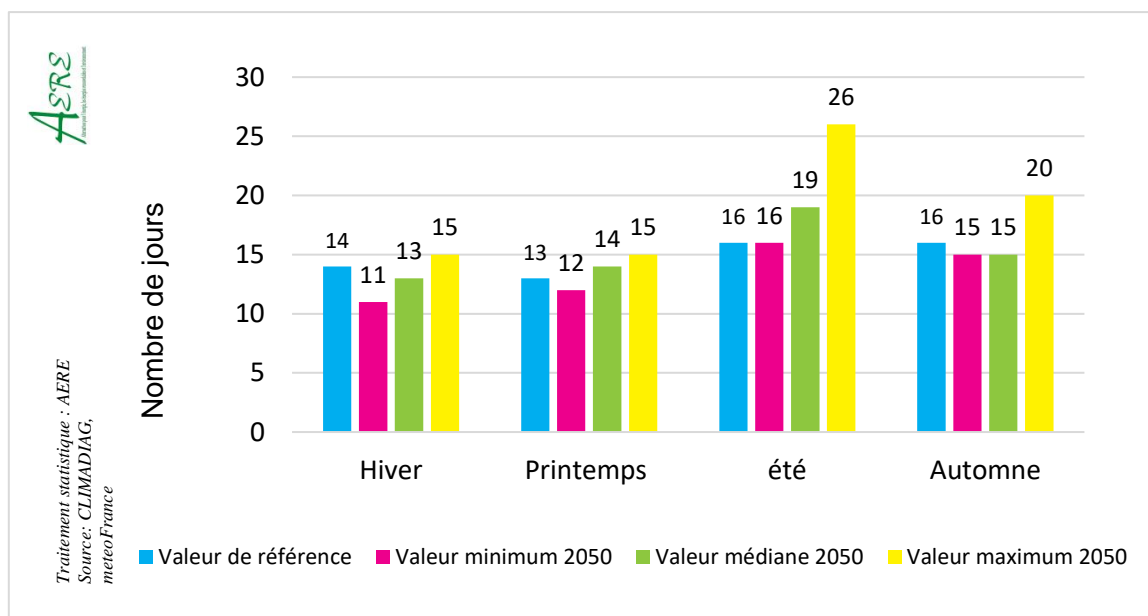


Figure 110 : Nombre de jours consécutifs sans précipitations par saison – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Un jour est considéré comme ayant des précipitations lorsque la quantité d'eau recueillie est inférieure à 1 mm, soit moins d'un litre d'eau par mètre carré. Il est notable que le **nombre de jours consécutifs sans pluie devrait augmenter, principalement pendant la saison estivale, pouvant passer de 16 jours à 26 jours** dans le scénario le plus pessimiste.

Cette augmentation progressive soulève des **inquiétudes majeures quant à l'impact sur la productivité agricole**. Les agriculteurs sont confrontés à des **défis croissants en matière de gestion de l'eau**, alors qu'ils doivent s'adapter à des

périodes prolongées de sécheresse. La hausse des jours sans pluie compromet également la disponibilité des ressources en eau pour l'irrigation, ce qui peut entraîner des **pertes de rendement et des tensions sur les systèmes agricoles**.

La reprise de la végétation est le moment où les plantes redémarrent leur cycle de croissance après l'hiver. Cela dépend principalement de la température, car les plantes ont besoin d'un certain niveau de chaleur pour "se réveiller".

Température en base 0°C et seuil de 200°C :

C'est une méthode de calcul utilisée en agronomie et en phénologie (l'étude des rythmes saisonniers des plantes). On parle ici de "somme des températures en base 0°C", ce qui signifie que l'on fait la somme des températures journalières supérieures à 0°C depuis le début de l'année.

Par exemple :

- Le 1er janvier : +3°C → on ajoute 3
- Le 2 janvier : -2°C → on n'ajoute rien (car ce n'est pas > 0°C)
- Le 3 janvier : +5°C → on ajoute 5

Le seuil empirique de 200°C a été déterminé par l'observation. En moyenne, on constate que la végétation commence à repousser (bourgeons, premières feuilles, croissance des graminées, etc.) lorsque la somme des températures > 0°C atteint environ 200°C. Cela permet de suivre l'évolution du climat d'une année sur l'autre, et de comparer les dates de reprise de la végétation d'une région ou d'une décennie à l'autre.

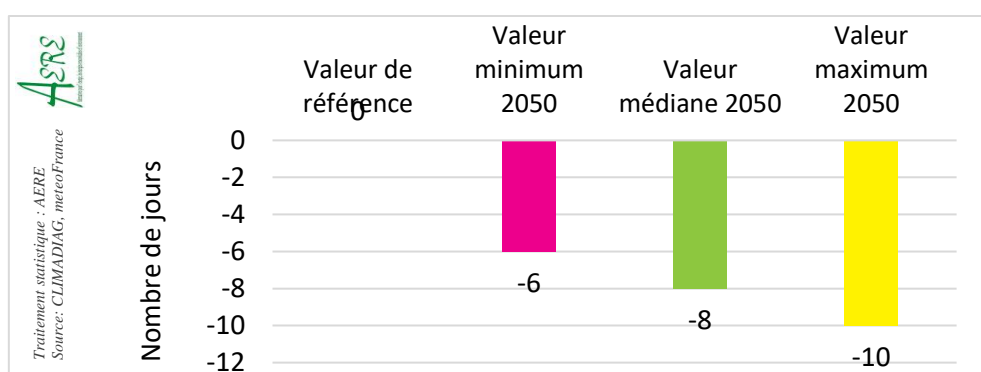


Figure 111 : Date de **reprise de la végétation** (en jour/mois) – Source : ClimaDiag, meteoFrance

On remarque que la végétation va reprendre de plus en plus tôt par rapport à l'année de références (la date de reprise de l'année de référence étant le 5 février). Dans le meilleur des cas, la végétation démarrera le 30 janvier et dans le pire des cas elle, le 26 janvier. On note un démarrage moyen de 8 jours plus précoce d'ici 2050.

Disponibilité thermique du blé : le graphique (ci-dessous) représente la disponibilité thermique du blé, qui est calculé avec la somme des températures journalières supérieures à 0°C sur les mois d'octobre à juillet. On remarque une augmentation générale des scénarios de la disponibilité thermique du blé avec une température cumulée moyenne de 3617°C d'ici 2050 contre 4047°C en référence. Une disponibilité thermique élevée peut accélérer le cycle de croissance du blé, en raccourcissant le temps du développement végétal et de sa maturation. Bien que cela puisse potentiellement permettre une augmentation des rendements, dans certaines conditions, cela peut également exposer les cultures à des risques accrus de stress hydrique et de thermique pendant des épisodes de chaleur importants.

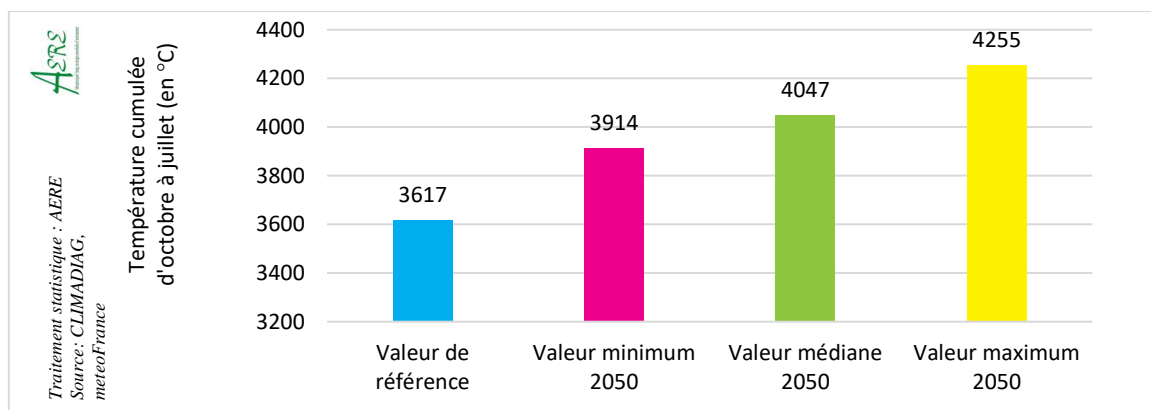


Figure 112 : Disponibilité thermique pour le blé (en °C) – Source : ClimaDiag, meteoFrance

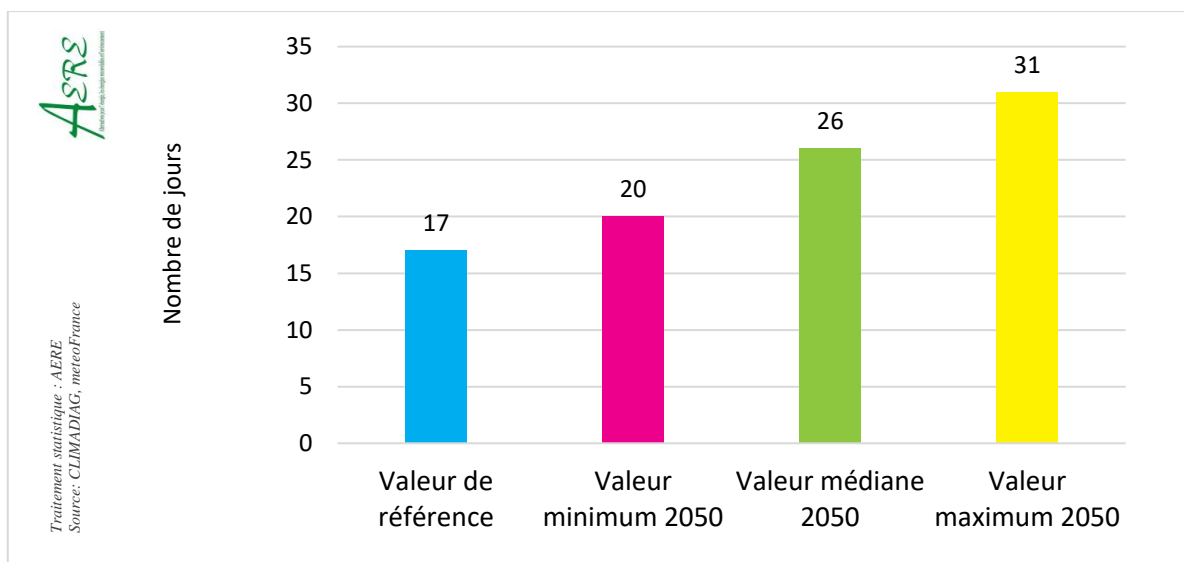


Figure 113 : Nombre de jours échaudants entre avril et juin – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Nombre de jours échaudants entre avril et juin : le graphique ci-dessus représente le nombre de jours échaudants entre avril et juin, on considère comme jours échaudants toute journée où la température maximale dépasse les 25°C. La période d'avril à juin correspond à un moment clé dans le développement des végétaux et où de trop fortes températures ont des impacts négatifs sur leurs bons développements. Le nombre de jours échaudants va augmenter de 9 jours en moyenne d'ici 2050, l'augmentation de ces journées peut affecter de nombreux écosystèmes notamment en plaçant la végétation en stress hydrique et en raréfiant les points d'eau pour la faune/bétaïls.

Impact potentiel sur la santé

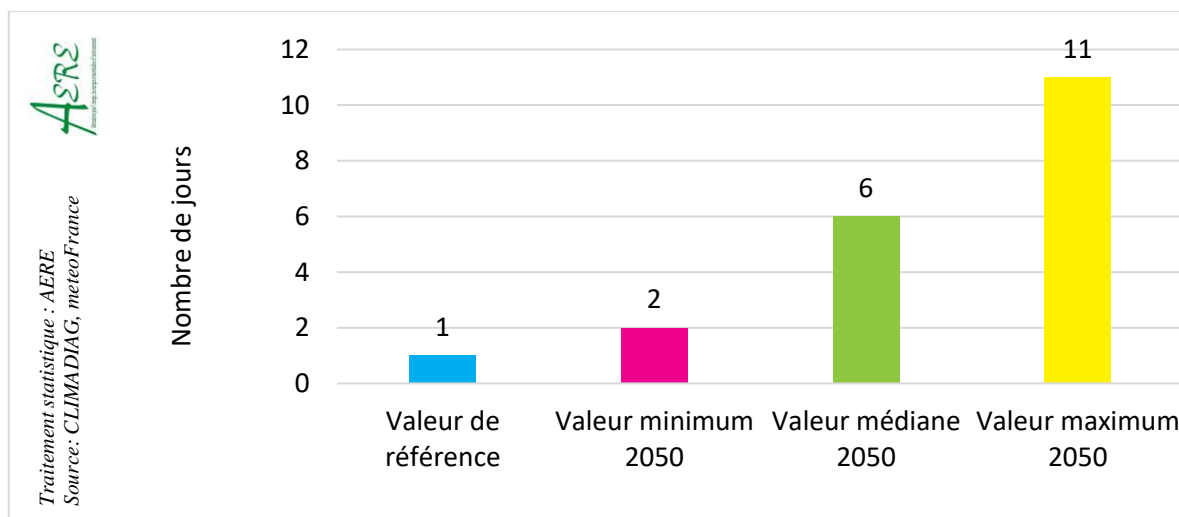


Figure 114 : Nombre annuel de jours très chaud (>35°C) – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Le **nombre de journées considérées comme très chaudes**, c'est-à-dire celles où la température dépasse 35°C sur une période de 24 heures, devrait être multiplié par 6 en moyenne d'ici 2050, passant de 1 à 6 jours par an.

Cette hausse des températures a des répercussions directes sur la santé publique, entraînant une augmentation des cas de coups de chaleur, de déshydratation et d'autres problèmes médicaux liés aux températures extrêmes. Les populations vulnérables, comme les personnes âgées, les enfants, les femmes enceintes et les personnes atteintes de maladies chroniques, sont particulièrement exposées aux risques liés à la chaleur. De plus, ces conditions climatiques exacerbent les phénomènes d'îlots de chaleur urbains.

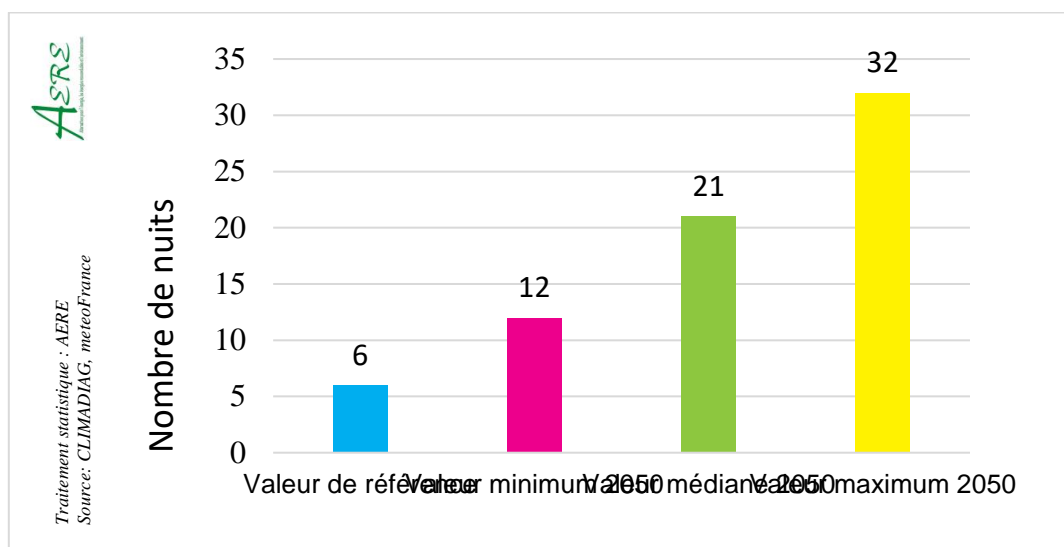


Figure 115 : Nombre annuel de nuits chaudes (>20°C) – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Le **nombre de nuits chaudes**, définies comme des nuits où la température ne descend pas en dessous de 20°C, devrait être multiplié par **3.5 d'ici 2050, passant en moyenne de 6 à 21 nuits par an**.

Ces phénomènes, outre le fait de mal dormir, ont des conséquences graves sur l'organisme qui peut récupérer seulement en dessous de 20°C, ce qui va directement affecter la population et tous particulièrement les populations vulnérables, telles que les personnes âgées, les enfants, les femmes enceintes et les personnes souffrant de maladies chroniques. Ces conditions climatiques ont tendance à aggraver les phénomènes d'îlots de chaleur urbain.

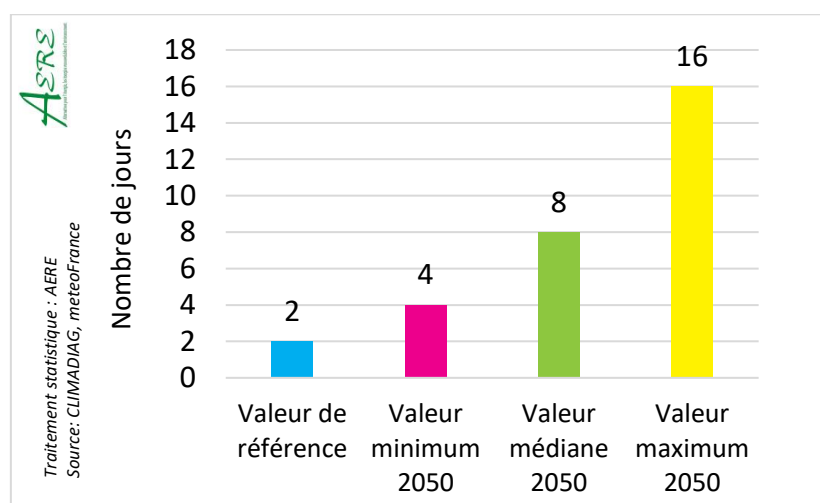


Figure 116 : Nombre annuel de jours en vague de chaleur – Source : ClimaDiag, meteoFrance

Les vagues de chaleur (figure 117) sont définies comme des épisodes d'été d'au moins 5 jours consécutifs, où la température dépasse les normales saisonnières d'au moins 5 °C. Les données indiquent une augmentation significative de la fréquence de ces vagues, qui devraient être multipliées par 4 en moyenne d'ici 2050 en passant de 2 à 8 vagues par an. En plus d'impacter significativement notre environnement, les vagues de chaleur affaiblissent notre organisme en s'installant sur la durée et touche en premier les personnes vulnérables. **Ces conditions climatiques ont tendance à aggraver les phénomènes d'îlots de chaleur urbains.**

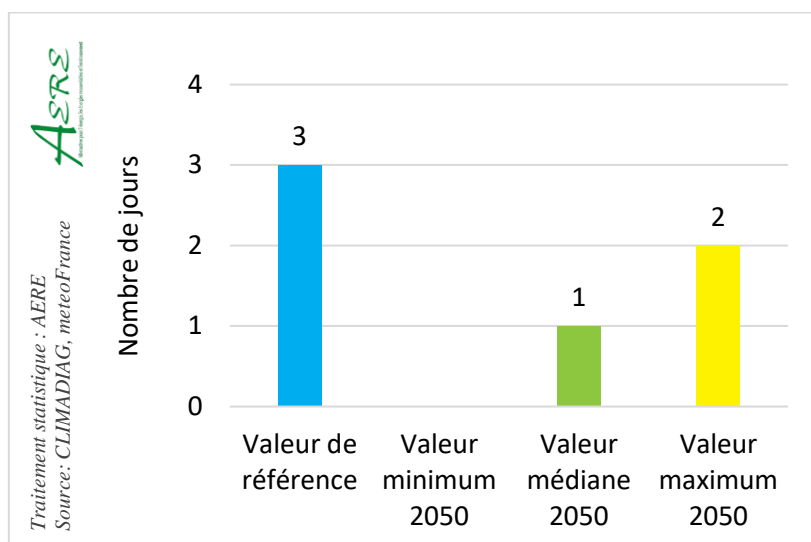


Figure 118 : Nombre annuel de jours en vague de froid – Source : ClimaDiag, meteoFrance

À l'inverse des vagues de chaleur, **les vagues de froid** correspondent à des épisodes d'hiver d'au moins 5 jours consécutifs, où la température est inférieure aux normales de saison d'au moins 5°C. On observe une légère baisse de ces vagues de froid, passant de **3 à 1 jour par an**. Bien que cette diminution n'ait pas d'impact significatif sur la santé, elle entraîne des modifications des paramètres environnementaux.

Impact potentiel sur le tourisme

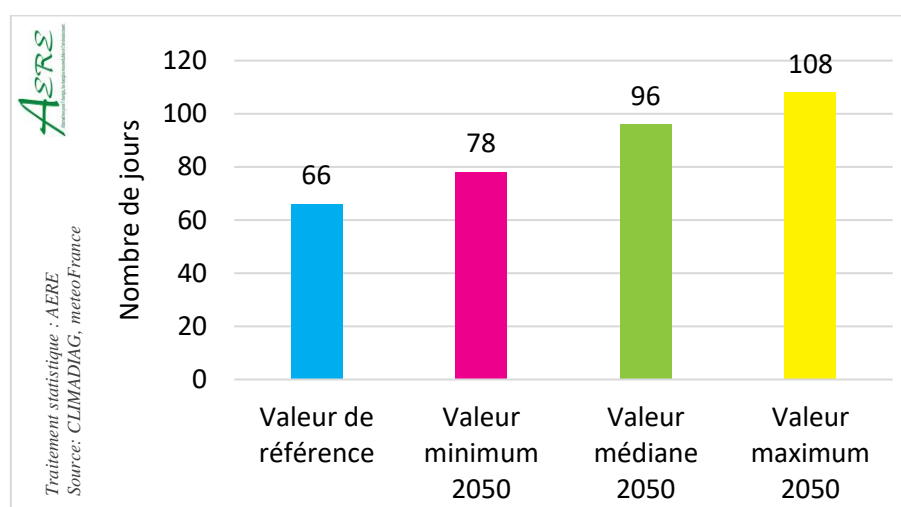


Figure 119 : Nombre annuel de jours estivaux – Source : ClimaDiag, meteoFrance

D'ici 2050, le nombre de jours considérés comme estivaux, avec des températures maximales atteignant au moins 25°C, devrait augmenter de manière significative. Passant d'une moyenne de 66 jours par an à 96 jours par an, cette tendance reflète un changement climatique qui entraînera des périodes estivales plus longues et potentiellement plus chaudes.

L'augmentation prévue du nombre de jours estivaux peut sembler favorable au développement touristique, mais elle est contrebalancée par l'augmentation des nuits tropicales et des vagues de chaleur. Dans un territoire sans accès direct à l'océan, comme c'est le cas pour la CALI, les avantages du réchauffement climatique pour le secteur touristique pourraient être limités. De plus, une éventuelle diminution des cours d'eau, qui sont des attractions touristiques importantes, pourrait également affecter le tourisme local. En général, **les prévisions suggèrent que le sud de la France pourrait perdre du flux touristique au profit de régions comme la Bretagne ou la Normandie.**

GLOSSAIRE

GLOSSAIRE

ABC Association Bilan Carbone

L'outil Bilan Carbone® de l'ABC permet d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre « énergétiques » et « non énergétiques » des secteurs d'activités tels que le résidentiel, l'industrie, le tertiaire, l'agriculture, les déchets, l'alimentation, la construction et la voirie et les transports.

Adaptation Un concept défini par le Troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat comme « l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réponse à des stimuli climatiques ou à leurs effets, afin d'atténuer les effets néfastes ou d'exploiter des opportunités bénéfiques. »

ADEME Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

AASQA Association agréée de surveillance de la qualité de l'air

AEU Approche environnementale de l'urbanisme

Méthodologie au service des collectivités locales et des acteurs de l'urbanisme pour les aider à prendre en compte les principes et finalités du développement durable dans leurs projets.

AFPG Association Française des Professionnels de la Géothermie

Agreste Agreste est l'espace du service statistique du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.

Albédo L'albédo du système Terre-atmosphère est la fraction de l'énergie solaire qui est réfléchi vers l'espace. Sa valeur est comprise entre 0 et 1. Plus une surface est réfléchissante, plus son albédo est élevé

Aléas Le changement climatique est susceptible de provoquer des aléas, c'est-à-dire des événements pouvant affecter négativement la société. Ces aléas ont une certaine probabilité de se produire, variable suivant l'aléa considéré.

AVAP Aire de Mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine
Elle met en place une zone protégée pour des raisons d'intérêt culturel, architectural, urbain, paysager, historique ou archéologique. Il ne s'agit pas de documents d'urbanisme, mais d'un ensemble de prescriptions.

AZI Atlas des Zones Inondables

Ce sont des outils cartographiques de connaissance des phénomènes d'inondations susceptibles de se produire par débordement des cours d'eau. Ils sont construits à partir d'études hydro géomorphologiques à l'échelle des bassins hydrographiques.

B(a)P benzo(a)pyrène

BEGES Bilan des Émissions de Gaz à Effet de Serre

Il s'agit d'un bilan réglementaire et de ce fait obligatoire pour de nombreux acteurs.

BILAN GES Un bilan GES est une évaluation de la masse totale de GES émises (ou captées) dans l'atmosphère sur une année par les activités d'une organisation. Il permet d'identifier les principaux postes d'émissions et d'engager une démarche de réduction concernant ces émissions par ordre de priorité.

Bio GNV Bio Gaz Naturel Véhicule

Le bioGNV est une version renouvelable du GNV qui a les mêmes caractéristiques que ce dernier. Cependant le bioGNV est produit par la méthanisation des déchets organiques.

Biogaz	Le biogaz est un gaz combustible, mélange de méthane et de gaz carbonique, additionné de quelques autres composants.
Biométhane	Gaz produit à partir de déchets organiques.
Bois énergie	Bois énergie est le terme désignant les applications du bois comme combustible en bois de chauffage. Le bois énergie est une énergie entrant dans la famille des bioénergies car utilisant une ressource biologique. Le bois énergie est considéré comme étant une énergie renouvelable car le bois présente un bilan carbone neutre (il émet lors de sa combustion autant de CO ₂ qu'il n'en a absorbé durant sa croissance).
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BTEX	benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
CESI	Chauffe-Eaux Solaires Individuels
CFC	Chlorofluorocarbure
CH₄	Méthane
CIRC	Centre international de recherche contre le cancer
Chaleur fatale	C'est une production de chaleur dérivée d'un site de production, qui n'en constitue pas l'objet premier, et qui, de ce fait, n'est pas nécessairement récupérée. Les sources de chaleur fatale sont très diversifiées. Il peut s'agir de sites de production d'énergie (les centrales nucléaires), de sites de production industrielle, de bâtiments tertiaires d'autant plus émetteurs de chaleur qu'ils en sont fortement consommateurs comme les hôpitaux, de réseaux de transport en lieu fermé, ou encore de sites d'élimination comme les unités de traitement thermique de déchets.
Changement d'affectation des sols	Lorsqu'un terrain est artificialisé, les sols déstockent du carbone et provoque un changement d'affectation.
CNRM	Centre National de Recherches Météorologiques
CO	monoxyde de carbone
CO₂	dioxyde de carbone
COP	Coefficient de Performance. Le COP d'un climatiseur ou d'une pompe à chaleur se traduit par le rapport entre la quantité de chaleur produite par celle-ci et l'énergie électrique consommée par le compresseur.
Corine Land Cover	Corine Land Cover est une base de données européenne d'occupation biophysique des sols. Ce projet est piloté par l'Agence européenne de l'environnement et couvre 39 États.
COV(NM)	Composé Organique Volatil (Non Méthanique)
Danger	Événement de santé indésirable tel qu'une maladie, un traumatisme, un handicap, un décès. Par extension, le danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire, organique ou physiologique, lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique (exemple : un polluant atmosphérique), physique (exemple : un rayonnement) ou biologique (exemple : un grain de pollen). Ces dysfonctionnements peuvent entraîner ou aggraver des pathologies. Par extension, les termes « danger » et « effet sur la santé » sont souvent intervertis.
DISAR	Le DISAR est un outil d'affichage de tableau et de restitution des documents. Les données sont issues des enquêtes réalisées par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Elles sont présentées sous forme de tableaux. Les documents offrent des commentaires sur les données issues des enquêtes réalisées par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.
ECS	Eau chaude sanitaire

EEA	Agence européenne de l'Environnement
EF	Energie Finale La consommation énergétique des utilisateurs finaux, en d'autres termes, l'énergie délivrée aux consommateurs.
Enjeu	L'enjeu, ou l'exposition, comprend l'ensemble de la population et du patrimoine susceptible d'être affecté par un aléa. Il s'agit par exemple de la population, des bâtiments et infrastructures situés en zone inondable. Confronté à chacun de ces aléas, un territoire donné peut être plus ou moins affecté négativement, suivant son urbanisme, son histoire, son activité économique et sa capacité d'adaptation.
EnR	Énergie Renouvelable
EnR&R	Energie Renouvelable et de Récupération
Éolienne	Une éolienne est une machine tournante permettant de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie cinétique de rotation, exploitable pour produire de l'électricité.
EP	Energie Primaire La première énergie directement disponible dans la nature avant toute transformation. Comme exemple, on peut citer le bois, le pétrole brut, le charbon, etc. Si l'énergie primaire n'est pas utilisable directement, elle est transformée en une source d'énergie secondaire afin d'être utilisable et transportable facilement.
EPCI	Etablissement Public de Coopération Intercommunale
EqHab	Equivalent Habitants
Exposition	Désigne, dans le domaine sanitaire, le contact (par inhalation, par ingestion...) entre une situation ou un agent dangereux (exemple : un polluant atmosphérique) et un organisme vivant. L'exposition peut aussi être considérée comme la concentration d'un agent dangereux dans le ou les milieux pollués (exemple : concentration dans l'air d'un polluant atmosphérique) mis en contact avec l'homme.
FE	Facteur d'Émissions
Forçage climatique	Perturbation d'origine extérieure au système climatique qui impacte son bilan radiatif c'est-à-dire l'équilibre entre les pertes et les gains d'énergie du système climatique de la planète
GASPAR	La base de données GASPAR est un inventaire national des arrêtés de catastrophes naturelles.
Géothermie	La géothermie (du grec « gē » qui signifie terre et « thermos » qui signifie chaud) est l'exploitation de la chaleur du sous-sol. Cette chaleur est produite pour l'essentiel par la radioactivité naturelle des roches constitutives de la croûte terrestre. Elle provient également, pour une faible part, des échanges thermiques avec les zones internes de la Terre dont les températures s'étagent de 1 000°C à 4 300°C.
GES	Gaz à Effet de Serre La basse atmosphère terrestre contient naturellement des gaz dits « Gaz à Effet de Serre » qui permettent de retenir une partie de la chaleur apportée par le rayonnement solaire. Sans cet « effet de serre » naturel, la température à la surface de la planète serait en moyenne de -18°C contre +14°C actuellement. L'effet de serre est donc un phénomène indispensable à la vie sur Terre. Bien qu'ils ne représentent qu'une faible part de l'atmosphère (moins de 0,5%), ces gaz jouent un rôle déterminant sur le maintien de la température. Par conséquent, toute modification de leur concentration déstabilise ce système naturellement en équilibre.
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
GNV	Gaz Naturel Véhicule Le Gaz Naturel Véhicule est du gaz naturel utilisé comme carburant soit sous forme comprimé appelé Gaz Naturel Comprimé (GNC), soit sous forme liquide appelé Gaz Naturel Liquide (GNL). Sous forme comprimée, le GNV est délivré via des réseaux de distribution.

GPL	Gaz de pétrole liquéfié
GWh	Gigawattheure. 1 GWh = 1 000 000 kWh
HAP	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
HCFC	Hydrochlorofluorocarbures
Hydroélectricité ou énergie hydraulique	L'énergie hydroélectrique est produite par transformation de l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique puis électrique.
IAA	Industrie Agroalimentaire
ICPE	Installation Classée pour l'Environnement Toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains est une installation classée.
ICU	Illet de Chaleur Urbain Cette notion fait référence à un phénomène d'élévation de température localisée en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines
Impact sur la santé	Estimation quantifiée, exprimée généralement en nombre de décès ou nombre de cas d'une pathologie donnée, et basée sur le produit d'une relation exposition-risque, d'une exposition et d'un effectif de population exposée.
INIES	INIES est la base nationale de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires pour le bâtiment.
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
ISDI	Installation de stockage de déchets inertes
ISDND	Installation de Stockage de Déchets non Dangereux
kWc	Kilowatt crête C'est la puissance nominale, c'est-à-dire la puissance électrique fournie par un panneau ou une installation dans les conditions de test standard (STC= Standard Test Conditions). Cette puissance sert de valeur de référence et permet de comparer différents panneaux solaires.
LTECV	Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte
Méthanisation	La méthanisation (encore appelée digestion anaérobie) est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène (réaction en milieu anaérobie).
mNGF	mètres Nivellement Général de la France Cette unité constitue un réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire Français métropolitain, ainsi qu'en Corse.
Mouvement de terrain	Déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol. Ce mouvement est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques.
Mtep	Million de tonnes équivalent pétrole
MWh	Mégawattheure. 1 MWh = 1000 kWh
N₂	Azote
NégaWatt	Association fondée en 2011 prônant l'efficacité et la sobriété énergétique.
NH₃	Ammoniac
NO₂	Dioxyde d'azote
NOx	Oxydes d'azote
O₂	Dioxygène
O₃	Ozone

OMR	Ordures Ménagères Résiduelles
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
P.O.PE	Loi française de Programmation d’Orientation de la Politique Energétique
PAC	<p>Pompe À Chaleur</p> <p>La pompe à chaleur est un équipement de chauffage thermodynamique dit à énergie renouvelable. La PAC prélève les calories présentes dans un milieu naturel tel que l'air, l'eau, la terre ou le sol, pour la transférer en l'amplifiant vers un autre milieu par exemple un immeuble ou un logement, pour le chauffer.</p>
PADD	Projet d’Aménagement et de Développement Durables
PAPI	<p>Programmes d’Actions de Prévention des Inondations</p> <p>Ils ont pour objectif de promouvoir une gestion intégrée des risques d’inondations en vue de diminuer les conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques ainsi que l’environnement.</p>
PCAET	Plan Climat Air Energie Territorial
PCI	<p>Pouvoir Calorifique Inférieur</p> <p>Quantité théorique d'énergie contenue dans un combustible. Le « PCI » désigne la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une unité de masse de produit (1kg) dans des conditions standardisées. Plus le PCI est élevé, plus le produit fournit de l'énergie.</p>
PCIT	Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux
PER	<p>Plan d’Exposition aux Risques</p> <p>Anciens documents d’urbanisme visant l'interdiction de nouvelles constructions dans les zones les plus exposées d'une part, et des prescriptions spéciales pour les constructions nouvelles autorisées dans les zones moins exposées, associées à la prescription de travaux pour réduire la vulnérabilité du bâti existant, d'autre part.</p>
PHEC	Plus Hautes Eaux Connues
Phénologie	Etude de l'influence des climats sur l'évolution des règnes végétal et animal
Photosynthèse	Processus par lequel les plantes vertes synthétisent des matières organiques grâce à l'énergie lumineuse, en absorbant le gaz carbonique de l'air et en rejetant l'oxygène.
PLU	<p>Plan Local d'Urbanisme</p> <p>Document d'urbanisme qui détermine les conditions d'aménagement et d'utilisation des sols.</p>
PLUi	Plan Local d’Urbanisme Intercommunal
PM	Particules en suspension (particulate matter)
PM₁₀	Particules de diamètre inférieur à 10 microns
PM_{2,5}	Particules de diamètre inférieur à 2,5 microns
PNR	Parcs Naturels Régionaux
Poste de raccordement	Poste qui permet de raccorder l’énergie issue des différentes sources de production
PPR	<p>Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles</p> <p>Document de l’État réglementant l’utilisation des sols à l’échelle communale, en fonction des risques auxquels ils sont soumis.</p>
PPRi	Plan de Prévention du Risque d’Inondation
PREPA	Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques
PRG	<p>Pouvoir de Réchauffement Global</p> <p>Unité qui permet la comparaison entre les différents gaz à effet de serre en termes d’impact sur le climat sur un horizon (souvent) fixé à 100 ans. Par convention, PRG100 ans (CO₂) = 1.</p>

ptam	Pression atmosphérique
Puits net ou séquestration nette	Quand le flux entrant est supérieur au flux sortant, les réservoirs forestiers représentent un puits net. Il s'agit donc d'une augmentation du stock de carbone. Ce processus permet de retirer (et séquestrer) du carbone de l'atmosphère.
PV	Photovoltaïque
Relation exposition-risque (ou relation dose-réponse)	Relation spécifique entre une exposition à un agent dangereux (exprimée, par exemple, en matière de concentrations dans l'air) et la probabilité de survenue d'un danger donné (ou « risque »). La relation exposition-risque exprime donc la fréquence de survenue d'un danger en fonction d'une exposition.
Réseau de distribution	Ce réseau est destiné à acheminer l'électricité à l'échelle locale, c'est-à-dire aux utilisateurs en moyenne et en basse tension. Son niveau de tension varie de 230 à 20 000 volts.
Réseau de transport et d'interconnexion	Ce réseau est destiné à transporter des quantités importantes d'énergie sur de longues distances. Son niveau de tension varie de 60 000 à 400 000 volts.
Réservoir de carbone	Système capable de stocker ou d'émettre du carbone. Les écosystèmes forestiers (biomasse aérienne et souterraine, sol) et les produits bois constituent des réservoirs de carbone.
Risque	Le risque est la résultante des trois composantes : aléa, enjeu et vulnérabilité.
Risque pour la santé	Probabilité de survenue d'un danger causée par une exposition à un agent dans des conditions spécifiées.
RMQS	Le Réseau de Mesures de la Qualité des Sols Il s'agit d'un outil de surveillance des sols à long terme.
RT	Réglementation Thermique
RTE	Réseau de Transport d'Électricité
S3REnR	Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables
SAU	Surface agricole utile Surface forestière déclarée par les exploitants agricoles comme utilisée par eux pour la production agricole
SCOT	Schéma de COhérence Territorial
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
Séquestration de carbone	La séquestration de carbone est le captage et stockage du carbone de l'atmosphère dans des puits de carbone (comme les océans, les forêts et les sols) par le biais de processus physiques et biologiques tels que la photosynthèse.
SME ISO 50001	Système de Management de l'Énergie selon la norme ISO 50001.
SNBC	Stratégie national Bas Carbone
SNIEBA	Système National d'Inventaire d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère
SO₂	Dioxyde de soufre
Solaire photovoltaïque	L'énergie solaire photovoltaïque transforme le rayonnement solaire en électricité grâce à des cellules photovoltaïques intégrées à des panneaux qui peuvent être installés sur des bâtiments ou posés sur le sol.
Solaire thermique	Le principe du solaire thermique consiste à capter le rayonnement solaire et à le stocker dans le cas des systèmes passifs (véranda, serre, façade vitrée) ou, s'il s'agit de systèmes actifs, à redistribuer cette énergie par le biais d'un circulateur et d'un fluide caloporteur qui peut être de l'eau, un liquide antigel ou même de l'air.

Solaire thermodynamique	L'énergie solaire thermodynamique produit de l'électricité via une production de chaleur.
Source nette	Quand le flux entrant est inférieur au flux sortant, les réservoirs forestiers représentent une source nette. Il s'agit donc d'une perte de stock dans les réservoirs forestiers. Ce processus rejette du carbone dans l'atmosphère.
SRCAE	Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et d'Egalité des Territoires
SRE	Schéma Régional Eolien
SRES	Special Report on Emissions Scénarios Rapport public rédigé par le GIEC sur la thématique du réchauffement climatique.
SSC	Systèmes Solaires Combinés
SSP	Service de la Statistique et de la Prospective
STEP	STation d'ÉPuration des eaux usées
STEU	STation d'ÉPuration urbaine
Substitution matériau et énergie	Comparaison des émissions fossiles de la filière bois (exploitation de la forêt, chaîne de transformation, transport, etc.) par rapport aux émissions fossiles qui auraient été émises par d'autres filières lors de la production d'un même service.
Surfaces artificialisées en moyenne au cours de la dernière décennie	Les terres converties par l'Homme afin de construire des infrastructures.
Surfaces défrichées	Les forêts converties en une autre affectation qui mécaniquement diminue la capacité de stockage des sols.
Surfaces imperméabilisées	Certaines surfaces artificialisées par l'Homme peuvent être considérées comme provoquant une perte de carbone plus importante, comme par exemple pour les surfaces goudronnées.
t	tonne
TBE	Géothermie Très Basse Énergie
tCO2e	Tonne équivalent CO ₂
tep	Tonne d'équivalent pétrole C'est la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une tonne de pétrole brut moyen. 1 tep = 42 x 10 ⁹ joules = 11 630 kWh ou 1 kWh = 0,086 tep.
TWh	Térawattheure. 1 GWh = 1 000 000 000 kWh
UFE	Union Française de l'Électricité
UIOM	Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères
Vulnérabilité	La vulnérabilité désigne le degré par lequel un territoire peut être affecté négativement par cet aléa (elle dépend de l'existence ou non de systèmes de protection, de la facilité avec laquelle une zone touchée va pouvoir se reconstruire etc.).
Wc	Watt Crête, c'est la puissance électrique maximale pouvant être fournie dans des conditions standards par un module photovoltaïque.
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté

ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Le mécanisme de l'effet de serre - Source : Agence de la Transition Écologique (ADEME), 2013	8
Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique.....	9
Figure 3 : Consommations d'énergie du territoire par secteur et par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC.....	16
Figure 4 : Ventilation des consommations du territoire par secteur d'activité, CALI, 2022 – Source : ALEC.....	17
Figure 5 : Ventilation des consommations du territoire par type d'énergie, CALI, 2022 – Source : ALEC.....	17
Figure 6 : Répartition des consommations d'énergie par habitant sur le territoire de la Gironde (hors Bordeaux Métropole) et de la CALI, 2022 – Source : ALEC	18
Figure 7 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Transport, CALI, 2022, source : ALEC.....	19
Figure 8 : Ventilation des consommations d'énergie par type de transport et par vecteur, CALI, 2022 - Source : ALEC ...	19
Figure 9 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Résidentiel, par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC.....	20
Figure 10 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Résidentiel, par usage, CALI, 2022 – Source : ALEC.....	21
Figure 11 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Tertiaire, CALI, 2022 – Source : ALEC.....	22
Figure 12 : Répartition des consommations énergétiques du secteur Industrie, CALI, 2022 – Source : ALEC	23
Figure 13 : Répartition des consommations d'énergie du secteur agricole par type d'énergie, CALI, 2022 – Source : ALEC	24
Figure 14 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par secteur, CALI – Source : ALEC	25
Figure 15 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par secteur et par habitant, CALI – Source : ALEC.....	26
Figure 16 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par vecteur, CALI – Source : ALEC.....	27
Figure 17 : Potentiel maximal de réduction des consommations d'énergie, LA CALI, source : NEPSSEN.....	28
Figure 18 : Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite sur la CALI, 2022 – Source : ALEC	35
Figure 19 : Potentiel de développement des énergies renouvelables, LA CALI – Source : NEPSSEN.....	36
Figure 20 – Synthèse de la production EnR 2022, des projets depuis 2022 et du potentiel de développement pour chaque filière	37
Figure 21 : Irradiation horizontale mensuelle et productivité, source : CALSOL, données type pour la ville de Libourne ..	38
Figure 22 : Répartition du potentiel mobilisable par la filière photovoltaïque sur le territoire	40
Figure 23 : Cartographie du potentiel mobilisable par la filière photovoltaïque sur le territoire.....	41
Figure 24 : Potentiel mobilisable par la filière solaire thermique sur le territoire.....	44
Figure 25 – Surface de boisement par essence - Source : BD Forêts IGN	46
Figure 26 : Consommation de bois-énergie territoriale projetée à horizon 2050.....	50
Figure 27 - Carte des températures de sous-sol moyennée de 0m à 50m.....	52
Figure 28 – Zones réglementaires GMI sur échangeur fermé (sonde).....	53
Figure 29 - Carte des températures de sous-sol moyennée de 0m à 200m.....	54
Figure 30 - Zones réglementaires GMI sur échangeur fermé (sonde) et ouvert (nappe)	54
Figure 31 - Cartographie des besoins de chaleur du territoire pour le résidentiel et le tertiaire (CEREMA, réalisation NEPSSEN).....	55
Figure 32 - Ressources en aquifères profonds en métropole et installations en fonctionnement en 2022 (source : BRGM)	56
Figure 33 - Carte des températures extrapolées à 5 km de profondeur, Geothermal Atlas of Europe (source : Hermann Haack)	57
Figure 34 – Vitesse des vents à une hauteur de 140 mètres vis-à-vis du sol, source : Météo France étude « AROME », portail cartographique EnR, Geoservices	58
Figure 35 – Rose des vents sur le territoire de la CalI (Source : Meteoblue).....	59
Figure 36 – Cartographie des zones d'implantation potentielle de parcs éoliens, Source : NEPSSEN.....	61
Figure 37 – Cartographie des obstacles à l'écoulement à potentiel hydroélectrique, Source : NEPSSEN	63
Figure 38 – Liste des obstacles à l'écoulement à potentiel hydroélectrique, Source : NEPSSEN	64
Figure 39 : Ventilation du gisement mobilisable sur le territoire par type de substrats, Source : NEPSSEN	66
Figure 40 : Répartition du potentiel méthanisation entre les différents substrats, Source : NEPSSEN	66
Figure 41 : Cartographie du potentiel méthanisation	67
Figure 42 : Cartographie des sites présentant un potentiel chaleur fatale selon le CEREMA, Source : NEPSSEN	69
Figure 43 : Autonomie énergétique du territoire en 2022, source : ALEC, NEPSSEN.....	70
Figure 45 : Matrice AFOM, production d'énergie renouvelable	71

Figure 46 : Facture énergétique du territoire de la CALI, 2022, source : ALEC, ADEME	72
Figure 47 : Répartition de la facture énergétique brute par secteur d'activité, source : ALEC.....	72
Figure 48 : Fonctionnement du réseau électrique en France, source : Enedis.....	76
Figure 49 : Réseau de transport très haute tension, source : OpenData, cartographie NEPSSEN	77
Figure 50 : Réseau de distribution Moyenne tension du territoire, source : Enedis, cartographie NEPSSEN	78
Figure 51 : Réseau de distribution Basse Tension (BT) du territoire, source : Enedis, cartographie NEPSSEN.....	79
Figure 52 : Chaîne d'acteurs de l'acheminement de gaz en France, source : https://energiesdev.fr/bareme-transport-distribution-acheminement-gaz/	80
Figure 53 : Réseau de distribution de gaz du territoire, source : GRT Gaz et GRDF, cartographie NEPSSEN	81
Figure 54 : Capacité de raccordement des postes sources, source : Caparéseau, consulté le 29/10/2024, cartographie NEPSSEN.....	82
Figure 55 : Carte des besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire du territoire à la maille 100m*100m Source : NEPSSEN 2024.....	85
Figure 56 : Carte des besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire du territoire à la maille bâtiment – Coutras. Source : NEPSSEN 2024	86
Figure 57 : Carte des besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire du territoire à la maille bâtiment – Libourne Nord. Source : NEPSSEN 2024	86
Figure 58 : Carte des besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire du territoire à la maille bâtiment – Libourne Sud. Source : NEPSSEN 2024	87
Figure 59 : Répartition des émissions de polluants atmosphériques par secteur, en pourcentage et indication des totaux en tonnes, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)	90
Figure 60 : Répartition des émissions de COVNM par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)	92
Figure 61 : Répartition des émissions de NH ₃ par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)	93
Figure 62 : Répartition des émissions de NO _x par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)	93
Figure 63 : Répartition des émissions de PM ₁₀ par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)	94
Figure 64 : Répartition des émissions de PM _{2,5} par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)	94
Figure 65 : Répartition des émissions de SO ₂ par secteur, LA CALI, 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)	95
Figure 66 : Évolution des émissions par polluant entre les années 2010 et 2022, LA CALI – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4).....	95
Figure 67 : Évolution des émissions de COVNM par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4).....	96
Figure 68 : Évolution des émissions de NH ₃ par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4).....	97
Figure 69 : Évolution des émissions de NO _x par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4).....	97
Figure 70 : Évolution des émissions de PM ₁₀ par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4).....	98
Figure 71 : Évolution des émissions de PM _{2,5} par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4).....	99
Figure 72 : Évolution des émissions de SO ₂ par secteur entre les années 2010 et 2022 – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4).....	99
Figure 73 : Potentiel maximal de réduction des émissions de polluants atmosphériques entre 2018 et 2050, La CALI – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4) et NEPSSEN	100
Figure 74 – Matrice AFOM, volet Air	103
Figure 75 : Présentation des différents scopes dans le cadre d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre d'un territoire – Source : NEPSSEN	106
Figure 76 : Bilan des émissions de GES par secteur et par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC	107
Figure 77 : Répartition des émissions de gaz à effet de serres du territoire de la CALI, par secteur, 2022 – Source : ALEC	108
Figure 78 : Répartition des émissions de gaz à effet de serres du territoire de la CALI, par vecteur, 2022 – Source : ALEC	108
Figure 79 : Répartition des émissions de GES liées au secteur du transport, par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC.....	109
Figure 80 : Répartition des émissions de GES liées au secteur du transport, par type de transport et par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC	109

Figure 81 : Emissions de GES du secteur Agriculture, par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC	110
Figure 82 : Emissions de GES du secteur Résidentiel par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC.....	111
Figure 83 : Emissions de GES du secteur Tertiaire par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC.....	112
Figure 84 : Émissions de GES du secteur Industrie par vecteur, CALI, 2022 – Source : ALEC.....	112
Figure 85 : Évolution des émissions de GES de la CALI entre 2010 et 2022, au global en bleu et par habitant en rose – Source : ALEC.....	113
Figure 86 : Évolution des émissions de GES de la CALI entre 2010 et 2022, par secteur d'activité – Source : ALEC.....	114
Figure 87 : Évolution des émissions de GES de la CALI entre 2010 et 2022, par vecteur énergétique – Source : ALEC.....	115
Figure 88 : Potentiel de réduction des émissions de GES de LA CALI	117
Figure 89 : AFOM, volet carbone	119
Figure 90 : Représentation des typologies selon 2 niveaux de catégories – Source : NEPSSEN Transition	120
Figure 91 : Ventilation de l'occupation des sols, la CALI – Source : ALEC, 2022	122
Figure 92 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, la CALI – Source : ALEC, 2022	122
Figure 93 : Evolution de la séquestration carbone du territoire, la CALI – Source : ALEC, 2010-2023.....	123
Figure 94 : Flux carbone du territoire - Source : ALEC, 2022	124
Figure 95 : Potentiel de neutralité carbone du territoire.....	126
Figure 96 : AFOM, volet séquestration carbone	127
Figure 97 : Illustrations des concepts et composantes associées à la vulnérabilité (Frieztzsche et Al. 2015, ADEME, 2015)	129
Figure 98 : Enjeux associés au changement climatique sur la CALI, Source : ÎLÖ Paysages	130
Figure 99 : Carte des zones concernées par les aléas de débordement de cours d'eau - Source : géorisque.gouv.....	131
Figure 100: Carte des zones sensibles aux remontées de nappes avec prise en compte de la fiabilité - Source : géorisque.gouv.....	131
Figure 101 : Carte des zones sensibles aux remontées de nappes avec prise en compte de la fiabilité - Source : géorisque.gouv.....	132
Figure 102 : Carte des zones exposées au risque de feu de forêt et soumise aux obligations légales de débroussaillage - Source : géorisque.gouv et Pigma.com	133
Figure 103 : Évolution des températures moyennes par saison (en °C) - Source : ClimaDiag, meteoFrance	134
Figure 105 : Le cumul de précipitations par saison (en mm) - Source : ClimaDiag, meteoFrance.....	135
Figure 106 : Nombre de jours par saison avec précipitations – Source : ClimaDiag, meteoFrance.....	135
Figure 107 : Nombre de jours avec fortes précipitations – Source : ClimaDiag, meteoFrance.....	136
Figure 108 : Cumul de précipitations quotidiennes remarquables (en mm) – Source : ClimaDiag, meteoFrance.....	136
Figure 109 : Nombre de jours avec risque significatif de feu de végétation – Source : ClimaDiag, meteoFrance.....	137
Figure 110 : Nombre de jours par saison avec sol sec – Source : ClimaDiag, meteoFrance	137
Figure 111 : Pourcentage d'arrêt catastrophes naturelles – Source : Données GASPAP, 2024.....	138
Figure 112 : Nombre de jours consécutifs sans précipitations par saison – Source : ClimaDiag, meteoFrance	138
Figure 113 : Date de reprise de la végétation (en jour/mois) – Source : ClimaDiag, meteoFrance.....	139
Figure 114 : Disponibilité thermique pour le blé (en °C) – Source : ClimaDiag, meteoFrance	139
Figure 115 : Nombre de jours échaudants entre avril et juin – Source : ClimaDiag, meteoFrance	140
Figure 116 : Nombre annuel de jours très chaud (>35°C) – Source : ClimaDiag, meteoFrance.....	140
Figure 117 : Nombre annuel de nuits chaudes (>20°C) – Source : ClimaDiag, meteoFrance	141
Figure 118 : Nombre annuel de jours en vague de chaleur – Source : ClimaDiag, meteoFrance	141
Les vagues de chaleur (figure 110) sont définies comme des épisodes d'été d'au moins 5 jours consécutifs, où la température dépasse les normales saisonnières d'au moins 5 °C. Les données indiquent une augmentation significative de la fréquence de ces vagues, qui devraient être multipliées par 4 en moyenne d'ici 2050 en passant de 2 à 8 vagues par an. En plus d'impacter significativement notre environnement, les vagues de chaleur affaiblissent notre organisme en s'installant sur la durée et touche en premier les personnes vulnérables. Ces conditions climatiques ont tendance à aggraver les phénomènes d'îlots de chaleur urbains.	
Figure 119 : Nombre annuel de jours en vague de froid – Source : ClimaDiag, meteoFrance	142
Figure 120 : Nombre annuel de jours estivaux– Source : ClimaDiag, meteoFrance	142

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Détail des consommations d'énergie de l'habitat, par usage, en 2019 et en 2022, CALI – Source : ALEC.....	21
Tableau 2 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par secteur d'activité – Source : ALEC.....	25
Tableau 3 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par secteur et par habitant – Source : ALEC ...	26
Tableau 4 : Évolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2022, par vecteur, CALI – Source : ALEC	27
Tableau 5 : Potentiels de maîtrise de l'énergie associés à la rénovation des logements principaux, Source : diagnostic énergétique, INSEE et méthodologie Destination TEPOS	29
Tableau 6 : Bilan des potentiels de maîtrise de l'énergie du secteur résidentiel, Source : diagnostic énergétique, INSEE et méthodologie Destination TEPOS.....	29
Tableau 7 : Potentiel de maîtrise de l'énergie associé aux déplacements du quotidien, Source : Données INSEE et méthodologie Destination TEPOS.....	30
Tableau 8 : Bilan des potentiels de Maîtrise de l'énergie du secteur transports, Source : diagnostic de consommation énergétique, INSEE, méthodologie destination TEPOS.....	31
Tableau 9 : Bilan des potentiels de Maîtrise de l'énergie du secteur tertiaire, Source : diagnostic de consommation énergétique, INSEE, méthodologie destination TEPOS.....	31
Tableau 10 : Potentiel maximal de Maîtrise de l'Energie du territoire, source : diagnostic énergétique, INSEE et méthodologie Destination TEPOS.....	32
Tableau 11 : Matrice AFOM, consommation d'énergie.....	33
Tableau 12 : Synthèse du potentiel mobilisable – Source : NEPSSEN.....	36
Tableau 13 : Synthèse du productible atteignable à horizon 2050 – Source : NEPSSEN	36
Tableau 14 – Coefficients utilisés pour le calcul du gisement net, source : NEPSSEN	39
Tableau 15 : Gisement photovoltaïque du territoire de la CALI	40
Tableau 16 : Synthèse du potentiel solaire photovoltaïque	41
Tableau 17 : Potentiel mobilisable du territoire de la CALI pour la filière du solaire thermique	43
Tableau 18 : Synthèse du potentiel solaire thermique	45
Tableau 19 – Surface des forêts sur le territoire de la CALI, source : BD Forêts, IGN	47
Tableau 20 – Données de production et de prélèvement, source : ALDO.....	47
Tableau 21 – Gisement de la ressource bois-énergie mobilisable dans les forêts du territoire	48
Tableau 22 – Production de chaleur issue de bois-énergie 2022 et tonnages associés	49
Tableau 23 : Consommation de bois-énergie territoriale du secteur résidentiel, projetée à horizon 2050	49
Tableau 24 : Consommation de bois-énergie territoriale des secteurs tertiaire et industriel, projetée à horizon 2050	50
Tableau 25 – Synthèse du potentiel solaire biomasse / bois-énergie.....	50
Tableau 26 – Potentiel mobilisable par la géothermie.....	57
Tableau 27 – Liste des contraintes prises en considération et critères associés, Source : NEPSSEN.....	61
Tableau 28 : Surface, puissance et productible atteignables des zones favorables au développement éolien, source : NEPSSEN.....	62
Tableau 29 : Synthèse du potentiel éolien sur le territoire	62
Tableau 30 – Synthèse du potentiel hydroélectrique	64
Tableau 31 : Présentation des ressources et substrats pris en compte dans l'étude	66
Tableau 30 – Synthèse du potentiel méthanisation	67
Tableau 33 : Établissements industriels présentant un potentiel chaleur fatale, Source : CEREMA	68
Tableau 34 : STEP présentant un potentiel chaleur fatale, Source : CEREMA	68
Tableau 30 – Synthèse du potentiel chaleur fatale	69
Tableau 36 : Capacité disponible restante des postes-sources du territoire, source : Caparéseau.....	83
Tableau 37 : Matrice AFOM, réseaux énergétiques	88
Tableau 38 : Répartition des émissions par polluant atmosphérique et par secteur en 2022, LA CALI – Source : Inventaire Atmo Nouvelle-Aquitaine (ICARE version 3.2.4)	91
Tableau 39 : Répartition des gains AIR sur le secteur des transports par catégorie d'action – Source : NEPSSEN.....	100
Tableau 40 : Bilan des potentiels de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur des transports routiers, à population constante – Source : NEPSSEN.....	101
Tableau 41 : Répartition des gains air de du résidentiel par catégorie d'action, source : NEPSSEN.....	101
Tableau 42 : Bilan des potentiels de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur résidentiel, Source : NEPSSEN	101
Tableau 43 : Répartition des gains air de l'agriculture par catégorie d'action, source : NEPSSEN	102
Tableau 44 : Bilan des potentiels de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur Agriculture, Source : NEPSSEN	102
Tableau 45 : Bilan des potentiels théoriques maximum de réduction des émissions de polluants atmosphériques de LA CALI.....	102

Tableau 46 : PRG des différents gaz à effet de serre, 5ème rapport du GIEC	106
Tableau 47 : Évolution des émissions de GES entre 2010 et 2022, par secteur d'activité, CALI – Source : ALEC.....	115
Tableau 48 : Évolution des émissions de GES entre 2010 et 2022, par type d'énergie, CALI – Source : ALEC.....	115
Tableau 49 : Potentiel total de réduction des émissions de gaz à effet de serre du territoire	119
Tableau 50 : Synthèse de la ventilation du territoire selon les différentes typologies – Source : ALEC 2022	121
Tableau 51 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol – Source : ALEC 2022	122
Tableau 52 : Principaux changements d'usage des sols	123



NEPSEN Transition, Agence Sud-Ouest
71 rue Carle Vernet
33 800 Bordeaux
05 56 78 56 50
transition@nepesen.fr
www.nepesen.fr
