

Révision du SCoT-AEC



DIAGNOSTIC

Air - Energie - Climat

Document soumis à la concertation

PARTIE 1 CONTEXTE [p.4]

1.1 Propos introductifs [p.4]

1.2 Les objectifs du volet Air-Energie-Climat du SCoT [p.5]

PARTIE 2 ENERGIE [p.8]

2.1 Bilan des consommations énergétiques et potentiel de réduction [p.9]

2.2 Production d'énergie renouvelable sur le territoire [p.26]

2.3 Facture énergétique du territoire [p.65]

2.4 Etat des réseaux énergétiques et potentiels de développement [p.67]

PARTIE 3 AIR [p.79]

3.1 Données sur la qualité de l'air et potentiels de réduction [p.80]

PARTIE 4 CLIMAT [p.91]

4.1 Emissions de gaz à effet de serre et potentiels de réduction [p.92]

4.2 Séquestration carbone du territoire [p.104]

Emetteur

NEPSEN

1, place de la Gare
35 000 | Rennes

Nom du Contact : Antoine SACHOT

Fonction : Consultant transition écologique
Tél : 06 68 79 49 13
Courriel : antoine.sachot@nepesen.fr

Destinataire

Golfe du Morbihan – Vannes Agglomération

30 rue Alfred Kastler
56 006 | Vannes

Nom du contact : Laura-Mars HENICHART

Fonction : Responsable Service environnement
énergie-climat
Tél : 02 97 68 14 24
Courriel : lm.henichart@gmvagglo.bzh

Document

	Date	Rédacteur	Action
V1	03/01/2024	Clara ALVES (NEPSEN) Lucile LESPY (NEPSEN) Antoine SACHOT (NEPSEN)	Rédaction
	06/02/2024	Antoine SACHOT	Relecture
V2	22/03/2024	Laura-Mars HENICHART	Révision
	02/04/2024	Antoine SACHOT Fanny VAYSSIE (NEPSEN)	Reprises
V3	08/04/2024	Laura-Mars HENICHART Thomas FROT Simon BELOUARD Corentin SELIGOUR	Révision
	14/05/2024	Clara ALVES Antoine SACHOT	Reprises
V4	28/05/2024	Antoine SACHOT	Reprises
	15/06/2024	Corentin SELIGOUR Thomas FROT	Révision
Vf	18/07/2024	Antoine SACHOT	

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

L'atmosphère est composée de nombreux gaz différents, dont moins de 1% ont la capacité de retenir la chaleur solaire à la surface de la Terre. Ce sont les **gaz à effet de serre** (GES) qui sont essentiels pour la vie sur Terre. En l'absence de ces gaz, la température du globe serait de -18°C . Cependant, les activités humaines de ces deux derniers siècles ont eu pour effet de modifier ce phénomène, principalement par l'utilisation des hydrocarbures qui 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)

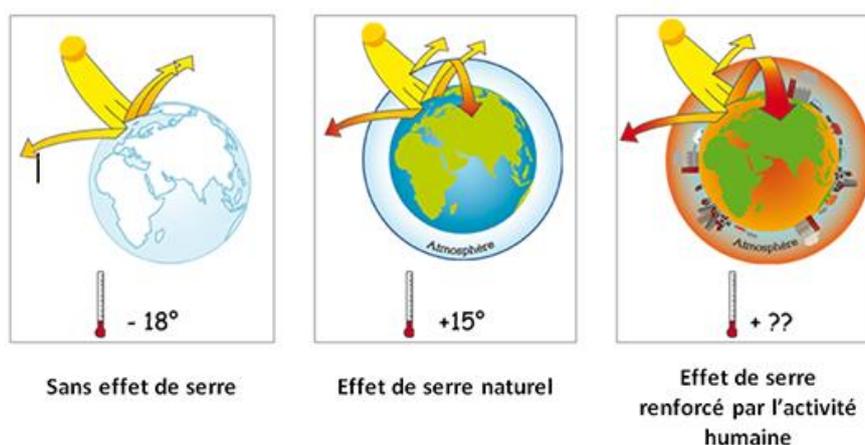


Figure 1 : Le mécanisme de l'effet de serre - Source : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 2013

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

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

1.1.2. La prise en charge politique du changement climatique

Face au changement climatique, les États sont amenés à mettre en œuvre deux types de politiques :

- 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) ;
- Des politiques d'adaptation qui prennent acte de la réalité présente de ces dérèglements et de leur inexorable aggravation à moyen terme.

Comme tous les États signataires de l' accord de Paris, conclu en décembre 2015 à l'issue de la 21e Conférence des parties (COP), la France s'est engagée à 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).

Pour y parvenir, elle s'appuie sur deux stratégies :

- La stratégie nationale bas-carbone (SNBC) qui décrit la feuille de route pour réduire les émissions de GES ;
- La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) qui fixe les priorités des pouvoirs publics dans le domaine de l'énergie.

La stratégie nationale bas-carbone (SNBC)

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 en se reposant uniquement sur les ressources en biomasse (déchets de l'agriculture et des produits bois, bois énergie...), la chaleur issue de l'environnement (géothermie, pompes à chaleur...) et l'électricité décarbonée ;
- Réduire de moitié les consommations d'énergie dans tous les secteurs (transports, bâtiment...), en renforçant l'efficacité énergétique et les performances des équipements et en développant des modes de vie plus sobres et une économie circulaire ;
- Réduire les émissions non liées à la consommation d'énergie (par exemple celles de l'agriculture, ou 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.

La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)

La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) a également été créée par la loi du 17 août 2015. C'est un outil de pilotage de la politique énergétique qui établit les priorités d'action du gouvernement en matière d'énergie pour la France hexagonale sur une période de 10 ans (tous les 5 ans la PPE est actualisée : la deuxième période de 5 ans est révisée et une période subséquente de 5 ans est ajoutée).

La PPE poursuit notamment les quatre grands objectifs suivants :

- Faire baisser la consommation d'énergie ;
- Réduire l'usage des énergies fossiles (charbon, fioul, gaz...) ;
- Diversifier le mix énergétique en développant les énergies renouvelables (géothermie, carburants biosourcés, photovoltaïque, biogaz, éolien...) en réduisant la part du nucléaire ;
- Maîtriser la facture énergétique, créer des emplois.

La PPE de la période 2019-2028 a été adoptée par décret le 21 avril 2020.

1.2. LES OBJECTIFS DU VOLET AIR-ENERGIE-CLIMAT DU SCOT

1.2.1. Le SCOT

Pour préparer l'avenir de ses 34 communes, l'Agglomération a approuvé le 13 février 2020 son **schéma de cohérence territoriale** (SCOT). Il s'agit d'un document d'urbanisme prospectif qui vise à répondre aux besoins à venir de la population. Celui-ci fixe les orientations d'aménagement et de préservation du territoire à l'horizon 20

ans. Dans un souci de cohérence, le SCOT a été élaboré conjointement avec le Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET), le Plan de Déplacement Urbain (PDU) et le Programme Local de l'Habitat (PLH) de GMVA.

L'ordonnance du 17 juin 2020 relative à la modernisation des SCOT donne la possibilité aux porteurs de SCOT qui le souhaitent d'élaborer un SCOT tenant lieu de PCAET (**SCOT-AEC**). Le Conseil Communautaire de GMVA a ainsi prescrit par délibération, le 30 mars 2023, l'élaboration d'un SCOT-AEC qui, une fois approuvé, remplacera le SCOT et le PCAET qui sont en vigueur depuis 2020.

Le diagnostic Air-Energie-Climat du SCOT correspond ainsi à un diagnostic de PCAET.

1.2.2. Le diagnostic PCAET

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

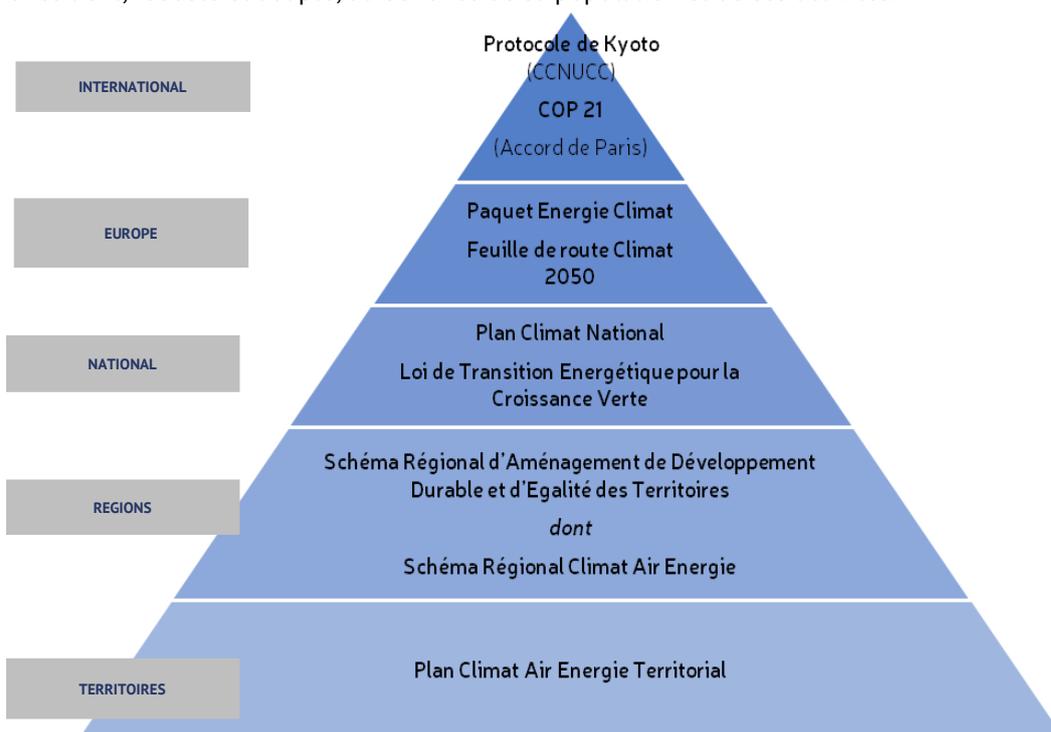


Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique

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

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

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

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

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.

Engagement concret et structurant, la démarche Plan Climat vise à guider l'Agglomération vers une prise en compte opérationnelle des questions liées à l'énergie, l'air et le climat dans ses politiques publiques.

Le PCAET doit être compatible avec le Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) qui est co-piloté par le préfet, l'Agence de la transition écologique (ADEME) et le Conseil Régional. L'objectif de ce dernier est de définir des orientations régionales en matière de lutte contre la pollution atmosphérique, de maîtrise de la demande énergétique, de développement des énergies renouvelables, de réduction de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique. Il constitue donc un document cadre sur lequel doit s'appuyer le PCAET.

Le SRADDET de la Région Bretagne est en cours de révision afin d'intégrer l'objectif de neutralité carbone de la loi énergie climat.

ENERGIE

2. ENERGIE	9
2.1. Bilan des consommations énergétiques et potentiels de réduction ...	9
2.1.1. Contexte méthodologique.....	9
2.1.2. État des lieux des consommations énergétiques.....	10
2.1.3. Evolution des consommations d'énergie	20
2.1.4. Potentiel de réduction de la consommation d'énergie	20
2.1.5. Enjeux mis en évidence par l'étude	25
2.2. Production d'énergie renouvelable sur le territoire	26
2.2.1. Contexte méthodologique.....	26
2.2.2. État des lieux de la production d'énergie renouvelable actuelle	27
2.2.3. Potentiel de développement des énergies renouvelables.....	28
2.2.4. Autonomie énergétique	64
2.2.5. Enjeux mis en évidence par l'étude	65
2.3. Facture énergétique du territoire	65
2.3.1. Facture en 2020	65
2.3.2. Comparaison aux factures énergétiques bretonnes et françaises	67
2.4. État des réseaux de transport et de distribution d'énergie et potentiels de développement.....	67
2.4.1. Contexte méthodologique.....	67
2.4.2. État des lieux des réseaux de transport et de distribution.....	68
2.4.3. Potentiel de développement des réseaux	75
2.4.4. Enjeux mis en évidence par l'étude	78

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 du GMVA n'est pas concerné à ce jour).

L'année de référence choisie est 2020 pour les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre et 2021 pour la production d'énergie renouvelable. En effet, la réalisation du diagnostic est basée en grande partie sur les données de l'Observatoire de l'Environnement en Bretagne (OEB), dont les plus récentes sont ainsi millésimées.

A SAVOIR

Le bilan énergétique du territoire permet :

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

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'Observatoire de l'Environnement en Bretagne (OEB) et d'Air Breizh 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 2020 pour chacun des secteurs de référence et par vecteur :

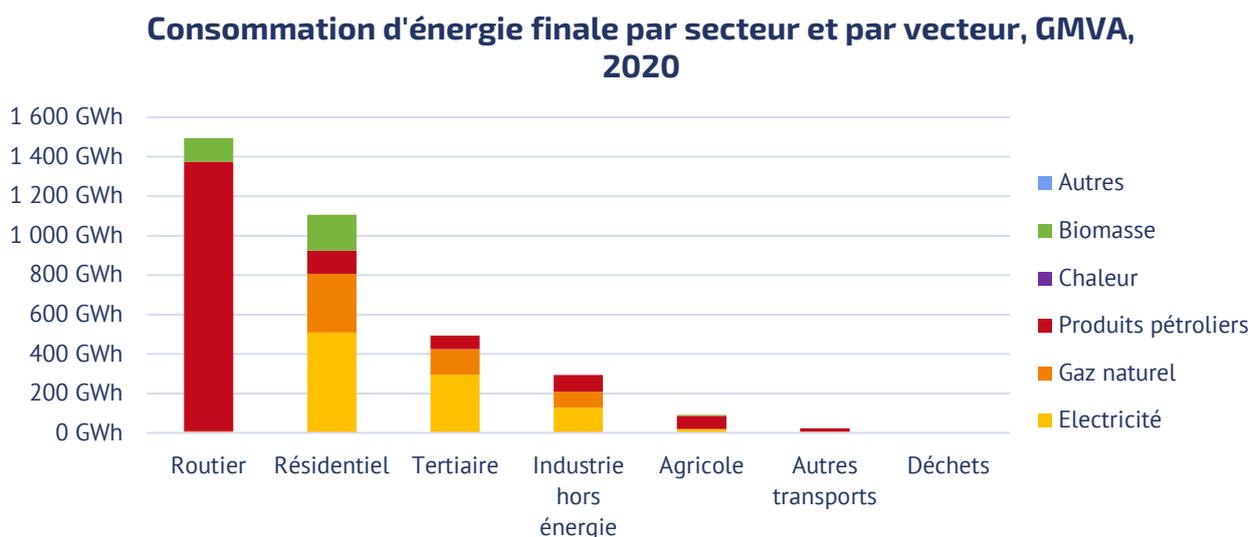


Figure 3 : Consommations d'énergie finale, GMVA, 2020 – Source : OEB

La consommation totale d'énergie finale est de 3 503 GWh, soit 20,2 MWh par habitant. Les secteurs du territoire les plus consommateurs sont les transports routiers (43%), le résidentiel (32%) et le tertiaire (14%).

Ventilation des consommations d'énergie finale par secteur, GMVA, 2020

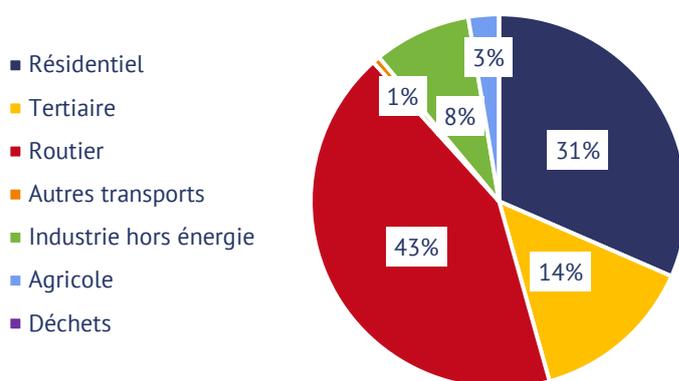


Figure 4 : Ventilation des consommations du territoire par secteur d'activité, GMVA, 2020 – Source : OEB

La consommation d'énergie par habitant sur le territoire du GMVA est d'environ 20,2 MWh. Elle est inférieure d'environ 13% à celle du Morbihan (23,3 MWh par habitant) et de la Région Bretagne (23,1 MWh par habitant) :

Consommation d'énergie finale par habitant, GMVA, Morbihan, Bretagne, 2020

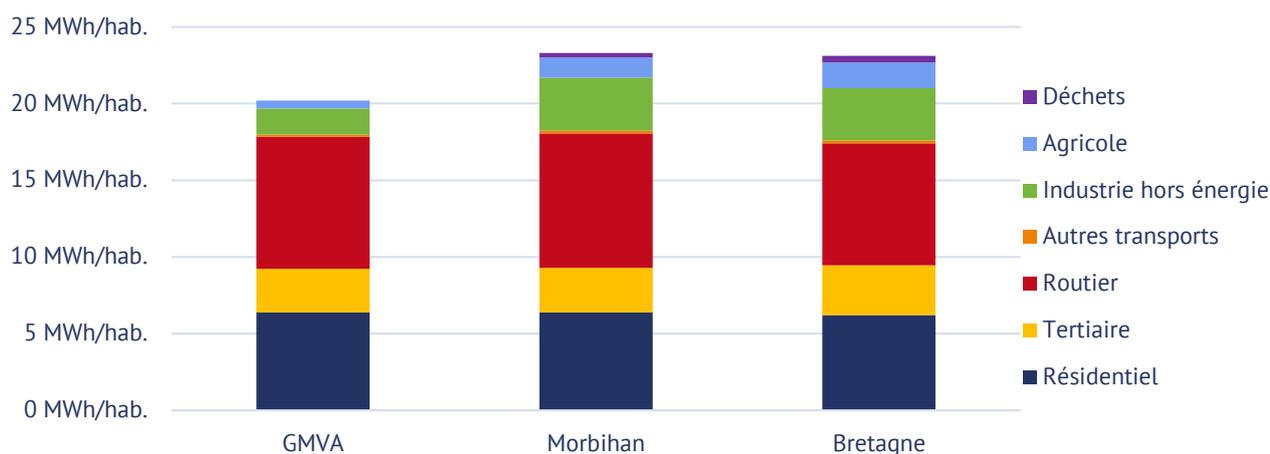


Figure 5 : Répartition des consommations d'énergie par habitant sur le territoire de GMVA, du Morbihan et de la Bretagne – Source : OEB

Les différences entre les échelles locales, départementales et régionales s'expliquent principalement par une consommation des **secteurs agricole et industriel** nettement plus faibles pour GMVA (respectivement 0,5 et 1,7 MWh par habitant) que pour le reste du département (respectivement 1,3 et 3,5 MWh par habitant) et de la région (respectivement 1,7 et 3,4 MWh par habitant). Cela est dû au moindre développement des activités industrielles et agricoles dans GMVA qu'aux échelles supra.

Les consommations par habitant des **secteurs résidentiel et tertiaire** sont équivalentes entre les trois échelles.

Les consommations par habitant du **transport routier** sont équivalentes à celles de la Bretagne (7,9 et 8 MWh) et légèrement plus faibles que celles du Morbihan (8,8 MWh). Cela s'explique principalement par la répartition des axes routiers sur le territoire breton. Quant au **transport non routier**, maritime dans le cas du territoire, ses consommations par habitant sont plus faibles pour l'Agglomération qu'aux échelles supra (0,13 contre 0,18 et 0,20 MWh par habitant).

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 les transports de personnes et de marchandises effectués sur le territoire. Ces déplacements sont à l'origine d'une consommation de **1 495 GWh**, soit **43%** du bilan énergétique 2020. Environ 68% de cette consommation, soit **953 GWh sont associées au transport de personnes** et les 32% restants, soit **445 GWh, au transport de marchandises**. Elles sont réparties de la manière suivante :

Transports - Ventilation des consommations d'énergie finale par moyen de transport, GMVA, 2020

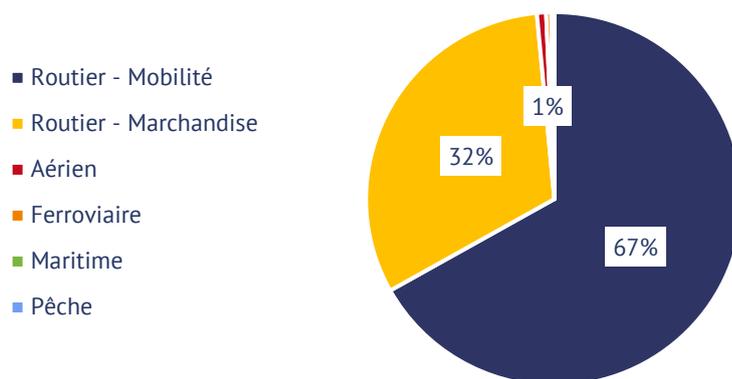


Figure 6 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Transport, GMVA, 2020, source : OEB

Le **transport routier** est majoritaire en termes de consommations énergétiques, avec 99% des consommations totales du secteur Transport. Le bilan est complété par les transports aérien (0,8% des consommations d'énergie), ferroviaire (0,4%) et maritime (0,2%). Les consommations du secteur aérien correspondent uniquement à celles du décollage et de l'atterrissage des avions sur l'aéroport de Vannes, ce qui explique leur faible part.

Transports - Ventilation des consommations d'énergie finale par moyen de transport et vecteur, GMVA, 2020



Figure 7 : Ventilation des consommations d'énergies finale par moyen de transport et par vecteur, GMVA, 2020, source : OEB

Une grande majorité (91%) des consommations d'énergie finale du secteur sont issues des **produits pétroliers** (essence et gazole). Les transports routier, aérien et maritime reposent essentiellement sur ces carburants, ce qui explique ce taux. La **biomasse**, utilisée dans les biocarburants, constitue quant à elle 8% des consommations du secteur (120 GWh). L'électricité (principalement utilisée dans le secteur ferroviaire) et le gaz naturel (principalement utilisé dans le secteur routier) complètent le bilan, en représentant chacun 0,5% (7 GWh) de la consommation d'énergie finale du secteur Transport.

Les consommations d'énergie du transport ne sont pas connues par motif de déplacement (domicile-travail, loisir, vie quotidienne, etc.). Cependant, l'Agglomération a effectué une enquête en 2018 pour dresser un bilan des pratiques de déplacement actuelles.

Répartition de la population via le mode de déplacement principal, GMVA, 2018

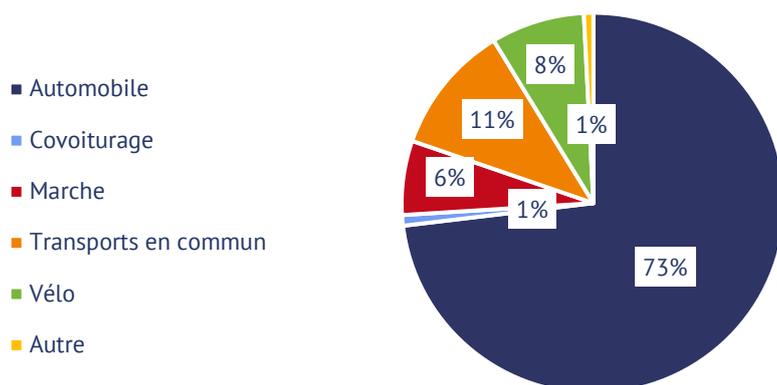


Figure 8 : Mode de déplacement principal des habitants, GMVA – Source : Enquête interne GMVA 2018 publiée dans le PDU

Bien qu’une majorité des habitants (74%) utilise principalement la **voiture**, le covoiturage reste minoritaire. Les modes doux, qui constituent la marche et le vélo, sont les modes de déplacements principaux de 14% de la population, tandis que les transports en commun sont utilisés pour 11% de ces déplacements.

CHIFFRES-CLES

- Le secteur des transports est le **plus consommateur** d’énergie du territoire avec **44%** du bilan total ;
- Il s’agit principalement du **transport routier** (98%) et du **déplacement de personnes** (68%) ;
- Près des trois-quarts de la population utilise principalement la **voiture** pour se déplacer, témoignant ainsi de la dépendance du territoire à ce mode de déplacement.

Le secteur résidentiel

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

Les consommations du secteur résidentiel sont de **1 106 GWh**, soit **32%** du bilan en 2018. Elles sont réparties de la manière suivante :

Résidentiel - Ventilation des consommations d’énergie finale par vecteur, GMVA, 2020

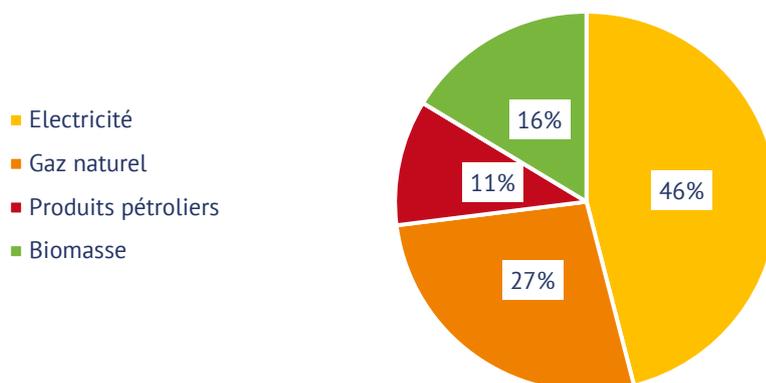


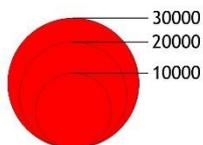
Figure 9 : Répartition des consommations d’énergie du secteur Résidentiel, GMVA, 2020 – Source : OEB

La carte suivante représente les énergies de chauffage utilisées dans les résidences principales. Le diamètre du diagramme est proportionnel au nombre de résidences principales :

Répartition des communes de Golfe du Morbihan - Vannes agglomération en fonction du mode de chauffage des logements

Mode de chauffage des résidences principales en fonction de la population

- Mode de chauffage
- Chauffage urbain
 - Gaz de ville
 - Fioul
 - Electricité
 - Gaz bouteille
 - Autre



Source : INSEE (2020)

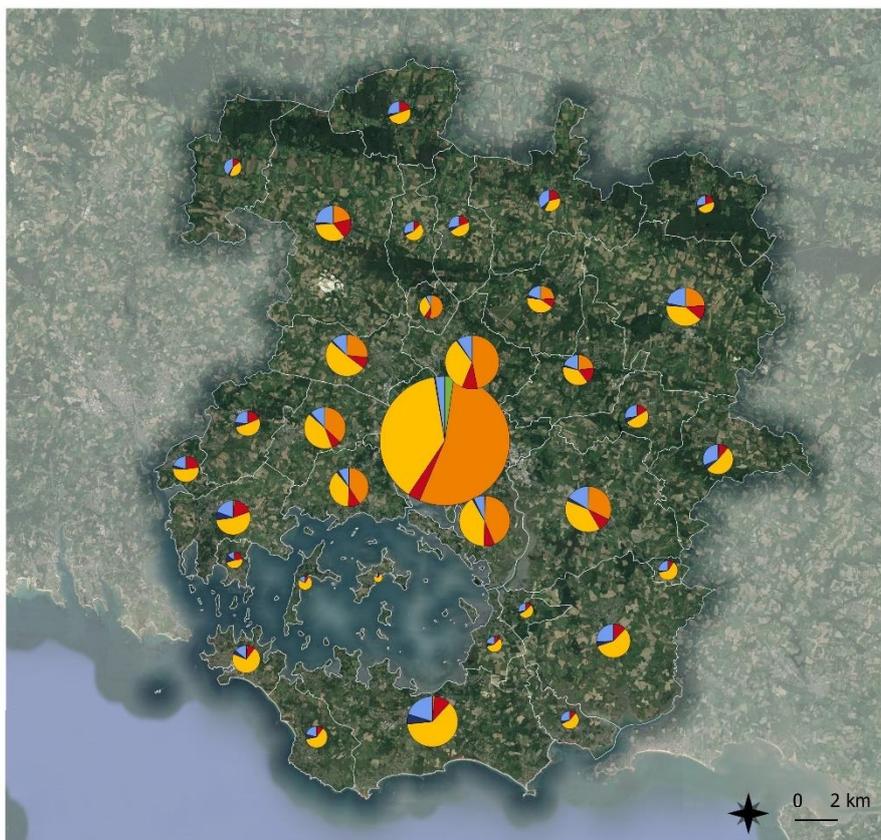


Figure 10 : Modes de chauffage des résidences principales, GMVA, 2020 – Source : INSEE

Les données détaillées sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Commune	Chauffage urbain	Gaz de ville	Fioul	Electricité	Gaz bouteille	Autre (bois-énergie)	Total
Arradon	6	1 093	259	1 028	58	240	2 684
Arzon	0	23	117	947	62	188	1 337
Baden	0	33	373	1 113	163	404	2 087
Brandivy	0	1	75	222	15	218	532
Colpo	0	1	177	444	34	245	902
Elven	2	618	324	1 046	53	567	2 609
Grand-Champ	0	474	398	771	48	536	2 226
Le Hézo	0	3	45	212	20	109	389
Île-aux-Moines	0	0	28	252	1	58	339
Île-d'Arz	0	0	12	110	0	26	149
Larmor-Baden	0	5	100	227	70	69	471
Locmaria-Grand-Champ	0	0	79	355	24	188	646
Locqueltas	0	11	131	356	45	207	750
Meucon	0	488	75	315	4	68	949
Monterblanc	0	308	142	549	39	258	1 296
Plaudren	0	4	169	300	46	298	817
Plescop	7	813	272	1 567	43	374	3 076
Ploeren	1	1 111	221	1 271	53	352	3 009

Commune	Chauffage urbain	Gaz de ville	Fioul	Electricité	Gaz bouteille	Autre (bois-énergie)	Total
Plougoumelen	0	5	199	569	69	258	1 100
Saint-Armel	0	1	52	253	29	97	431
Saint-Avé	6	2 380	464	1 726	37	473	5 085
Saint-Gildas-de-Rhuys	1	2	81	509	63	170	826
Saint-Nolff	0	375	278	634	31	320	1 639
Sarzeau	1	70	463	2 779	291	913	4 518
Séné	13	1 955	301	1 856	52	319	4 496
Sulniac	1	15	162	829	81	499	1 587
Surzur	0	1	244	1 156	88	517	2 006
Theix-Noyal	7	1 186	337	1 459	86	601	3 676
Le Tour-du-Parc	0	4	61	323	27	154	569
Trédion	0	0	108	247	25	148	529
Treffléan	1	5	146	473	60	256	942
La Trinité-Surzur	0	0	61	412	17	170	659
Vannes	675	15 926	901	11 190	77	689	29 458
Le Bono	1	5	262	623	45	241	1 178
Total	722	26 917	7 117	36 124	1 856	10 229	82 966

Tableau 1 : Modes de chauffage des résidences principales, GMVA, 2020 – Source : INSEE

Nombre de logements par type et par moyen de chauffage, CA Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération, 2019

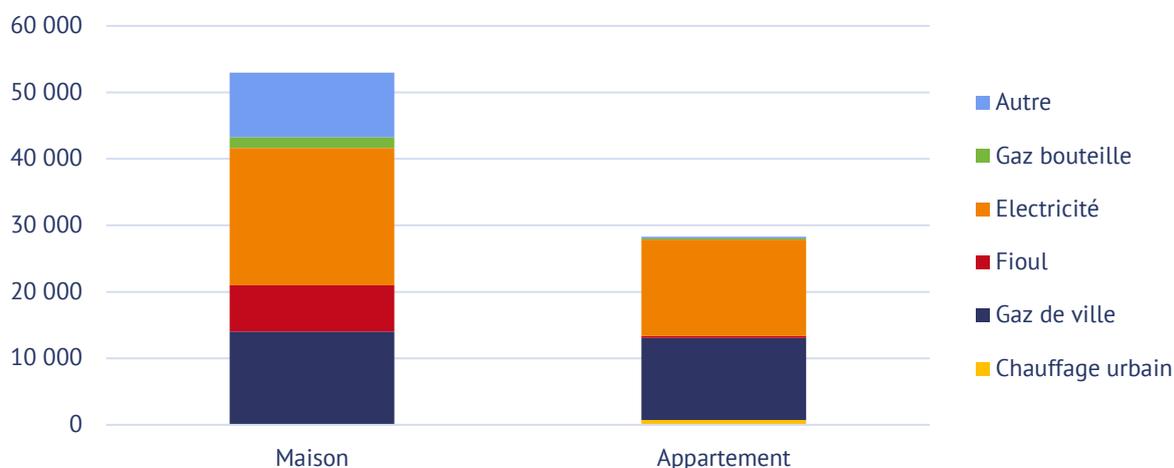


Figure 11 : Répartition des logements par type et par mode de chauffage, GMVA, 2020 – Source : INSEE

En 2020, le **chauffage électrique** (43% des résidences principales) est majoritaire sur le territoire. Le gaz chauffe un peu plus du tiers (35%) des résidences principales de l'Agglomération et le fioul 9%. Ces deux dernières énergies sont particulièrement carbonées : elles relèvent donc d'un enjeu important pour la collectivité. Les autres modes de chauffage, dont fait partie le bois-énergie, sont utilisés par 13% des ménages du GMVA.

Nombre de résidences principales par période de construction, CA Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération, 2020

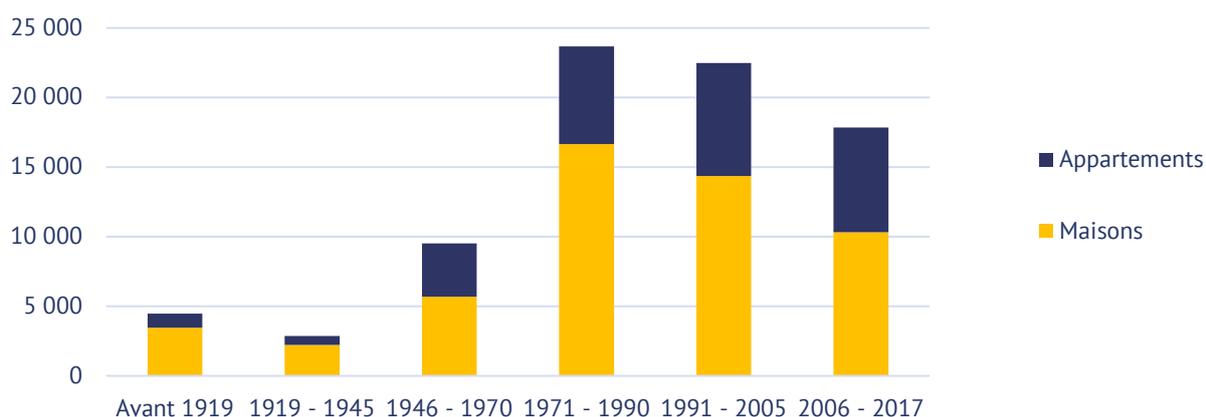


Figure 12 : Répartition des logements par date de construction et par type, GMVA, 2020 – Source : Insee

Le parc de résidences principales de l'Agglomération est aujourd'hui composé de 65% de maisons (contre 74% et 71% aux échelles départementales et régionales), et il existe une tendance à la baisse depuis les années 1970. Or les **appartements** tendent à avoir une **consommation énergétique plus faible** que celle des maisons, de par leur moindre volume à chauffer et leurs moindres surfaces déperditives.

Par ailleurs, les **résidences secondaires** représentent 26% du parc de logement (contre 25% et 21% aux échelles supra) d'après les données 2020 de l'Insee, ce qui implique également une plus faible consommation énergétique étant donné qu'elles ne sont en général pas utilisées toute l'année. Elles contribuent cependant à l'étalement urbain et génèrent donc en partie des consommations énergétiques supplémentaires pour le secteur du Transport.

Les logements par période de construction, GMVA, Morbihan et Bretagne, 2020

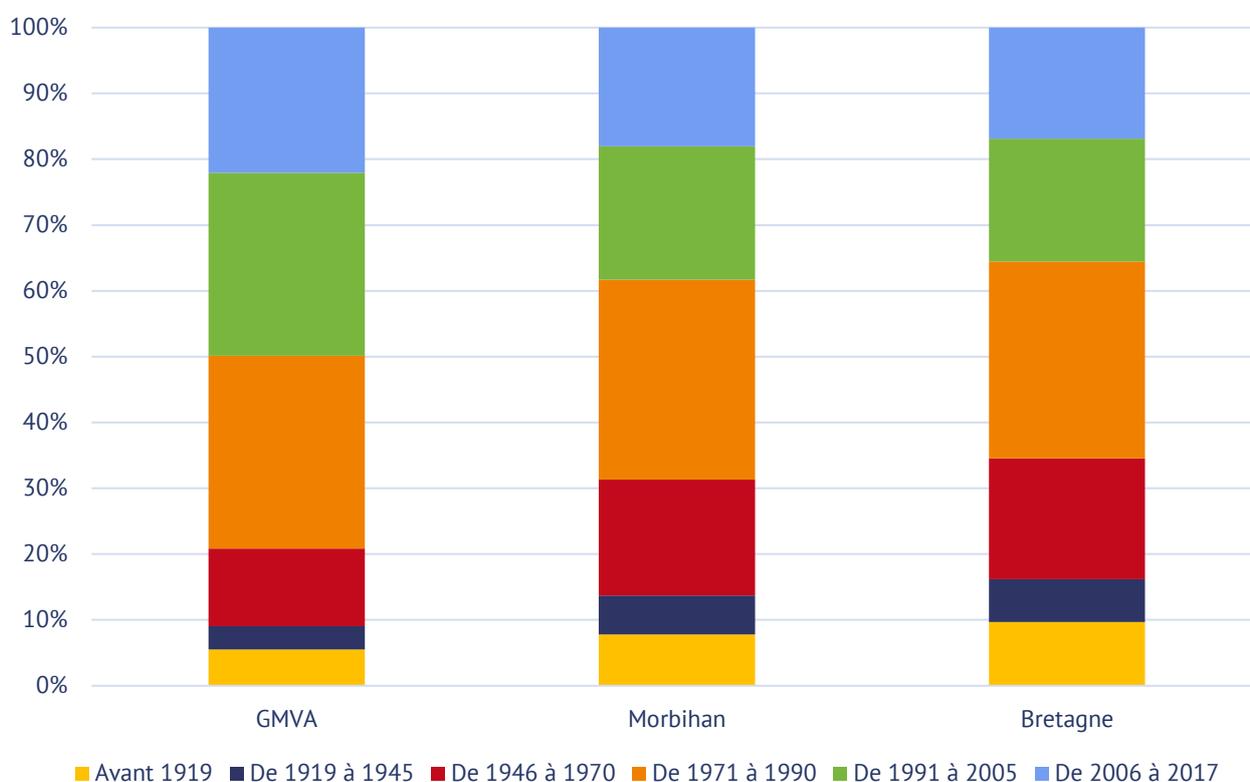


Figure 13 : Répartition des logements par date de construction, 2020 – Source : Insee

Le parc de logements de l'Agglomération est relativement récent : 50% a été construit après 1990 (contre 38% pour le Morbihan et 35% pour la Bretagne) et seulement 9% a été construit avant 1945 (contre 14% et 16%).

L'enjeu de rénovation énergétique est moins crucial que pour le reste de la région, mais il demeure important : près du quart du parc de logement a été construit avant la première réglementation thermique en 1974.

CHIFFRES-CLES

- Le secteur résidentiel est le second secteur de consommation d'énergie du territoire, avec 29% des consommations d'énergie finale. Cette part relativement faible s'explique notamment par un **parc de logements plutôt récent** et composé d'un tiers **d'appartements** et d'un quart de **résidences secondaires**.
- Concernant les consommations liées au **mode de chauffage**, 43% des ménages se chauffent à l'électricité, 35% au gaz naturel et 9% au fioul. L'électricité présente un impact carbone relativement faible en France du fait d'un mix électrique essentiellement nucléaire. Le gaz et le fioul constituent quant à elles les énergies les plus carbonées. Les ménages qui en consomment sont également plus exposés à la hausse des prix des énergies fossiles.

Le secteur tertiaire

Le périmètre du secteur tertiaire prend en compte les consommations énergétiques nécessaires à l'activité : électricité et combustibles de chauffage dans les structures. Les consommations énergétiques du secteur tertiaire sont de **494 GWh**, soit **14%** du bilan, en 2020. Elles sont réparties de la manière suivante :

Tertiaire - Ventilation des consommations d'énergie finale par vecteur, GMVA, 2020

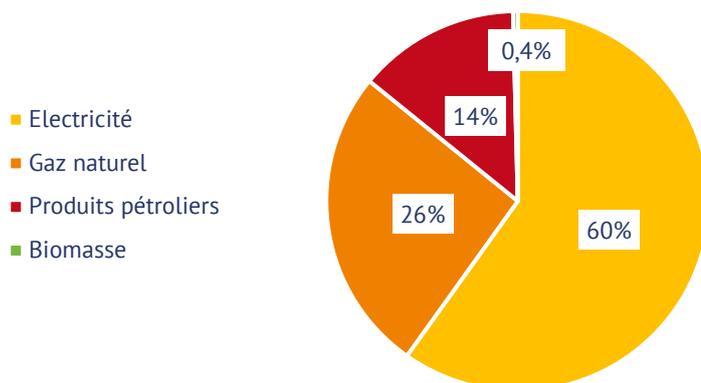


Figure 14 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Tertiaire, GMVA, 2020 – Source : OEB

A nouveau, l'électricité, le gaz et les produits pétroliers prennent une place importante dans les consommations d'énergie, avec respectivement 60%, 26% et 14% des consommations d'énergie du secteur tertiaire.

Tertiaire - Ventilation des consommations d'énergie finale par usage et vecteur, GMVA, 2020

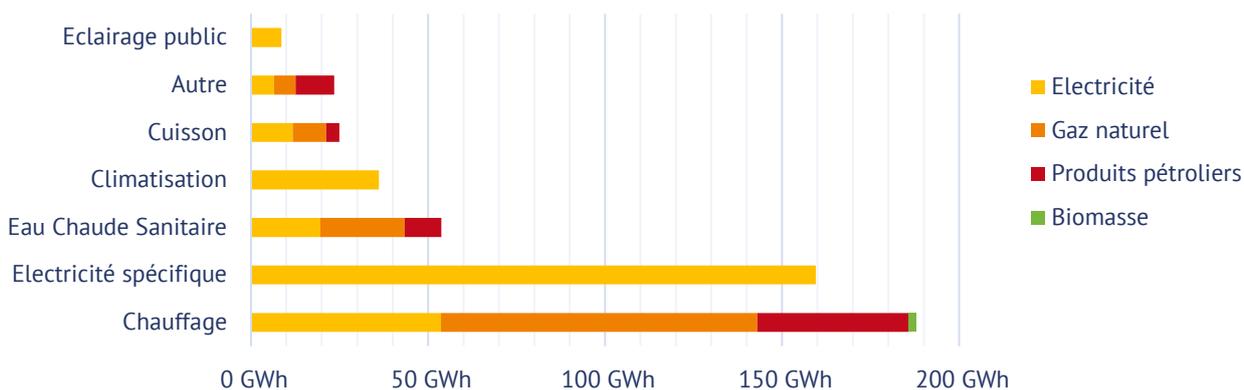


Figure 15 : Répartition par usage des consommations d'énergie du secteur Tertiaire, GMVA, 2020 – Source : OEB

La consommation d'énergie du secteur tertiaire est principalement liée au **chauffage** (38%) et à **l'électricité spécifique** (32%) – qui correspond à la consommation des équipements ne pouvant fonctionner qu'à l'électricité, comme les appareils de bureautique et d'informatique ou encore les pompes de circulation de chauffage. On remarque par ailleurs que le chauffage, l'eau chaude sanitaire et la cuisson sont les trois usages qui dépendent le plus du gaz naturel et des produits pétroliers.

Le secteur industriel

Le périmètre du secteur industriel prend en compte les consommations énergétiques nécessaires à l'activité : électricité et combustibles de chauffage / refroidissement. Les installations de production et de transport d'énergie ne sont pas intégrées dans l'étude. En effet, le **Décret n° 2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial** préconise d'exclure ces sites du bilan énergétique afin d'éviter le double compte entre l'énergie de réseau consommée pour chacun des secteurs et l'énergie primaire (charbon, gaz, bois, uranium, etc.) consommée afin de la produire. Ceci n'a cependant pas d'incidence sur le bilan local car aucun site de ce type n'a été recensé sur le territoire du GMVA.

Le secteur industriel est à l'origine d'une consommation de **293 GWh**, soit **9%** du bilan, en 2020. Les sources utilisées sont réparties de la manière suivante :

Industrie - Ventilation des consommations d'énergie finale par vecteur, GMVA, 2020

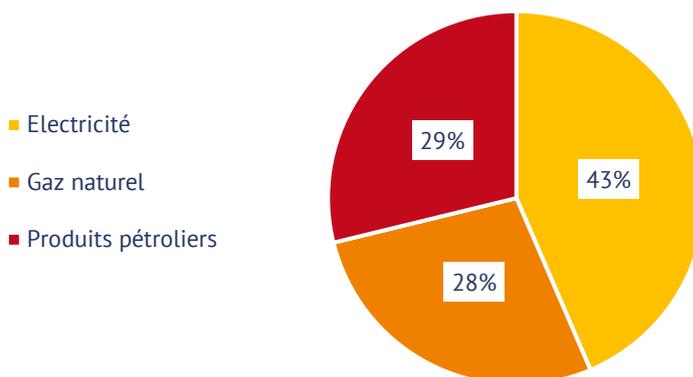


Figure 16 : Répartition des consommations énergétiques du secteur Industrie, GMVA, 2020 – Source : OEB

Les consommations d'énergie finale du secteur industriel se partagent entre les produits pétroliers, l'électricité et le gaz, avec une légère prédominance de **l'électricité** (43%).

Le secteur agricole

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

Le secteur agricole est à l'origine d'une consommation de **92 GWh**, soit environ **3%** du bilan, en 2020.

Agriculture - Ventilation des consommations d'énergie finale par vecteur, GMVA, 2020

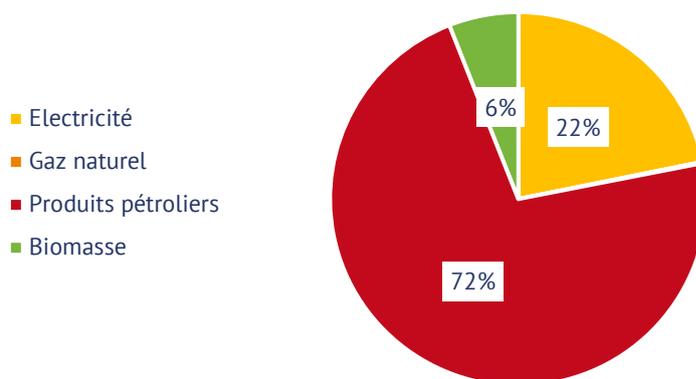


Figure 17 : Répartition des consommations d'énergie du secteur agricole par type d'énergie, GMVA, 2018 – Source : OEB

La majorité de ces consommations sont associées à la culture de blé et de maïs. La carte suivante représente la répartition des cultures sur le territoire de GMVA :

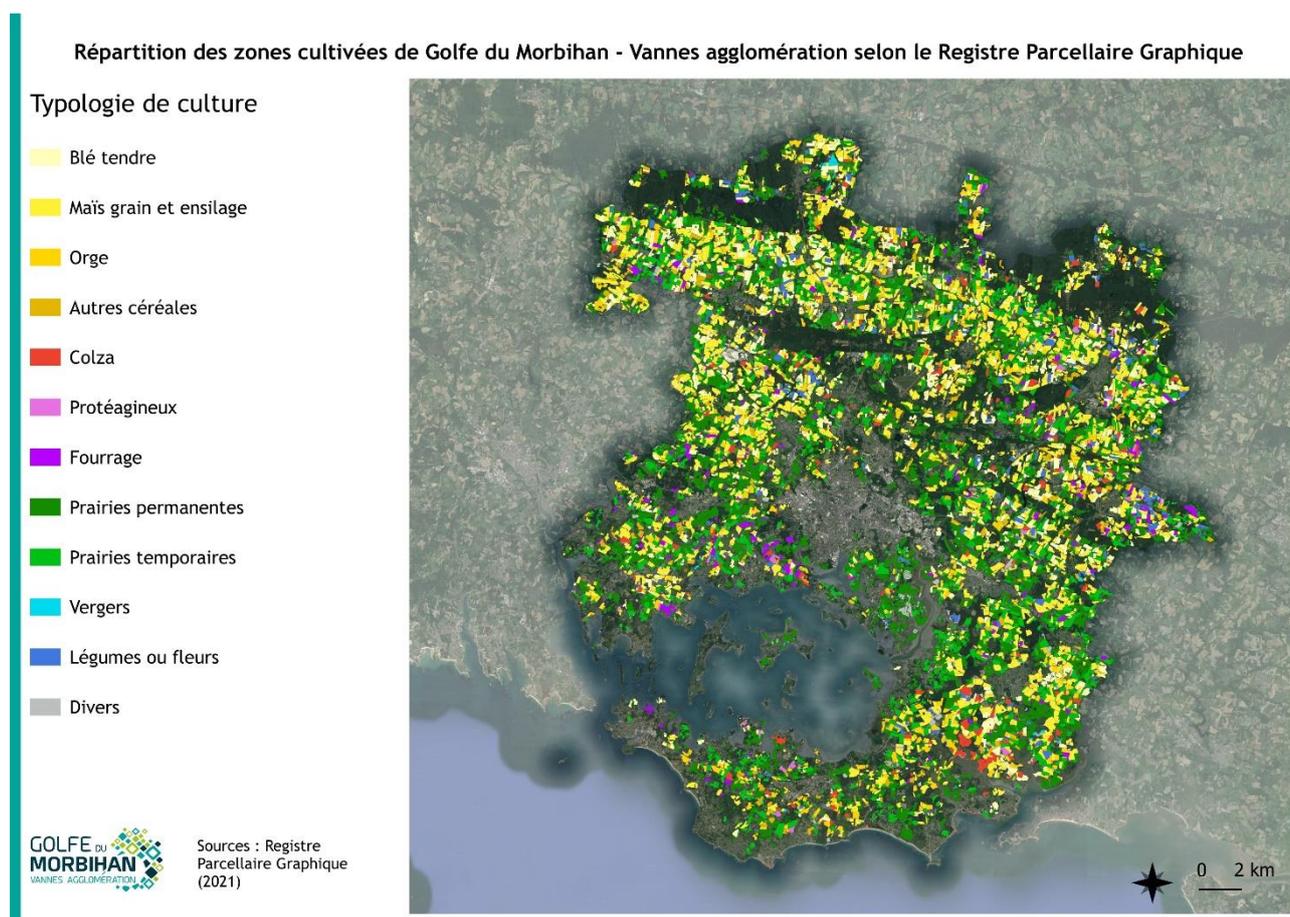


Figure 18 : Répartition des cultures sur le territoire, GMVA, 2021 – Source : Registre Parcellaire Graphique

Le secteur des déchets

Il n'existe pas d'Unité d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM), ni d'Installation de Stockages de Déchets Non Dangereux (ISDND) sur le territoire. Le fonctionnement des sites de traitement des déchets du territoire ne participe donc pas au bilan énergétique.

2.1.3. Evolution des consommations d'énergie

Entre 2010 et 2020, les consommations d'énergie du territoire intercommunale ont baissé de 8,2% en absolu, et de 11,4% en moyenne par habitant.

Evolution des consommations entre 2010 et 2020 par secteur d'activité, GMVA

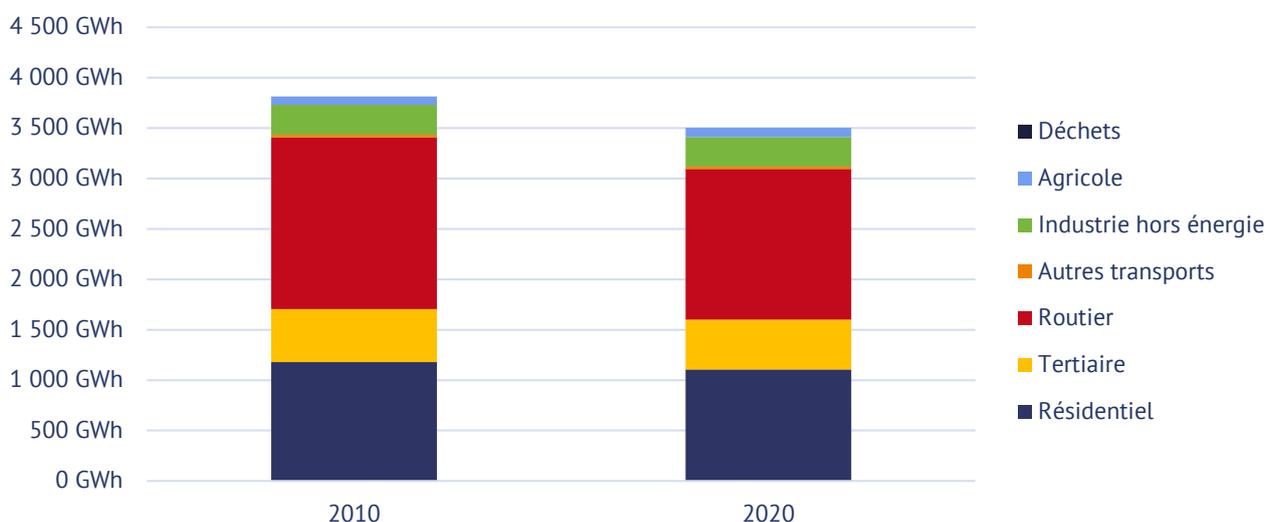


Figure 19 : Evolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2020, GMVA – Source : OEB

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

Historique des consommations	2010	2020	Evolution
Résidentiel	1 178 GWh	1 106 GWh	-7%
Tertiaire	525 GWh	494 GWh	-6%
Routier	1 704 GWh	1 495 GWh	-14%
Autres transports	28 GWh	23 GWh	-23%
Industrie hors énergie	297 GWh	293 GWh	-1%
Agricole	82 GWh	92 GWh	10%
Déchets	0 GWh	0 GWh	n.a
Total	3 814 GWh	3 503 GWh	-9%

Figure 20 : Evolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2020, par secteur d'activité – Source : OEB

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 50% ses consommations d'énergie à horizon 2050 par rapport à 2020, à population constante.

Potentiel de Maîtrise de l'énergie, GMVA

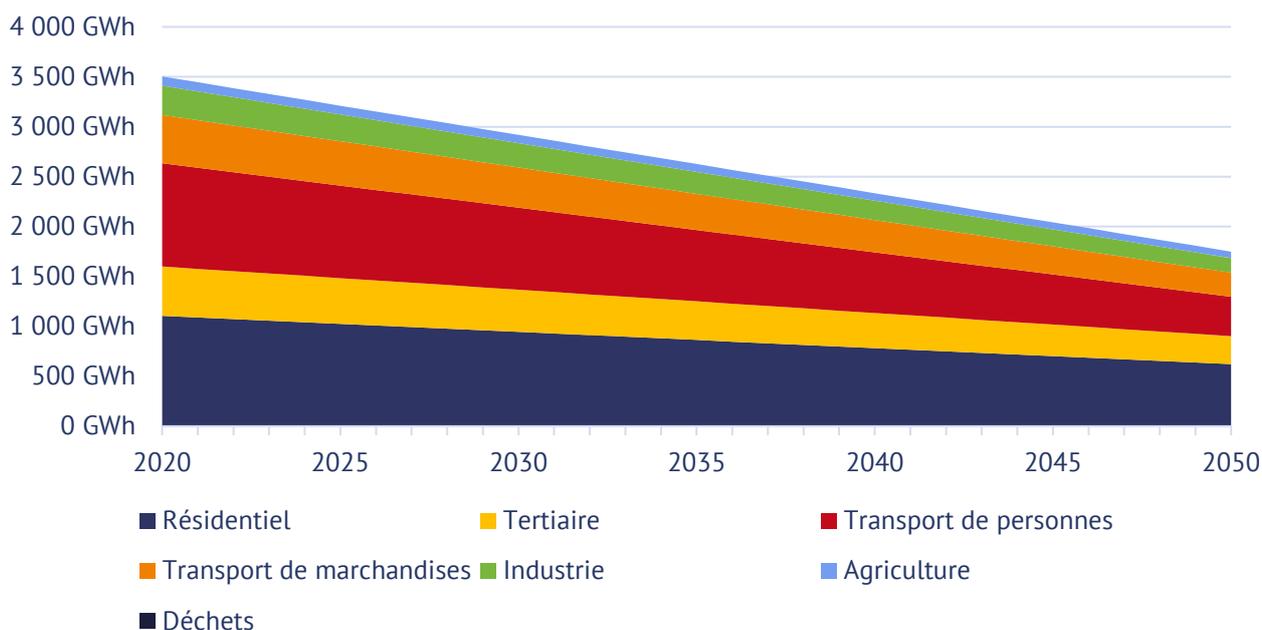


Figure 21 : Potentiel maximal de réduction des consommations d'énergie, GMVA, source : NEPSEN

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 **118 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 : 28 138 appartements et 52 703 maisons (dont 50% construits après 1990).

De plus, d'après le diagnostic, la consommation moyenne de chauffage des logements du territoire est de 83 kWh d'énergie finale par m². Sur la base des données fournies par l'institut NegaWatt, 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 2020	Consommation pour le chauffage avec 90% des logements BBC rénovation	Gains
Maisons	484 GWh	210 GWh	- 274 GWh - 56%
Appartements	153 GWh	60 GWh	- 93 GWh - 61 %
Total	636 GWh	366 GWh	- 367 GWh - 42%

Tableau 2 : 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 2020	Potentiel 2050	Gains /2020
Chauffage	636 GWh	366 GWh	- 367 GWh - 42%
Electricité spécifique et ECS	470 GWh	352 GWh	- 118 GWh - 25%
Total	1 106 GWh	718 GWh	- 484 GWh - 44%

Tableau 3 : 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, le nombre d'actifs du territoire utilisant la voiture pour se rendre au travail sont les suivants :

Lieu de travail	Voiture
Commune de résidence	15 285
Autre commune du département de résidence	40 662
TOTAL	55 947

Tableau 4 : Déplacements des actifs du territoire (en nombre d'actifs), Source : INSEE, 2020

N.B. : Seul le moyen de transport principal utilisé est présenté ci-dessus.

A partir de ces éléments, les potentiels suivants peuvent être identifiés :

- Passage de 75% des personnes allant travailler sur leur commune de résidence en voiture vers des transports doux (vélo ou marche à pied), soit 11 463 personnes. La distance moyenne parcourue est estimée à 5 km ;
- Passage de 100% des personnes allant travailler en France métropolitaine (hors commune de résidence) en voiture vers du covoiturage (50%) ou du transport en commun (50%), soit 40 662 personnes.

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 :

	Commune de résidence	Autre commune
Consommations associées aux déplacements en voiture	15 285 actifs x 5 km x 2 x 217 jours ouvrés x 0,69 kWh = 22,9 GWh	40 662 actifs x 2 x 217 jours ouvrés x 0,69 kWh x (15+26) km = 499 GWh
Economies si passage au vélo ou à la marche	- 17 GWh	Sans objet
Economies si passage au covoiturage pour 50% des actifs	Sans objet	-28 GWh
Economies si passage aux transports en commun pour 50% des actifs	Sans objet	- 40 GWh
GAINS	- 17 GWh - 75%	- 68 GWh -14%

Tableau 5 : Potentiel de maîtrise de l'énergie associé aux déplacements domicile-travail, 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 317 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). Ceci correspond à un gain supplémentaire de 41 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 124 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 71 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 242 GWh/an.

Bilan pour le secteur transports

Secteur	Consommation 2020	Potentiel 2050	Gains
Déplacements de personnes	1 034 GWh	395 GWh	- 639 GWh - 62 %
Transport routier de marchandises	484 GWh	242 GWh	- 242 GWh - 50 %
Total	1 518 GWh	637 GWh	- 881 GWh - 58 %

Tableau 6 : 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 **91 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 80% des bâtiments tertiaires sont rénovés à un niveau BBC (scénarios ADEME 1 et 2), le potentiel de réduction des consommations est estimé à **109 GWh**. Cela correspond à une diminution de 58% des consommations relatives au chauffage pour le tertiaire.

Bilan pour le secteur tertiaire

Secteur	Consommation 2020	Potentiel 2050	Gains
Chauffage	188 GWh	79 GWh	- 109 GWh - 58 %
Electricité spécifique	307 GWh	216 GWh	- 91 GWh - 30 %
Total	494 GWh	294 GWh	- 200 GWh - 41 %

Tableau 7 : Bilan des potentiels de Maîtrise de l'énergie du secteur transports, Source : diagnostic de consommation énergétique, INSEE, méthodologie destination TEPOS

Bilan sur la maîtrise de l'énergie

Secteur	Consommation 2020	Niveau théorique 2050	Gain possible (GWh/%)	Objectifs opérationnels du territoire
Procédés industriels	293 GWh	147 GWh	- 147 GWh - 50%	Amélioration de l'efficacité énergétique des procédés industriels et sur les consommations d'énergie des bâtiments.
Tertiaire	494 GWh	294 GWh	- 200 GWh - 41%	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	1 106 GWh	718 GWh	- 484 GWh - 44%	Amélioration thermique du bâti, sobriété énergétique et changements des comportements, évolution des systèmes de chauffage
Agriculture	92 GWh	64 GWh	- 28 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	1 518 GWh	637 GWh	- 881 GWh - 58%	Amélioration des équipements (pneus, moteurs moins consommateurs, électrification) Changement d'usage (covoiturage, autopartage, télétravail), écoconduite.
Déchets	/	/	/	/
TOTAL	3 503 GWh	1 763 GWh	- 1 740 GWh - 50%	

Tableau 8 : Potentiel maximal de Maîtrise de l'Énergie du territoire, source : diagnostic énergétique, INSEE et méthodologie Destination TEPOS

2.1.5. Enjeux mis en évidence par l'étude

Atouts

- Une consommation d'**électricité** importante sur le territoire : 43% des ménages se chauffent à l'électricité. Bien qu'il soulève d'autres questions environnementales, ce vecteur énergétique a un impact carbone faible à l'échelle nationale
- L'**habitat** représente des consommations relativement faible en proportion des autres secteurs, du fait d'un parc de logements plutôt récent et constitué d'un tiers d'appartements

Faiblesses

- L'utilisation du **fioul et du gaz pour le chauffage** des logements, pour respectivement 9% et 35% des ménages les exposent particulièrement à la hausse des prix des énergies fossiles ;
- Pour les déplacements des résidents, **la voiture individuelle est le principal mode de transport** utilisé. D'après l'enquête publiée dans le PDU, 74% des trajets des habitants sont effectués en voiture.

Opportunité

- Un potentiel de réduction des consommations énergétiques intéressant sur le territoire (50% par rapport à 2020), principalement pour les secteurs Résidentiel et Transport.
- 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

- Les **carburants utilisés sont peu diversifiés** : les produits pétroliers sont de très loin majoritaires par rapport au gaz ou à l'électricité, que ce soit pour les transports de marchandises ou de personnes.

Figure 22 – Matrice AFOM, consommation d'énergie

2.2. PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE SUR LE TERRITOIRE

2.2.1. Contexte méthodologique

Périmètre étudié

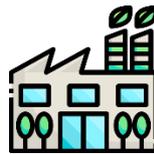
Le diagnostic de production d'Énergies Renouvelables (EnR) vise à estimer la production actuelle du territoire ainsi que son potentiel de développement pouvant être mobilisé annuellement à horizon 2050 en exploitant les ressources naturelles et issues d'activités anthropiques.

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 sur un avenir incertain. 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 2021. 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'Observatoire de l'Environnement en Bretagne (OEB) 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 361 GWh pour l'année de référence 2021 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, GMVA, 2021

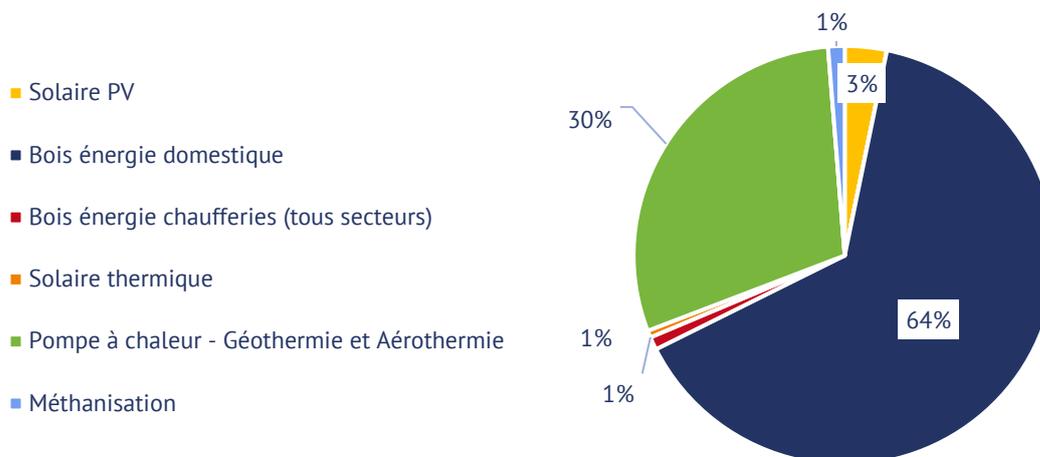


Figure 23 : Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite sur la GMVA, 2021 – Source : OEB

La production d'énergie renouvelable est en grande partie issue **d'installations individuelles de chauffage résidentiel**, à savoir les foyers ouverts et inserts (64% de l'énergie produite), les pompes à chaleur (30%) et les panneaux solaires thermiques (1%). La production d'énergie solaire photovoltaïque, la méthanisation et les chaufferies bois complètent cette production, et représentent respectivement 3%, 2% et 1% du total de production.

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 Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération 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. Tous les projets en construction ou en instruction sont considérés comme déjà mobilisés et ne sont donc pas inclus ici.

Type ENR	Potentiel de développement
Solaire photovoltaïque	603,1 GWh
Méthanisation	275,3 GWh
Bois-énergie chaufferies	137,6 GWh
Pompe à chaleur - Géothermie	133,9 GWh
Solaire thermique	50,5 GWh
Chaleur fatale	76,5 GWh
Eolien terrestre	52,5 GWh
Energies marines renouvelables	30,0 GWh
Hydroélectricité	0,0 GWh
Bois-énergie domestique	0,0 GWh
Uiom	0,0 GWh
Total	1 366,8 GWh

Tableau 9 : Synthèse du potentiel mobilisable

On observe que le grand levier de développement est constitué par l'énergie solaire photovoltaïque, en lien avec les zones délaissées, artificialisées et la prédominance des bâtiments individuels (forte disponibilité en toiture pour un développement diffus du solaire photovoltaïque et thermique). La méthanisation, les pompes à chaleur et la biomasse locale constituent également des potentiels de développement intéressants sur le territoire.

Ventilation du potentiel de développement des énergies renouvelables

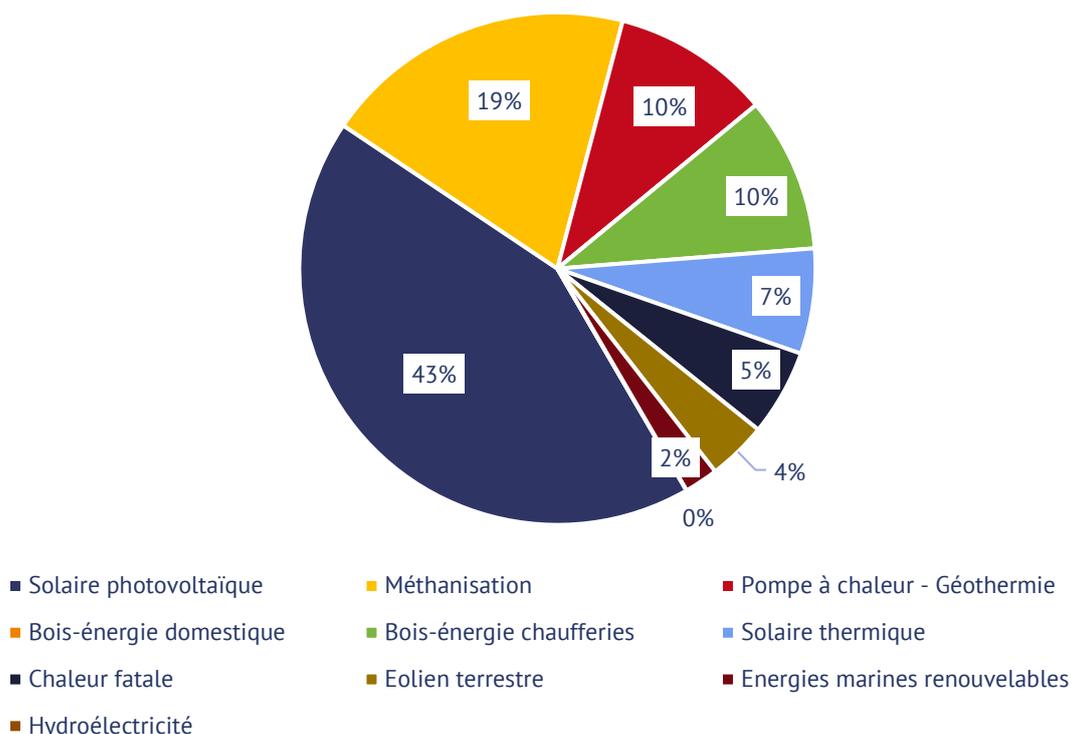


Figure 24 : Potentiel de développement des énergies renouvelables, GMVA, source : multiples, NEPSSEN

Productible en énergies renouvelables à horizon 2050

Le productible 2050 tient compte de la production initiale 2021, des projets et du potentiel mobilisable. La production maximale en énergies renouvelables estimée atteignable à horizon 2050 pour le territoire du GMVA est présentée ci-dessous :

Type ENR	Production 2021	Projets	Productible atteignable
Solaire photovoltaïque	11,6 GWh	41,9 GWh	656,6 GWh
Méthanisation	6,2 GWh	28,6 GWh	310,1 GWh
Pompe à chaleur - Géothermie	112,4 GWh	0,0 GWh	246,2 GWh
Bois-énergie chaufferies	3,6 GWh	33,7 GWh	175,0 GWh
Solaire thermique	2,0 GWh	0,0 GWh	52,4 GWh
Bois-énergie domestique	232,3 GWh	0,0 GWh	92,9 GWh
Chaleur fatale	0,0 GWh	0,0 GWh	76,5 GWh
Eolien terrestre	0,0 GWh	16,6 GWh	69,1 GWh
Energies marines renouvelables	0,0 GWh	0,0 GWh	30,0 GWh
Hydroélectricité	0,0 GWh	0,0 GWh	0,0 GWh
Total	368,1 GWh	120,8 GWh	1708,9 GWh

Tableau 10 : Synthèse du productible atteignable à horizon 2050

Le développement des potentiels sur le territoire permettrait de multiplier par 4,6 la production actuelle qui serait alors portée à plus de 1 710 GWh.

Le graphique ci-dessous permet de comprendre 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, GMVA

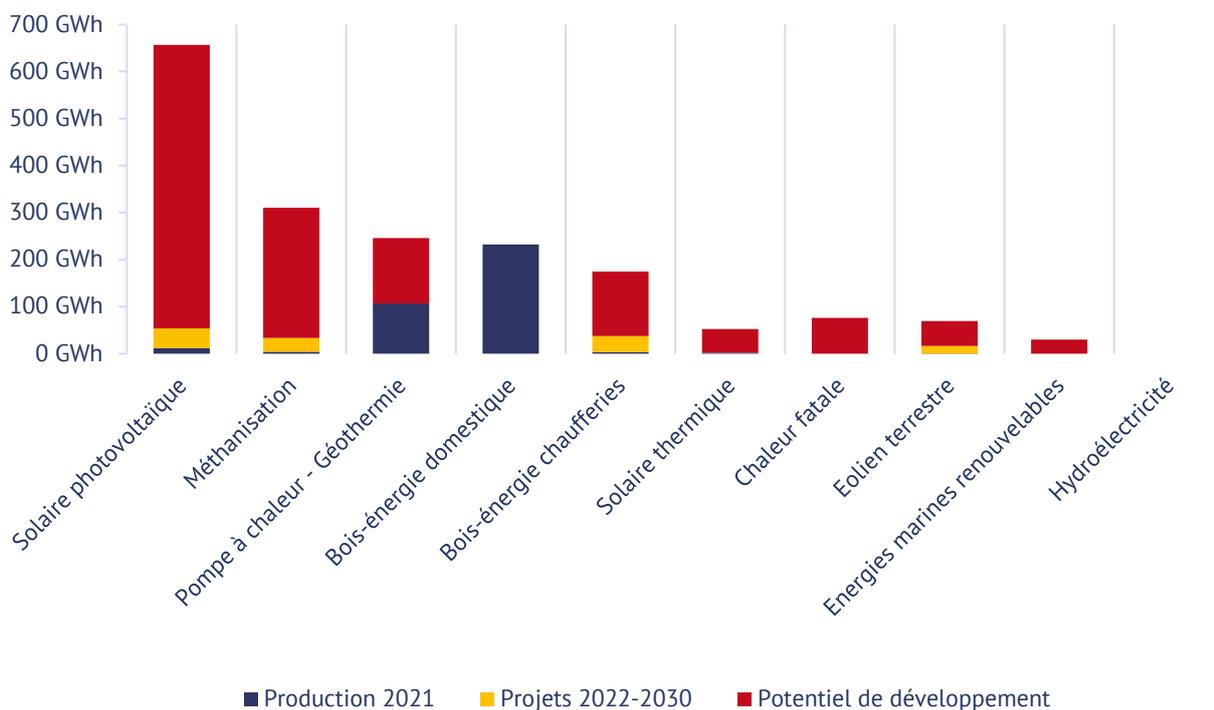


Figure 25 – Synthèse de la production EnR 2021, des projets depuis 2021 et du potentiel de développement pour chaque filière

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

Solaire Photovoltaïque

PRODUCTION ACTUELLE

Le territoire dispose de deux centrales photovoltaïques injectant sur le réseau haute tension. La première est une centrale au sol qui se situe sur la commune de Saint-Avé : d'une puissance de 1,4 MWc, elle a été mise en service en fin d'année 2021 et produit 1,7 GWh annuellement. La seconde est une production sur les toitures d'une entreprise, cumulant une puissance de 0,66 MWc et injectant 0,75 GWh sur le réseau. Le reste de la production photovoltaïque est couverte par des installations diffuses et individuelles.

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 GMVA)

La ressource sur le territoire

Le territoire bénéficie d'un ensoleillement annuel de 1 184 kWh/m²¹ et plus de 2 323 heures d'ensoleillement annuel².

Irradiation horizontale mensuelle (données pour la ville de Rennes) et température (données pour la ville de Vannes)

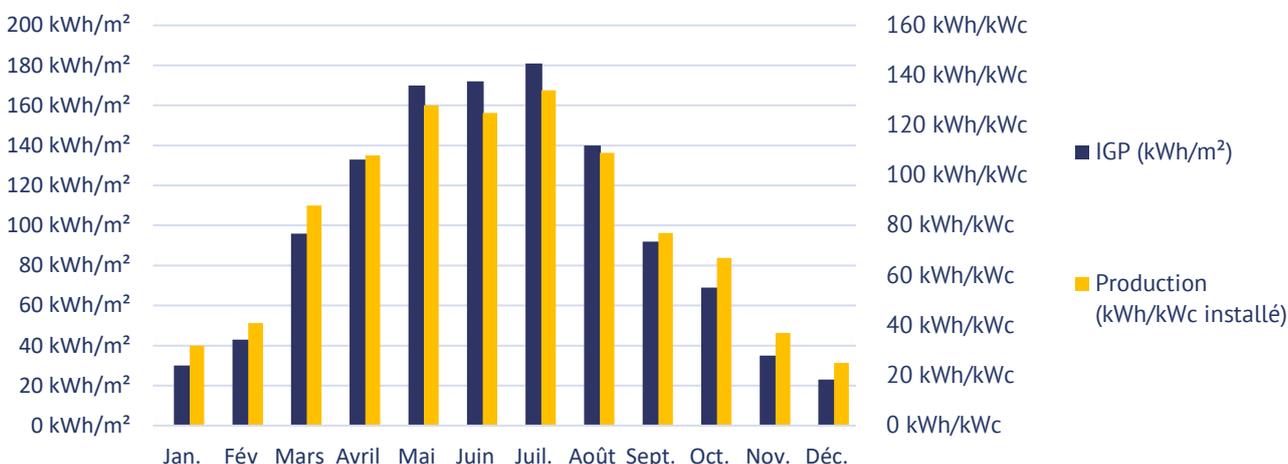


Figure 26 : Irradiation horizontale mensuelle et productivité, source : CALSOL, données type pour la ville de Rennes³

Le productible estimé annuellement et retenu pour l'étude s'élève à **971 kWh/kWc.an** en moyenne.

Méthodologie

L'estimation du potentiel mobilisable du territoire passe par l'estimation des surfaces disponibles pour l'accueil de modules photovoltaïques.

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

² <https://fr.climate-data.org/europe/france/bretagne/vannes-59874/>

³ IGP : Irradiation Global dans le plan (noté IGP en kWh/m²) – définition : <http://ines.solaire.free.fr/pages/expvpreseau1.htm>

Les surfaces disponibles sur le territoire ont été estimées en procédant de la manière suivante :

1. Surfaces disponibles en toitures :

Utilisation des données de la BD TOPO® Bâtiments de l'IGN et de la base cadastrale pour récupérer les emprises de bâtiments et les surfaces projetées de toitures. La nature et l'usage des bâtiments de la BD TOPO® sont utilisés pour classer les bâtiments selon différentes typologies :

BD TOPO®	Surface de bâtiments	Typologie appliquée
Maison individuelle	De 80m ² à 200m ²	Maison
Logement collectif	Supérieure à 200m ²	Logements collectifs
Industriel	Supérieure à 200m ²	Industriel
Commercial et services, sportif	Supérieure à 200m ²	Tertiaire
Agricole	Supérieure à 200m ²	Agricole
Serres	Supérieure à 200m ²	Serres

Tableau 11 : Répartition des typologies de bâtiment par surface de toiture et par usage, à partir de la BD TOPO®

Les surfaces inférieures à celles mentionnées dans le tableau ci-dessus sont exclues du potentiel. Les surfaces disponibles futures en toiture de bâtiment sont projetées 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.

2. Surfaces disponibles en ombrières de parkings :

L'Agglomération a étudié l'ensemble des sites en ombrière de parkings pouvant potentiellement accueillir des centrales photovoltaïques. Ces données ont été reprises.

3. Surfaces disponibles en agrivoltaïsme :

Les données utilisées sont celles fournies par le recensement agricole 2020 concernant, les surfaces arboricoles, viticoles, maraîchères et élevages ovins et caprins propices à la mise en place de projets agrivoltaïques. L'agrivoltaïsme étant encore une filière émergente et en attente de cadrage réglementaire, seule 1% de la surface agricole est considérée mobilisable.

4. Surfaces disponibles pour des centrales sur sites délaissés :

L'Agglomération a étudié l'ensemble des sites pouvant potentiellement accueillir des centrales photovoltaïques au sol. Ces données ont été reprises.

Enfin, certaines surfaces aquatiques artificielles (anciennes ou futures carrières par exemple), 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.

La **synthèse des hypothèses** appliquées aux surfaces identifiées pour le calcul de la puissance installée et du productible associé est présentée ci-dessous :

Typologie	Ratio de puissance kWc/m ²	Coefficient de masque	Coefficient d'orientation et d'inclinaison	Coefficient d'implantation
Maisons individuelles	0,2	0,7	0,7	0,25
Logements collectifs	0,2	0,75	0,7	0,35
Bâtiments tertiaires et industriels	0,2	0,75	0,8	0,40
Bâtiments agricoles	0,2	0,75	0,8	0,35
Serres agricoles	0,2	0,70	0,7	0,40
Ombrières sur parkings	Données GMVA			
Agrivoltaïsme sur vignes et vergers	0,4 à 1 MWc/ha	-	-	0,01 (1% de la surface agricole)
Centrale au sol et flottante	Données GMVA			

Tableau 12 : Contraintes de mise en œuvre prises en compte pour le solaire photovoltaïque

- 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 productible d'un module par rapport à une inclinaison de 30° et une orientation 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.
- La filière agrivoltaïque étant émergentes et en attente de cadrage, on considère un maximum de 1% de la surface de chacune des cultures mentionnées pour l'agrivoltaïsme.
- Pour le photovoltaïque flottant, 40% de la surface disponible est considérée afin de ne pas perturber les activités potentielles existantes (industrie, agriculture, tourisme, etc.).

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** :

Typologie	Surface mobilisable	Puissance nette installable	Gisement net
Bâti résidentiel	2 922 904 m ²	294 338 kWc	285,8 GWh
Sites au sol	3 133 169 m ²	150 898 kWc	146,5 GWh
Bâti tertiaire	679 579 m ²	81 549 kWc	79,2 GWh
Bâti agricole	546 900 m ²	63 529 kWc	61,7 GWh
Bâti industriel	370 974 m ²	44 517 kWc	43,2 GWh
Parkings	1 821 136 m ²	27 250 kWc	26,5 GWh
Agrivoltaïsme	136 600 m ²	13 170 kWc	12,8 GWh
Cimetière	7 763 m ²	978 kWc	0,9 GWh

Tableau 13 : Gisement photovoltaïque du territoire de Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération

La ventilation du potentiel mobilisable photovoltaïque est donc la suivante :

Répartition du gisement PV par type de site

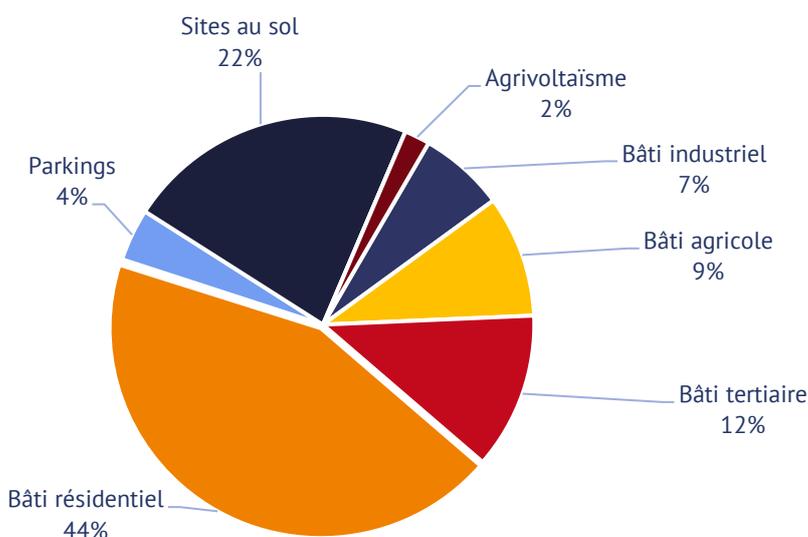


Figure 27 : Répartition du potentiel mobilisable par la filière photovoltaïque sur le territoire

Synthèse du potentiel solaire photovoltaïque

Typologie	En service 2021	Projets	Potentiel de développement	Productible atteignable
En toiture	9,9 GWh	0,0 GWh	460,0 GWh	469,9 GWh
En centrale (ombrières, au sol et agrivoltaïsme)	1,7 GWh	41,9 GWh	143,1 GWh	186,7 GWh
Total	11,6 GWh	41,9 GWh	603,1 GWh	656,6 GWh

Tableau 14 : Synthèse du potentiel solaire photovoltaïque

La typologie du territoire favorise le développement diffus de cette filière, par l'intermédiaire du recours aux toitures résidentielles individuelles et collectives. A noter que le potentiel résidentiel est toutefois plus difficilement mobilisable que le potentiel collectif et tertiaire.

Une part intéressante du potentiel est également lié à la mise en œuvre de centrales photovoltaïques au sol. Elles constituent 17% du potentiel photovoltaïque total.

Solaire Thermique

PRODUCTION ACTUELLE

En 2021, l'Observatoire de l'Environnement en Bretagne fait état d'une production d'1,9 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 ;
- **Process industriels** consommateurs d'eau chaude à basse température (non estimées par manque de données) ;
- **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 Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération bénéficie de l'énergie solaire suivante :

- Une durée moyenne d'ensoleillement de 2 323 heures par an ;
- Une irradiation solaire globale horizontale qui varie autour de 1 180 kWh/m².an ;
- La productivité annuelle mesurées des capteurs solaires thermiques installés est en moyenne de :
 - 250 kWh/m² pour une installation individuelle ;
 - 350 kWh/m² pour une installation collective et un bâtiment d'élevage ;
 - 500 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°C⁴). 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 2 000 kWh/m²/an⁵. 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 mobilisable sur le territoire est ensuite estimé par l'application de contraintes afin de représenter des conditions de mobilisations « raisonnables » :

Typologie	Unité	Surface modules nécessaires toiture / unité	Productible associé en kWh/m ²	Détail Mobilisation
CESI existant	Maisons	4	250	Toute maison sauf chauffage au bois ou RCU ou gaz
CESI neuf	Maisons	4	250	75% des maisons neuves
CESC existant	Logements	1,5	350	Tout logement sauf chauffage au bois ou RCU ou gaz
CESC neuf	Logements	1,5	350	75% des logements collectifs neufs
Piscine	Surface bassin	0,5	500	Tout centre aquatique sauf ceux déjà équipés
Hôtel et Hébergements Touristiques	Lits	1,5	500	Ensemble du patrimoine associé
Hôpitaux et médicosocial	Lits	1,5	500	Ensemble du patrimoine associé

Tableau 15 : Contraintes de mise en œuvre prises en compte pour le solaire thermique – Source NEPSen, CALSOL

⁴ <https://fondschaleur.ademe.fr/solaire-thermique/>

⁵ <https://ekwateur.fr/blog/autoconsommation/centrale-solaire-thermique/>

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	GISEMENT PROJETE 2050		
	Nombre d'unités avec installation	Surface de capteurs associée	Productible GWh
Logement individuel existant	29 260 maisons	117 040 m ²	17,0 GWh
Logement individuel neuf	25 814 maisons	103 255 m ²	15,5 GWh
Logement collectif existant	14 943 appartements	22 414 m ²	5,5 GWh
Logement collectif neuf	20 989 appartements	31 483 m ²	7,7 GWh
Hébergement touristique	7 868 lits	11 802 m ²	3,3 GWh
Etablissement de santé	6 587 lits	9 881 m ²	2,8 GWh
Piscine	3 189 m ² de bassin	1 595 m ²	0,7 GWh
TOTAL		297 468 m²	52,4 GWh

Tableau 16 : Potentiel mobilisable du territoire de Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération pour la filière du solaire thermique

Le potentiel de production de chaleur d'origine solaire thermique est estimé à environ 300 000 m² de capteurs installés représentant une production de chaleur estimée à 52,4 GWh, en majorité via les logements résidentiels.

Potentiel mobilisable pour le solaire thermique projeté 2050

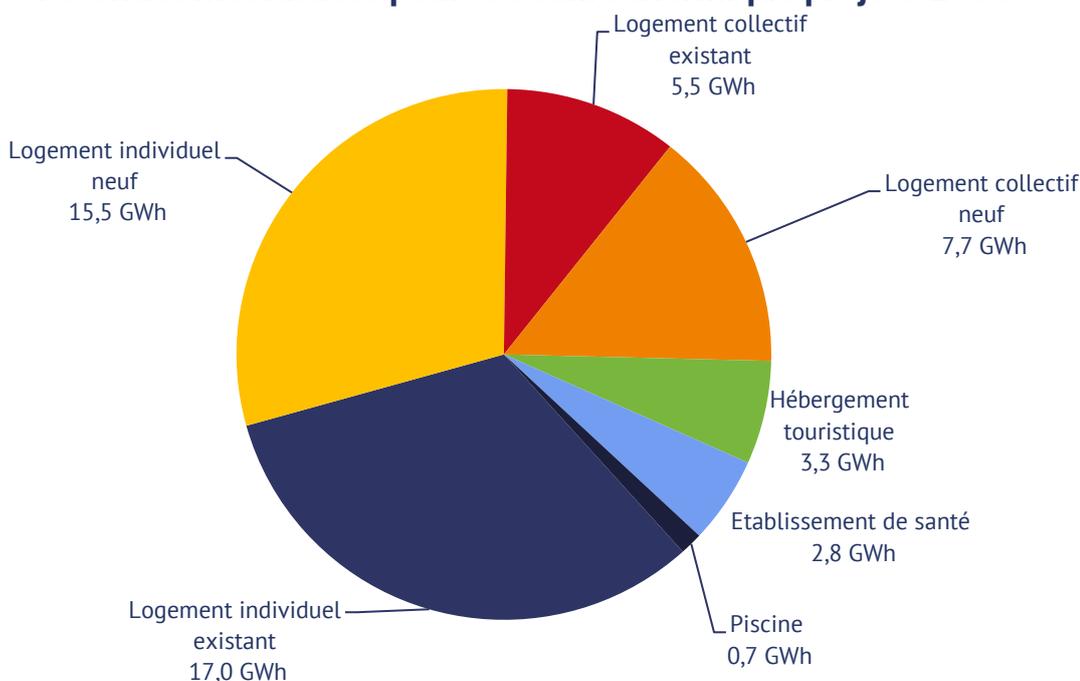


Figure 28 : Potentiel mobilisable par la filière solaire thermique sur le territoire

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") et l'appel à projet national Grandes Installations Solaires Thermiques.

Synthèse du potentiel solaire thermique

	En service en 2021	Projets	Potentiel de développement mobilisable	Productible atteignable
Solaire thermique (ECS)	2,0 GWh	0,0 GWh	50,4 GWh	52,4 GWh

Tableau 17 : Synthèse du potentiel solaire thermique

Le productible d'énergie solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire (ECS) représente 52,4 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.

Biomasse / Bois-Énergie

PRODUCTION ACTUELLE

98% de la consommation de bois-énergie du territoire est issue d'installations chez les particuliers. Le pourcentage restant (2%) est généré par des chaufferies. La SPL Bois-énergie de GMVA dispose d'un portefeuille de projets, dont 13 bénéficient d'un plan d'affaires.

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.

L'étude de mobilisation de la ressource « bois énergie » sur le territoire de GMVA et structuration de la filière bois énergie à 2030, réalisée par le CEDEN, Abibois et la Compagnie Bretonne de Gestion Forestière a été utilisée pour cette partie.

La ressource sur le territoire

Nous nous intéressons ici au potentiel concernant la production de combustible issu des bois forestiers et des déchets de bois.

Les massifs forestiers couvrent 16% de la surface du territoire, et sont essentiellement composés de massifs de feuillus. La base de données BD Forêt® de l'IGN permet de fournir la répartition suivante :

Essence	Surfaces	Ventilation des surfaces
Feuillus	9 633 ha	50%
Conifères	3 479 ha	18%
Mixte	3 978 ha	21%
Autre	2 079 ha	11%
Total	19 169 ha	100%

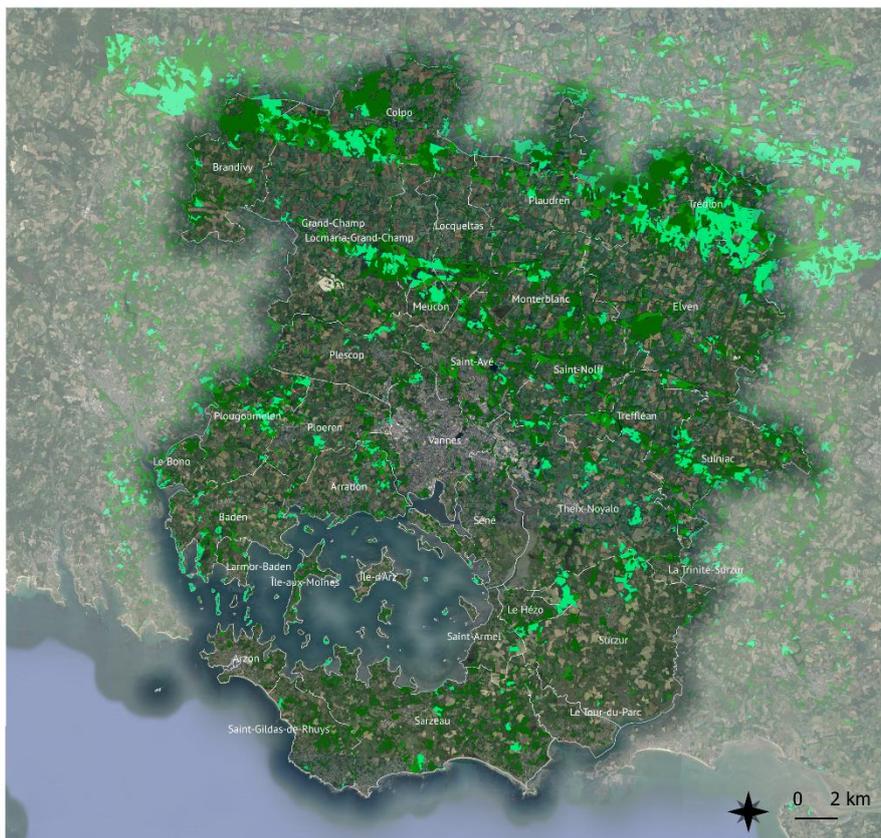
Tableau 18 : Répartition de la surface de forêt par typologie

La carte ci-dessous permet de visualiser la répartition de la surface forestière du territoire :

Répartition des forêts de Golfe du Morbihan - Vannes agglomération selon l'Occupation du Sol à Grand Echelle (OCS-GE)

Typologie de forêt

- Peuplements de feuillus
- Peuplement de conifères
- Peuplement mixtes



Sources : Occupation du Sol à Grande Echelle (OCS-GE), Mégatis Bretagne et partenaires, 2013

Figure 29 : Répartition des surfaces forestières du territoire – Source OCS-GE, 2013

Le tableau ci-dessous présente pour chacune des typologies présentes, les données correspondantes en matière de volume de bois sur pied.

Ces estimations ont été réalisées dans le cadre de l'étude CEDEN, Abibois et Compagnie Bretonne de Gestion Forestière. Elle présente les volumes disponibles sur le territoire. Le stock de bois sur pied, le menu bois, la production biologique, les pertes et le taux de mobilisation pour le bois-énergie ont été pris en compte pour estimer les volumes disponibles suivants :

Disponibilité par ressource sur GMVA, 2020	Bois-bûche	Bois plaquettes	Total
Forêt en massif	29 301 t	16 138 t	45 439 t
Forêt paysanne dont alignement	9 180 t	6 100 t	15 280 t
Forêt urbaine	2 500 t	10 125 t	12 625 t
Total volume ressource	40 981 t	32 363 t	73 344 t

Tableau 19 : Ressources par typologie d'espace et de bois (source : étude CEDEN, Abibois, Compagnie Bretonne de Gestion Forestière)

Methodologie

La méthodologie précise d'estimation de ces gisements est disponible dans l'étude de mobilisation de la ressource « bois énergie » sur le territoire de GMVA et structuration de la filière bois énergie à 2030

Le potentiel en détails

En considérant un pouvoir calorifique de 3 MWh/tonne pour le bois-plaquette et de 3,5 MWh/tonne pour le bois-bûche, le volume mobilisable de la ressource forestière locale est la suivante :

Disponibilité par ressource sur GMVA, 2020	Bois-bûche	Bois plaquettes	Total
Forêt en massif	29 301 t	16 138 t	45 439 t
Forêt paysanne dont alignement	9 180 t	6 100 t	15 280 t
Forêt urbaine	2 500 t	10 125 t	12 625 t
Total volume ressource	40 981 t	32 363 t	73 344 t
Equivalent production de chaleur	143 GWh	97 GWh	241 GWh

Tableau 20 : Production de chaleur atteignable avec la ressource bois-énergie du territoire

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 basée sur la production énergétique est la suivante :

Etat initial du territoire	Production 2021	Ressource bois nécessaire
Bois-énergie domestique	232 GWh	58 000 t
Bois-énergie chaufferies	4 GWh	1 600 t

Tableau 21 : Consommation de Bois-Énergie territoriale actuelle pour une production de chaleur renouvelable

La ressource mobilisable permettrait de couvrir les besoins actuels en bois-plaquettes des chaufferies du territoire. En revanche, la demande annuelle en bois-bûche est supérieure à la consommation de bois-énergie domestique.

A ce jour, le territoire est importateur de bois-bûches pour ses besoins énergétiques et exportateur de bois-plaquettes.

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

- Que la rénovation énergétique des maisons et appartements à horizon 2050, et le remplacement des équipements actuels, permettra de réduire de 60% les consommations de bois de chauffe de 2021 ;
- Que les projets de développement de chaufferie biomasse sur le territoire ou de conversion de chaufferie existante non-biomasse sont intégrées (réduction des consommations de chaleur fossile, -34% pour le secteur tertiaire et -47% pour l'industrie, et substitution de la chaleur fossile résiduelle par la biomasse).

Prospective	Production de chaleur bois-énergie 2021	Scénario négaWatt - consommation 2050
Bois-énergie domestique	232 GWh	93 GWh
Bois-énergie chaufferies	4 GWh	175 GWh
Total	236 GWh	268 GWh
Consommation	Chaleur fossile 2020	Réduction des consommations 2050
Tertiaire	132 GWh	-34%
Industrie	166 GWh	-47%

Tableau 22 : Estimation des besoins à horizon 2050

Etat projeté du territoire	Consommation 2050	Ressource bois nécessaire	Couverture des besoins par le combustible local
Bois-énergie domestique	93 GWh	26 546 t	100%
Bois-énergie chaufferies	175 GWh	58 320 t	55%

Tableau 23 : Couverture potentielle des besoins par la ressource locale

On remarque que le territoire dispose des ressources suffisantes pour couvrir les besoins en bois-bûche projetés pour les installations domestiques. En revanche, la ressource semble plus limitée pour répondre au besoin de plaquettes. La partie excédentaire du bois-bûche pourrait servir à faire du bois-plaquette et combler 80% des besoins en plaquettes. Cette analyse reste théorique et devra être affinée au fil des années.

Finalement, la production/consommation de chaleur ayant pour source le bois-énergie est estimée pour 2050 :

Consommation	Production 2021	Projets	Potentiel de développement	Projection des consommations
Bois-énergie domestique	232 GWh	0 GWh	0 GWh	93 GWh
Bois-énergie chaufferies	4 GWh	34 GWh	138 GWh	175 GWh

Tableau 24 : Synthèse du potentiel de consommation/production de bois-énergie

Le potentiel de production de chaleur issue du bois-énergie est de l'ordre de 238 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

Une ressource forestière locale mobilisable permettant de couvrir les besoins en bois-bûches (143 GWh) et 55% des besoins de bois-plaquettes à horizon 2050 (97 GWh).

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 mètres.

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.

Ressources sur le territoire et zonage réglementaire

- 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 GMVA est la suivante :

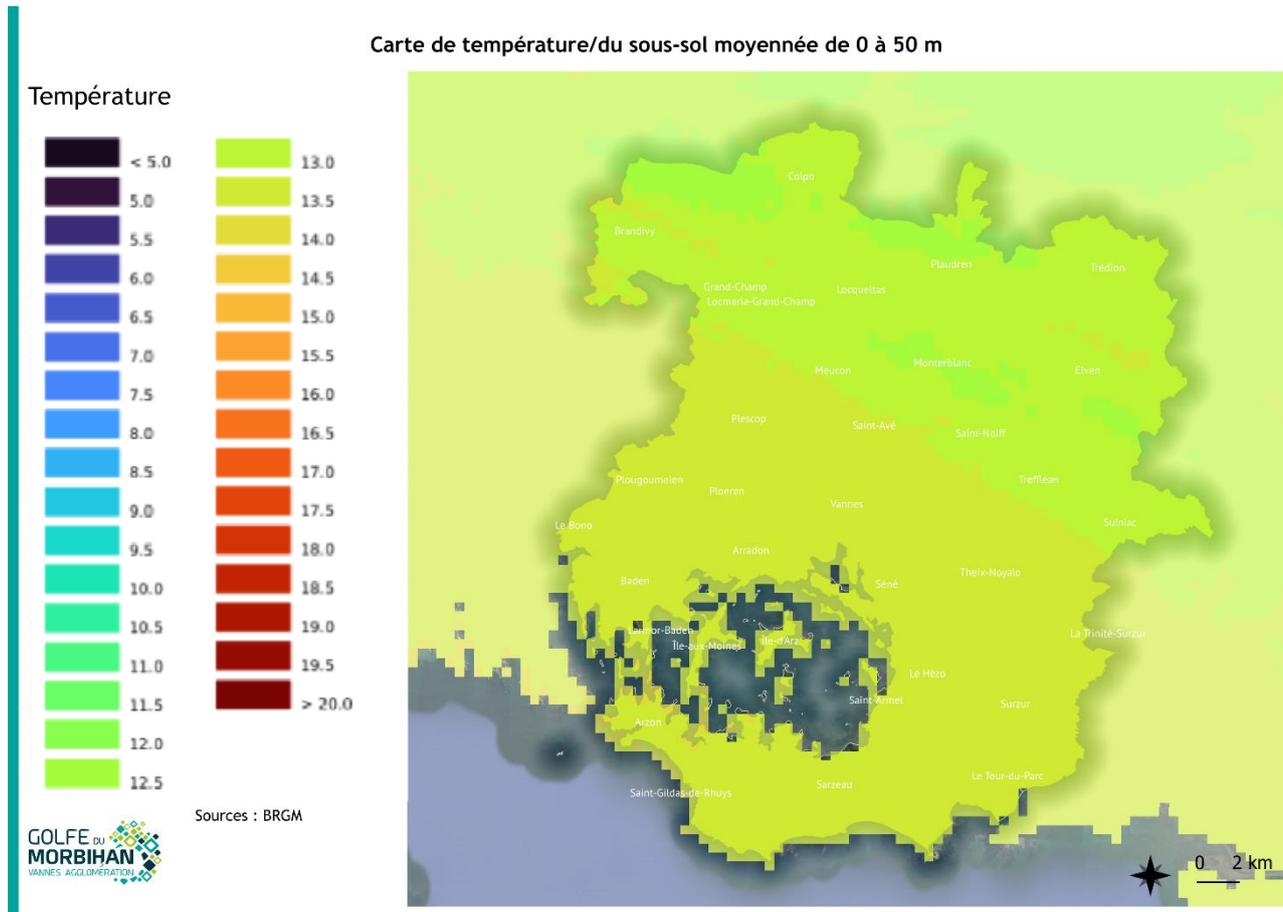


Figure 30 - Carte des températures de sous-sol moyennée de 0m à 50m

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 :

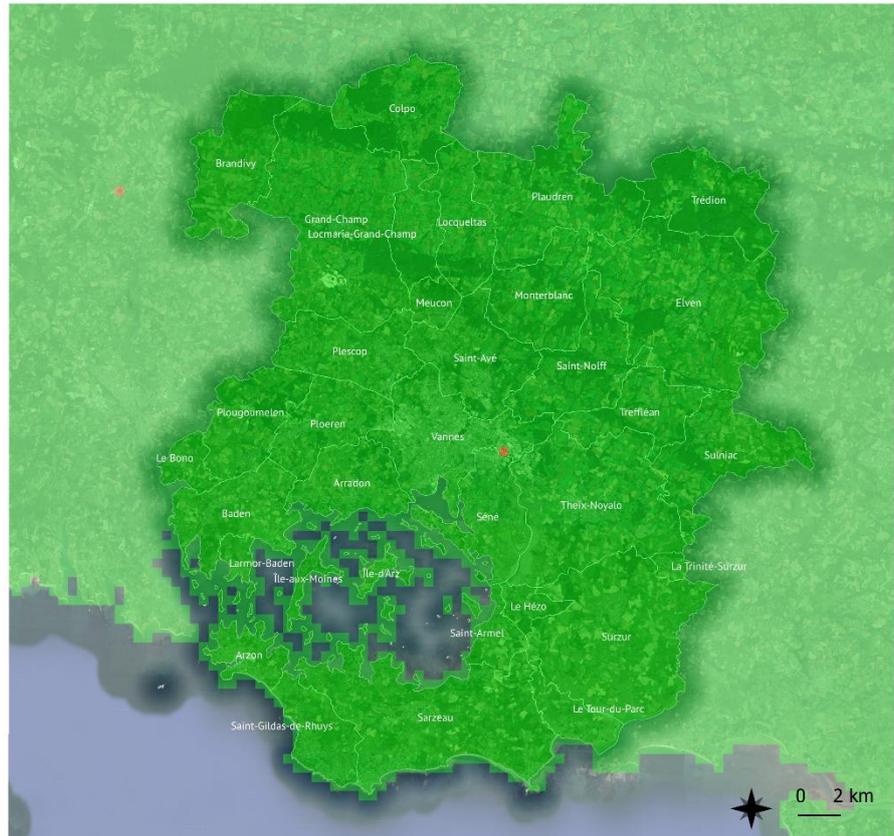
- Les zones exemptes de risques, qualifiées de "vertes".
- Les zones dites "oranges" où, en raison d'un manque de connaissances suffisantes sur les risques ou en considération des risques déjà identifiés, une attestation d'un expert agréé (article 22-8) doit être fournie avec la déclaration, attestant 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 GMVA, la quasi-intégralité du territoire est en zone verte pour la profondeur 0m à 50m. Seule une zone est soumise à avis d'expert, dans le quartier du Versa où une pollution est avérée :

Zone réglementaire GMI sur échangeur fermé de 10 à 50 mètres

Typologie de zone

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



Sources : BRGM



Figure 31 – Zones réglementaires GMI sur échangeur fermé (sonde)

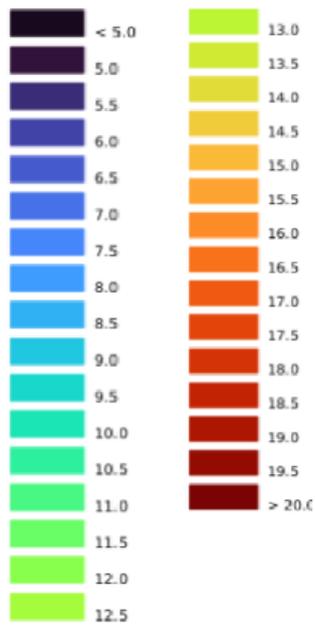
- Forage vertical (10m-200m) :

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 GMVA est la suivante :

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

Température



Sources : BRGM

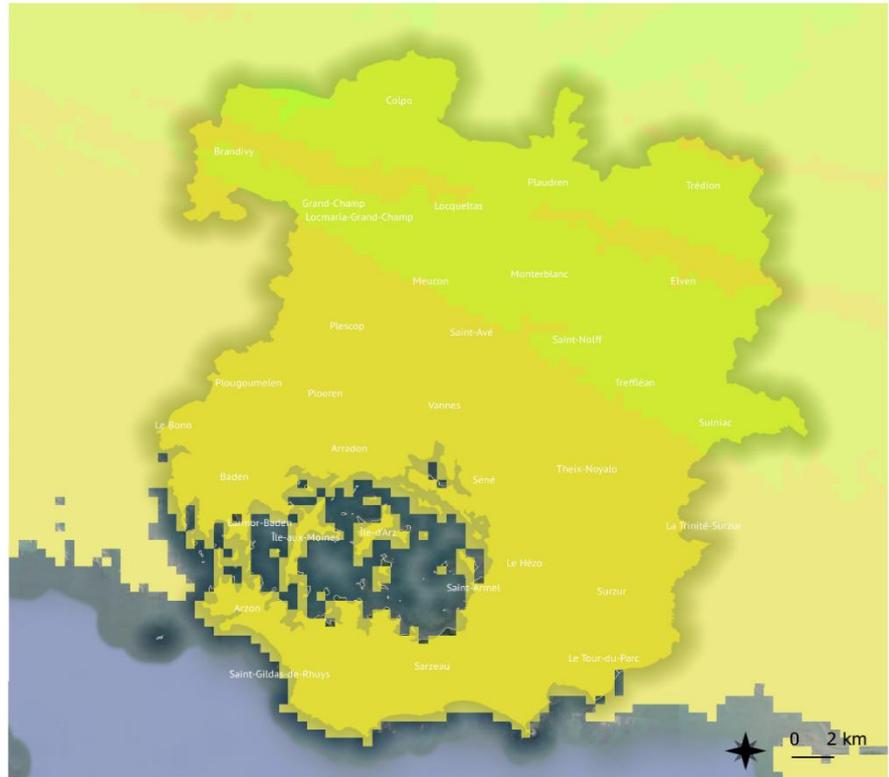
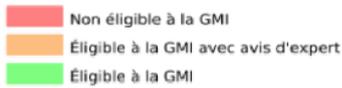


Figure 32 - Carte des températures de sous-sol moyennée de 0m à 200m

Sur la plage de profondeur 0-200m, le territoire est entièrement en zone verte également :

Zone réglementaire GMI sur échangeur fermé de 100 à 200 mètres

Typologie de zone



Sources : BRGM

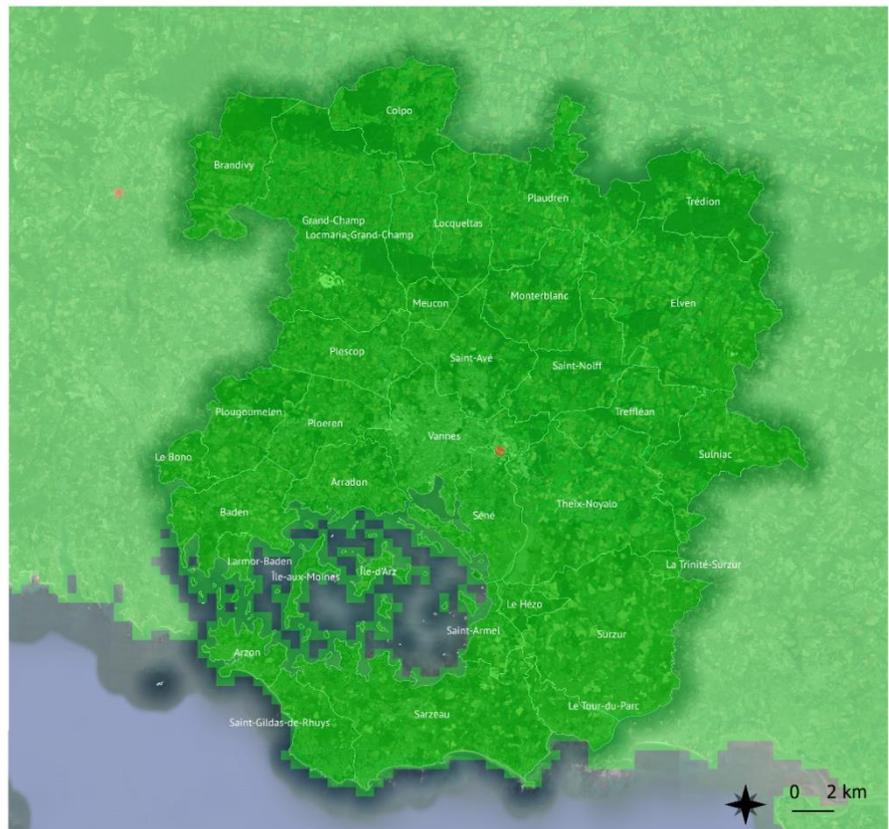


Figure 33 - Zones réglementaires GMI sur échangeur fermé (sonde) et ouvert (nappe)

Gisement mobilisable

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

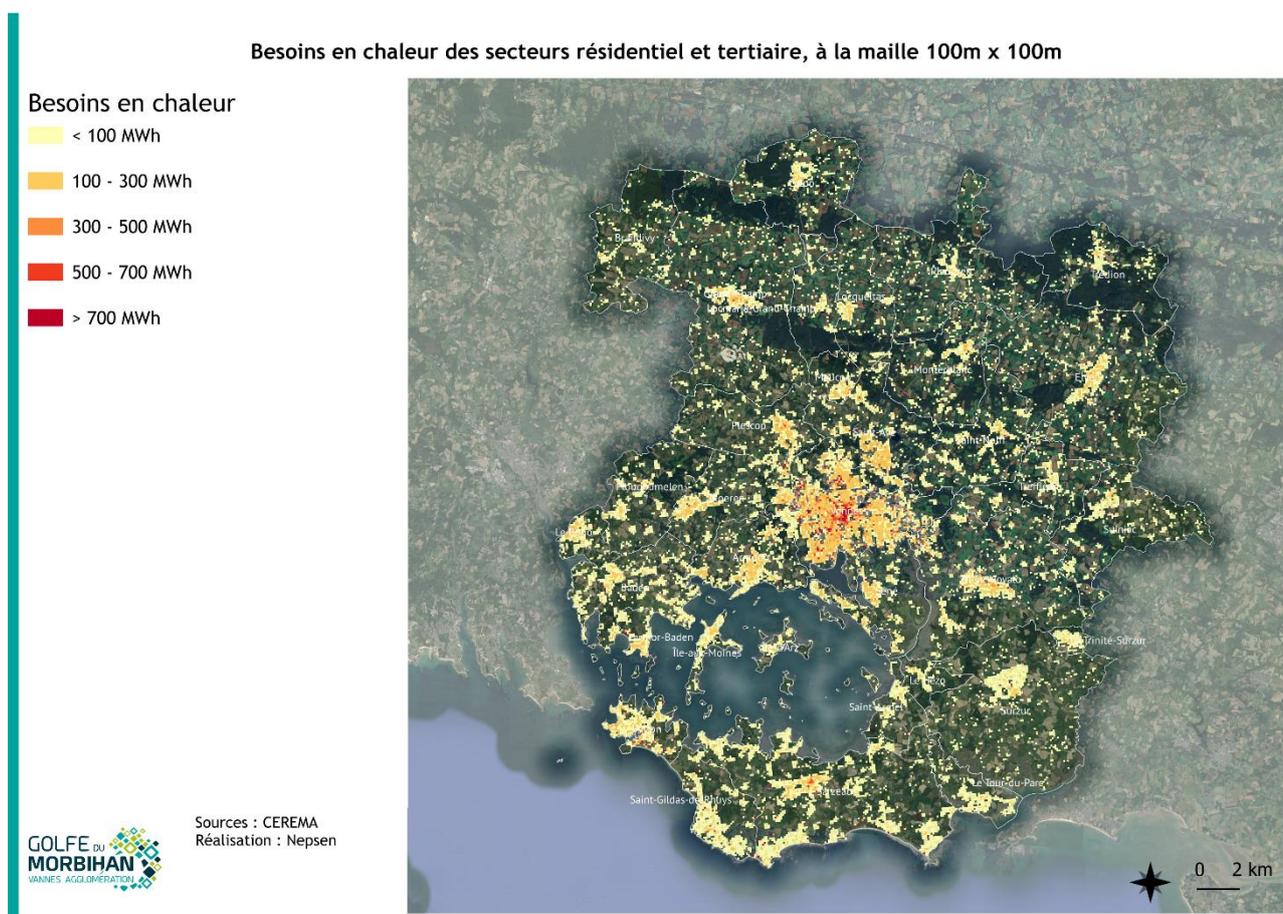


Figure 34 - Cartographie des besoins de chaleur du territoire pour le résidentiel et le tertiaire (CEREMA, réalisation NEPSEN)

La majorité du territoire se caractérise par un mitage élevé, propice à l'utilisation de la géothermie. Les zones à plus fort besoins en chaleur se situent au niveau des centres-villes et installations consommatrices telles que les piscines.

Le gisement mobilisable estimé s'élève à 246,2 GWh et se répartit comme suit :

	Potentiel mobilisable (GWh)
Gisement résidentiel valorisable	206,7
Gisement tertiaire valorisable	39,5
Total	246,2

Tableau 25 – Potentiel mobilisable par la géothermie

Le potentiel géothermique du territoire est estimé à 246,2 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.

Il est important de ne pas oublier que les 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 74 GWh afin d'exploiter ces 246 GWh.

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 production d'électricité et/ou de chaleur grâce à la cogénération.

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 :

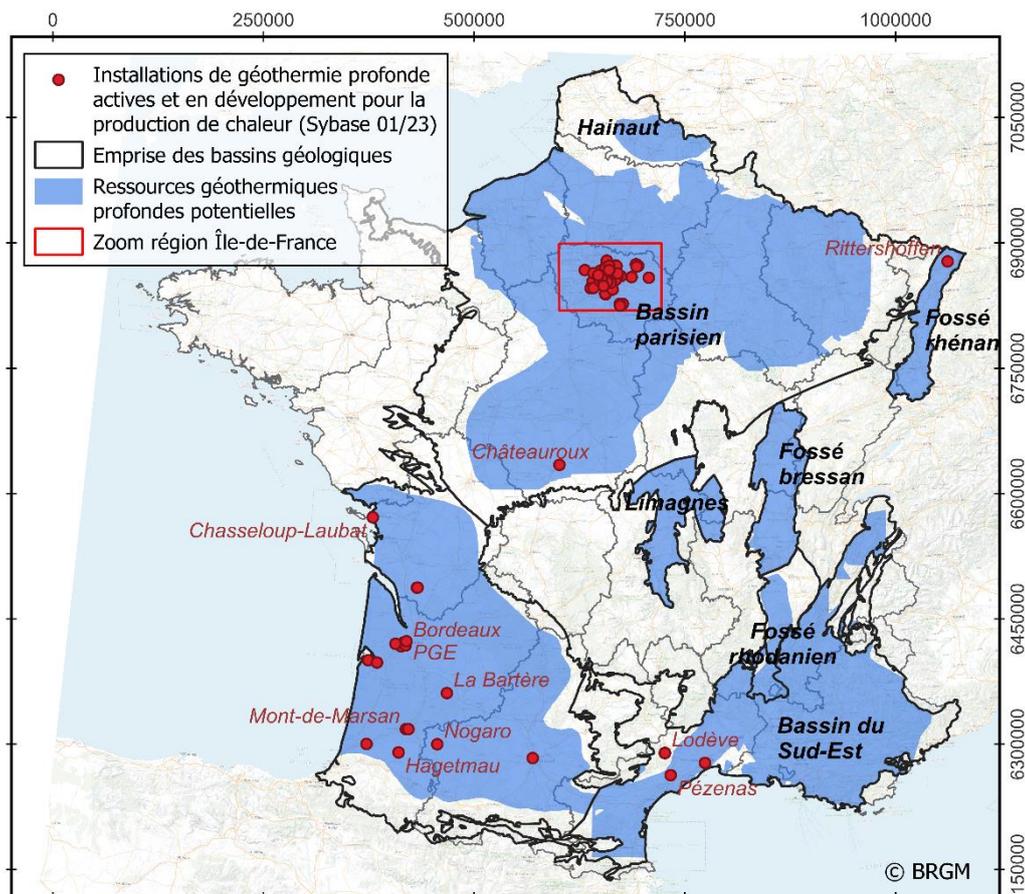


Figure 35 - Ressources en aquifères profonds en métropole et installations en fonctionnement en 2022 (source : BRGM)

- 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 :

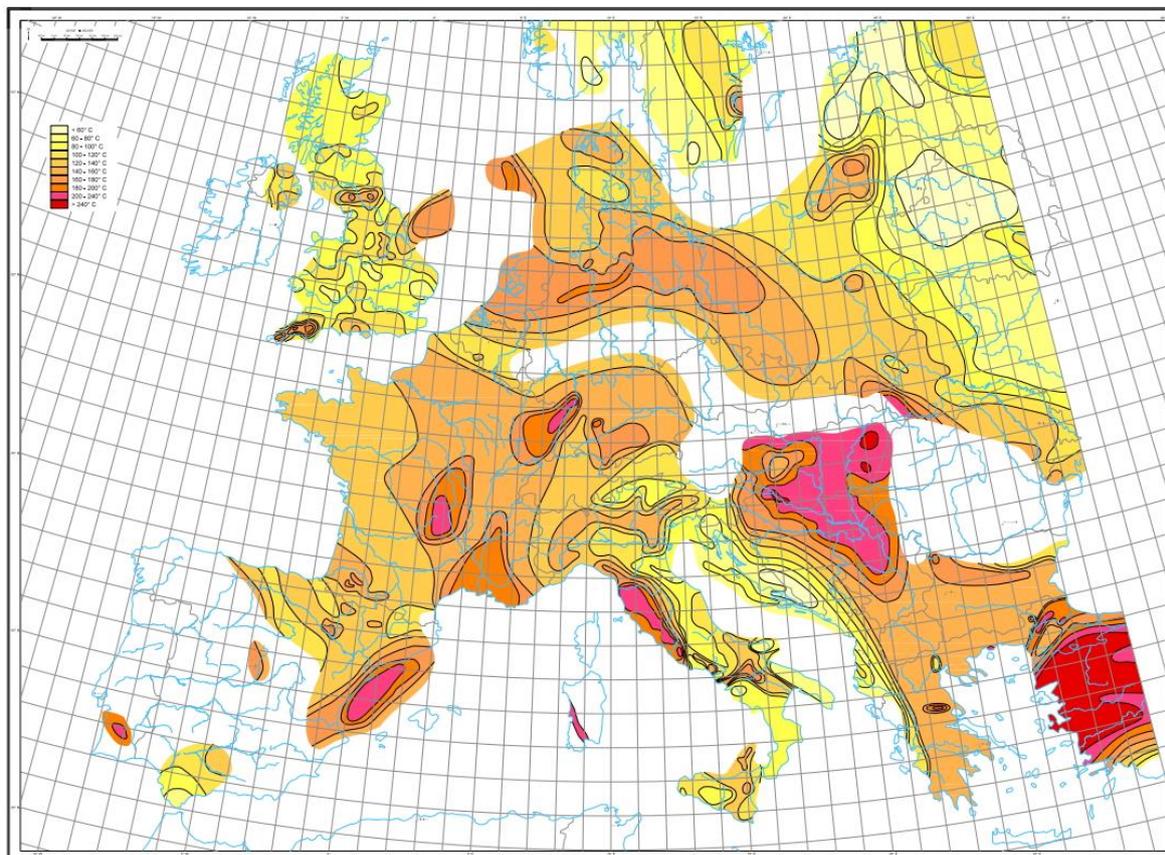


Figure 36 - Carte des températures extrapolées à 5 km de profondeur, Geothermal Atlas of Europe (source : Hermann Haack)

Potentiel géothermie profonde

Sur la base des études sur les trois gisements présentés, le territoire ne présente pas un potentiel particulièrement intéressant associé à la géothermie profonde.

Grand Éolien

PRODUCTION ACTUELLE

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

POTENTIEL MOBILISABLE

Identification des surfaces « favorables » disponibles pour l'implantation d'éoliennes, c'est-à-dire libres des enjeux et contraintes de mobilisation :

- Hors périmètre des infrastructures (habitations, réseaux routiers, ferrés, électriques, antennes, ICPE, aéroport) ;
- Hors des zones de protection naturelle ;
- Hors des servitudes d'utilité publiques et des prescriptions des documents d'urbanisme ;
- Hors des servitudes aéronautiques et militaires.

Dimensionnement de la production estimée des parcs éoliens sur les surfaces favorables disponibles :

- Surface minimale : ces zones doivent permettre l'installation de 3 éoliennes à minima sur la même parcelle ;
- Gisement de vent exploitable : basé sur l'atlas éolien de l'ADEME qui permet de connaître pour un point le gisement de vent selon la hauteur et le toilage de l'éolienne ;
- Puissance et facteur de charge affecté selon les données moyennes et statistiques du territoire, département ou région.

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 :

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.

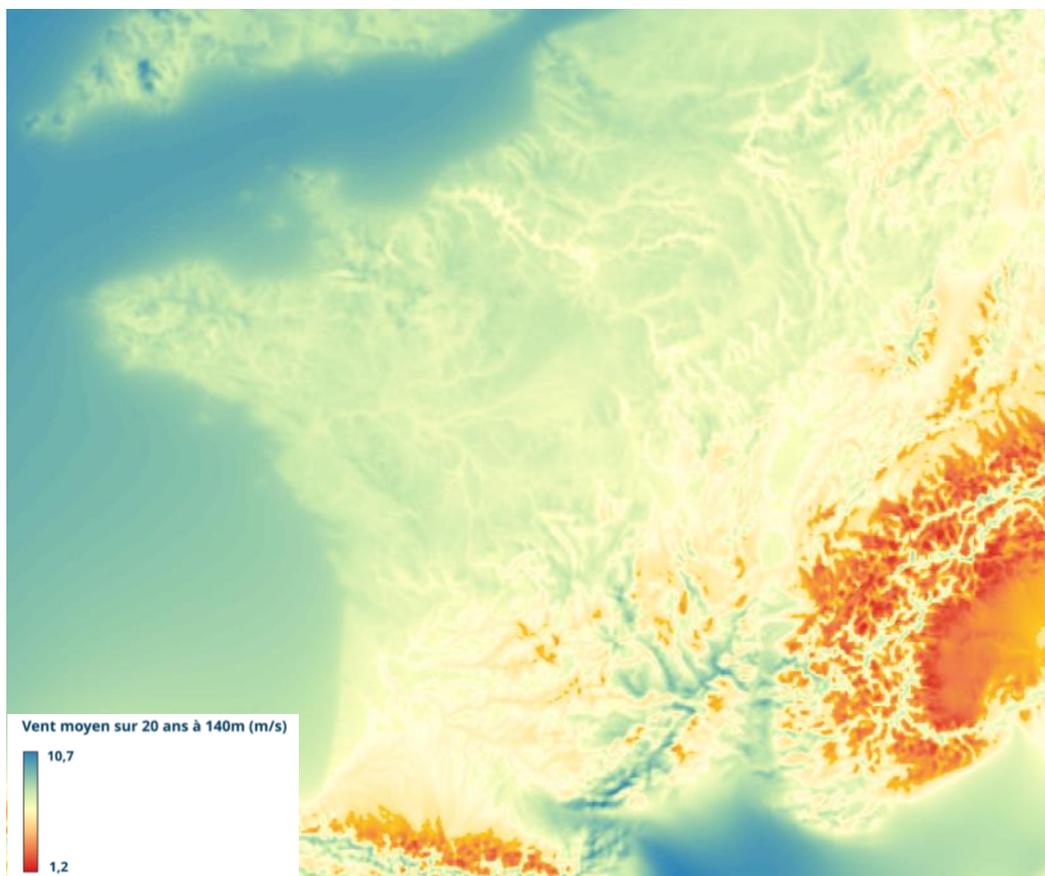


Figure 37 – Vitesse des vents à une hauteur de 140 mètres vis-à-vis du sol, source : Météo France étude « AROME », cartographie Nepsen

Les vents moyens suivent la distribution suivante :

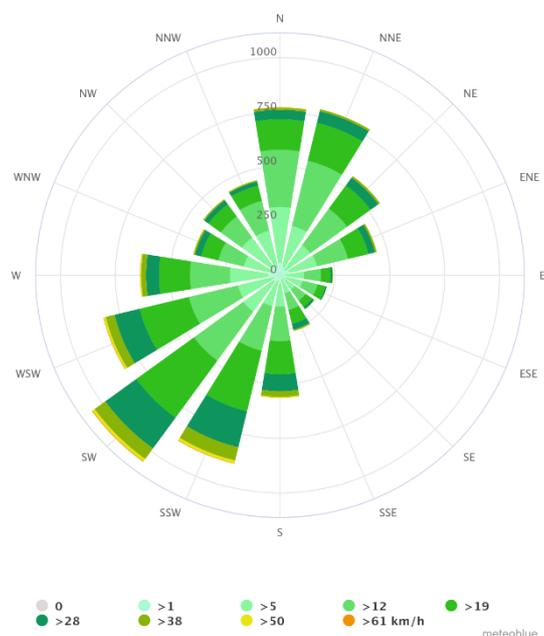


Figure 38 – Rose des vents sur le territoire de GMVA (Source : Meteoblue)

Méthodologie

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 et selon les niveaux d'enjeu pouvant freiner l'implantation. Les critères minimaux fixés pour le dimensionnement des parcs (emprise minimale à considérer par éolienne, nombre minimal d'éolienne au sein d'une même zone et productible annoncé) restent critiquables et peuvent être ajustés en fonction des retours d'expériences des territoires. Les développeurs éoliens disposent de ressources permettant d'ajuster précisément le dimensionnement des parcs. Un travail complémentaire peut être mené avec ceux-ci pour affiner les résultats de notre diagnostic.

Notre méthodologie reste donc une approche qualitative permettant d'identifier les zones favorables sans enjeux notables pouvant faire opposition au développement de parcs éoliens.

1. Sélection de zones libres de tout enjeu de mobilisation, dites « 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) puis à l'estimation du nombre de mâts déployables. 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), enjeu fort (pouvant potentiellement empêcher l'implantation) et point de vigilance (contrainte à évaluer localement).

Thème	Contrainte	Critère	Enjeu associé
Infrastructures	Protection du bâti (logement et tertiaire)	Tampon 500m	Exclusion
Infrastructures	Routes (autoroute, nationales, départementales)	Tampon 200m	Exclusion
Infrastructures	Réseau ferroviaire	Tampon 200m	Exclusion
Infrastructures	ICPE	Tampon 300m	Vigilance
Patrimoine Culturel et Historique	Directive Paysagère	Périmètre	Exclusion
Patrimoine Culturel et Historique	Sites Patrimoniaux Remarquables	Périmètre	Exclusion
Patrimoine Culturel et Historique	Site Historique Classé	Tampon 500m	Exclusion
Patrimoine Culturel et Historique	Sites Historiques Inscrits	Tampon 500m	Exclusion
Patrimoine Culturel et Historique	Monument Historique Classé	Tampon 500m	Exclusion
Patrimoine Culturel et Historique	Monuments Historiques Inscrits	Tampon 500m	Exclusion
Patrimoine Naturel	Forêts Classées	Périmètre	Exclusion
Patrimoine Naturel	Arrêté de Protection du Biotope	Périmètre	Exclusion
Patrimoine Naturel	Parcs Nationaux	Cœur du parc	Exclusion
Patrimoine Naturel	Réserves Naturelles Nationales	Périmètre	Exclusion
Patrimoine Naturel	Réserves Naturelles Régionales	Périmètre	Exclusion
Patrimoine Naturel	Réserves Biologiques	Périmètre	Exclusion
Patrimoine Naturel	Réserves Intégrales de Parc National	Périmètre	Exclusion
Patrimoine Naturel	Zones Humides RAMSAR	Périmètre	Enjeu Fort
Patrimoine Naturel	Réserves de Biosphère	Périmètre	Enjeu Fort
Patrimoine Naturel	Réserves de chasse et faune sauvage	Périmètre	Enjeu Fort
Patrimoine Naturel	ZPS	Périmètre	Enjeu Fort
Patrimoine Naturel	ZSC	Périmètre	Enjeu Fort
Patrimoine Naturel	SIC	Périmètre	Vigilance
Patrimoine Naturel	ZNIEFF type 1	Périmètre	Vigilance
Patrimoine Naturel	ZNIEFF type 2	Périmètre	Vigilance
Patrimoine Naturel	ZICO	Périmètre	Enjeu Fort
Patrimoine Naturel	Parc Naturels Régionaux	Périmètre	Enjeu Fort
Servitudes aériennes et terrestres	Plans de servitudes aéronautiques (PSA)	Périmètre	Exclusion
Servitudes aériennes et terrestres	Aérodrome	Tampon 5km	Exclusion
Servitudes aériennes et terrestres	Plateforme ULM	Tampon 2500m	Exclusion
Servitudes aériennes et terrestres	Hélistations	Tampon 1500m	Exclusion
Servitudes aériennes et terrestres	Installations de navigation aérienne civiles et militaires	Tampon 5km	Exclusion
Servitudes aériennes et terrestres	Secteurs d'entraînement RTBA abaissés au sol	Périmètre exact	Exclusion
Servitudes aériennes et terrestres	Secteurs d'entraînement RTBA autres zones	Périmètre exact	Vigilance
Servitudes aériennes et terrestres	Radars météorologiques	Tampon 4 à 10 km	Exclusion

Tableau 26 – Liste des contraintes prises en considération et critères associés, source : NEPSN, sources multiples

D'un point de vue thématique, les contraintes peuvent être regroupées en 5 catégories :

- Les réseaux de gaz et d'électricité :

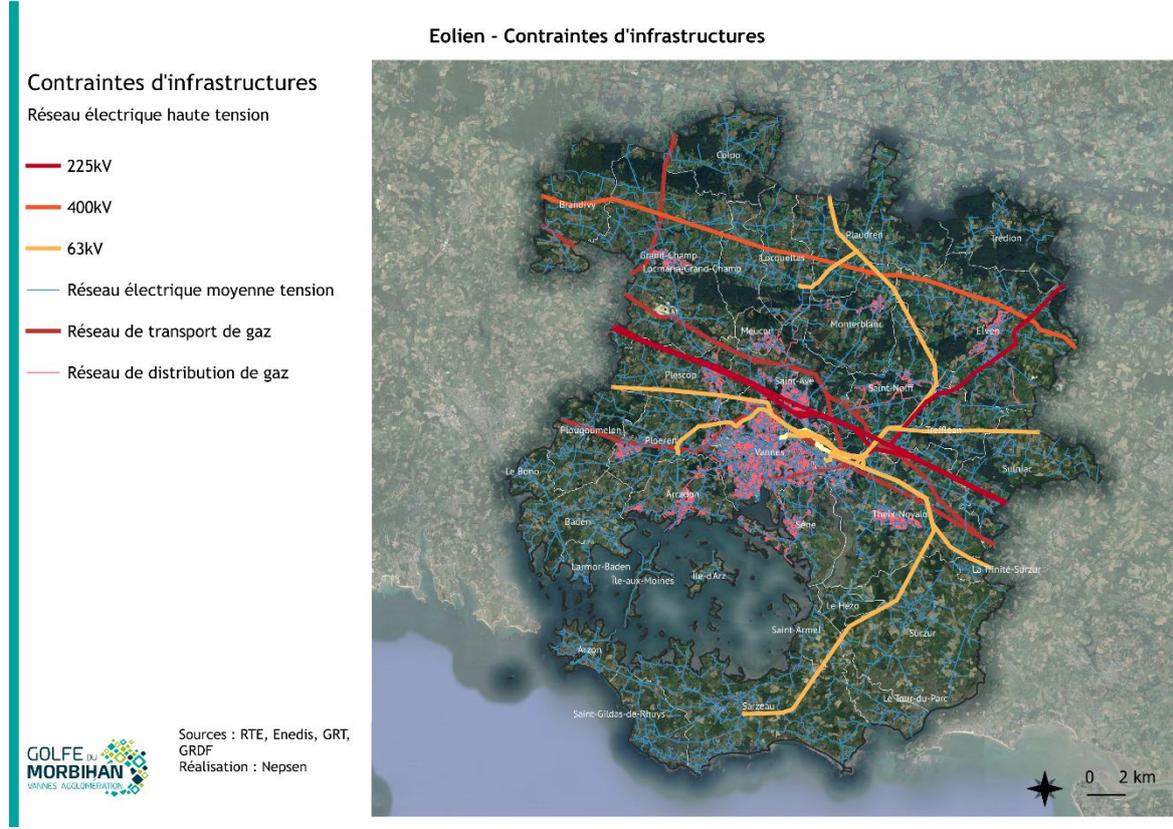


Figure 39 – Cartographie des contraintes liées aux réseaux de gaz et d'électricité

- Infrastructures hors réseaux ;

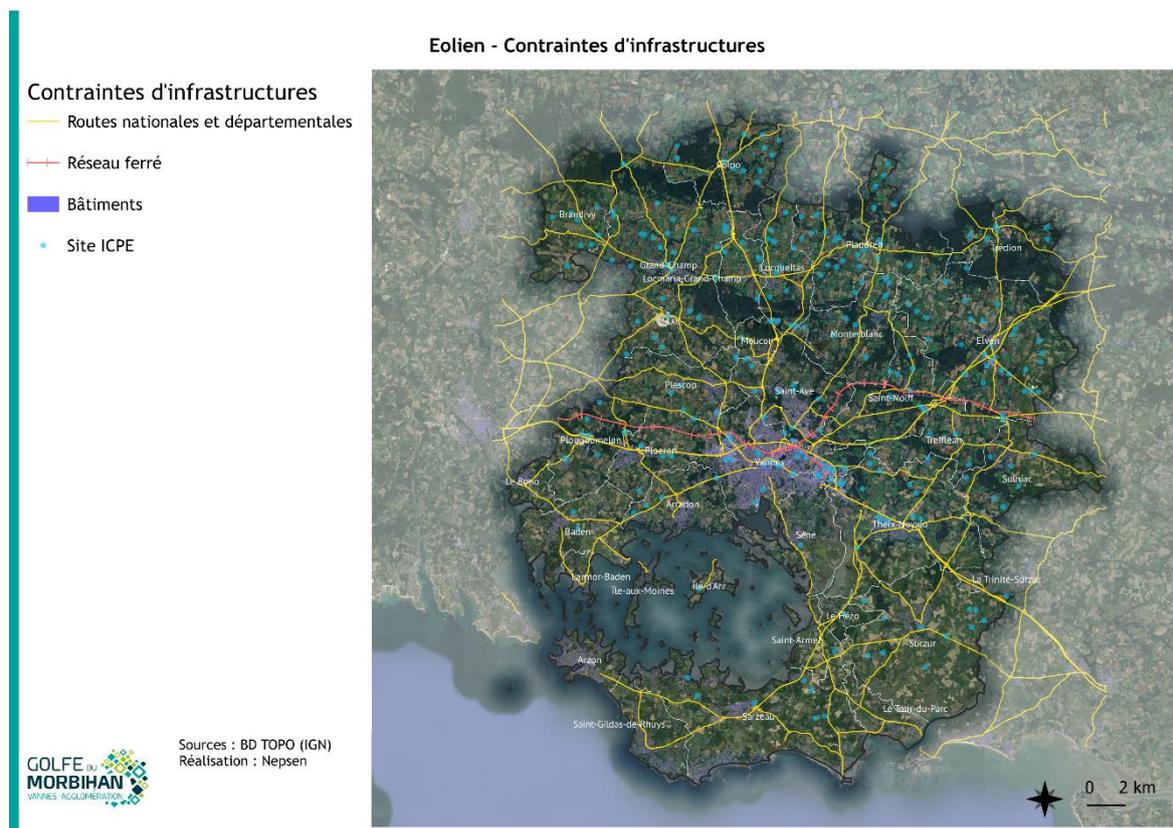


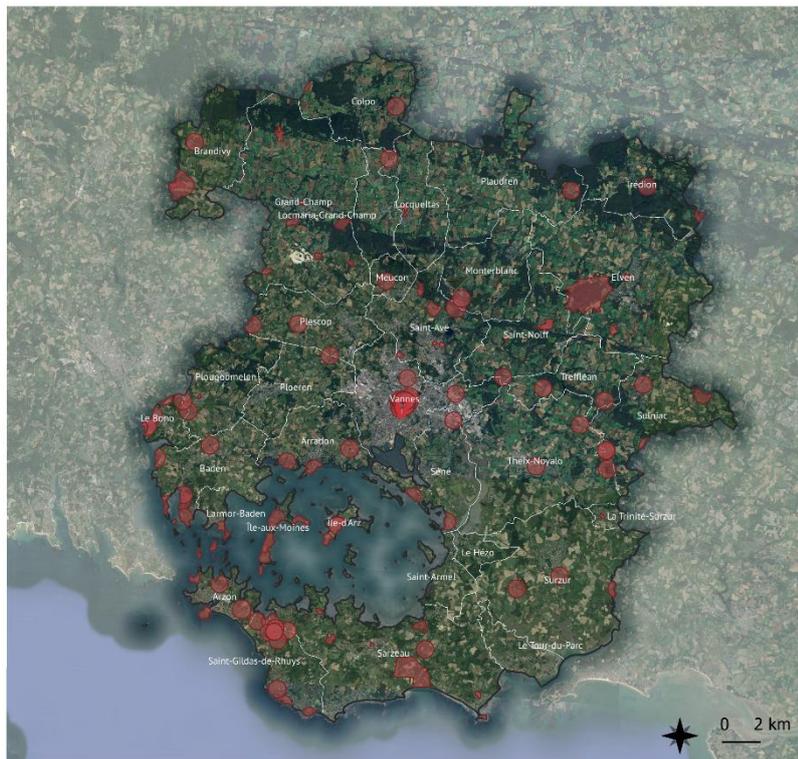
Figure 40 – Cartographie des contraintes liées aux infrastructures, réalisation : Nepsen

- « Patrimoine culturel et historique » ;

Eolien - Contraintes patrimoniales

Contraintes patrimoniales

- Site patrimonial remarquable (AC4)
- Périmètre des abords de monuments historiques



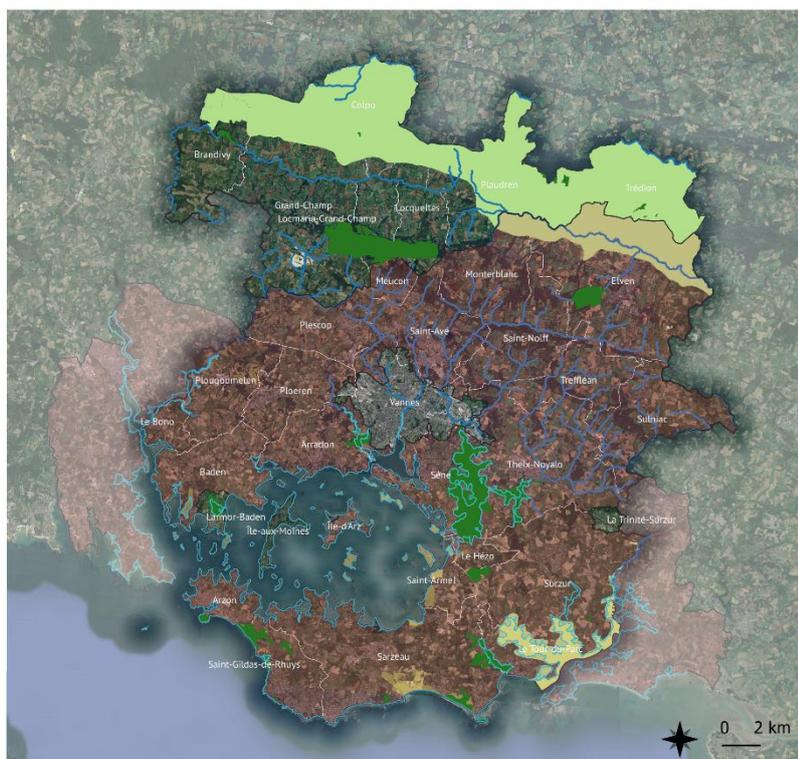
Sources : Géoportail de l'Urbanisme
Réalisation : Nepsen

Figure 41 – Cartographie des contraintes culturelles et patrimoniales, réalisation : Nepsen

- « Patrimoine naturel » ;

Eolien - Contraintes environnementales

- Espace Naturel Sensible
- Cours d'eau classé liste 1
- Parc Naturel Régional
- Arrêté de Protection de Biotope
- Natura 2000 (ZPS)
- Trait de côte
- ZNIEFF de type I
- ZNIEFF de type II



Sources : INPN
Réalisation : Nepsen

Figure 42 – Cartographie des contraintes environnementales naturelles, réalisation : Nepsen

- Contraintes aéronautiques et militaires :

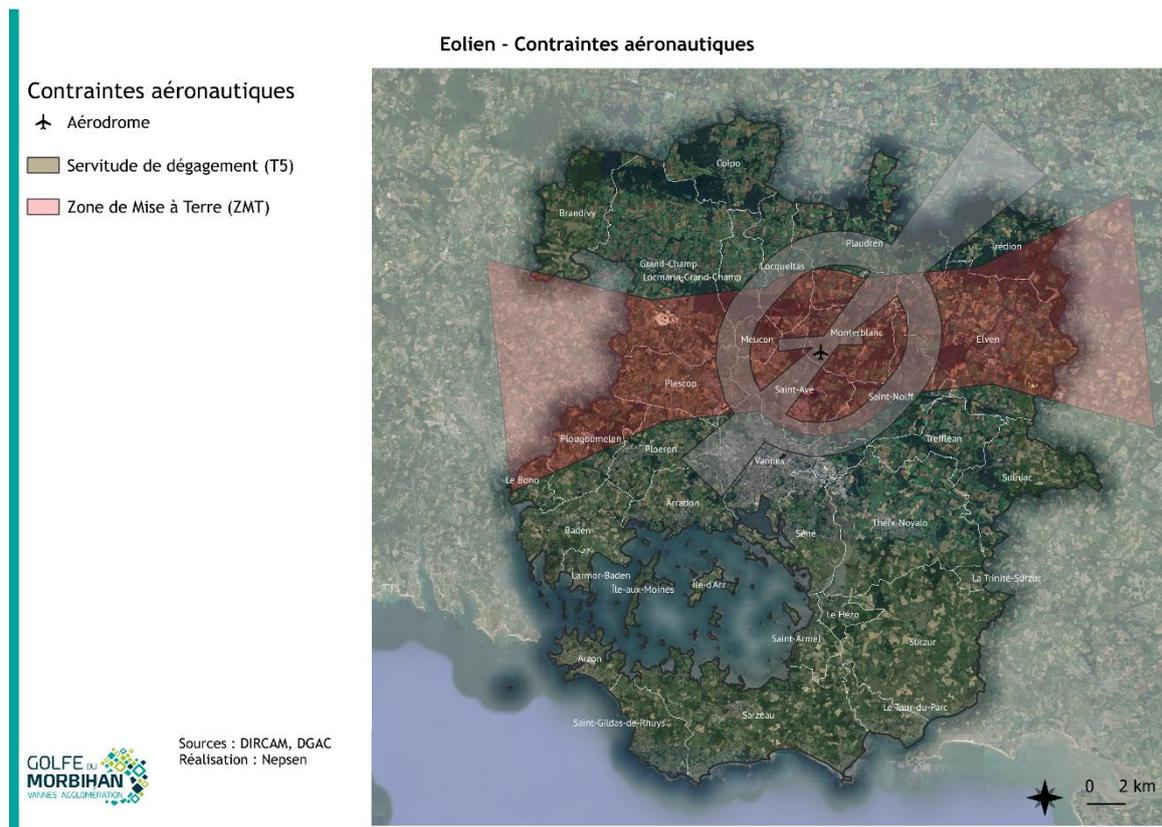


Figure 43 – Cartographie des contraintes aéronautiques et militaires

Les zones favorables à l’implantation d’éoliennes sont identifiées et sont présentées ci-après. Elles sont libres de tout enjeu d’exclusion lié aux servitudes et contraintes environnementales, patrimoniales et structurelles mais restent soumises aux conditions de raccordement, d’acceptabilité locale, d’accessibilité et d’enjeux forts.

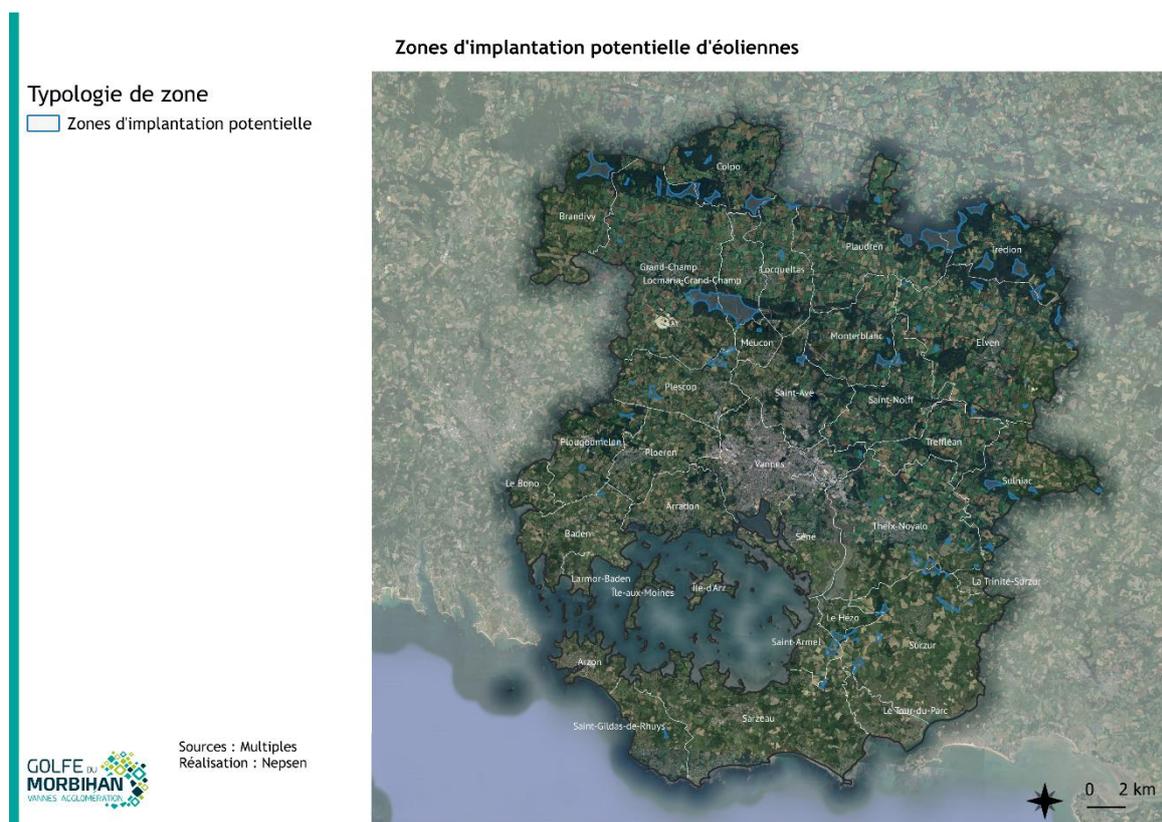


Figure 44 – Cartographie des zones libres de contraintes d’exclusion, source : Nepsen

2. Estimation du potentiel de développement des parcs éoliens sur les zones selon le niveau d'enjeu.

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

- Vitesse minimale de Vent sur la zone : 5 m/s. En deçà, la zone et les mâts éoliens potentiels sont exclus du potentiel.
- Facteur de charge moyen = 21,0%.
- Ce facteur de charge indique la durée équivalente à fonctionnement **nominal** de l'éolienne, par rapport à la durée maximale possible. Le facteur de charge moyen est de 21,0% en Bretagne⁶, et sachant qu'il y a 8760 heures dans une année, cela signifie que la durée à fonctionnement nominal est de $21,0\% \times 8760 = 1\ 840$ heures. Pour un mât éolien de 3 MW, cela signifie une production énergétique de 5,5 GWh/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.
- Emprise minimale d'une éolienne : 57 hectares.
- Il faut respecter une distance suffisante entre les machines de manière à limiter les perturbations de l'écoulement du vent entre les différentes machines d'un même parc. Cette distance dépend des dimensions de l'éolienne type. L'ADEME recommande une emprise minimale par éolienne de 12 à 19 hectares par mégawatt installé. Pour l'éolienne type de 3 MW retenue dans cette étude, l'emprise est donc comprise entre 36 et 57 hectares par mât, avant implantation du deuxième mât :

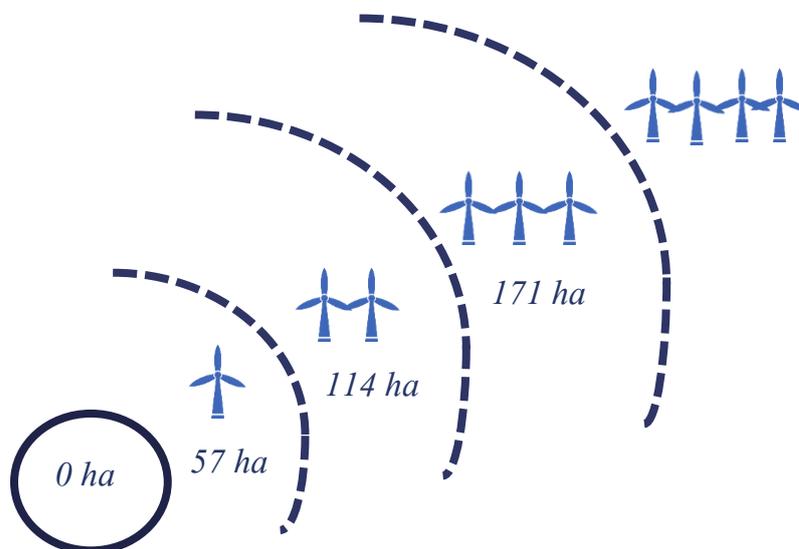


Figure 45 : Illustration des distances à respecter entre les mâts éoliens d'un même parc

NB : Il ne s'agit pas de l'emprise au sol liée à l'implantation de l'éolienne (qui est d'environ 1 000 m² pour l'ensemble fondation + surface de grutage durant la phase de travaux puis 200 à 300 m² pendant la phase d'exploitation). Il est possible de maintenir l'usage des sols sur l'ensemble de la surface du parc éolien à l'exception des surfaces artificialisées associées à l'exploitation (fondation, voirie).

- Surface minimale d'un parc éolien : 114 ha, soit 3 éoliennes à minima.

Nous considérons cette surface minimale pour des raisons d'insertion paysagère. Il est ainsi préférable d'éviter la multiplication des petits parcs et de préserver les espaces paysagers sans vue sur éoliennes. Ainsi, seules les surfaces supérieures à 144 ha permettent d'accueillir à minima 3 éoliennes en respectant l'emprise minimale de chaque mât présenté précédemment.

NB : En phase projet, l'implantation des éoliennes dans un parc se fait selon des critères d'insertion paysagère (point de vue, perspectives, alignement etc.) qu'il est impossible d'anticiper lors d'une prospective macroscopique, ainsi le potentiel proposé reste avant tout indicatif.

⁶ Données RTE 2020, <https://assets.rte-france.com/prod/public/2020-08/Fiche%20Bilan%20Electrique%202019%20Bretagne.pdf>

- Taux de réussite selon le niveau d'enjeu 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 sans enjeu identifié ;
- 20% sur les zones à enjeux modérés ;
- 5% sur les zones à enjeu fort.

- Densité de puissance :

La densité de puissance pour les projets éoliens d'un territoire morbihanais 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.

3. Sélection de zones libres de contraintes d'exclusion et classement par niveau d'enjeu

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

- Les contraintes d'urbanisme et les Servitudes d'Utilité Publique ;
- Les contraintes liées aux zonages et enjeux environnementaux ;
- Les contraintes liées aux distances minimales avec certaines infrastructures du territoire ;
- Les contraintes aéronautiques et militaire.

Ces zones favorables à l'implantation d'éoliennes sont identifiées et sont présentées ci-après.

4. Estimation du productible atteignable par un parc éolien sur les zones libres de tout enjeu d'exclusion, dites « favorables »

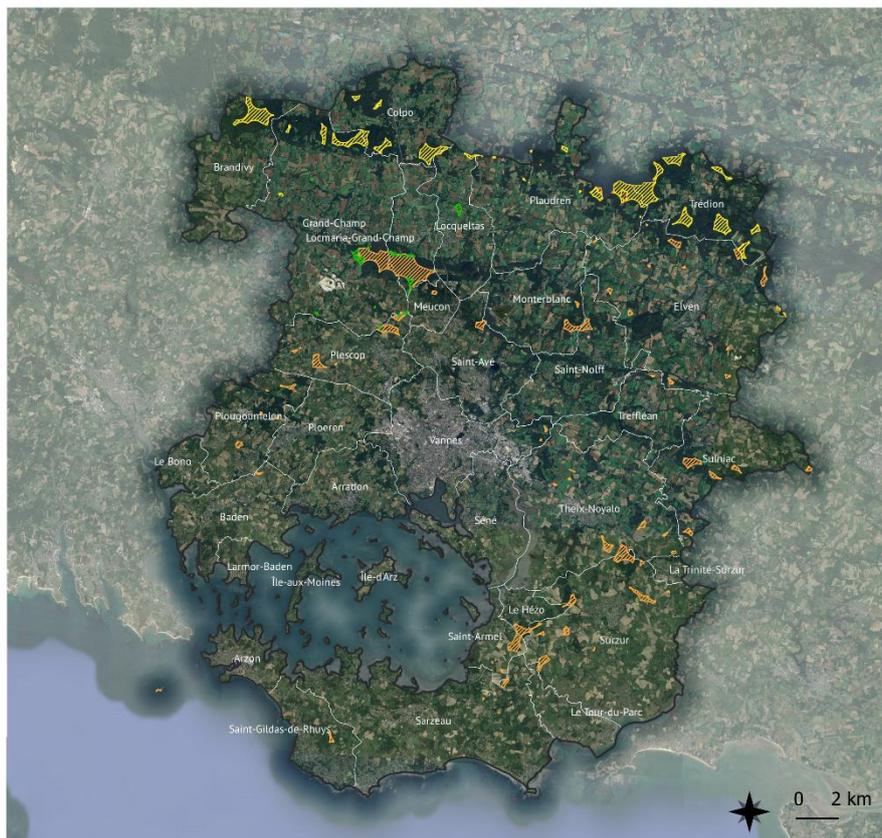
Le potentiel en détail

En appliquant la méthodologie précédente, on remarque que le territoire présente peu de zones d'implantation potentielle :

Zones d'implantation potentielle d'éoliennes, par niveau d'enjeu

Niveau d'enjeu

- Zones avec contraintes faibles
- Zones avec contraintes modérées
- Zones avec contraintes fortes



Sources : Multiples
Réalisation : Nepsen

Figure 46 : Localisation des zones d'implantation favorables, réalisation : Nepsen

Pour synthétiser, les surfaces de zones favorables par niveau d'enjeu sont présentées dans le tableau suivant :

Niveau d'enjeu	Surface	/surface totale	Puissance min	Puissance max	Production min	Production max
Faible	0,51 km ²	3%	1,3 MW	7,6 MW	2 GWh	14 GWh
Modéré	7,22 km ²	43%	7,2 MW	43,3 MW	13 GWh	80 GWh
Fort	8,96 km ²	54%	2,2 MW	13,4 MW	4 GWh	25 GWh
Total	16,69 km²	100%	10,7 MW	64,4 MW	20 GWh	118 GWh

Tableau 27 : 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 11 et 64 MW. Cela correspond à l'accueil de 4 à 20 aérogénérateurs de 3 MW, soit 1 à 4 parcs éolien. L'installation de ces puissances générerait une production d'environ comprise entre 20 et 120 GWh.

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

Synthèse du potentiel éolien

	Production 2023 (GWh)	Projets (GWh)	Potentiel mobilisable (GWh)	Productible atteignable (GWh)
Grand Éolien	0	16,6	52,5	69,1

Tableau 28 : Synthèse du potentiel éolien sur le territoire

Hydroélectricité

PRODUCTION ACTUELLE

Le territoire ne dispose pas de production d'énergie d'origine hydraulique recensée en 2023.

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'Electricité) 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 1 ou 2, réservoirs de biodiversité, zonages environnementaux, ressource en eau, ...) qui s'appliquent aux cours d'eau retenus dans le potentiel

Le potentiel

Selon une étude de l'Agence de l'eau Loire Bretagne, en date de 2007, seul 9 GWh sont mobilisables sur l'ensemble du bassin breton, via l'optimisation des installations existantes. Le territoire n'en dispose d'aucune à ce jour.

Synthèse du potentiel hydroélectrique

	Production 2021 (GWh)	Potentiel mobilisable (GWh)	Productible atteignable (GWh)
Hydroélectricité	0	0	0

Tableau 29 : Synthèse du potentiel hydroélectrique

Méthanisation

PRODUCTION ACTUELLE

Le territoire dispose de 4 méthaniseurs en 2023. Deux unités valorisent le biogaz par cogénération, c'est-à-dire sous forme de chaleur et d'électricité : l'Unité de Valorisation Organique (UVO) Venesys du Sysem à Vannes et le GAEC des Pins à Surzur. Les deux autres injectent le gaz produit sur le réseau de distribution de gaz. L'unité de la SARL Dem Ener', en service depuis 2022, injecte 65 m³/heure soit environ 6,6 GWh/an et Métha'Elven produit environ 22 GWh chaque année depuis 2023.

POTENTIEL MOBILISABLE

Potentiel estimé par le bureau d'études Iddigo pour le compte de Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération en 2020.

Identification des tonnages mobilisables :

Ensemble des substrats, effluents et matières méthanisables mobilisables (ressources agricoles, ressources agro-industriels, ressources de l'assainissement et les ressources en biodéchets). Prise en compte des usages actuels et application des taux de mobilisation. A partir des des gisements estimés par l'étude « Chiffres clés de la biomasse en Bretagne – édition 2017 » réalisée par le GIP Bretagne Environnement.

Identification du potentiel méthanogène des substrats mobilisables sur la base de l'étude ADEME (estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation réalisée par SOLAGRO et INDIGGO).

La ressource sur le territoire

Le territoire dispose de nombreuses sources **qui génèrent des substrats méthanisables** intéressants :

- Cultures agricoles ;
- Effluents d'élevages ;
- Industries Agro-Alimentaires ;
- Grandes et Moyennes Distribution
- Hôtellerie et restauration ;
- Restauration collective et Marchés ;
- Boues des stations de traitement des eaux usées ;
- Déchets verts.

Méthodologie

Les hypothèses utilisées pour considérer les gisements méthanisables à l'échelle du territoire sont issues de l'étude de Inddigo, commandée par de Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération dans le cadre de l'élaboration de son PCAET. Cette étude recense ainsi les quantités de substrats mobilisables.

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 Energétique (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 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.
Ressources de l'assainissement		<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Ressources en biodéchets		<ul style="list-style-type: none"> • Les biodéchets ménagers (déchets de cuisine), basé sur la Fraction Fermentescible des Ordures Ménagères (FFOM) ; • Les biodéchets tertiaires : de la restauration commerciale, des restaurants / cantines / cuisines collectives des établissements scolaires et établissements de santé, ainsi que les biodéchets des commerçants issus des Grandes et Moyennes Surfaces (GMS), des petits commerces et des marchés ; • Les déchets verts (fraction fine, tontes).

Tableau 30 : Présentation des ressources et substrats pris en compte dans l'étude (en noir)

Le potentiel en détails

Les résultats sont présentés ci-dessous :

Gisement/an	tMB dispo GMVA	MWh/an
Effluents d'élevage	539 524	188 833
CIVE	67 685	30 458
Résidus de céréales	29 319	87 958
Menues pailles	0	0
Cultures énergétiques	0	0
Biodéchets hotel/resto	1 222	794
Biodéchets distribution	1 318	857
Biodéchets resto collective	771	501
Biodéchets marchés	868	573
Boues STEP	471	141
TOTAL	641 178	310 GWh/an

Figure 47 : Ventilation du gisement mobilisable sur le territoire par type de substrats, source : diagnostic PCAET GMVA

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 540 000 tonnes de substrats mobilisables pour environ 189 GWh de valorisation énergétique ;
- Les substrats de culture représentent 117 GWh de valorisation énergétique potentielle, soit 38% du potentiel énergétique mobilisable.

Les autres ressources complètent le gisement :

- Les boues de STEP représentent 471 tMB mobilisables, soit une valorisation énergétique potentielle de 0,15 GWh ;
- Les déchets des Industries Agro-Alimentaires et de la Grande et Moyenne Distribution peuvent être valorisés énergétiquement à hauteur de 0,9 GWh ;
- Les substrats du secteur résidentiel concernent la collecte des biodéchets ménagers via la Fraction Fermentescible des Ordures Ménagères (FFOM). Cette ressource est diffuse et son captage doit faire l'objet d'une politique dédiée. La mobilisation de cette ressource organique pour alimenter une filière méthanisation fait appel à différentes stratégies :
 - Collecte des biodéchets en mélange avec les ordures ménagères sans tri, imposant une importante étape de tri mécanique en amont de la méthanisation, par TMB (Tri Mécano-Biologique) ;
 - Collecte des biodéchets triés à la source, en mélange avec les déchets verts. Cette stratégie complexifie l'organisation de la collecte, hormis si une collecte des déchets verts en porte à porte existe déjà. Cependant, ce mode de gestion crée des complications en méthanisation du fait de la présence des branchages notamment dans le mélange livré sur site ;
 - Collecte des biodéchets triés à la source, séparément des déchets verts. Cette solution complexifie encore l'organisation de la collecte, et accroît son coût, mais s'avère très adaptée à un traitement par méthanisation, du fait de la qualité du produit envoyé en digestion dans le méthaniseur ;
 - Collecte des différents flux de déchets dans un seul passage et un seul bac, sans compaction, mais en différenciant les types de déchets suivant la couleur des sacs.

La ressource agricole est la principale contributrice au potentiel de méthanisation sur le territoire, avec la moitié du potentiel de production.

Dans un second temps le développement de la méthanisation passera par l'étude de l'adéquation entre la ressource méthanisable, les besoins thermiques, et la présence ou non de réseaux de gaz :

- 13 communes sont raccordées au réseau public de distribution exploité par GRDF.

Plusieurs modèles de méthanisation (méthanisation territoriale, agricole collectif, agricole individuel) et plusieurs types de valorisation (injection, cogénération) existent et ne seront pas forcément tous appropriés.

	Production 2021 (GWh)	Projets depuis 2021	Potentiel mobilisable (GWh)	Productible atteignable (GWh)
Méthanisation	6,2	28,6	275,3	310,1

Tableau 31 : Synthèse du potentiel de méthanisation

Le productible atteignable est donc estimé à environ 310 GWh à horizon 2050. Les substrats agricoles sont les principaux contributeurs au potentiel de méthanisation sur le territoire.

Énergie Fatale

Production actuelle

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

Potentiel mobilisable

Identification des sources de pertes d'énergie thermique pouvant potentiellement être récupérée :

- Chaleur fatale industrielle des sites ICPE cumulant production de chaud et production de froid. Nous nous intéressons aux nomenclatures ICPE suivantes :
 - **2910** -> Combustion
 - **2915** -> Procédés de chauffage
 - **2921** -> Refroidissement évaporatif par dispersion d'eau dans un flux d'air généré par ventilation mécanique ou naturelle
 - **2971** -> Installation de production de chaleur ou d'électricité à partir de déchets non dangereux préparés sous forme de combustibles solides de récupération dans une installation prévue à cet effet, associés ou non à un autre combustible
 - **2340** -> Blanchisserie, laverie de linge
 - **2430** -> Préparation de la pâte à papier
 - **2440** -> Préparation de papier carton
 - **2551** -> Fonderie de métaux et alliages ferreux
 - **2552** -> Fonderie de métaux et alliages non ferreux

- La récupération de chaleur fatale via les datacenters :
 - Les datacenters sont des centres d'échanges de données, à l'échelle d'un site ou de manière plus globale, stockant et diffusant de l'information. Ils nécessitent un refroidissement permanent pour faciliter le fonctionnement des serveurs et espaces de stockage électroniques et génèrent donc de la chaleur fatale par le réchauffement des processeurs et par le rejet de la chaleur.

- La récupération de chaleur fatale issue de services publics :
 - Les unités d'incinération d'ordures ménagères (fumées issues des chaudières (haute température)) ;
 - Les réseaux d'assainissements :
 - Sur les rejets en pied d'immeuble (notamment sur le résidentiel avec une part ECS consommée plus importante que sur le tertiaire), que l'on classera dans la suite du document de « chaleur issue des consommateurs individuels », car se situant au niveau du bâtiment, dans des parties privatives, et non dans le domaine public),
 - Sur les collecteurs d'assainissement,
 - Sur les postes de relevage,
 - Sur les Stations de Traitement des Eaux Usées (STEP/STEU) dont la filière principale de traitement des boues est classée en incinération ou séchage thermique.

L'étude s'intéressera en particulier aux rejets de chaleur industrielle. En effet, aucun data center et incinérateur d'ordures ménagères n'a été identifié sur le territoire.

Méthodologie

Chaleur fatale industrielle :

Le secteur industriel (au sens large) est le secteur ayant le plus gros potentiel, de nombreuses industries ayant besoin de chaleur. Si cette chaleur est majoritairement utilisée durant le process, il existe souvent des calories en

surplus qu'il est intéressant de valoriser. L'objectif de la récupération de chaleur est d'utiliser cet excédent de chaleur pour préchauffer une étape du process ou bien alimenter un réseau de chaleur.

Lorsque la « dissipation naturelle » de cet excédent thermique est impossible, les industriels utilisent des Tours Aéroréfrigérantes (TARs) afin de faciliter le refroidissement. Ainsi, et si l'existence d'un système de production de chaleur ne garantit pas à lui seul la présence d'un gisement de chaleur fatale, la présence de TARs conjointement à une telle source de chaleur laisse supposer qu'il existe bien un excédent.

L'exploitation de chaudières de puissance supérieure à 500 kW (rubrique 2910) et de Tours Aéroréfrigérantes (rubrique 2921) relèvent des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Il est alors possible de recenser toutes les industries du territoire présentant un tel potentiel de chaleur fatale via la base de données ICPE puis de quantifier ce dernier.

En outre, la thématique de la récupération de chaleur fatale est souvent liée aux projets d'écologie industrielle territoriale. En ce sens, l'étude des entreprises présentes autour du potentiel avéré est fondamentale pour l'exploitation de celui-ci.

Le potentiel en détails

La recherche a permis d'identifier 8 sites ICPE disposant de TAR et ou de chaudières de puissance supérieure à 500 kW :

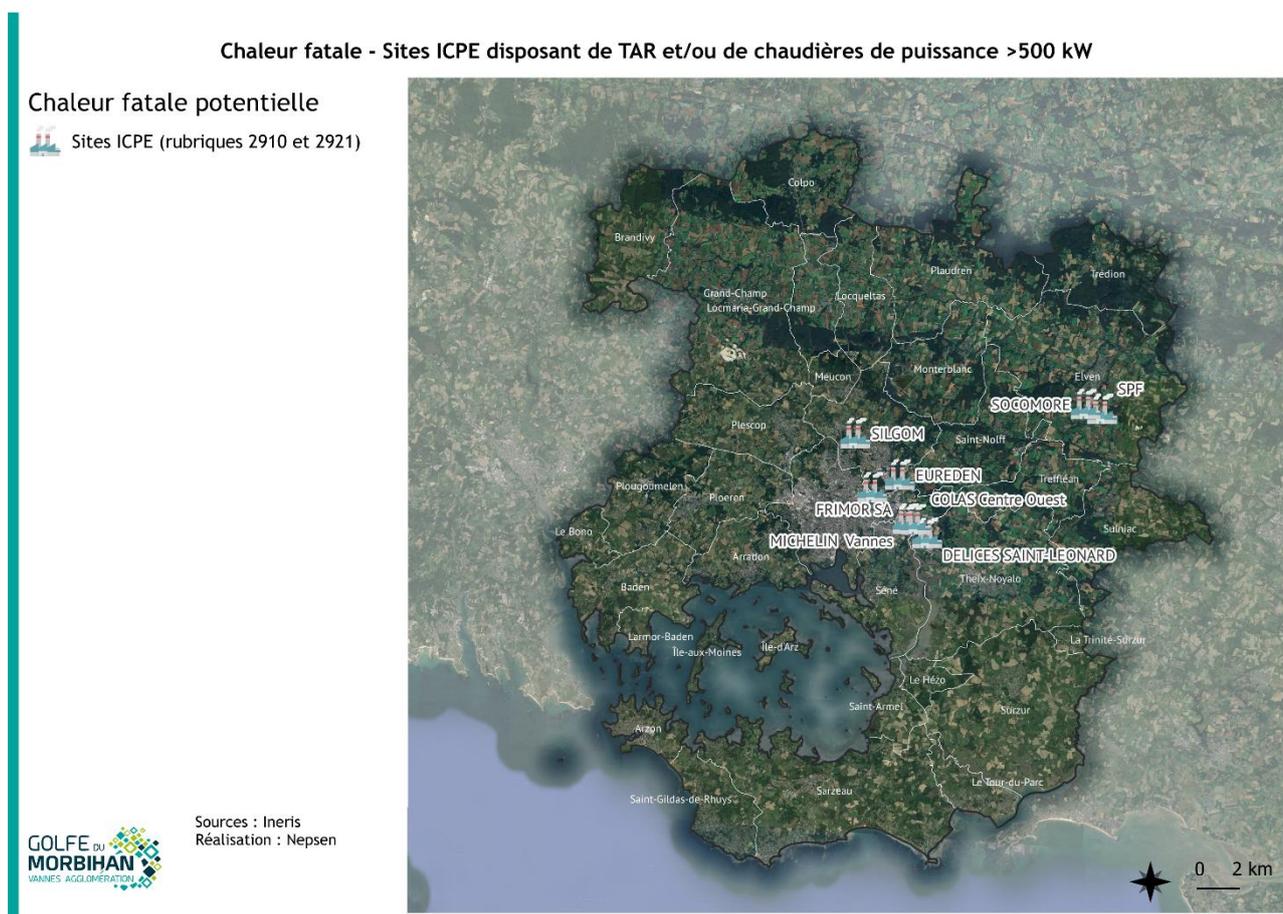


Figure 48 - Gisement identifié via les déclarations ICPE n°2921 et 2910

Nom établissement	Puissance chaudière (MW)	Puissance TAR (MW)
FRIMOR SA	0,0	1,6
DELICES SAINT-LEONARD	6,3	0,0
SPF	9,6	3,0
MICHELIN Vannes	5,3	9,0
SILGOM	9,8	0,0
EUREDEN	4,6	0,0

COLAS Centre Ouest	13,7	0,0
SOCOMORE	1,6	0,0
Total	50,9	13,6

Tableau 32 - Etablissements soumis aux rubriques des ICPE n°2921 et 2910 – Sources Géoriques, traitement NEPSEN

L'ADEME estime que le volume de chaleur fatale rejeté en industrie est équivalent à 36% de la consommation de combustibles du secteur⁷. Les secteurs agro-alimentaire, chimie/plastique et papier/carton constituent les secteurs où le gisement perdu est le plus important en volume⁸. Pour cette étude, il est estimé un potentiel de récupération correspondant à 20% de la puissance des installations (hypothèse considérant la part de projet ne pouvant être rentable ou encore la demande de chaleur à proximité des sites qui ne pourraient être suffisante).

Les durées de fonctionnement suivantes ont été considérées pour le calcul du gisement de chaleur récupérable :

Nom établissement	Nombre de jours de fonctionnement	Nombre d'heures/jour	Nombre heures de fonctionnement / an
FRIMOR SA	365	24	8760,0
DELICES SAINT-LEONARD	300	24	7200,0
SPF	300	24	7200,0
MICHELIN Vannes	300	16	4800,0
SILGOM	365	16	5840,0
EUREDEN	300	24	7200,0
COLAS Centre Ouest	300	16	4800,0
SOCOMORE	300	16	4800,0

Tableau 33 – Hypothèses de temps de fonctionnement des sites ICPE identifiés

En prenant en considération ces hypothèses, le potentiel de récupération de chaleur fatale industrielle estimé est :

Nom établissement	Puissance thermique évacuée (MW)	Energie récupérable (GWh)
FRIMOR SA	0,3	2,8
DELICES SAINT-LEONARD	1,3	9,1
SPF	2,5	18,1
MICHELIN Vannes	2,9	13,7
SILGOM	2,0	11,4
EUREDEN	0,9	6,6
COLAS Centre Ouest	2,7	13,2
SOCOMORE	0,3	1,6
Total	12,9	76,5

Tableau 34 - Potentiel de récupération de chaleur industrielle des ICPE

Récupération de chaleur sur eaux usées

Potentiel estimé par le bureau d'études Inddigo pour le compte de Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération en 2020.⁹

- Potentiel brut

Le potentiel thermique des eaux usées peut être valorisé à trois niveaux différents :

- En sortie de bâtiment (sur le raccordement au réseau public) ;
- Sur les réseaux principaux ;
- Au niveau des stations d'épuration.

Le territoire dispose de 42 stations de traitement des eaux usées (STEP). Il est généralement possible de réaliser un projet par canalisation en amont de la STEP sachant qu'un débit minimum de 36 m³/h (80 kW pour un

⁷ ADEME, <https://fondschaleur.ademe.fr/chaleur-fatale-2/>

⁸ Techniques de l'Ingénieur, <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/la-recuperation-des-chaleurs-fatales-industrielles-une-cle-de-performance-energetique-ecologique-et-financiere-130102/>

⁹ Rapport de diagnostic PCAET GMVA, p. 46

abaissement de la température de 2°C) est nécessaire. Plusieurs projets en série peuvent être développés en sortie de STEP dans la limite d'abaissement de 4° de la température. La puissance récupérable en sortie de STEP est donc 2 fois plus importante qu'en amont de la STEP.

Pour évaluer le potentiel brut, on considère que l'on peut valoriser le débit sur une portion du réseau ou au niveau de la station d'épuration (en aval ou en amont) avec un abaissement maximum de température de 2°C.

Compte tenu des données disponibles, il s'agit d'une évaluation très approximative dont le seul objet est de fournir un ordre de grandeur du potentiel. Le gisement ainsi calculé est de l'ordre de 19 GWh annuel. Il suppose une valorisation optimale du potentiel « eaux usées ».

Il conviendrait de mesurer précisément les débits des canalisations visées, et surtout de rechercher les besoins pouvant être satisfaits.

- Potentiel net

Afin de déterminer un potentiel techniquement réalisable, il faudrait identifier la position des canalisations des eaux usées, la présence de bâtiments consommateurs, ainsi que d'éventuels projets de construction.

La récupération d'énergies sur eaux usées nécessite l'utilisation de pompes à chaleur et est plus adaptée au fonctionnement hydraulique des bâtiments récents. Les projets de récupération sur eaux usées concerneront principalement des projets neufs.

D'autre part, administrativement et financièrement, il est considéré qu'un projet potentiel technique sur 3 aboutit. Sous réserve d'étude plus approfondie, notamment via la position géographique des collecteurs, nous pouvons estimer un potentiel net à hauteur de 20-30% du potentiel brut, soit environ 5 GWh.

Synthèse du potentiel en récupération de chaleur fatale

	Production 2021 (GWh)	Nouvelles installations et projets (GWh)	Potentiel mobilisable (GWh)	Productible atteignable (GWh)
Chaleur fatale industrielle	0	0	76,5	76,5
Récupération de chaleur sur eaux usées	0	0	5	5

Tableau 35 - Synthèse du potentiel de valorisation de la chaleur fatale

Les besoins en chaleur

Pour estimer le potentiel de récupération de chaleur fatale, il est nécessaire de croiser le gisement avec les besoins. Les besoins en chaleur sont divisés en trois catégories :

- Les besoins en chaleur pour le **secteur résidentiel** ;
- Les besoins en chaleur pour le **secteur tertiaire** ;
- Les besoins en chaleur pour le **secteur industriel**.

L'étude se focalisera sur les besoins résidentiels et tertiaires.

Chaleur fatale - Proximité des sites ICPE aux besoins de chaleur Résidentiel et Tertiaire

Chaleur fatale

 Sites ICPE (rubriques 2910 et 2921)

besoins_ch_rt

-  0 - 100 MWh
-  100 - 300 MWh
-  300 - 500 MWh
-  500 - 700 MWh
-  > 700 MWh



Sources : Ineris, CEREMA
Réalisation : Nepsen

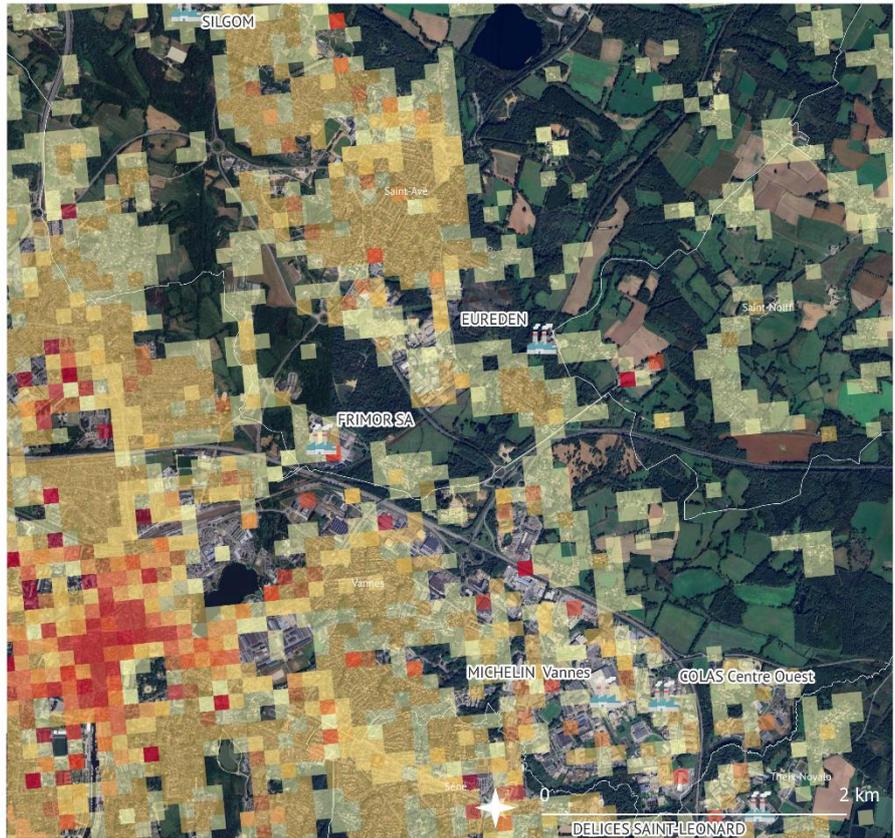


Figure 49 : Besoins en chaleur résidentiel et tertiaire autour du gisement identifié sur la commune de Vannes

Chaleur fatale - Proximité des sites ICPE aux besoins de chaleur Résidentiel et Tertiaire

Chaleur fatale

 Sites ICPE (rubriques 2910 et 2921)

besoins_ch_rt

-  0 - 100 MWh
-  100 - 300 MWh
-  300 - 500 MWh
-  500 - 700 MWh
-  > 700 MWh



Sources : Ineris, CEREMA
Réalisation : Nepsen



Figure 50 : Besoins en chaleur résidentiel et tertiaire autour du gisement identifié sur la commune d'Elven

Les sites ICPE sont à proximité de besoins en chaleur résidentiel et tertiaire des centres-villes de Vannes et Elven. Valoriser la chaleur rejetée par ces sites peut se matérialiser par des réseaux de chaleur les reliant aux bâtiments consommateurs à proximité. Des études de préféabilité pourront être entreprises pour affiner le volume d'énergie récupérable et la pertinence de tels projets.

Les cartes des besoins en chaleur du CEREMA permettent de connaître, pour chaque maille (100m*100m), la consommation en chaleur annuelle. Ainsi, les besoins sur les deux zones identifiées sont :

	Secteur Vannes Est	Secteur Elven
Besoins annuels de chaleur (Résidentiel et Tertiaire)	350 GWh	23 GWh
Potentiel mobilisable	57 GWh	20 GWh

Figure 51 : Comparaison des besoins de chaleur à proximité des sites et des potentiels mobilisables, par secteur

Le gisement identifié est du même ordre de grandeur que les besoins de chaleur du résidentiel et du tertiaire à proximité. Des études plus poussées permettront de déterminer l'intérêt économique et écologique d'un réseau de chaleur sur ces zones.

2.2.4. Autonomie énergétique

Autonomie énergétique en 2020

Il est important de comparer la consommation à la production. En effet, la Région Bretagne 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 2020, le territoire a consommé 3 503 GWh et a produit 319 GWh de source renouvelable, **soit l'équivalent de 9,1% de sa consommation**. La production renouvelable a couvert l'équivalent de 47,3% de la chaleur consommée et 1,4% de l'électricité consommée. Le territoire ne produit aucun carburant et n'injectait aucun biogaz sur le réseau en 2020. Depuis 2020, 2 unités de méthanisation ont vu le jour sur le territoire et produisent environ 30 GWh, soit 6% de la consommation de gaz du territoire.

Taux d'autonomie énergétique 2020, GMVA

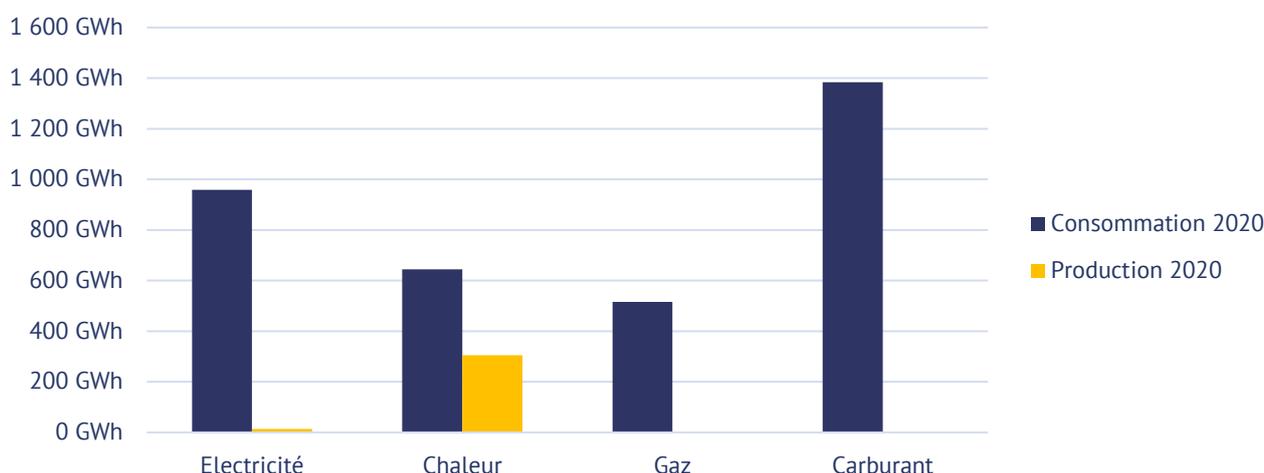


Figure 52 : Autonomie énergétique du territoire en 2020, source : OEB, NEPSEN

Autonomie énergétique projetée en 2050

La mobilisation de l'intégralité du potentiel en énergie renouvelable estimé représenterait, à horizon 2050, 62% de la consommation actuelle du territoire (année de référence 2020) contre 9,1% actuellement.

Cela signifie que, même en exploitant la totalité du potentiel de développement en énergie renouvelable, le territoire du GMVA 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 -38% de maîtrise de l'énergie entre 2020 et 2050) permettraient au territoire d'équilibrer ses consommations et ses productions. Une telle trajectoire inscrirait Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération dans une démarche TEPOS (Territoire à Energie Positive).

2.2.5. Enjeux mis en évidence par l'étude

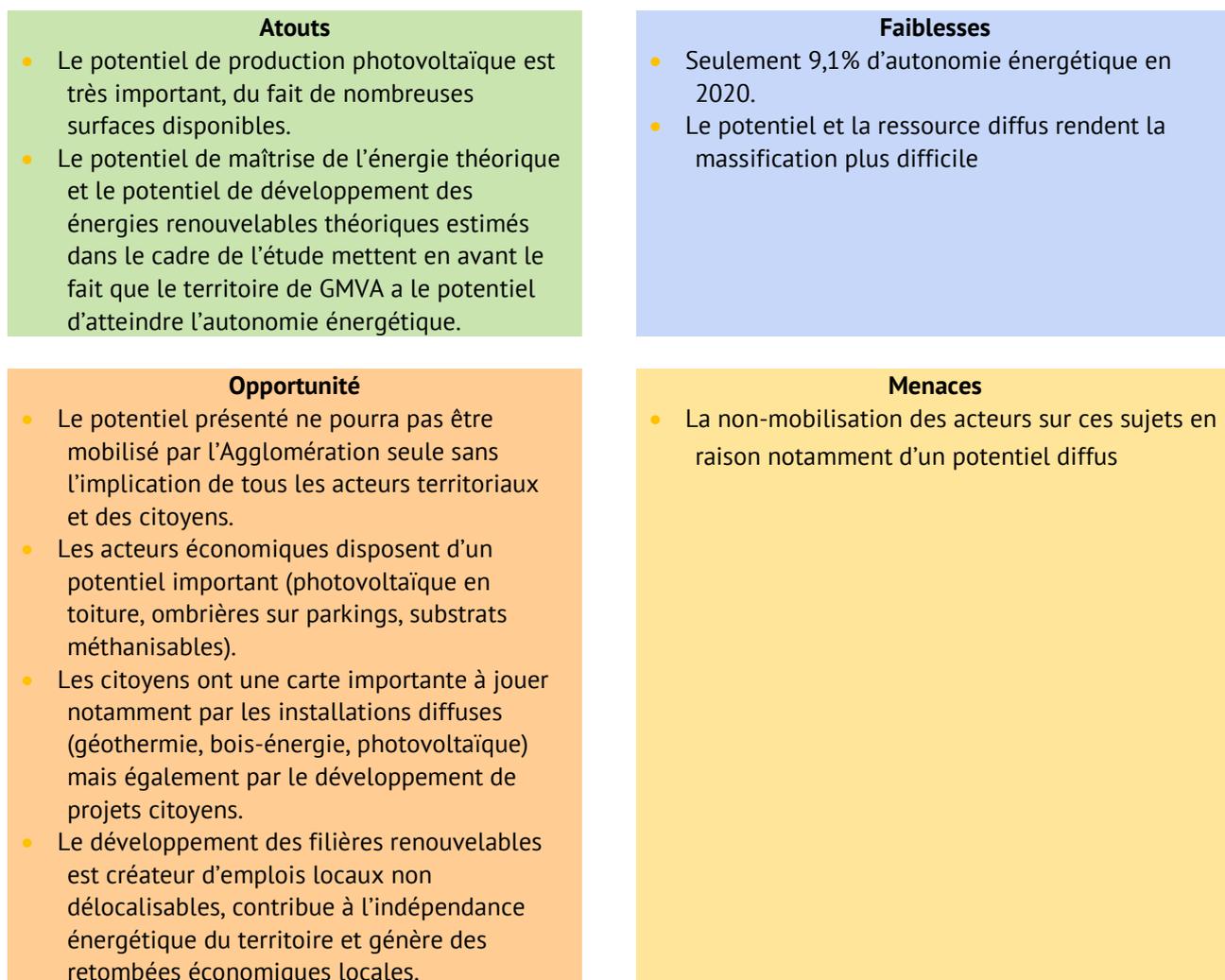


Figure 53 : Matrice AFOM, production d'énergie renouvelable

2.3. FACTURE ENERGETIQUE DU TERRITOIRE

2.3.1. Facture en 2020

La facture énergétique du territoire a été estimée à partir des données de l'OEB pour les dépenses et de l'outil FACETE¹⁰ pour les dépenses réinvesties au niveau local (production d'énergie) :

- Somme de l'ensemble des dépenses du territoire liées à l'énergie : 529 millions d'euros soit environ 11% du PIB local ;
- Somme des productions d'énergie renouvelable et de récupération locales : 26 M€, qui correspondent ainsi à des dépenses réinvesties localement ;
- Dépenses qui sortent du territoire : 503 M€.

Ramenée par habitant, la facture énergétique est de 3 050 €/an/habitant (tous secteurs), dont 95% « sortent » du territoire.

¹⁰ Source Outil FACETE : <https://www.outil-facete.fr/simulation/>

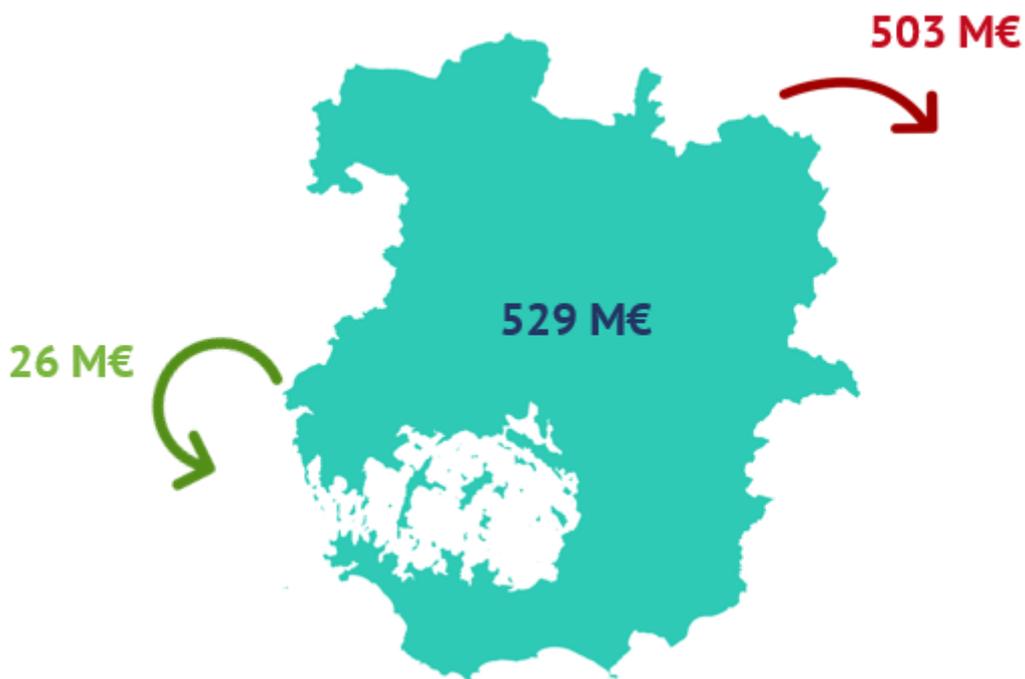


Figure 54 : Facture énergétique du territoire du GMVA, 2020, source : OEB, FACETE

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

RÉPARTITION DE LA FACTURE BRUTE PAR SECTEURS

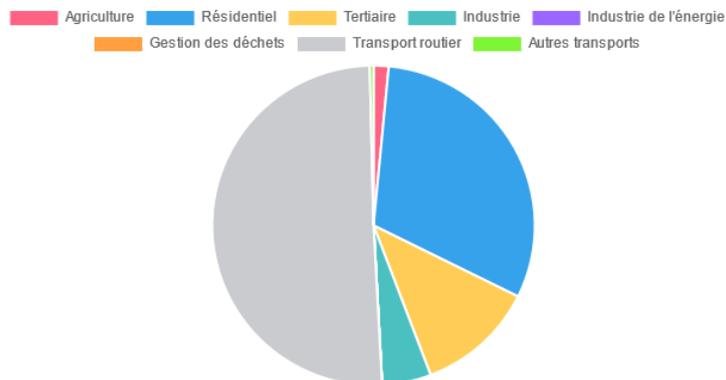


Figure 55 : Répartition de la facture énergétique brute par secteur d'activité, source : FACETE

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.

2.3.2. Comparaison aux factures énergétiques bretonnes et françaises

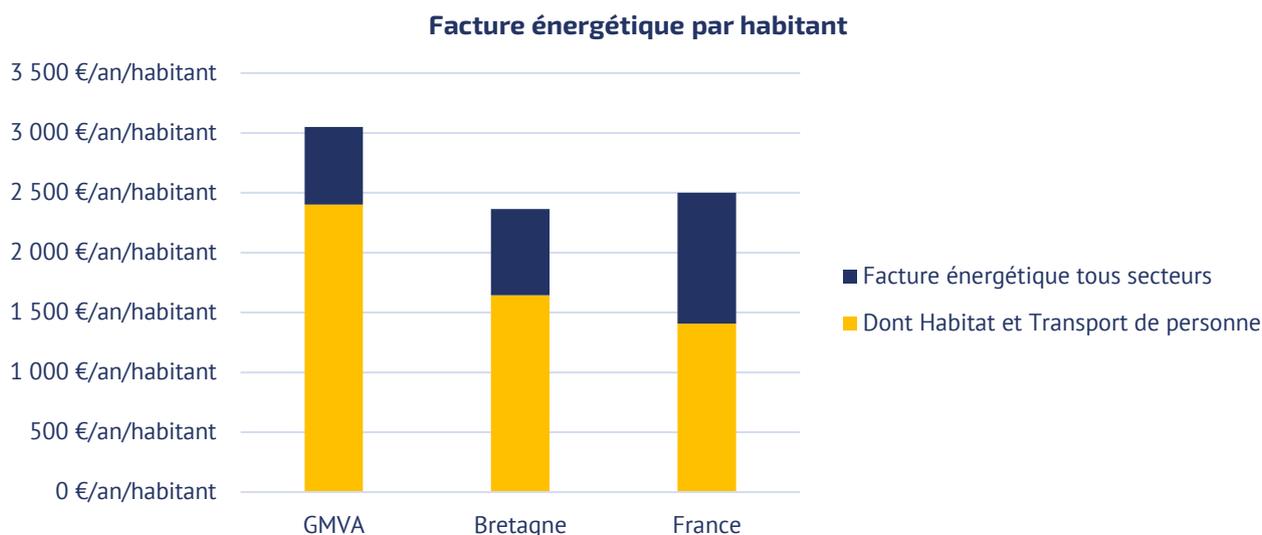


Figure 56 : Comparaison de la facture énergétique du territoire par habitant à celle de la Bretagne et de la France, source : FACETE, SDES, INSEE, NEPSEN

La facture énergétique par habitant est plus importante sur le territoire qu'aux échelles régionale et nationale. Les écarts s'expliquent essentiellement par les secteurs d'activités autres que l'Habitat et le Transport de personnes, à savoir le Tertiaire, le Transport de marchandises, l'Industrie et l'Agriculture.

Cela reflète le profil de consommation et les caractéristiques intrinsèques du territoire, avec des activités industrielles et tertiaires plus fortes que la moyenne et un transit de voyageurs importants pour la mobilité.

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 de référence choisie 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.

A SAVOIR

Le diagnostic des réseaux du territoire permet :

- De faire un état des lieux sur le positionnement des réseaux ;
- De révéler l'état de charge des réseaux de manière simplifiée ;
- De comprendre les enjeux de la distribution d'énergie et 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 CEREMA¹¹.

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.

¹¹ <http://reseaux-chaleur.cerema.fr/carte-nationale-de-chaleur-france>

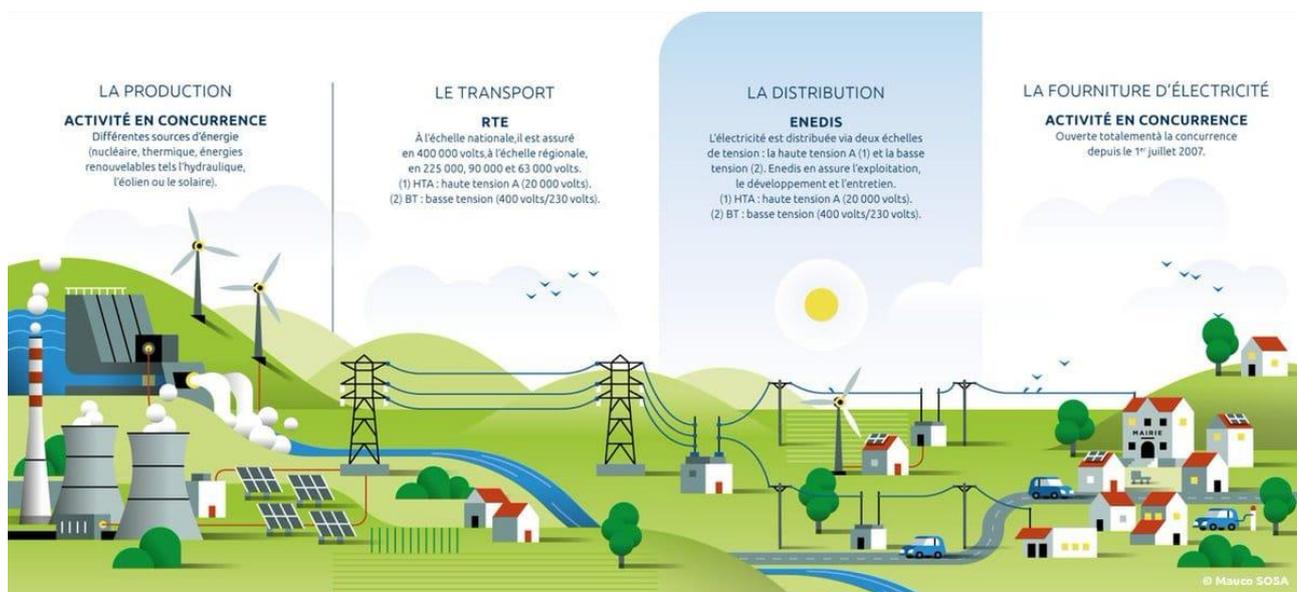


Figure 57 : Fonctionnement du réseau électrique en France, source : Enedis

Le réseau de distribution (HTA et BT) est public. Sur le territoire de Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération, la compétence d'Autorité Organisatrice de la Distribution d'Electricité est assurée par Morbihan Energies.

Morbihan Energies, 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 Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération.

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

A SAVOIR

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

Le réseau de transport 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.

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 Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération, RTE et Enedis sont les gestionnaires de ces réseaux.

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

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

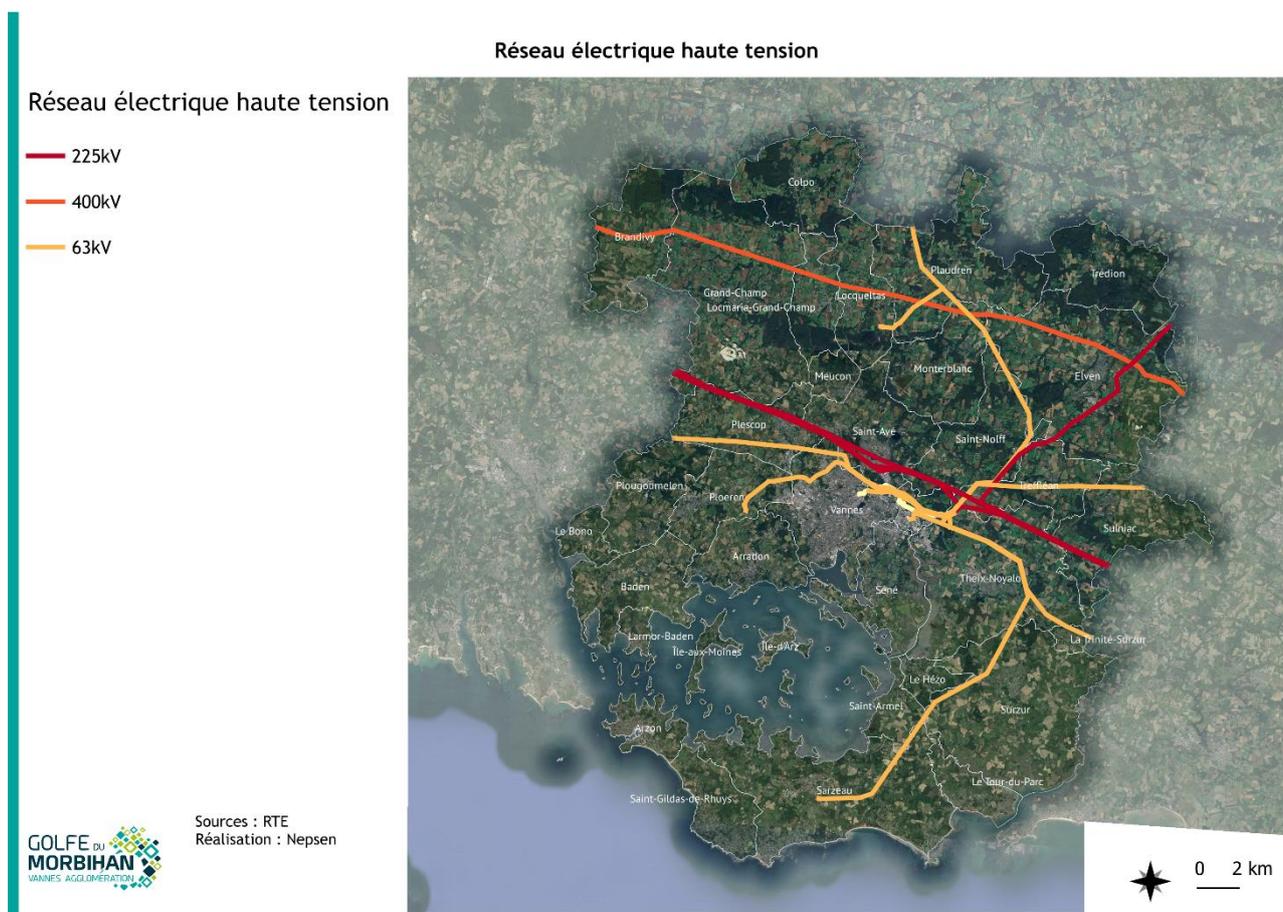


Figure 58 : Réseau de transport très haute tension, source : OpenData, cartographie NEPSEN

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.

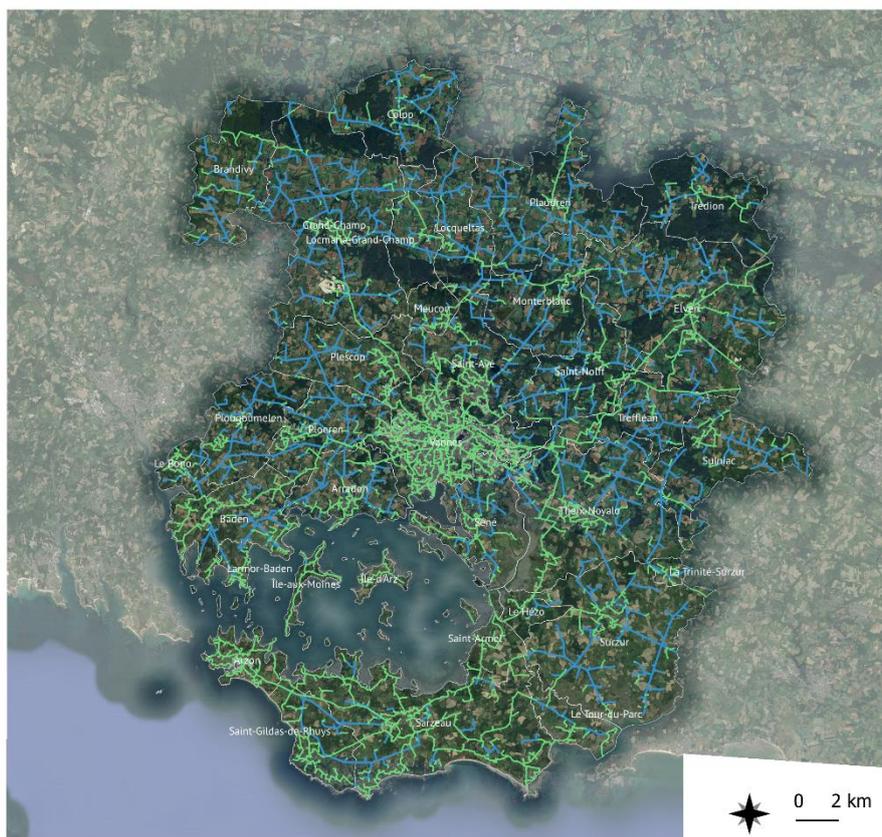
Ce réseau raccorde les clients C1, C2 et C3 (usagers ayant souscrit un contrat de puissance supérieur à 36 kVA, ils correspondent généralement à des contrats d'entreprises ou de bâtiment publics).

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 moyenne tension

- Lignes HTA aériennes
- Lignes HTA souterraines



Sources : Enedis
Réalisation : Nepsen

Figure 59 : Réseau de distribution Moyenne tension du territoire, source : Enedis, cartographie NEPSSEN

5 postes-sources sont situés sur le territoire du GMVA 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** (913,5 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

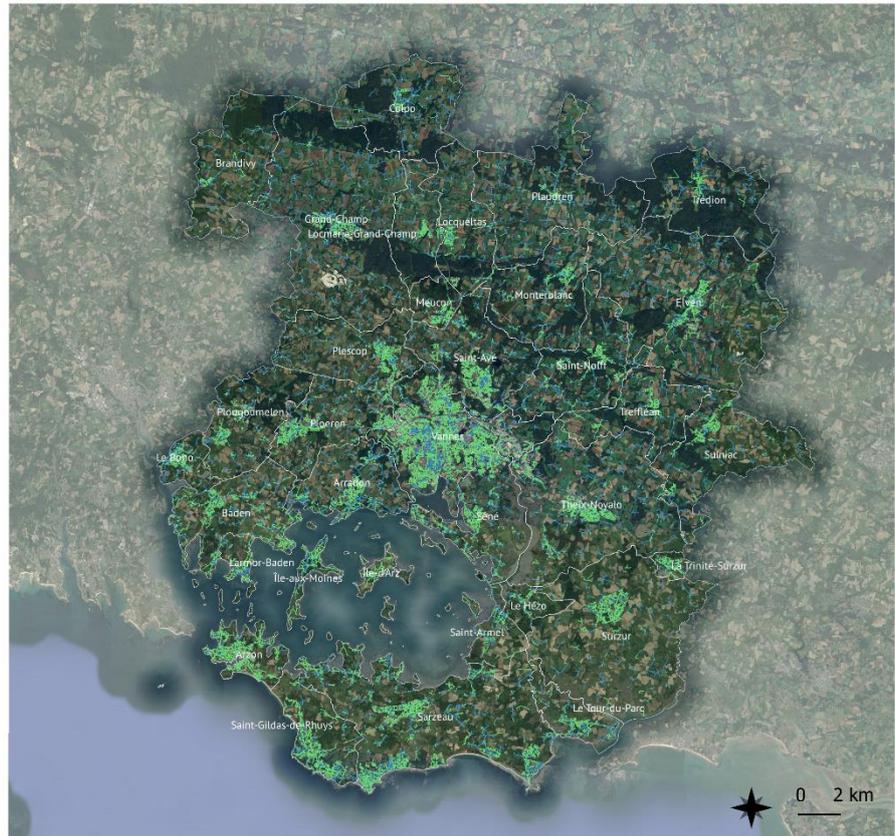
Le réseau BT (Basse Tension) fait partie du réseau public de distribution. Ce réseau raccorde les clients C4 et C5 (usagers ayant souscrit un contrat de puissance inférieure ou égale à 36 kVA, ils correspondent généralement aux petits et moyens usagers).

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 de distribution basse tension

Réseau électrique basse tension

- Tracé du réseau aérien
- Tracé du réseau souterrain



Sources : Enedis
Réalisation : Nepsen

Figure 60 : Réseau de distribution Basse Tension (BT) du territoire, source : Enedis, cartographie NEPSSEN

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.

Plus de 63 % 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.

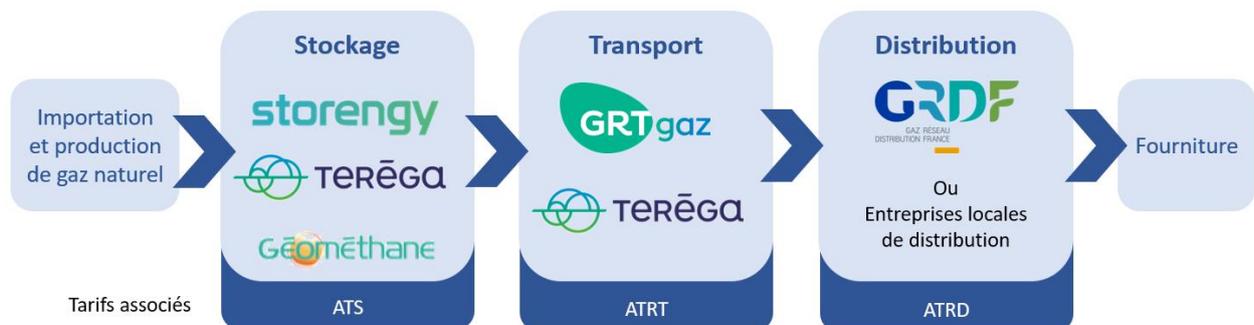


Figure 61 : Chaîne d'acteurs de l'acheminement de gaz en France, source : <https://energiesdev.fr/bareme-transport-distribution-acheminement-gaz/>

- 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 de gaz

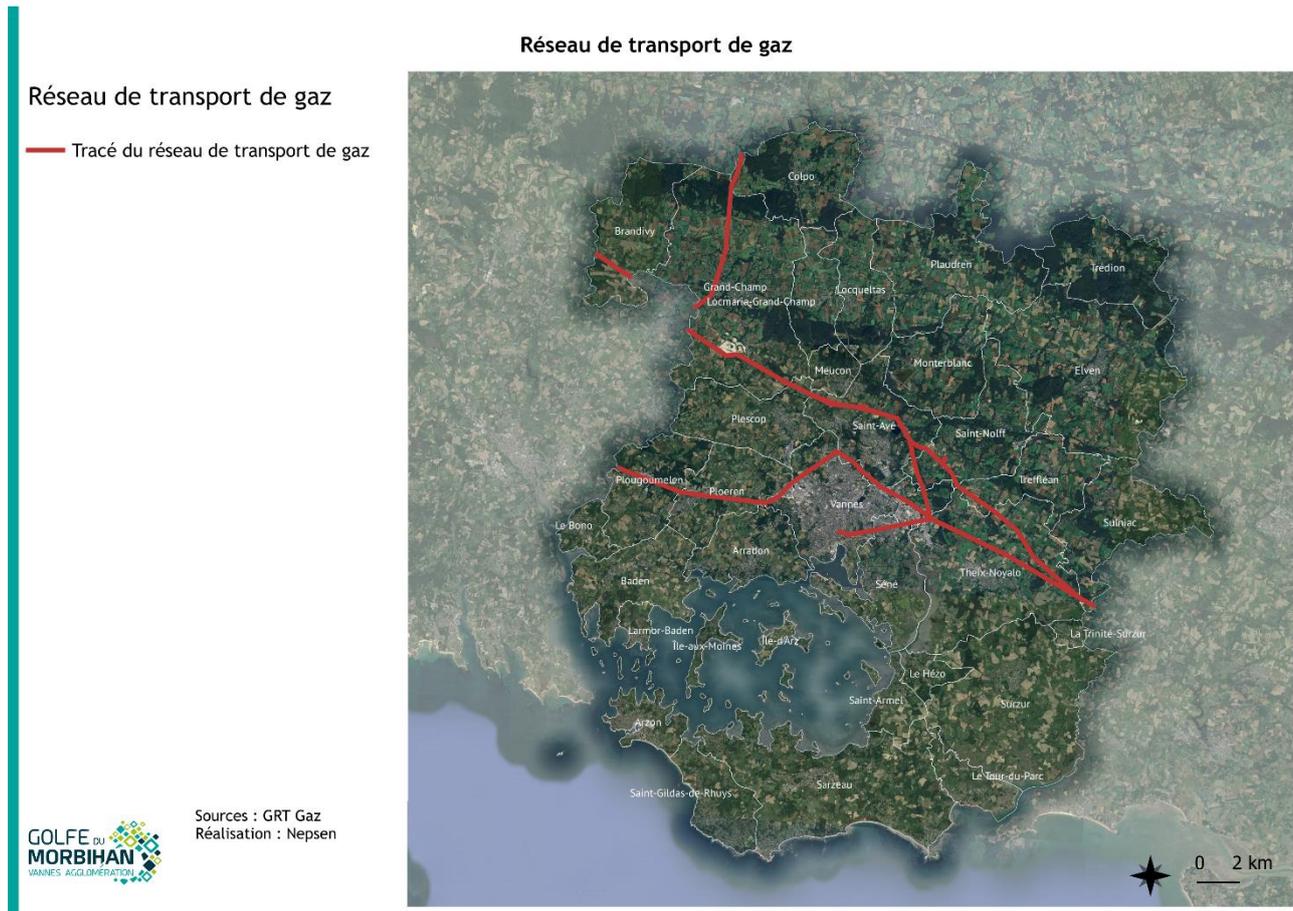


Figure 62 : Cartographie du réseau de transport de gaz sur le territoire du GMVA, source : GRT Gaz, cartographie NEPSSEN

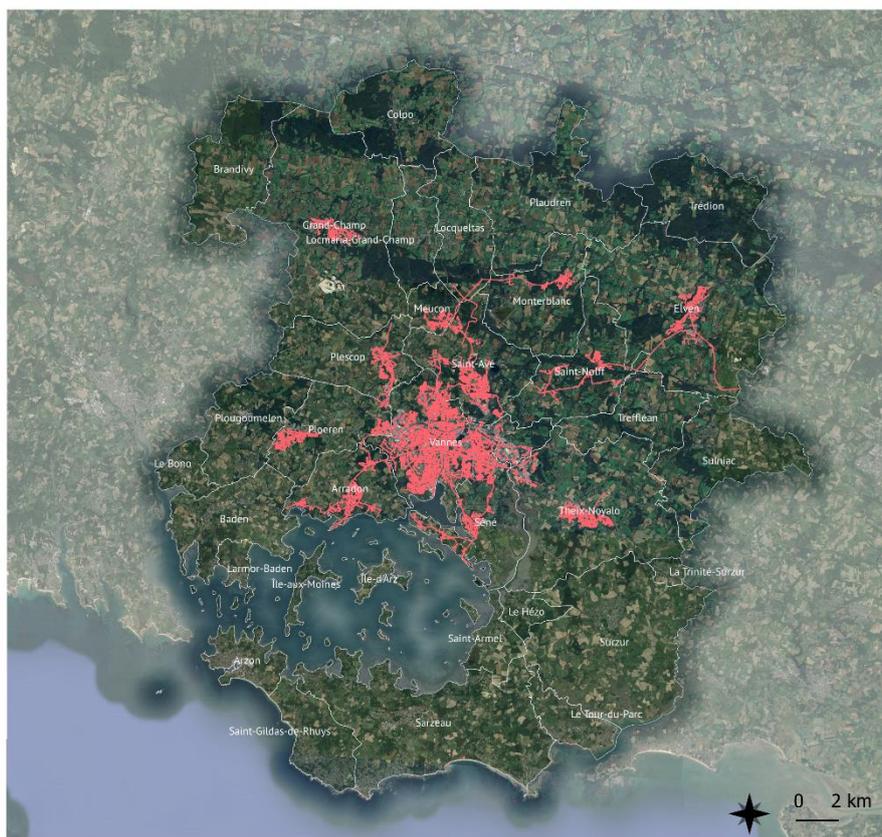
Le réseau de distribution de gaz

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

Réseau de distribution de gaz

Réseau de distribution de gaz

— Tracé du réseau de distribution de gaz



Sources : GRDF
Réalisation : Nepsen

Figure 63 : Réseau de distribution de gaz du territoire, source : Open Data Agence ORE, cartographie NEPSSEN

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 grande ampleur n'est implanté sur le territoire de l'Agglomération¹².**

¹² <https://carto.viaseva.org/public/viaseva/map/?coord=45.71840547127867,-0.6591796875000001&zoom=11&typeFilter=existing&typeSource=all&hotColdFilter=any>

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 Energies Renouvelables permettent aux gestionnaires de réseaux de réserver des capacités de raccordement sur une période de dix ans.

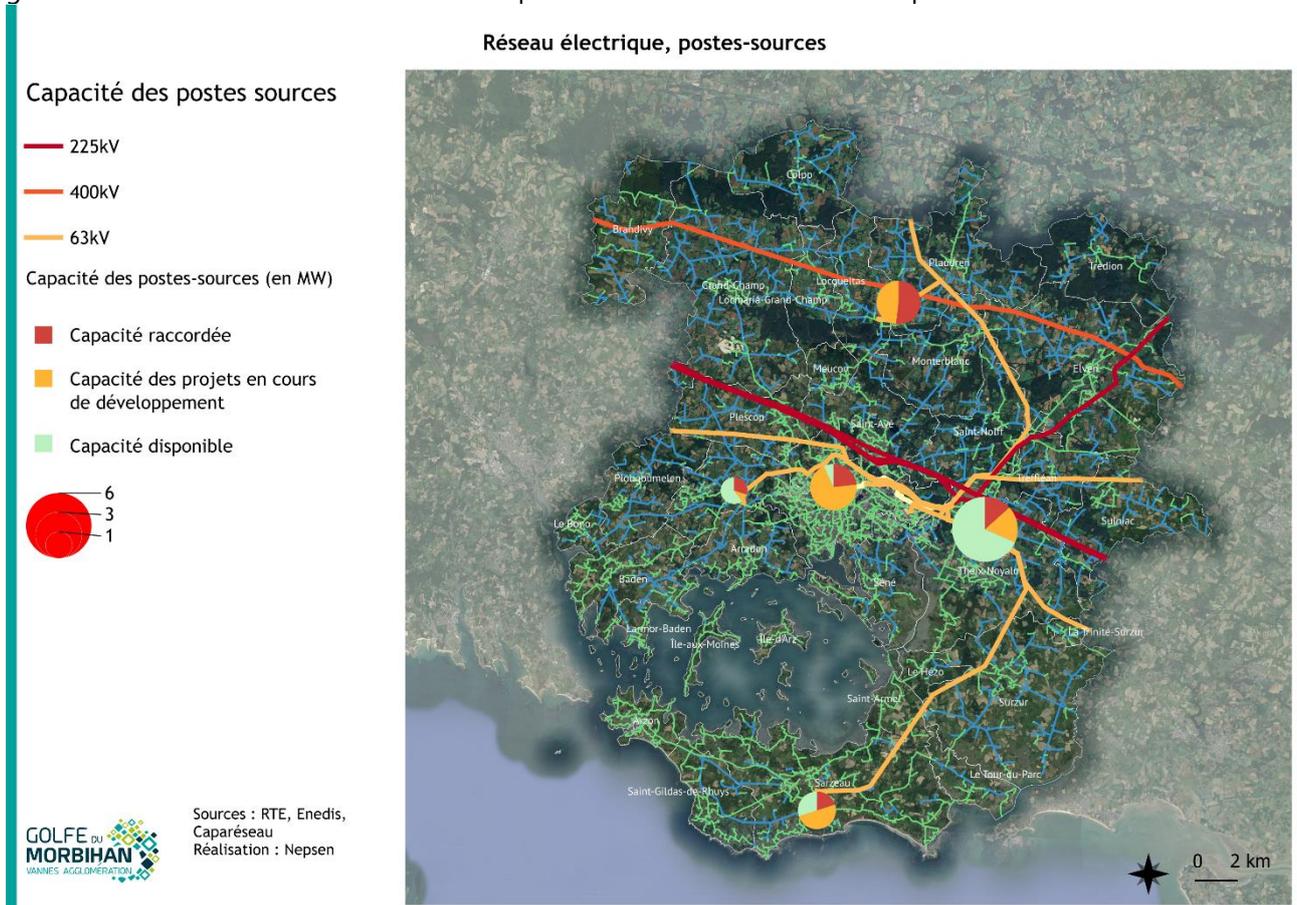


Figure 64 : Capacité de raccordement des postes sources, source : Caparéseau, consulté le 29/03/2024, cartographie NEPSEN

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 :

Commune	Capacité disponible restante
Sarzeau	0,6 MW
Ploeren	0,6 MW
Theix-Noyal	4,1 MW
Locqueltas	0 MW

Vannes	0,2 MW
Total	5,5 MW

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

5,5 MW, et jusqu'à 12MW, ou 17 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. A 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 1 177 GWh).

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 (zones de plus de 30 000 MWh et concentrées).

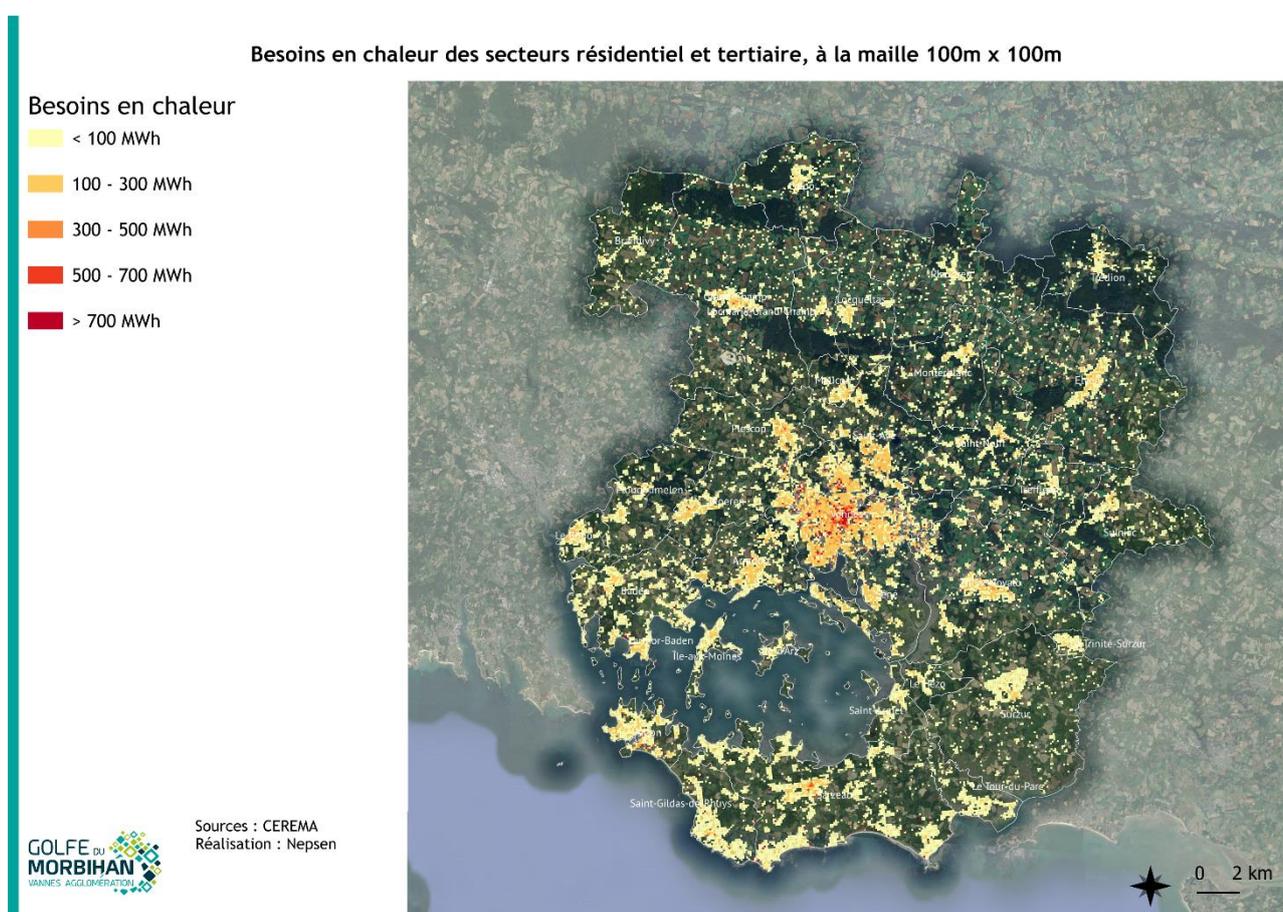


Figure 65 : Carte des besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire du territoire à la maille 100m*100m Source : CEREMA 2019

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.

A noter que plusieurs projets de réseaux de chaleur alimentés par de la biomasse sont à l'étude sur le territoire.

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) ;
- Plusieurs projets de réseaux de chaleur bois-énergie sont à l'étude sur le territoire.

Faiblesses

- Les réseaux de distribution HTA et BT 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.

Opportunité

- Les réseaux haute tension (HTA) sont susceptibles d'accueillir des projets de forte puissance (> 12 MW) sur une large partie du territoire ;
- Le potentiel de développement des réseaux de chaleur est très important car les besoins sont forts et concentrés, notamment à proximité des centres-villes et zones industrielles.

Menaces

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

Tableau 37 : Matrice AFOM, réseaux énergétiques

AIR

3. AIR..... 80

3.1. Données sur la qualité de l'air et potentiels de réduction 80

3.1.1. Chiffres clés du territoire en termes d'émissions de polluants atmosphériques 80

3.1.2. Potentiel maximal théorique de réduction des émissions de polluants
atmosphériques en 2050 87

3.1.3. Enjeux mis en évidence par l'étude 90

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 du réseau de surveillance de la qualité de l'air AIR BREIZH (<https://isea.airbreizh.asso.fr/>) et sont relatives à l'année 2020.

Bilan en 2020 - émissions

Les résultats du diagnostic réglementaire sur le territoire de Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération pour l'année 2020 pour les six polluants atmosphériques réglementaires sont présentés ci-après.

Ventilation des émissions de polluants atmosphériques par secteur, GMVA, 2020

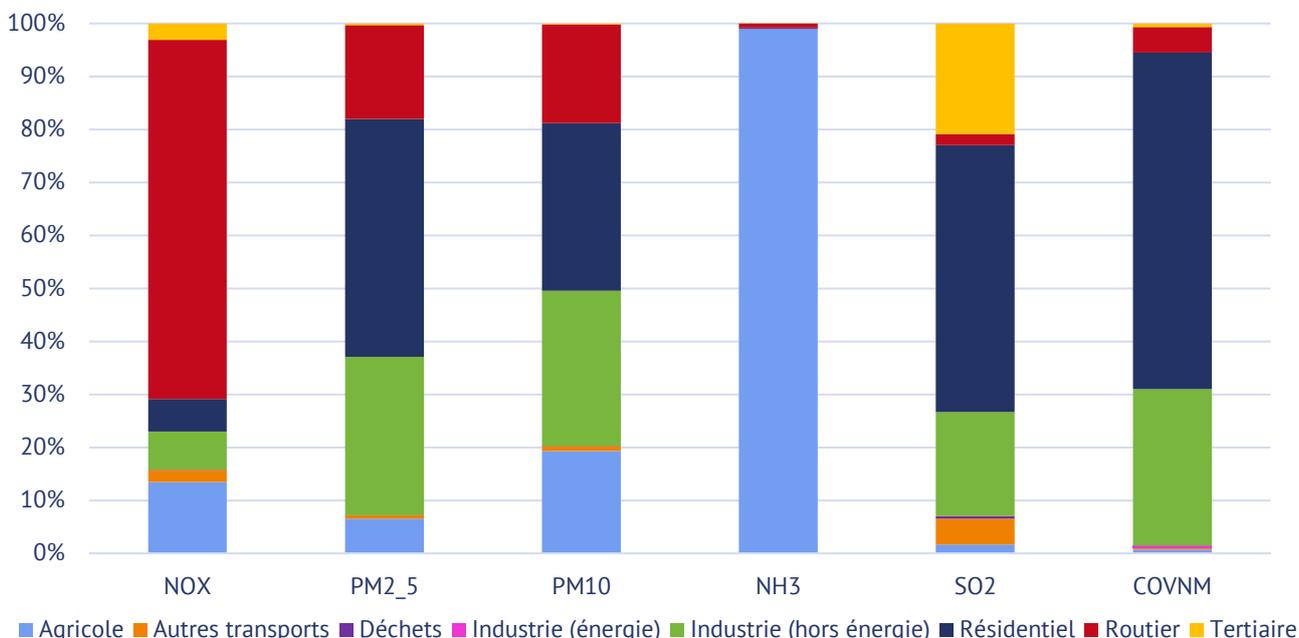


Figure 66 : Répartition des émissions par polluant atmosphérique, GMVA, 2020 – Source : Air Breizh (ISEA v1.5)

Les émissions d'**oxydes d'azote** (NOx) proviennent principalement du **transport routier** (68%) via la combustion des moteurs thermiques des véhicules et dans une moindre mesure de **l'agriculture** (13%) via l'épandage d'engrais azotés.

Concernant les **particules en suspension** (PM₁₀ et PM_{2,5}) majoritairement issues de combustions incomplètes, leurs émissions sont partagées entre les secteurs **résidentiel** (37%), **industriel** (30%) et, dans une moindre mesure, **routier** (18%) et **agricole** (14%). 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.

L'**ammoniac** (NH₃) est quant à lui émis quasi-exclusivement par les activités **agricoles** (99%), via la volatilisation lors des épandages et du stockage des effluents d'élevage, et l'épandage d'engrais minéraux azotés.

Enfin, le **résidentiel** est le principal secteur émissif des **composés organiques volatils non méthaniques** (COVNM) (63%) et du **dioxyde de soufre** (SO₂) (50%). Pour les premiers, c'est à travers l'utilisation domestique de produits solvantés, le chauffage au bois et la construction de nouveaux logements ; pour le second, c'est à travers la combustion d'énergies fossiles (fioul, charbon, lignite, gazole, etc.).

	PM10	PM2_5	NOX	SO2	COVNM	NH3
Résidentiel	234,9 t	229,6 t	102,0 t	21,2 t	913,4 t	0,5 t
Tertiaire	1,6 t	1,6 t	50,7 t	8,8 t	9,4 t	0,3 t
Transport routier	138,1 t	90,5 t	1121,8 t	0,9 t	70,0 t	10,6 t
Autres transports	6,9 t	3,6 t	38,0 t	2,1 t	3,4 t	0,0 t
Agricole	143,5 t	33,3 t	222,7 t	0,7 t	9,0 t	1512,1 t
Déchets	0,0 t	0,0 t	1,0 t	0,2 t	0,0 t	4,4 t
Industrie (hors énergie)	217,2 t	152,6 t	118,2 t	8,3 t	426,3 t	0,1 t
Industrie (énergie)	-	-	-	-	7,6 t	-
Total	742 t	511 t	1 654 t	42 t	1 439 t	1 528 t

Tableau 38 : Répartition des émissions par polluant atmosphérique et par secteur en 2020, GMVA – Source : Air Breizh (ISEA v1.5)

La figure suivante présente les émissions de polluant atmosphérique par habitant en 2020 en comparaison avec la région Bretagne.

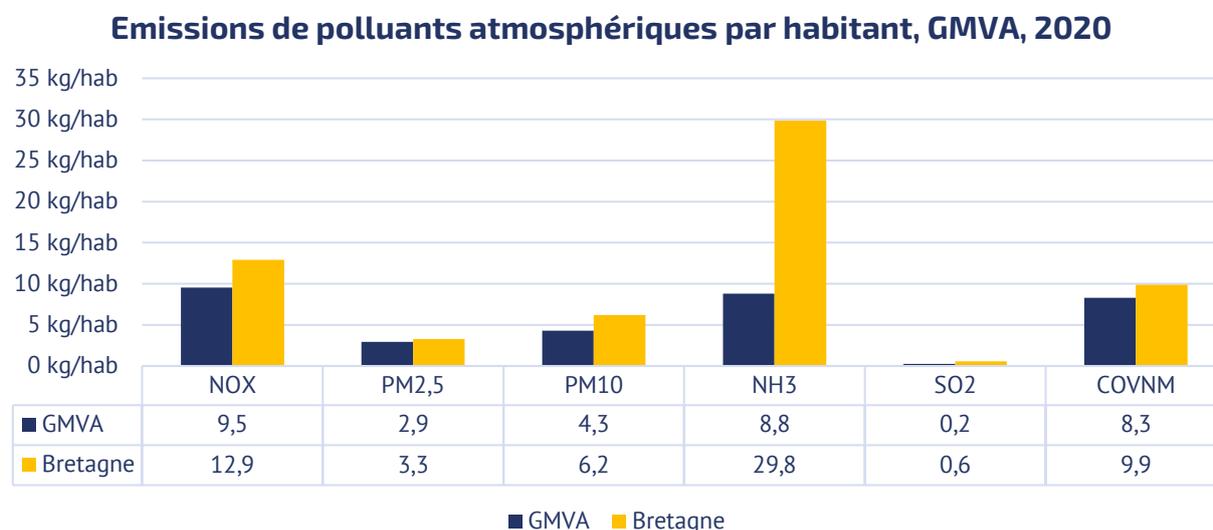


Figure 67 : Emissions par habitant et comparaison régionale, GMVA, 2020 – Source : Air Breizh (ISEA v1.5), INSEE

Les émissions par habitant de GMVA sont plus faibles que celles de la Bretagne pour les 6 polluants atmosphériques réglementaires. Elles sont proches des valeurs régionales pour les PM2,5 et les COVNM. Le territoire ayant relativement peu d'élevage, les émissions par habitant de NH3 y sont particulièrement faibles (trois fois inférieures aux valeurs régionales). La moindre importance de l'activité de pêche par rapport au reste du territoire explique quant à elle des émissions de NOx par habitant moins élevées de 26% qu'à l'échelle régionale.

Pour information, la méthodologie utilisée par Air Breizh ne prend pas en compte les émissions induites par la plaisance.

Répartition des communes de Golfe du Morbihan - Vannes agglomération en fonction des polluants émis

Typologie de polluant

Répartition des émissions de chaque polluant entre les différentes communes

- % NOX
- % PM2_5
- % PM10
- % NH3
- % SO2
- % COVNM



Source : AirBreizh (2020)

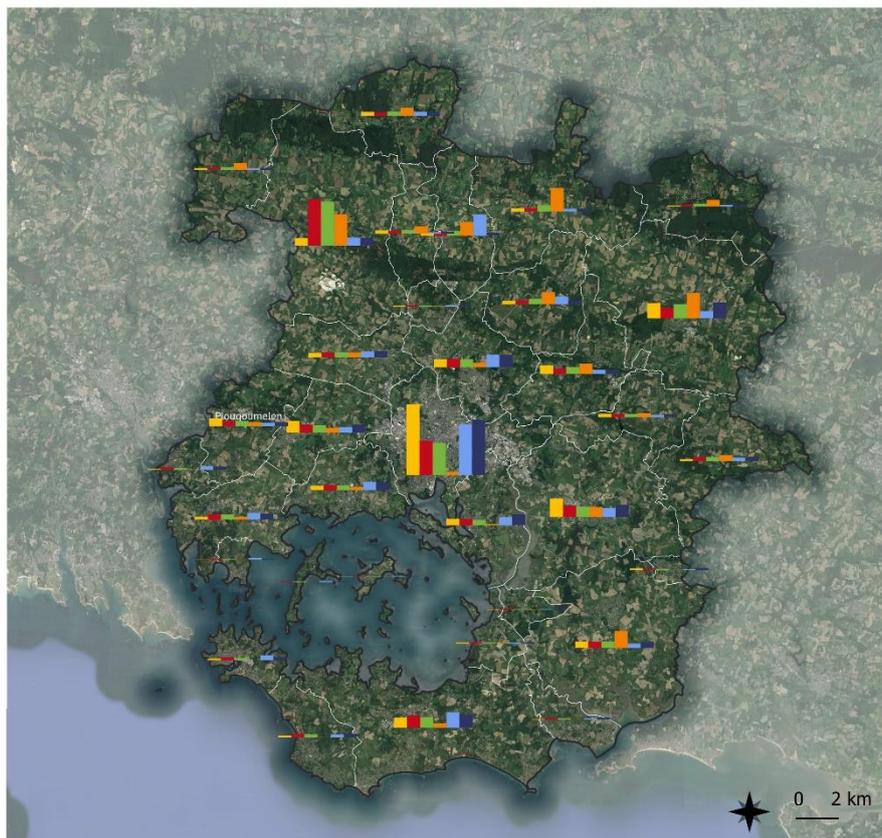


Figure 68 : Ventilation communale des émissions de polluants atmosphériques, GMVA, 2020 – Source : Air Breizh (ISEA v1.5)

Il existe une forte hétérogénéité dans la répartition des émissions de polluants atmosphériques entre les communes.

Notamment, les émissions de NH₃ sont bien plus importantes dans les communes les plus agricoles, en particulier celles se situant sur les plaines cultivées du nord de l'Agglomération. La proportion de COVNM est quant à elle majoritaire dans les communes plus peuplées du littoral, et ce tout particulièrement sur les îles. On remarque également que les émissions de Nox, particulièrement liées au transport routier, sont plus faibles dans les communes plus enclavées du sud de l'Agglomération et plus élevées dans les communes incluant des axes routiers.

La ville-centre, Vannes, est celle dont les émissions au global sont les plus importantes ; mais cela est compensé par sa forte densité de population. A contrario, ce sont les communes agricoles du nord de l'Agglomération qui présentent les émissions par habitant les plus importantes, en particulier du fait des émissions de NH₃.

Les secteurs à enjeux

Agriculture

Les principaux polluants émis par le secteur agricole sont le **NH₃**, les **PM₁₀** et les **NO_x**.

Le secteur agricole est responsable de la quasi-totalité (99%) des émissions de **NH₃** du territoire. Ce polluant atmosphérique est présent dans les **engrais** azotés minéraux et dans le **lisier**, et 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** (19%) via **l'épandage et le travail du sol**, et des émissions de **NO_x** (13%) via **l'épandage d'engrais** azotés.

Résidentiel

Les principaux polluants émis par le secteur résidentiel sont les **COVNM**, les **PM** et les **SO₂**.

Concernant les particules en suspension, le secteur résidentiel est à l'origine de 45% des émissions des **PM_{2,5}** et à 32% des émissions de **PM₁₀**. Les rejets de ces deux polluants dans l'atmosphère sont principalement causés par la **combustion incomplète du bois** pour le chauffage des logements, et sont d'autant plus importants que les équipements sont peu performants (foyer ouvert, mauvais entretien, bois humide ou souillé).

Le secteur résidentiel est également à l'origine de 63% des émissions de **COVNM**, via l'utilisation de **solvants** et encore une fois via le chauffage au bois.

Les émissions de **SO₂** de ce secteur proviennent quant à elles de l'utilisation de combustibles contenant du soufre comme le fioul ou le bois (mais dans une moindre mesure).



Transport routier

Les principaux polluants émis par le secteur de transports routiers sont les **No_x**, les **PM** et les **COVNM**.

Le transport routier génère 68% des émissions de **NO_x**. Elles proviennent des phénomènes de combustion de carburants, essentiellement par les **véhicules diesel**.

En ce qui concerne les **PM**, émises à 18% par le transport routier, elles sont issues en majorité de la partie moteur (**combustion carburant**). Une part non négligeable de particules, en particulier des **PM₁₀**, provient quant à elle de la partie mécanique, à savoir l'**abrasion** des pneus, des freins et des routes.

Les émissions de **COVNM** sont quant à elles émises en majeure partie par les **véhicules essence**.



Industrie

Les principaux polluants émis par le secteur industriel sont les **COVNM**, les **SO₂** et les **PM**.

L'industrie génère 30% des émissions de **COVNM**, principalement via l'utilisation de **solvants**. Cela concerne des secteurs d'activité variés : fabrication de produits alimentaires, imprimerie, traitement des métaux...

L'industrie génère également 30% des émissions de **PM**, principalement à cause de combustions incomplètes.

Elle émet enfin 20% du **SO₂** du territoire, à travers la combustion d'énergies fossiles mais aussi à travers certains procédés industriels spécifiques.

Evolution des données dans le temps

Le graphique suivant présente l'évolution des émissions totales par polluant entre les années 2014 et 2020.

Evolution des émissions de polluants entre 2014 et 2020, GMVA (année de référence : 2014)

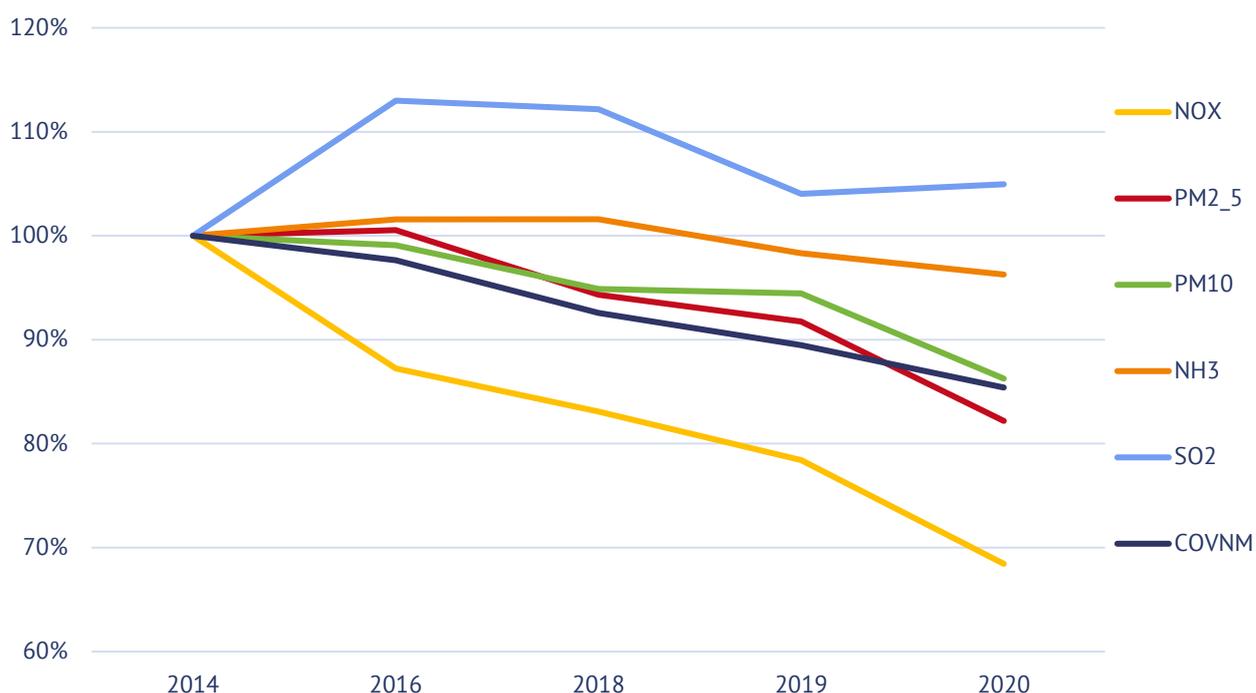


Figure 69 : Evolution des émissions par polluant entre les années 2014 et 2020, GMVA – Source : AirBreizh (ISEA v1.5)

Il est observé globalement que les émissions sont orientées à la baisse entre 2014 et 2020 pour tous les polluants réglementaires à l'exception du SO₂, qui a augmenté de 5%.

Evolution des émissions de COVNM par secteur entre 2014 et 2020, GMVA

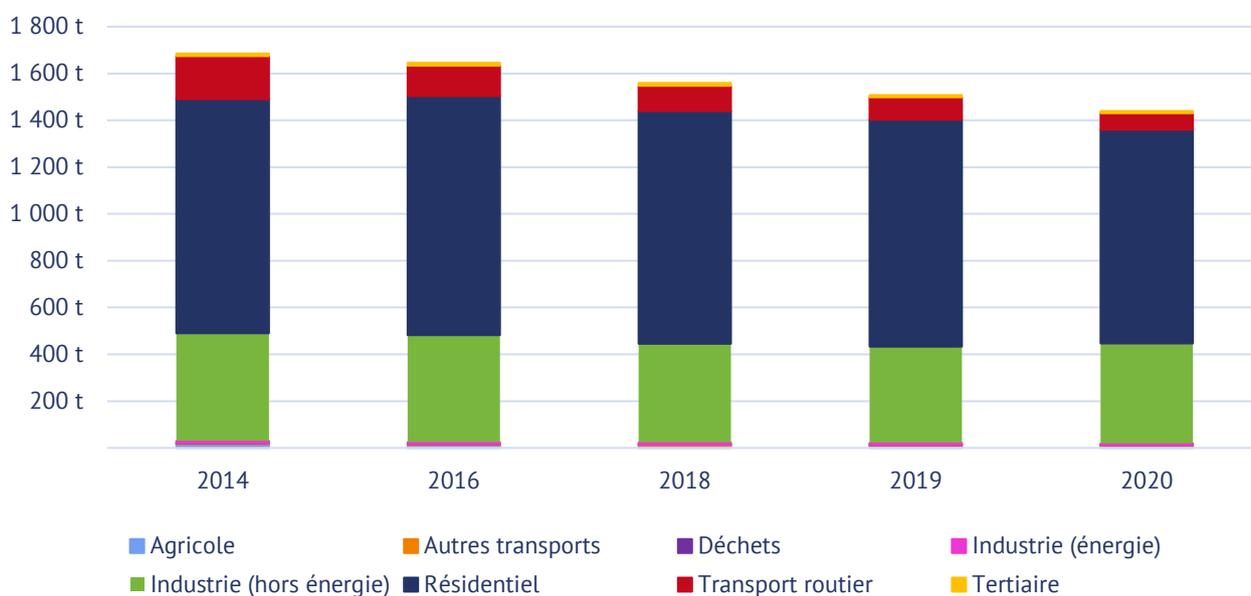


Figure 70 : Evolution des émissions de COVNM par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5)

La baisse des émissions de COVNM est **soutenue entre 2014 et 2020 (-15%)** et s'observe sur l'ensemble des secteurs d'activités. Elle est principalement portée par le secteur du **transport routier (-62%)**, par le secteur résidentiel (-9%) et par l'industrie (-7%).

Evolution des émissions de NH₃ par secteur entre 2014 et 2020, GMVA

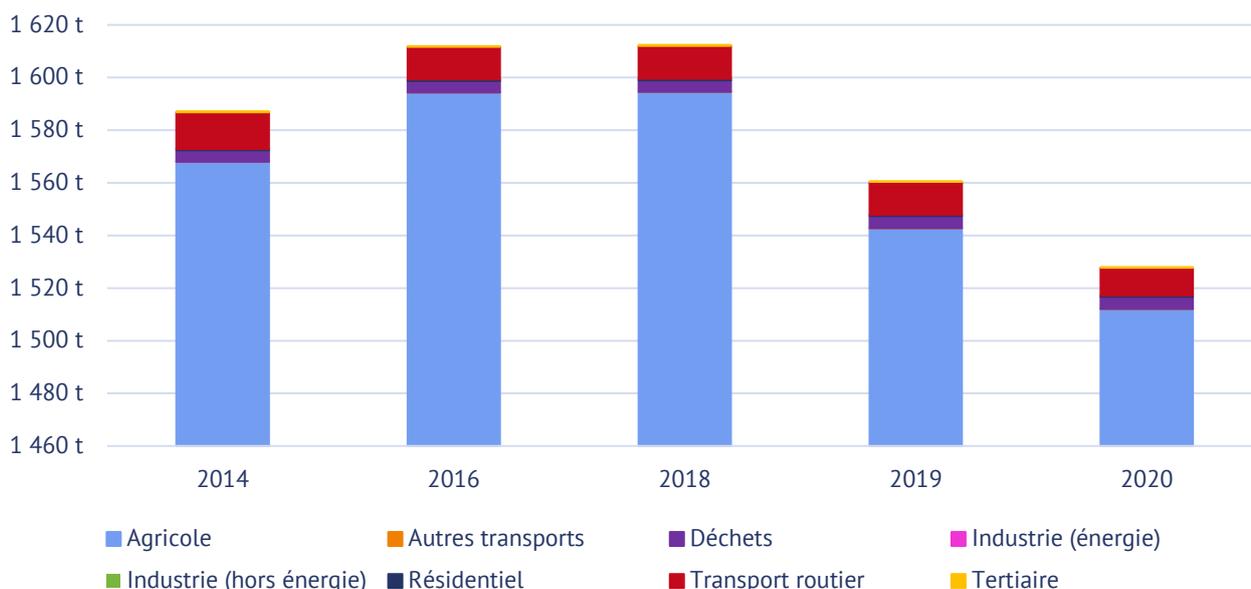


Figure 71 : Evolution des émissions de NH₃ par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5)

Après une augmentation (+1,6%) entre 2014 et 2018, les émissions de NH₃ ont **baissé (-5,2%) entre 2018 et 2020**. Cette baisse est principalement portée par le **secteur agricole (-4%)**, qui représente 99% des émissions de NH₃.

Evolution des émissions de NO_x par secteur entre 2014 et 2020, GMVA

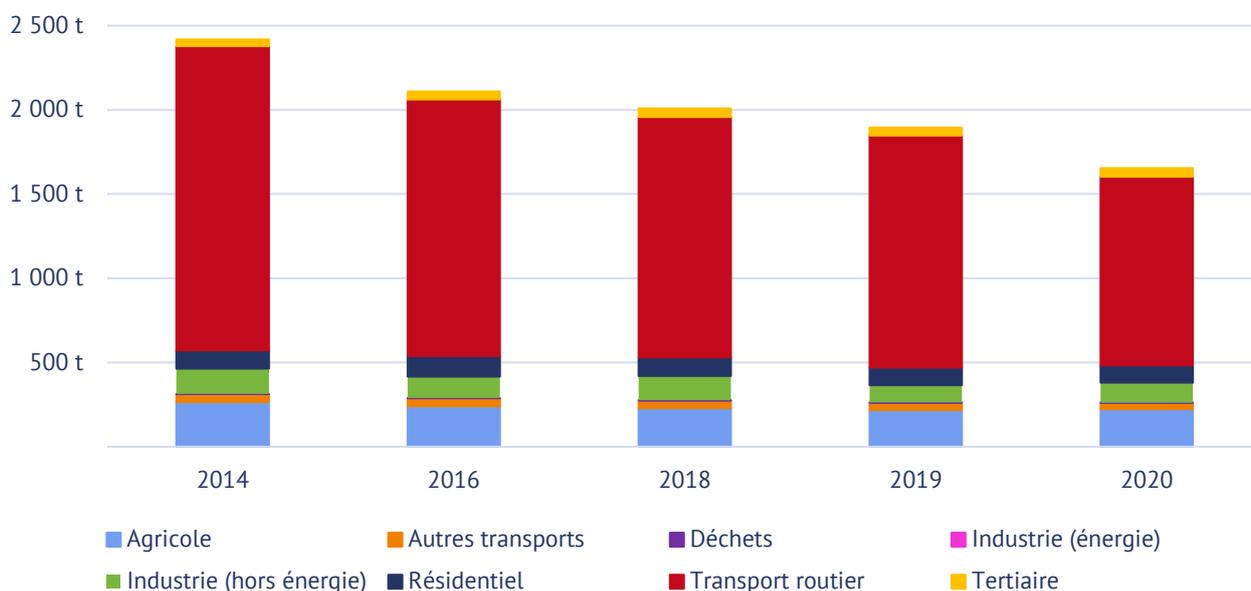


Figure 72 : Evolution des émissions de NO_x par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5)

Les émissions de NO_x sont **en baisse marquée (-32%) pour tous les secteurs** entre 2014 et 2020. Cette baisse est faible pour le secteur tertiaire (-15%) mais particulièrement importante pour le transport routier (-52%) – ce dernier étant la principale source de NO_x.

Evolution des émissions de PM10 par secteur entre 2014 et 2020, GMVA

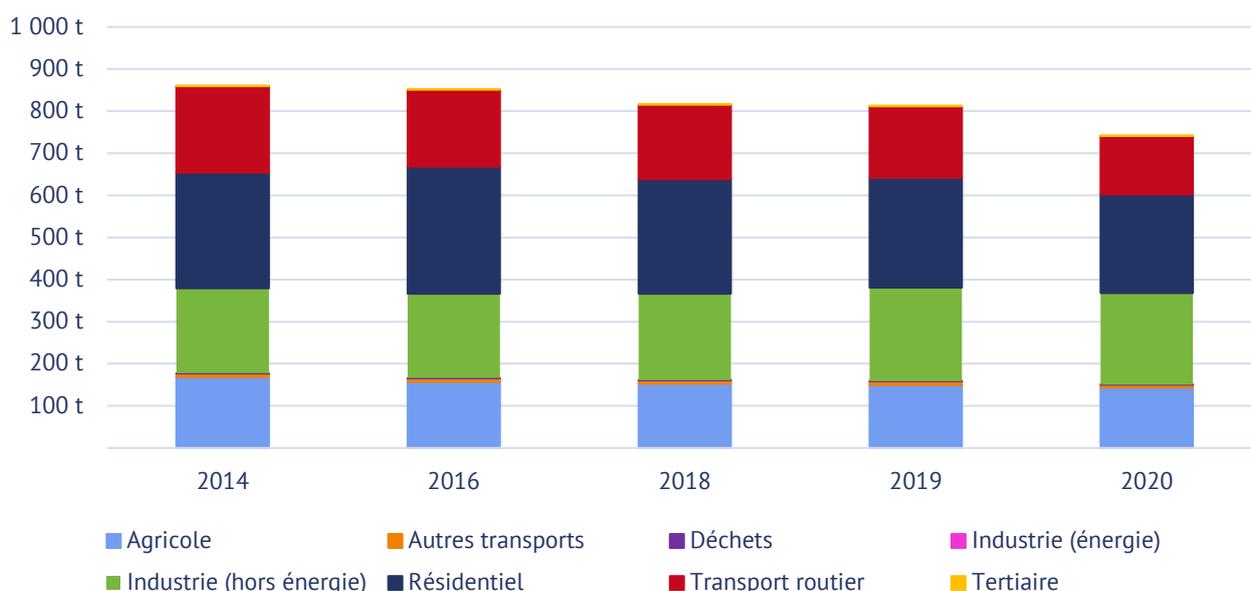


Figure 73 : Evolution des émissions de PM₁₀ par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5)

Les émissions de PM₁₀ ont **baissé de 14% entre 2014 et 2018**. Cette baisse est entraînée par les secteurs des transports routiers (-33%), du résidentiel (-14%) et de l'agriculture (-15%). Elles sont cependant en augmentation pour le secteur industriel (+7%) sur la même période.

Evolution des émissions de PM2,5 par secteur entre 2014 et 2020, GMVA

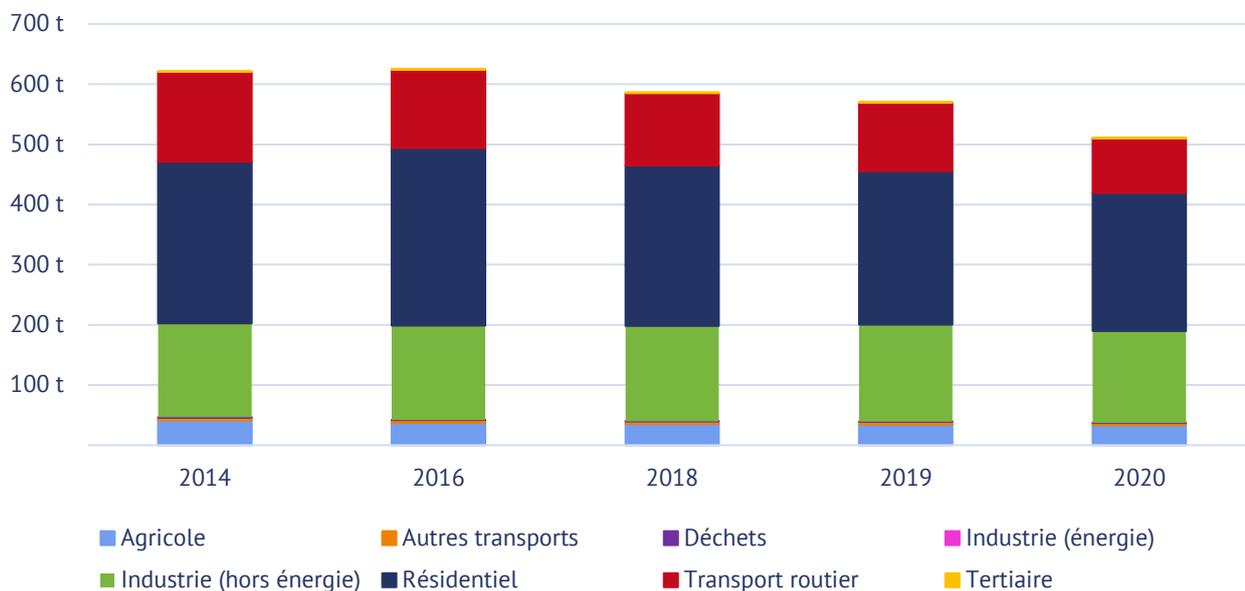


Figure 74 : Evolution des émissions de PM_{2,5} par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5)

Les émissions de PM_{2,5} ont **baissé (-18%) entre 2014 et 2018** pour la plupart des secteurs, en particulier les transports routiers (-40%), l'agriculture (-19%) et le résidentiel (-14%). Elles sont cependant restées relativement stables pour l'industrie (-2%).

Evolution des émissions de SO₂ par secteur entre 2014 et 2020, GMVA

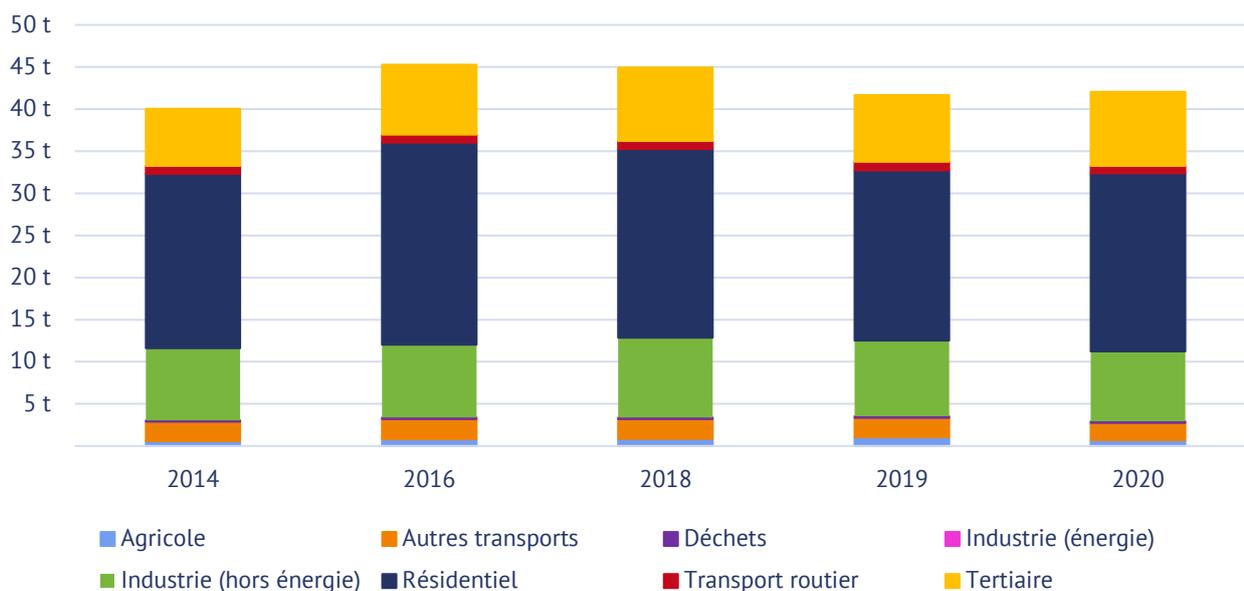


Figure 75 : Evolution des émissions de SO₂ par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5)

Les émissions de SO₂ ont **légèrement augmenté (+5%) entre 2014 et 2018**. Cette hausse est principalement portée par les secteurs tertiaire (+29%), agricole (+17%) et résidentiel (+2%). Elle est légèrement contrebalancée par la baisse des émissions de l'industrie (-3%) et des transports routiers (-10%) et non routiers (-10%).

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 a ainsi deux origines :

- 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.

A cela s'ajoutent des hypothèses supplémentaires sur les secteurs dont les émissions sont principalement non énergétiques, comme l'agriculture dont le polluant principal est l'ammoniac, et comme les secteurs utilisateurs de produits solvantés pour les émissions de COVNM générées par l'utilisation de ces produits.

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

Ainsi, il est possible, si le territoire développe l'intégralité de son potentiel, de réduire significativement ses émissions de polluants atmosphériques à horizon 2050 par rapport à 2020, à population constante.

Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques

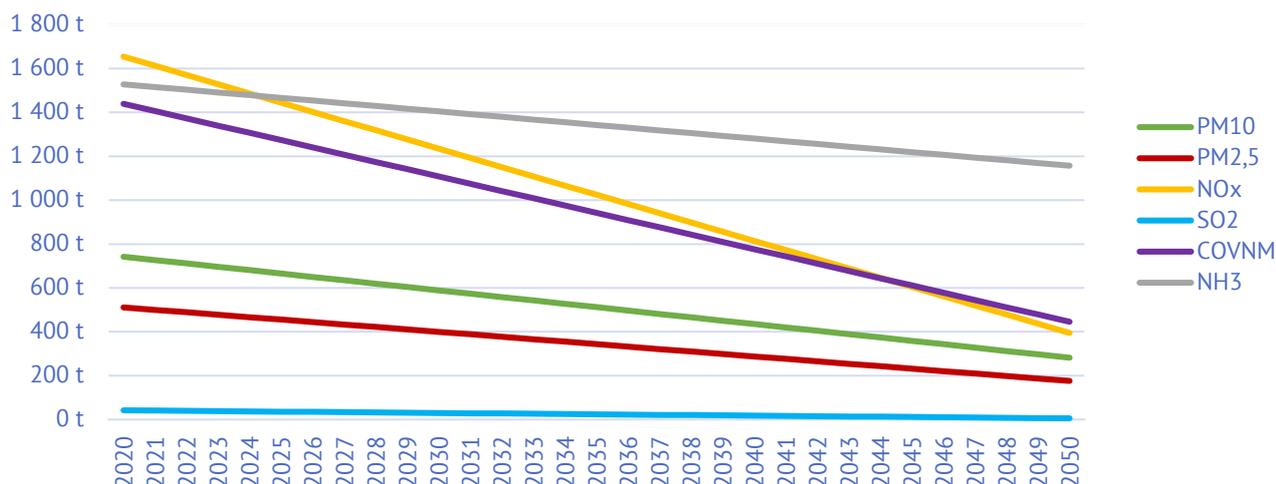


Figure 76 : Potentiel maximal de réduction des émissions de polluants atmosphériques, GMVA, source : Air Breizh et NEPSSEN

Le transport

Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur Transport

Transport	PM10	PM2,5	NOx	SO2	COVNM	NH3
Actions de maîtrise de l'énergie	- 47 t	- 46 t	- 770 t	- 0,9 t	- 19 t	- 1,2 t
Actions de substitution énergétique (volet gaz à effet de serre)	-28 t	- 37 t	-300 t	0 t	0 t	0 t
Passage à des véhicules thermiques plus performants (moins émetteurs de NOx) pour 100% du parc	0 t	0 t	-37 t	0 t	0 t	0 t

Tableau 39 : Répartition des gains air de du transport par catégorie d'action, source : NEPSSEN

Bilan pour le secteur transports

Polluants	Emissions 2020	Potentiel 2050	Gains
PM10	138 t	62 t	-76 t -55%
PM2,5	91 t	7 t	- 83 t -92%
NOx	1 122 t	0 t	-1 122 t -100%
SO2	0,9 t	0 t	0,9 t -100%
COVNM	70 t	51 t	- 19 t -27%
NH3	11 t	9 t	- 1,2 t -12%

Tableau 40 : Bilan des potentiels de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur transports, Source : NEPSSEN

Le résidentiel

Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur Résidentiel

Résidentiel	PM10	PM2,5	NOx	SO2	COVNM	NH3
-------------	------	-------	-----	-----	-------	-----

Actions de maîtrise de l'énergie	- 102 t	- 101 t	- 45 t	- 9 t	- 400 t	- 0,2 t
Actions de substitution énergétique (volet gaz à effet de serre)	+ 4 t	+ 4 t	-2 t	-9 t	+ 3 t	0 t
Amélioration de la performance de 100% des chaudières à bois, soit	- 86 t	- 84 t	0 t	0 t	- 173 t	0 t
Réduction de l'utilisation des solvants à hauteur de 30%	0 t	0 t	0 t	0 t	- 126 t	0 t

Tableau 41 : Répartition des gains air de du résidentiel par catégorie d'action, source : NEPSEN

Bilan pour le secteur résidentiel

Polluants	Emissions 2020	Potentiel 2050	Gains
PM10	235 t	54 t	- 181 t -77%
PM2,5	229 t	52 t	- 177 t -77%
NOx	102 t	55 t	- 47 t -46%
SO2	21 t	3 t	- 18 t -87%
COVNM	913 t	225 t	-689 t -75%
NH3	0,5 t	0,3 t	- 0,2 t -44%

Tableau 42 : Bilan des potentiels de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur résidentiel, Source : NEPSEN

L'agriculture

Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur Agriculture

Agriculture	PM10	PM2,5	NOx	SO2	COVNM	NH3
Actions de maîtrise de l'énergie	- 2,6 t	-2,3 t	- 32 t	- 0 t	- 4 t	- 0 t
Actions de réduction des émissions de GES	- 56 t	- 10 t	0 t	0 t	0 t	- 112 t
Prolonger le temps du pâturage de 20j pour 100% des bovins	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	- 45 t
Déploiement des couvertures des fosses à lisier haute technologie pour 100% des fosses	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	- 15 t
Incorporation immédiate post-épandage des lisiers et/ou fumiers pour 100% des exploitations	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	- 196 t
Renouvellement du parc des engins agricoles pour 100% des exploitations	- 6 t	- 5 t	0 t	0 t	0 t	0 t
Tous les élevages sont équipés de système de lavage de l'air	- 60 t	- 10 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	Emissions 2020	Potentiel 2050	Gains
PM10	144 t	19 t	- 124 t -86%
PM2,5	33 t	6 t	-28 t -83%
NOx	223 t	191 t	- 32 t -14%

SO2	0,7 t	0 t	0 t /
COVNM	9 t	5 t	- 4 t -43%
NH3	1 512 t	1 143 t	- 369 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	Emissions 2020	Potentiel 2050	Gains
PM10	742 t	282 t	-460 t -62%
PM2,5	511 t	176 t	-335 t -66%
NOx	1 654 t	395 t	-1 260 t -76%
SO2	42 t	6 t	-36 t -86%
COVNM	1 439 t	446 t	-993 t -69%
NH3	1 528 t	1 157 t	-371 t -24%

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

3.1.3. Enjeux mis en évidence par l'étude

Atouts

- Des émissions en baisse pour l'ensemble des polluants, sauf SO2, entre 2014 et 2020 ;
- Les émissions par habitant de GMVA sont plus faibles que celles de la Bretagne pour les 6 polluants atmosphériques réglementaires.

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 carburants et à l'usure, l'abrasion des pneus, freins et routes ;
- Un secteur résidentiel émetteur de particules fines, de NOx et de COVNM du fait de la combustion du bois dans des équipements peu performants et de SO2.
- Les émissions de SO2 ont augmenté de +5% entre 2014 et 2018, principalement à cause des secteurs tertiaire (+29%), agricole (+17%) et résidentiel (+2%).

Opportunité

- Les actions de maîtrise de l'énergie sur le territoire permettront de diminuer significativement les émissions de polluants atmosphériques.
- Les actions d'amélioration de la ventilation et de l'étanchéité des logements contribue à l'amélioration de la qualité de l'air intérieur

Menaces

- Des émissions importantes sur la commune de Vannes, zone densément peuplée
- La consommation de bois, énergie renouvelable peu carbonée, dans des équipements peu performants provoque des émissions de particules fines et de COVNM. Le développement de cette source devra s'accompagner d'actions de renouvellement des chaudières vers des installations plus performantes.

Figure 77 – Matrice AFOM, volet Air

CLIMAT

4. CLIMAT	92
4.1. Émissions de gaz à effet de serre et potentiels de réduction	92
4.1.1. Contexte méthodologique.....	92
4.1.2. Bilan des émissions de gaz à effet de serre	94
4.1.3. Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre	101
4.1.4. Enjeux mis en évidence par l'étude	103
4.2. La séquestration de carbone du territoire	104
4.2.1. Contexte méthodologique.....	104
4.2.2. Bilan du stock carbone du territoire et de son évolution	105
4.2.3. Les potentiels d'augmentation du stock carbone	118
4.2.4. Enjeux mis en évidence par l'étude	120

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, 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 2020. Il est réalisé en parallèle du bilan des consommations et des productions d'énergie. Les données d'entrée et hypothèses sont identiques.

A SAVOIR

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

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.).

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 :

Emissions de gaz à effet de serre par secteur et par vecteur, GMVA, 2020

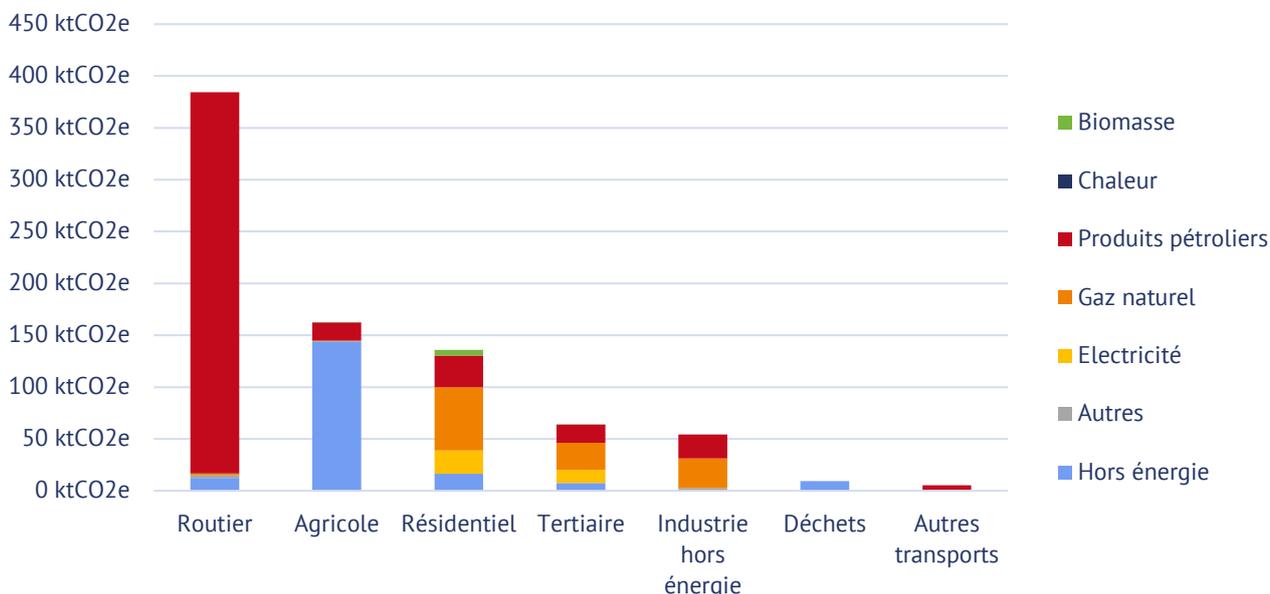


Figure 79 : Bilan des émissions de GES par secteur et par vecteur, GMVA, 2020 – Source : OEB

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, non liées aux consommations d'énergie**. Il s'agit pour le territoire du GMVA de l'utilisation de gaz réfrigérants notamment pour le fonctionnement des appareils de climatisation (secteurs résidentiel, tertiaire et transport) et des émissions de méthane et de protoxydes d'azotes associées aux activités agricoles (digestion des bovins et épandage d'engrais de fumier et d'engrais azotés).

Le territoire est à l'origine de **815 ktCO₂e** émises annuellement, soit 4,7 tCO₂e par habitant. Le secteur des **transports** est à l'origine de la majorité des émissions de gaz à effet de serre du territoire (47% pour le transport routier et 1% pour le transport non routier, notamment maritime), suivi par **l'agriculture** (20% des émissions de GES) et le **résidentiel** (17% des émissions).

La répartition par poste est la suivante :

Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par secteur, GMVA, 2020

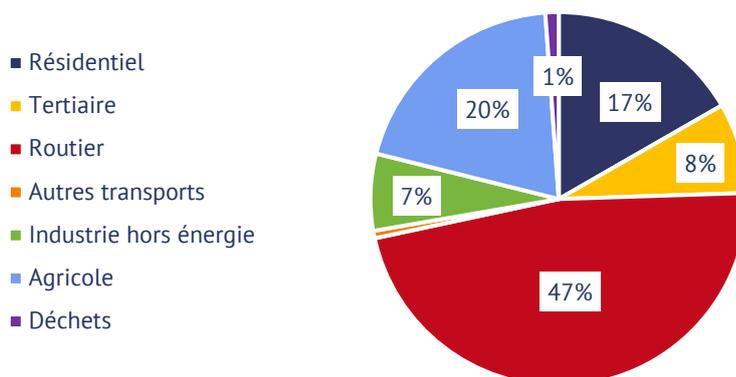


Figure 80 : Répartition des émissions de gaz à effet de serres du territoire du GMVA, 2020 – Source : OEB

Les émissions de GES par habitant sur le territoire du GMVA sont d'environ **4,7 tCO₂e**. Elles sont inférieures de 30% environ à celles du Morbihan et de la Bretagne (6,6 tCO₂e par habitant) :

Emissions de gaz à effet de serre par habitant, GMVA, Morbihan, Bretagne, 2020

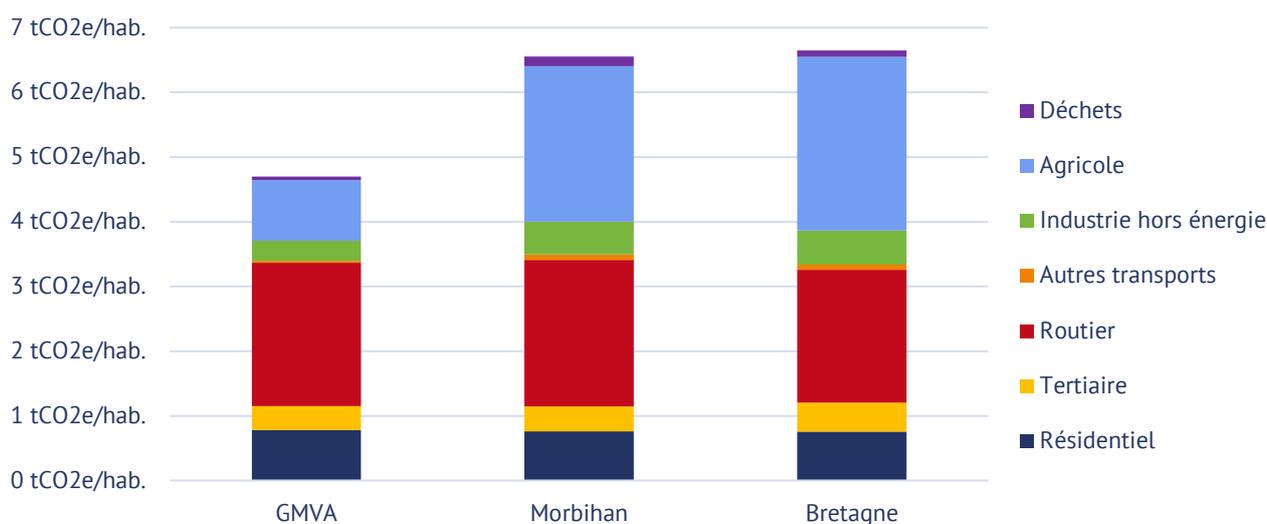


Figure 81 : Comparaison des émissions de GES par habitant, GMVA, Morbihan et Bretagne, 2020 – Source : OEB

Cette importante différence s'explique principalement par une **activité agricole et industrielle** significativement plus faible sur le territoire que dans le département et la région. C'est également le cas pour les secteurs des déchets et des transports non routiers, bien que leur importance relative soit moindre. Seuls les secteurs du **transport routier, du tertiaire et du résidentiel** ont des émissions par habitants comparables sur les trois échelles.

Le secteur des transports

Le secteur des transports est responsable sur le territoire de l'émission d'environ **390 ktCO₂e**, soit **48%** du bilan global. Le graphique suivant représente la répartition de ces émissions :

Transports - Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par moyen de transport, GMVA, 2020

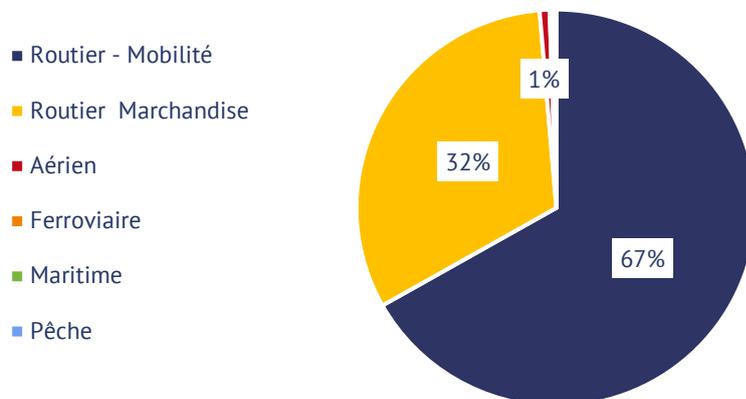
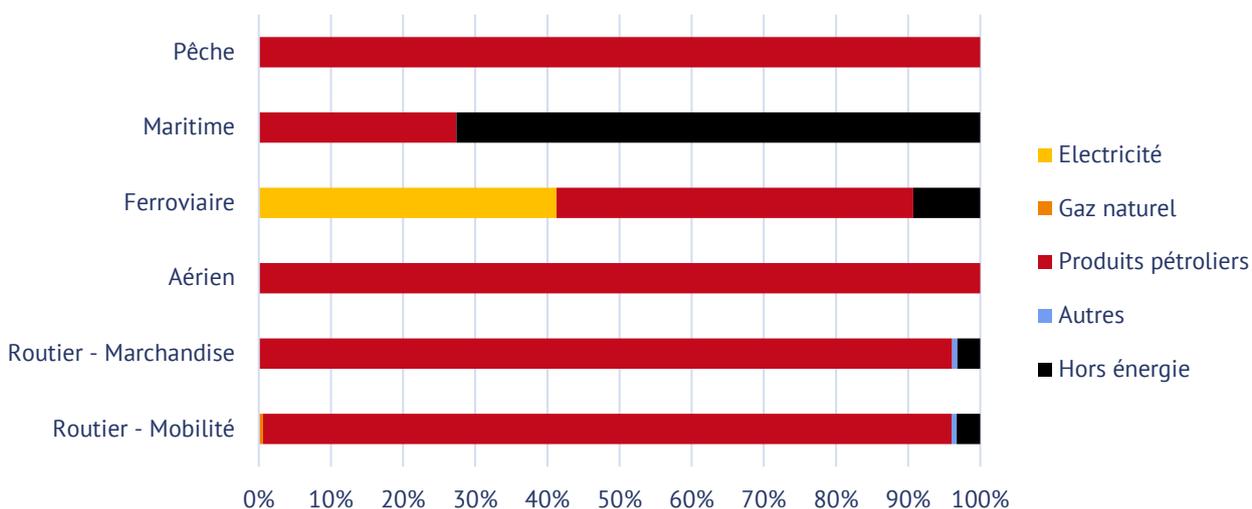


Figure 82 : Répartition des émissions de GES liées au secteur des transports, GMVA, 2020 – Source : OEB,

Près de 99% des émissions sont liées aux transports routiers du territoire, le reste étant dû au transport non routier (en particulier à l'aérien). Les émissions de GES du transport de marchandises restent moins importantes que celles du transport de personnes sur le territoire.

Transports - Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par moyen de transport et vecteur, GMVA, 2020



95% des émissions sont associées aux consommations de **produits pétroliers**, on retrouve ensuite les émissions des autres types d'énergie (1,5%) et les émissions d'origine non énergétiques (3,5%). Ces dernières sont principalement associées à la climatisation et aux chambres froides dans les bateaux, camions, voitures et trains en particulier.

Le secteur agricole

Les émissions de GES associées à l'activité agricole s'élèvent à **163 ktCO₂e**, soit **20%** du bilan global. Ces émissions sont réparties de la manière suivante :

Agriculture - Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par usage, GMVA, 2020

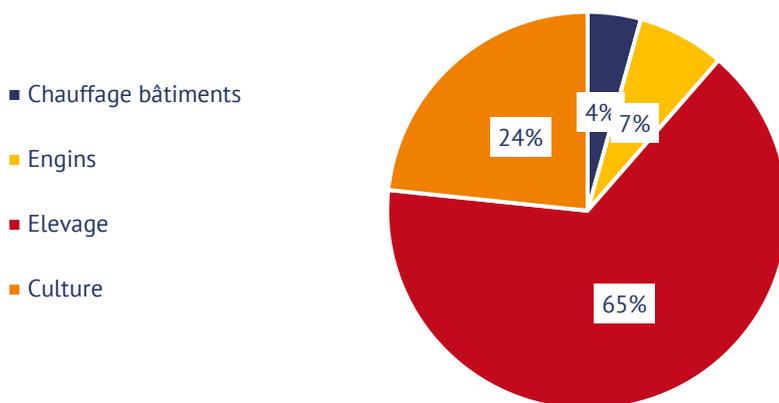


Figure 83 : Emissions de GES du secteur Agriculture et pêche, GMVA, 2020 – Source : OEB

Les émissions de GES de ce secteur sont majoritairement d'origine non énergétique, associées aux **activités de culture (24%) et d'élevage (65%)**. Le chauffage des bâtiments et le fonctionnement des engins ne totalisent quant à eux que 11% des émissions liées à l'agriculture et à la pêche. Le graphique suivant représente les émissions de GES ventilées par vecteur.

Agriculture - Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par usage et vecteur, GMVA, 2020

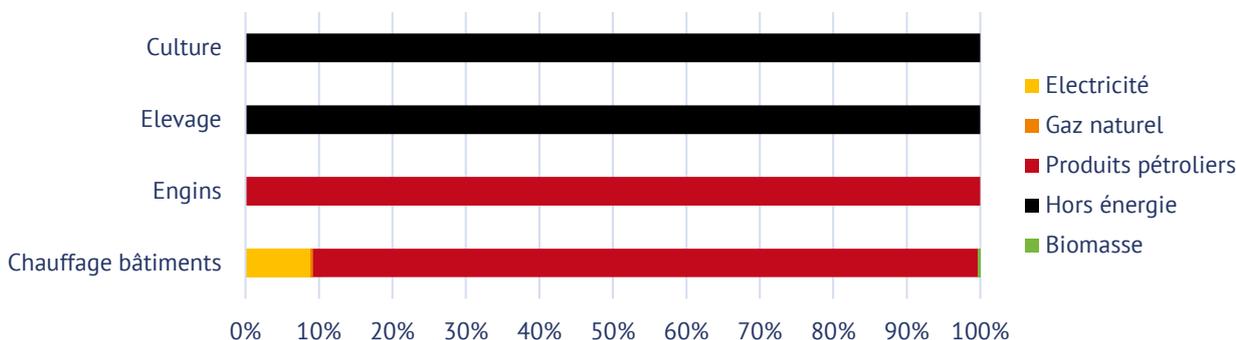


Figure 84 : Emissions de GES du secteur Agriculture et pêche réparties par vecteur, GMVA, 2020 – Source : OEB

Les émissions de culture et d'élevage sont essentiellement non énergétiques tandis que celles associées aux bâtiments et aux engins sont principalement liées aux produits pétroliers, et à l'électricité dans une moindre mesure. Au global, les **émissions hors énergie** représentent 88,5% du bilan du secteur et les produits pétroliers 11%. Le graphique suivant représente les émissions de GES ventilées par gaz.

Agriculture - Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par usage et par type de gaz, GMVA, 2020

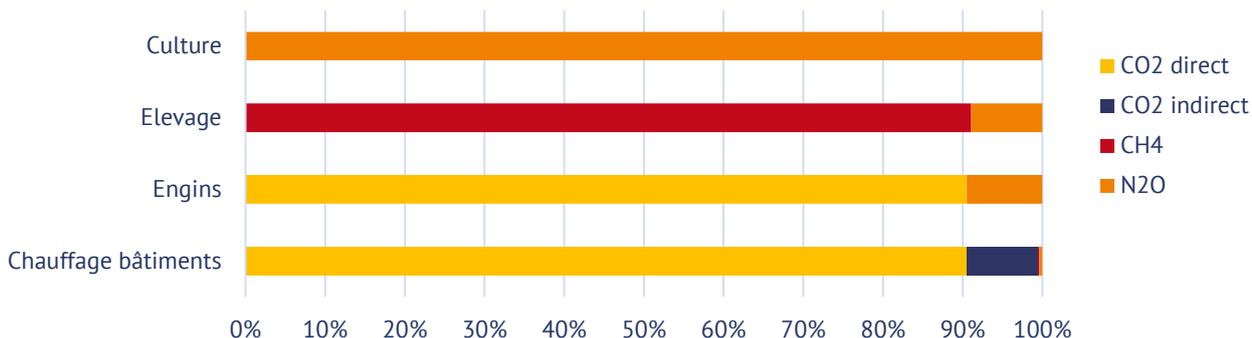


Figure 85 : Emissions de GES du secteur Agriculture et pêche réparties par gaz, GMVA, 2020 – Source : OEB

Les émissions de GES directes d'origine non énergétique de la culture sont liées principalement à la réaction des engrais azotés avec les sols, qui forme du protoxyde d'azote (N₂O), un gaz à effet de serre dont le pouvoir de réchauffement climatique est de l'ordre de 265 fois supérieur à celui du CO₂.

Les émissions de GES directes de l'élevage sont liées à deux phénomènes : les émissions de méthane (CH₄), de l'ordre de 30 fois plus puissant que le CO₂, sont liées principalement à la fermentation entérique, et les émissions de N₂O liées à la réaction des déjections animales avec les sols.

Le secteur résidentiel

Le secteur résidentiel est à l'origine de l'émission de **136 ktCO₂e** en 2020, soit **16%** des émissions totales du territoire. Ces émissions sont réparties de la manière suivante :

Résidentiel - Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par vecteur, GMVA, 2020

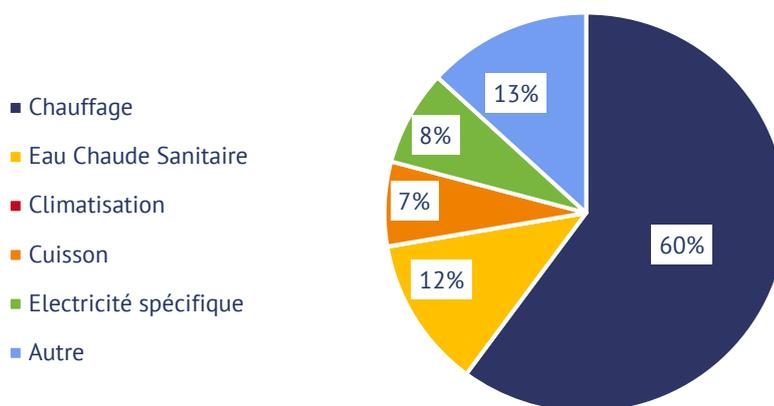


Figure 86 : Emissions de GES du secteur Résidentiel, GMVA, 2020 – Source : OEB

Le chauffage représente la majorité des émissions du secteur résidentiel (60%), suivi par l'ECS, la cuisson et l'électricité spécifique. Le graphique suivant met en relation les émissions par usage et par vecteur, et les consommations de chaque usage :

Résidentiel - Ventilation des émissions des GES du secteur Résidentiel, GMVA, 2020 par usage et vecteur

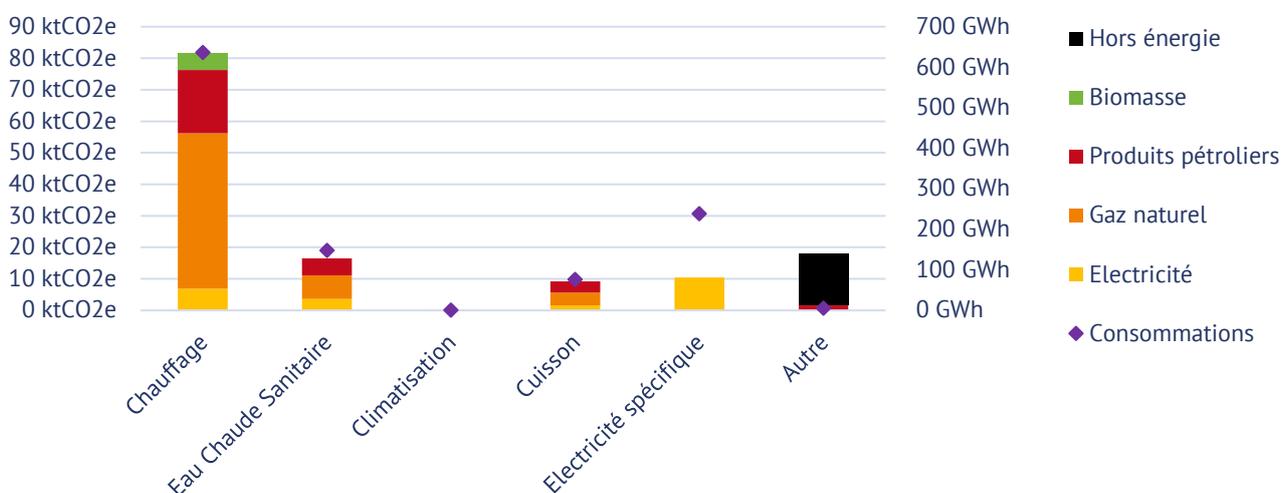


Figure 87 : Ventilation des émissions des GES du secteur Résidentiel, GMVA, 2020 – Source : OEB

Alors que l'électricité est le vecteur énergétique le plus consommé du secteur résidentiel (46%), elle ne représente que 17% des émissions du secteur. Le **gaz naturel et les produits pétroliers** représentent quant à eux 45% et 23% des émissions du résidentiel (alors qu'ils ne totalisent que 39% de la consommation). Les émissions non énergétiques correspondent principalement aux fuites de fluides frigorigènes des équipements de climatisation : elles totalisent 12% des émissions du secteur. La biomasse, plus précisément le bois de chauffage, complète ce bilan avec 4% des émissions (16% de l'énergie consommée).

Le secteur tertiaire

Le secteur tertiaire est à l'origine de l'émission de **64 ktCO₂e**, soit **8%** du bilan global. Ces émissions se répartissent de la manière suivante :

Tertiaire - Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par vecteur, GMVA, 2020

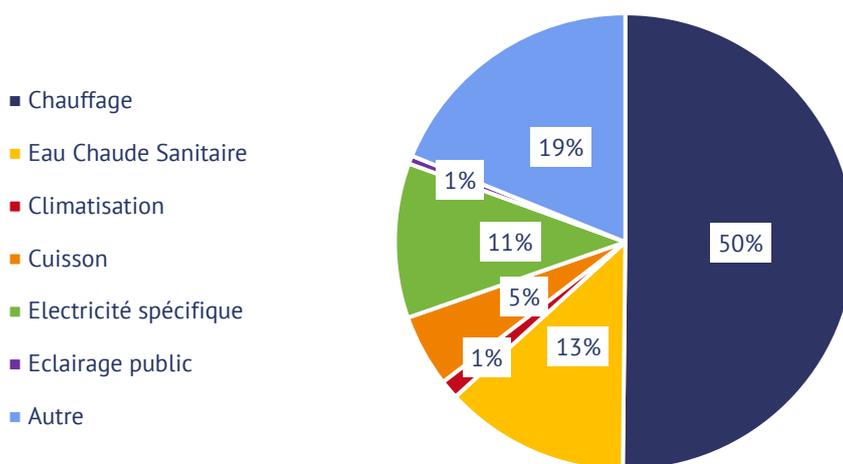


Figure 88 : Emissions de GES du secteur Tertiaire, GMVA, 2020 – Source : OEB

Comme pour le secteur résidentiel, le secteur tertiaire doit la majorité de ses émissions (50%) au chauffage des bâtiments. Les autres postes sont l'ECS (13%), l'électricité spécifique (11%), la cuisson, l'éclairage public et la climatisation.

Tertiaire - Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par usage et vecteur, GMVA, 2020

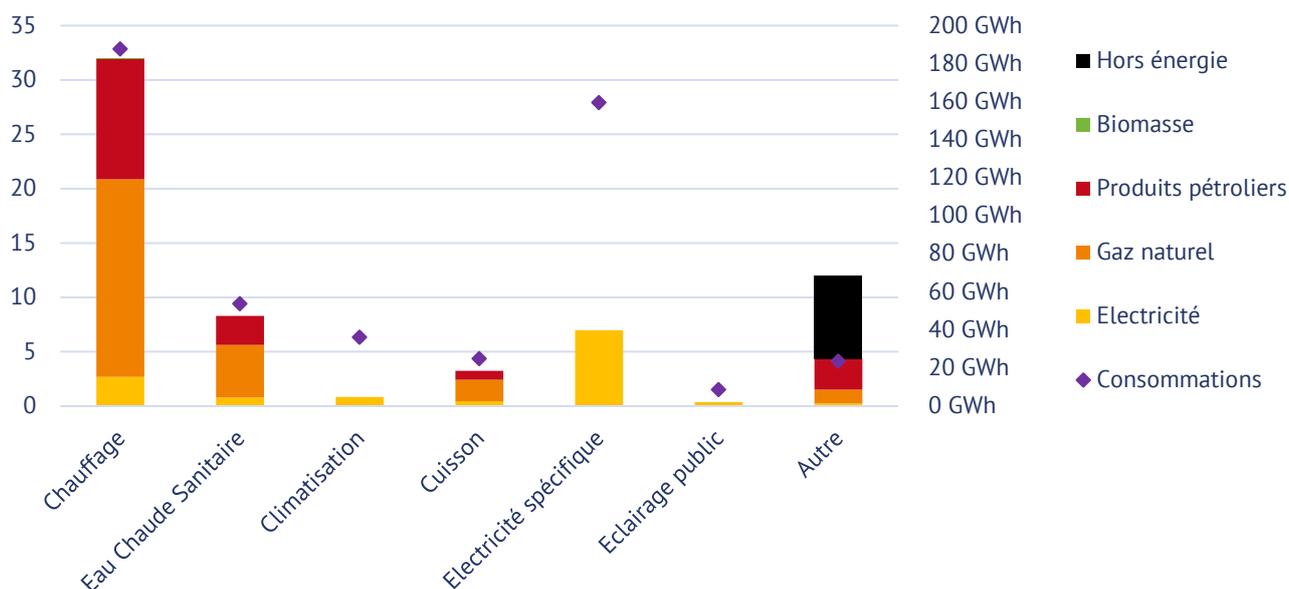


Figure 89 : Emissions de GES du secteur Tertiaire réparties par usage et vecteur, GMVA, 2020 – Source : OEB

La majorité des émissions est associée au **gaz naturel** (41%) et aux **produits pétroliers** (27%), alors qu'ils ne totalisent que 40% des consommations d'énergie. A l'inverse, l'électricité représente 19% des émissions pour 60% des consommations d'énergie. Les émissions non énergétiques complètent le bilan avec 12% des émissions.

Le secteur industriel

Le secteur industriel est à l'origine de l'émission de **54 ktCO₂e**, soit **7%** du bilan global. Ces émissions sont majoritairement associées aux consommations d'énergies fossiles :

Industrie - Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par vecteur, GMVA, 2020

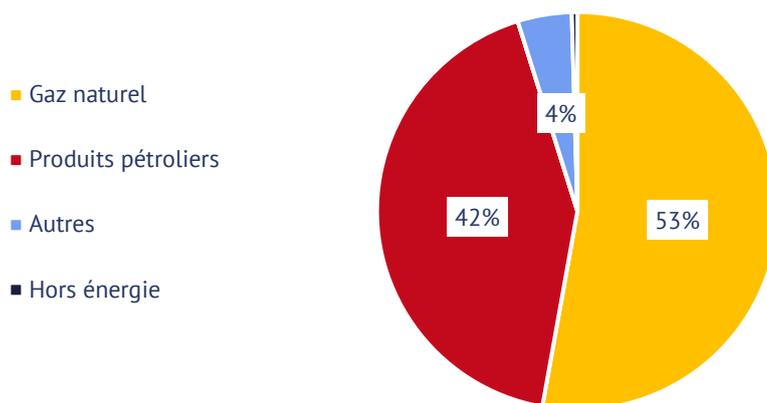


Figure 90 : Emissions de GES du secteur Industrie, GMVA, 2020 – Source : OEB

Le secteur des déchets

Le secteur des déchets a généré **9 ktCO₂e**, soit **1%** du bilan carbone global du territoire. Ces émissions ne sont pas associées aux consommations d'énergie mais plutôt à la fermentation des déchets organiques dans les sites d'enfouissement et de compostage :

Déchets - Ventilation des émissions de gaz à effet de serre par gaz, GMVA, 2020

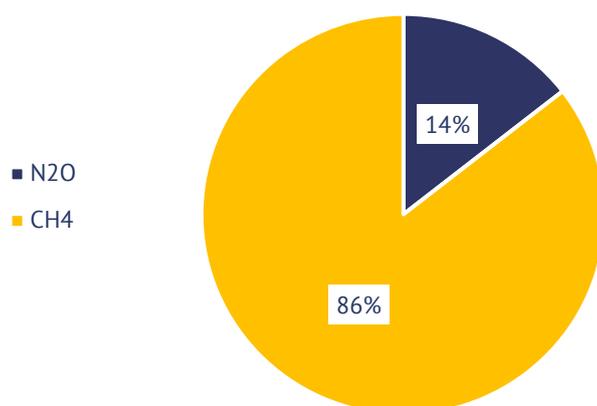


Figure 91 : Emissions associées au secteur des Déchets, GMVA, 2020 – Source : OEB

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

D'après l'Observatoire de l'Environnement en Bretagne, **les émissions de GES du territoire ont diminué d'environ 12,8% au global entre 2010 et 2020**, soit de près de 20,5% par habitant.

Evolution des émissions entre 2010 et 2020, CA Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération

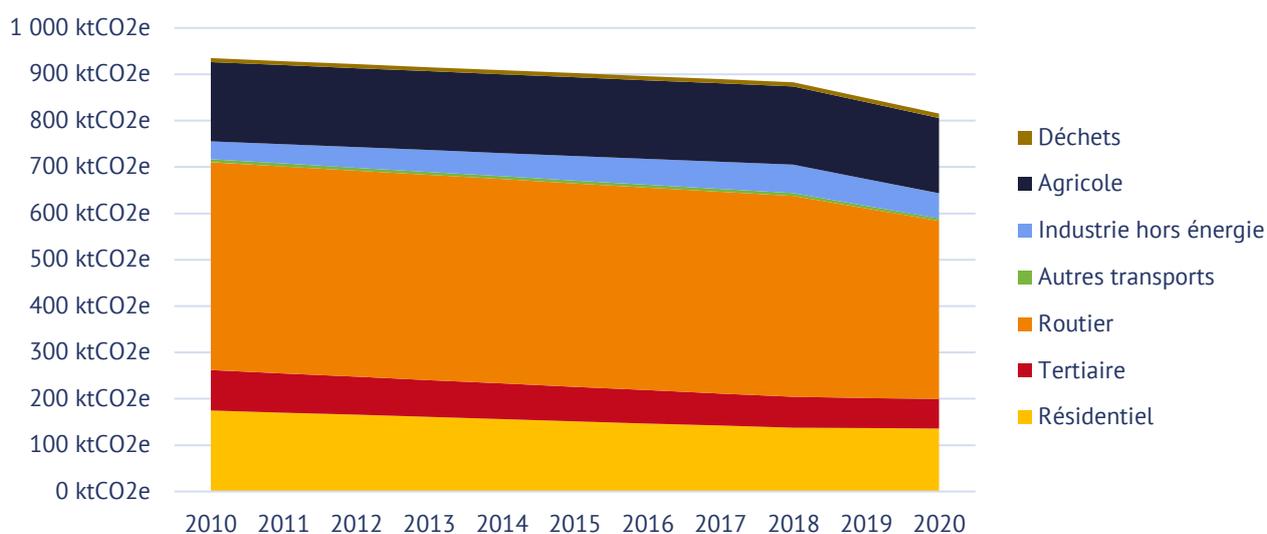


Figure 92 : Evolutions des émissions de GES du territoire de GMVA, OEB, 2010 - 2020

Cette baisse est particulièrement marquée sur les secteurs résidentiel et routier.

Dans le cadre de sa politique Air Energie Climat, GMVA souhaite aller plus loin. Ainsi, pour l'ensemble des secteurs d'activité du territoire, les potentiels de réduction des émissions de GES ont été définis. Ils constituent les opportunités dont dispose le territoire pour réduire ses émissions de GES. Ils sont basés sur le diagnostic initial, les données du territoire et un certain nombre d'hypothèses explicitées ci-après.

Ainsi, il est possible, en théorie, si le territoire développe l'intégralité de son potentiel, de **réduire de 81% ses émissions de GES à horizon 2050**.

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

Evolution tendancielle des émissions de GES du territoire

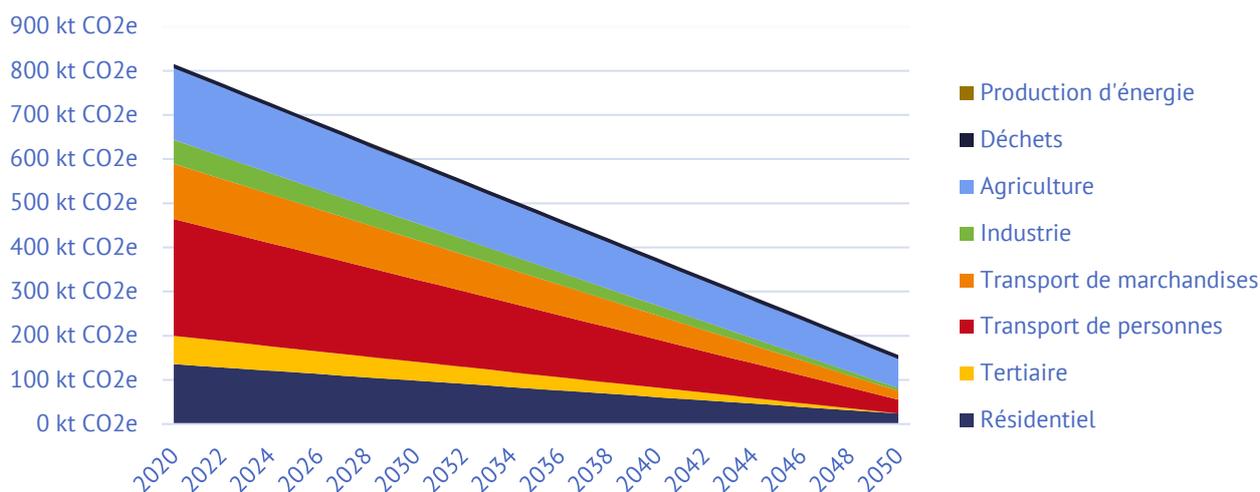


Figure 93 : Potentiel de réduction des émissions de GES de GMVA

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 (N_2O) associées aux apports de fertilisants minéraux azotés :

D'après l'INRA, il est possible de réduire les émissions de N_2O 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 **18 ktCO₂e** par an sur le territoire, pour les 44 342 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 **18 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 **55 ktCO₂e** par an, pour les 84 000 têtes élevées (30% du cheptel).

Bilan

Secteur	Emissions 2020	Potentiel 2050	Gain possible (%)	Objectifs opérationnels du territoire
Résidentiel	136 ktCO ₂ e	24 ktCO ₂ e	-77% -112 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	64 ktCO ₂ e	0 ktCO ₂ e	-89% -64 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
Transport	390 ktCO ₂ e	52 ktCO ₂ e	- 86% -338 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
Procédés industriels	54 ktCO ₂ e	6 ktCO ₂ e	-88% -48 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	163 ktCO ₂ e	0 ktCO ₂ e	-60% -97 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	9 ktCO ₂ e	9 ktCO ₂ e	0% - 0 ktCO ₂ e	Prévention des déchets sur le territoire et amélioration de la valorisation des biodéchets
TOTAL	815 ktCO₂e	0 ktCO₂e	- 81% - 660 ktCO₂e	

Tableau 47 : Potentiel total de réduction des émissions de gaz à effet de serre du territoire

4.1.4. Enjeux mis en évidence par l'étude

<p style="text-align: center;">Atouts</p> <ul style="list-style-type: none"> Un potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre important, notamment lié à la maîtrise de l'énergie et à la conversion des sources de chauffage ; Une baisse significative des émissions entre 2010 et 2020 à conforter. 	<p style="text-align: center;">Faiblesses</p> <ul style="list-style-type: none"> Un impact important du secteur des transports
<p style="text-align: center;">Opportunité</p> <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 	<p style="text-align: center;">Menaces</p> <ul style="list-style-type: none"> Des émissions territoriales majoritairement liées aux consommations de produits fossiles

Figure 94 : 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 du GMVA, 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 :

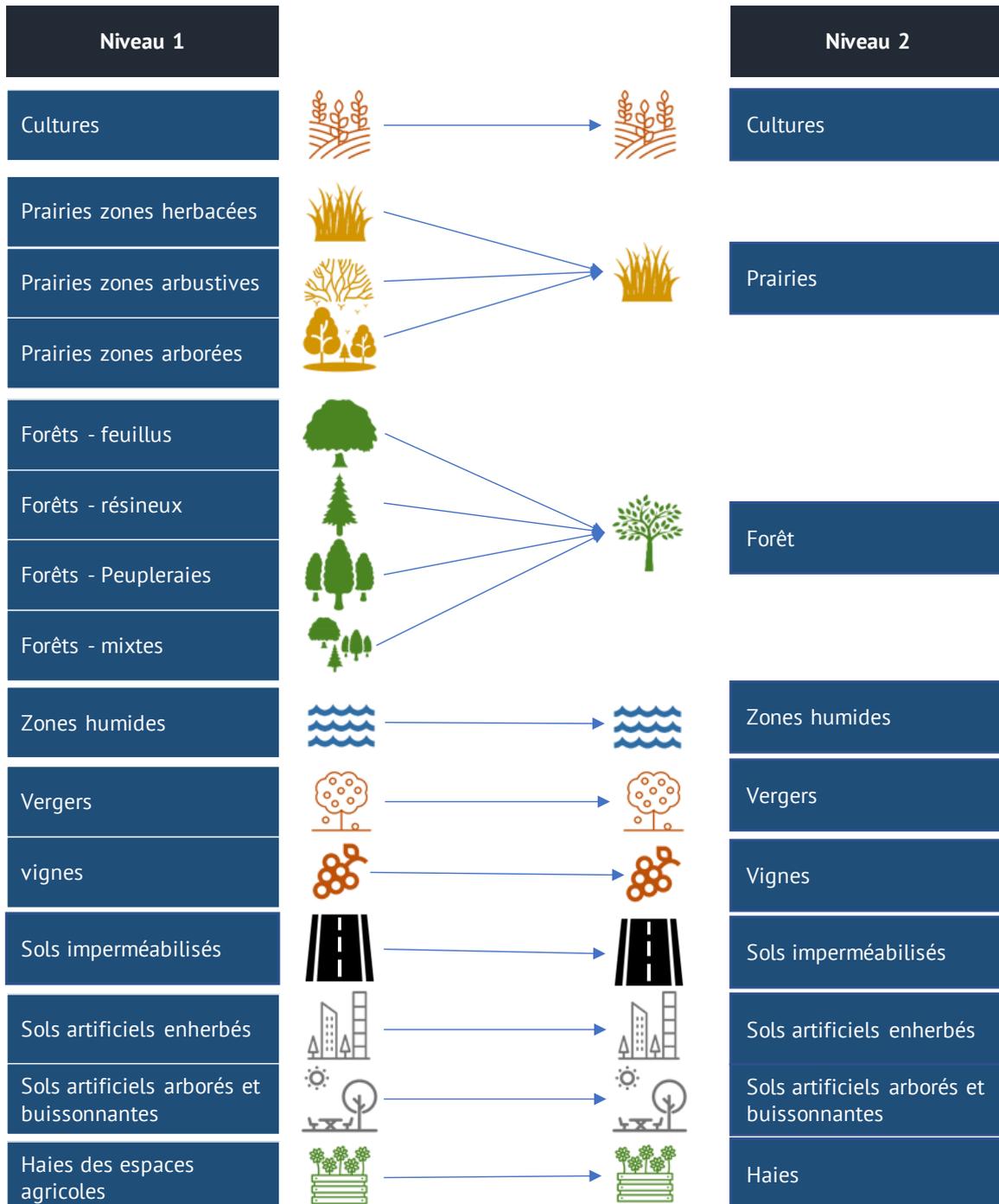


Figure 95 : Représentation des typologies selon 2 niveaux de catégories – Source : NEPSSEN Transition

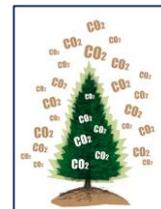
Les stocks de carbone sont calculés en fonction de 3 réservoirs de carbone : le sol, la litière et la biomasse (aérienne et racinaire). Ci-dessous un descriptif de ces réservoirs :



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

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

Pour estimer le stock carbone du territoire et son évolution annuelle, l'outil ALDO de l'ADEME a été utilisé. Celui-ci permet d'estimer le stock carbone d'un territoire à partir des facteurs de séquestration de l'ADEME et des données de l'inventaire CORINELANDCOVER de 2018 ou bien à partir des données d'occupation des sols mises à disposition par la collectivité.

Le changement d'usage des sols a été étudié à partir de l'évolution des données CORINELANDCOVER (entre 2012 et 2018) et à partir des pratiques forestières nationales et régionales qui permettent d'estimer la quantité de carbone stockée et déstockée en moyenne chaque année.

La répartition du premier classement, selon 9 typologies, est nécessaire pour le calcul de séquestration de carbone du sol. Les facteurs de séquestration utilisés correspondent aux grandes familles de niveau 2.

Les facteurs de séquestration liés à la biomasse et la litière sont plus précis et il est nécessaire de ventiler le territoire en 15 typologies pour calculer le carbone séquestré dans ces réservoirs.

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

Selon les données de l'Observatoire de l'Environnement (OEB), le territoire du GMVA stocke près de **5 988 ktCO_{2e}** de carbone grâce à son écosystème naturel. 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 du GMVA, **103 ktCO_{2e}** supplémentaires sont stockées par an. Cela est dû en grande majorité (à 98%) 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 du GMVA a été ventilé selon les différentes typologies du territoire :

	Typologie	Part occupée	Surface occupée
	Cultures	55%	44 342 ha
	Prairies	13%	10 591 ha
	Forêts	16%	12 966 ha
	Sols imperméabilisés	11%	8 729 ha
	Sols artificiels enherbés	3%	2 182 ha
	Haies	2%	1 343 ha
	Zones humides	1%	1 122 ha
	Vergers	0%	0 ha
	Vignes	0%	0 ha

Tableau 48 : Synthèse de la ventilation du territoire selon les différentes typologies – Source : Corine Land Cover 2018 (via l'outil ALDO 2021)

Ventilation de l'occupation des sols, GMVA, 2018

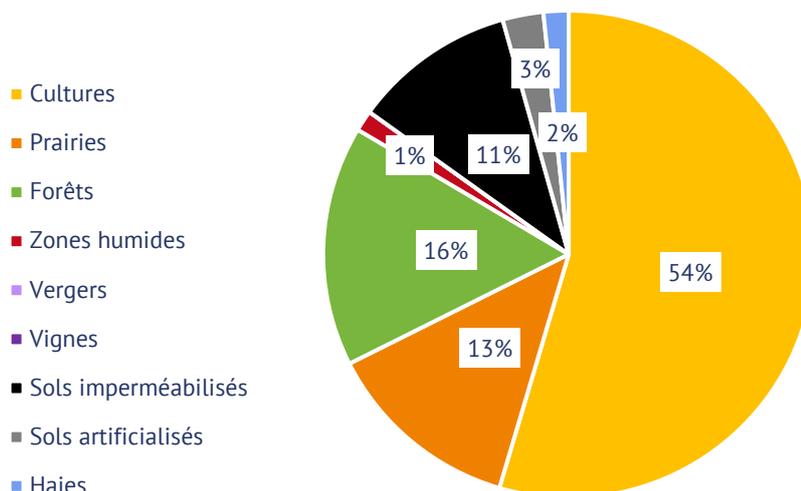


Figure 96 : Ventilation de l'occupation des sols, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l'outil ALDO 2021)

Ventilation du stock de carbone

Le stock carbone du territoire en 2018 est de **21 086 ktCO₂e**. Il est réparti de la manière suivante :

Typologie	Part du stock	Carbone stocké
-----------	---------------	----------------

	Cultures	40%	8 158 ktCO2e
	Prairies	13%	2 746 ktCO2e
	Forêts	35%	7 225 ktCO2e
	Sols imperméabilisés	5%	960 ktCO2e
	Sols artificiels enherbés	3%	623 ktCO2e
	Haies	2%	410 ktCO2e
	Zones humides	2%	514 ktCO2e
	Vergers	0%	0 ktCO2e
	Vignes	0%	0 ktCO2e

Tableau 49 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l’outil ALDO 2021)

Ventilation du stockage carbone par typologie de sol, GMVA, 2018

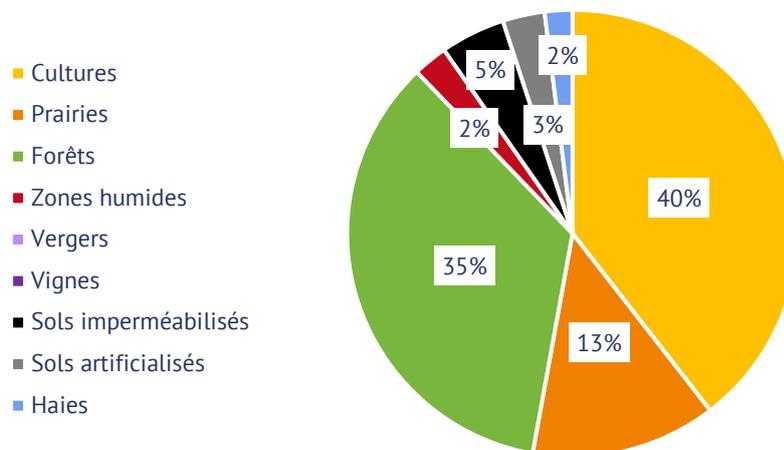


Figure 97 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l’outil ALDO 2021)

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

Ventilation du stockage carbone par typologie de réservoir, GMVA, 2018

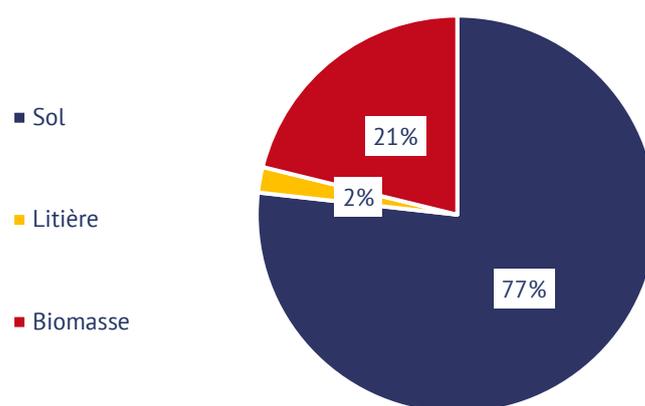


Figure 98 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de réservoir, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l’outil ALDO 2021)

77% du carbone stocké sur le territoire l’est dans les sols (couche superficielle de 30 cm) et environ 21% dans la biomasse (intra et hors sol). Le stock lié à la litière apparaît négligeable au regard des deux autres.

Le graphique ci-dessous représente les 9 typologies ventilées selon la quantité de stock carbone de leur réservoir. Il permet de visualiser la contribution de chaque typologie suivant les différents réservoirs.

Ventilation du stockage carbone par typologie de réservoir et de sol, GMVA, 2018 (ktCO2e)

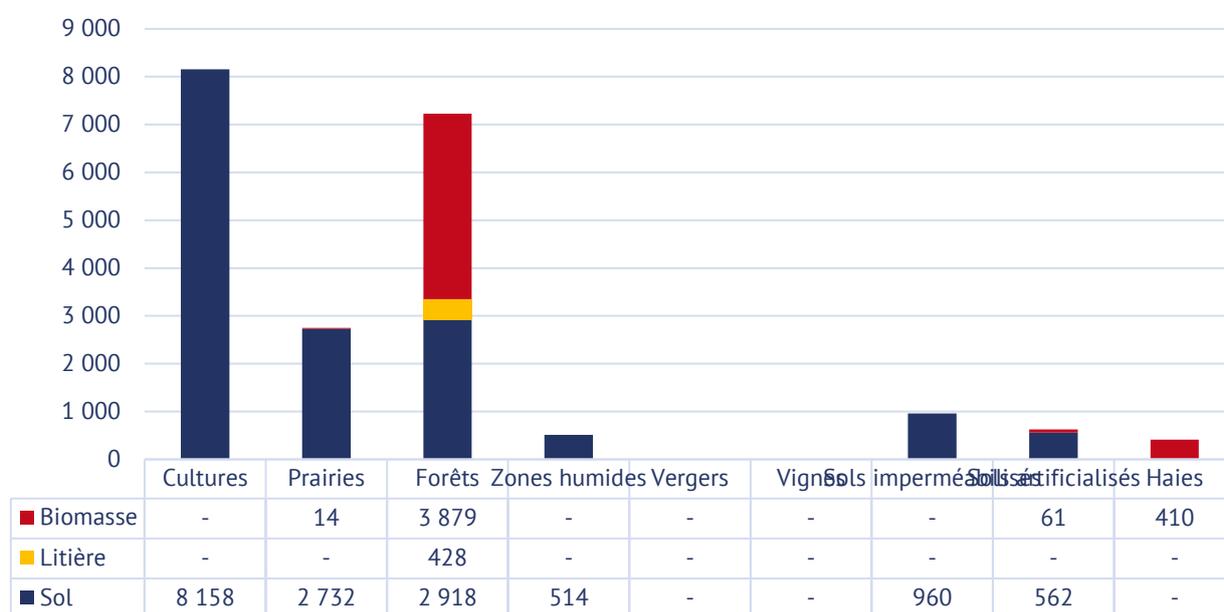


Figure 99 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de réservoir et de sol, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l’outil ALDO 2021)

Ce graphique compare le facteur de séquestration moyen de l’EPCI face à l’ensemble des facteurs de séquestration de chaque typologie (comptabilisant les 3 réservoirs) :

Stocks de référence par typologie d'occupation du sol et de réservoir

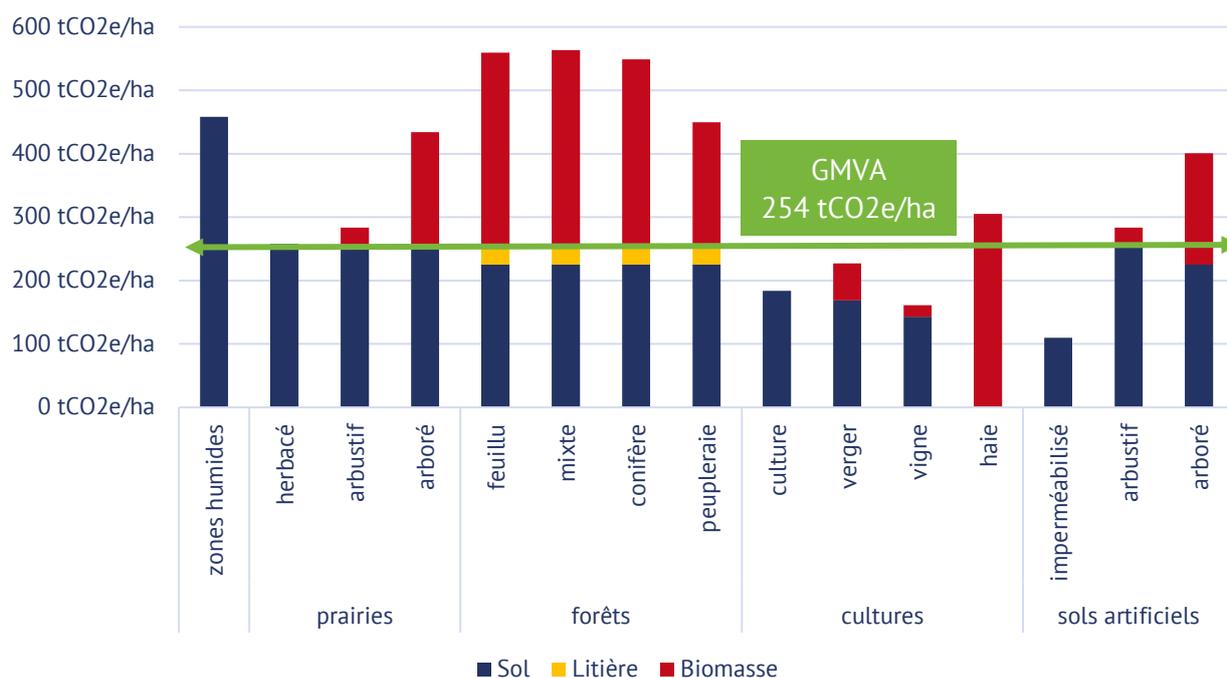


Figure 100 : Stocks de référence par typologie d'occupation du sol et de réservoir, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l'outil ALDO 2021)

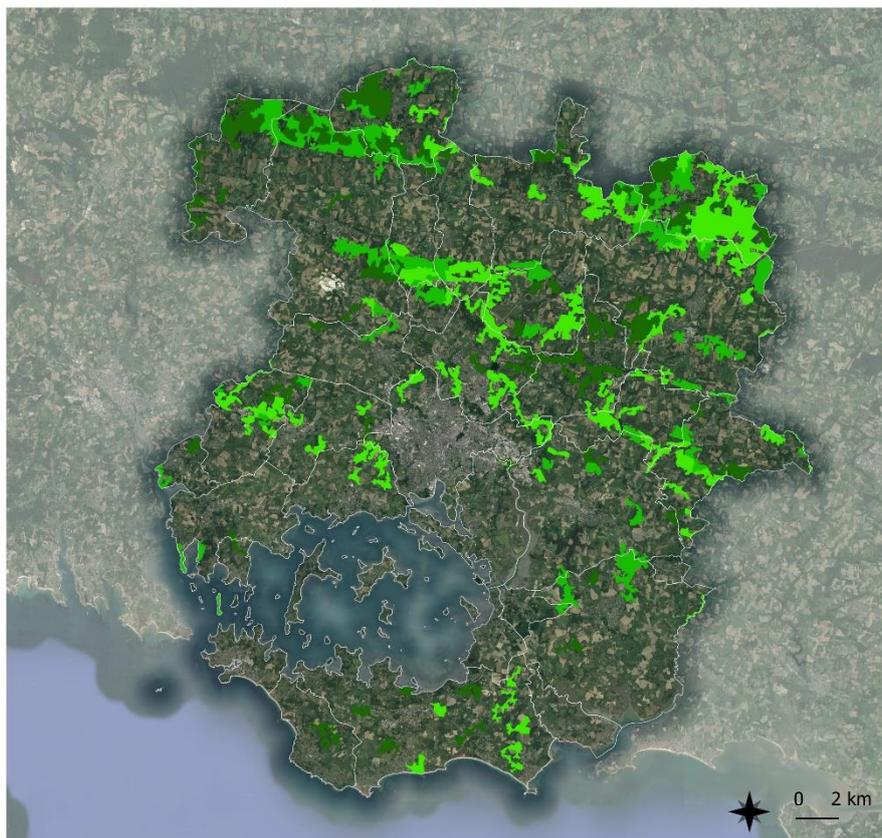
Séquestration carbone de la forêt

Selon ALDO, les espaces de forêts couvrent 12 966 ha sur le territoire, soit 16% de la surface de GMVA. Ci-dessous la représentation des forêts du territoire.

Répartition des forêts de Golfe du Morbihan - Vannes agglomération selon Corine Land Cover

Typologie de forêt

- 311 - Forêts de feuillus
- 312 - Forêts de conifères
- 313 - Forêts mélangées



Sources : Corine Land Cover (2018)



Figure 101 : Carte des zones de forêts, GMVA – Source : Corine Land Cover (2018)

Selon les essences de végétaux, le facteur de séquestration diffère pour les trois réservoirs de carbone. Trois typologies de forêt sont identifiées selon Corine Land Cover, en 2018 :

- Les forêts de feuillus – 29% de la surface de forêt ;
- Les forêts de conifères – 27%
- Les forêts mélangées – 44%

Les forêts sont particulièrement concentrées au nord de l'Agglomération, avec une diversité notable de familles arborées.

Séquestration carbone de l'agriculture

Les cultures sont réparties sur 44 342 ha ce qui représente 55% de la surface totale du territoire.

Répartition des zones agricoles de Golfe du Morbihan - Vannes agglomération selon Corine Land Cover

Typologie de zone agricole

- 211 - Terres arables hors périmètres d'irrigation
- 242 - Systèmes culturaux et parcellaires complexes
- 243 - Surfaces essentiellement agricoles interrompues par des espaces naturels importants

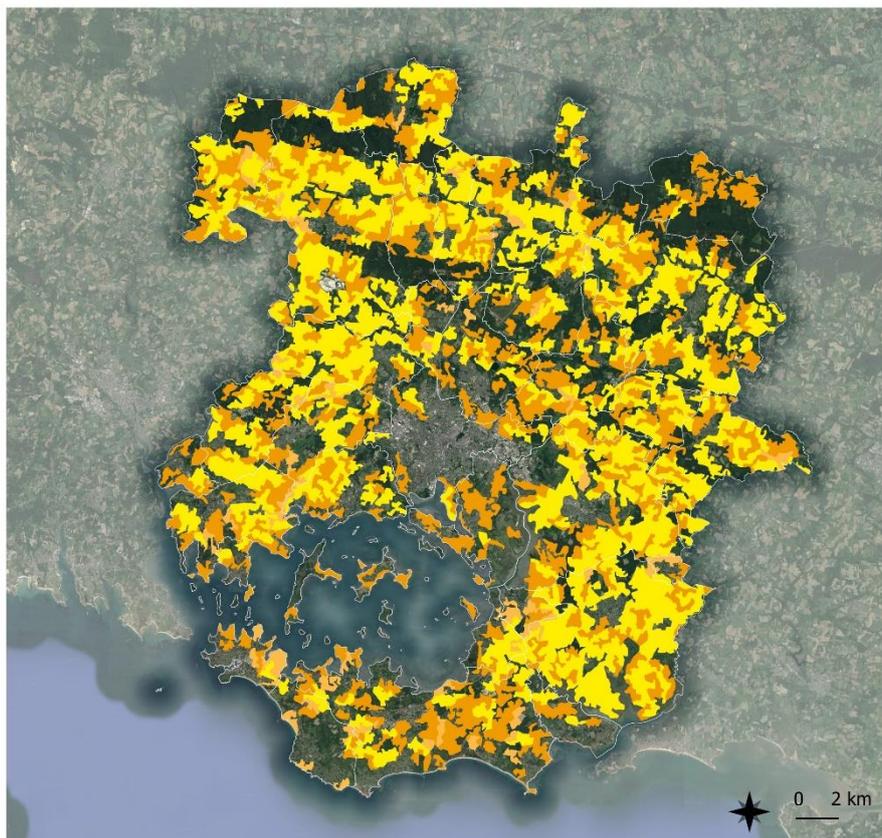


Figure 102 : Carte des zones agricoles, GMVA – Source : Corine Land Cover (2018)

Trois typologies de cultures sont identifiées selon Corine Land Cover, en 2018 :

- Les systèmes culturaux et parcellaires complexes – 42% de la surface de cultures ;
- Les surfaces essentiellement agricoles – 5%
- Les terres arables hors périmètre d'irrigation – 54%

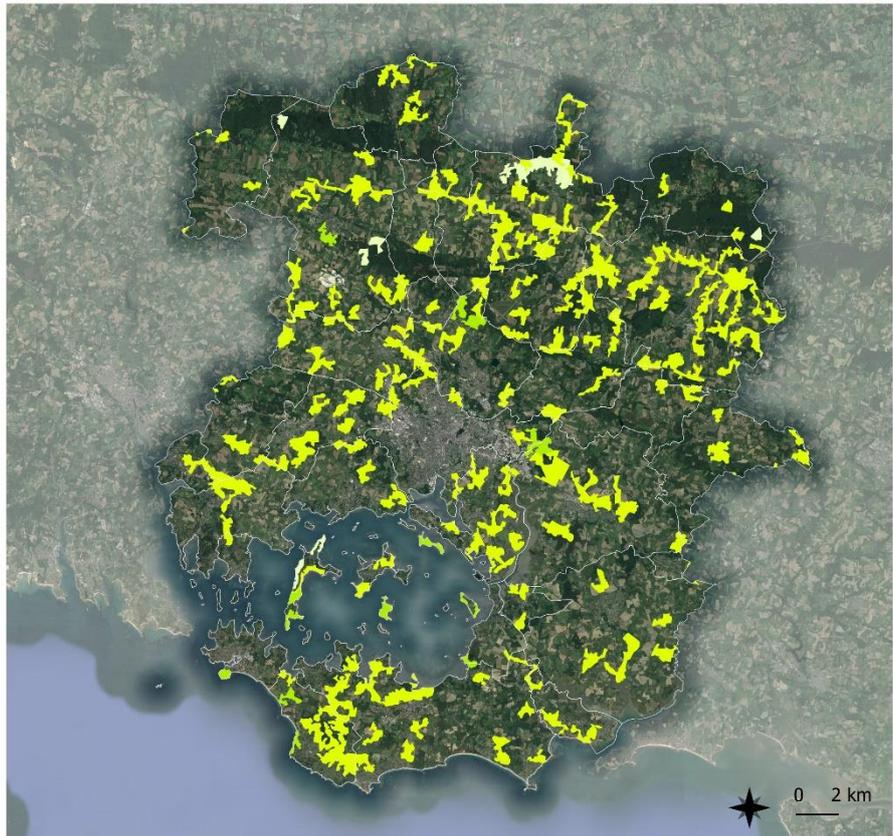
Séquestration carbone des prairies et haies

Les prairies et haies du territoire sont réparties sur 10 591 ha ce qui représente 13% de la superficie du territoire.

Répartition des zones de prairie de Golfe du Morbihan - Vannes agglomération selon Corine Land Cover

Typologie de prairie

- 231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole
- 322 - Landes et broussailles
- 324 - Forêt et végétation arbustive en mutation



Sources : Corine Land Cover (2018)

Figure 103 : Carte des zones de prairie, GMVA – Source : Corine Land Cover (2018)

Deux typologies de prairies et haies sont identifiées selon Corine Land Cover, en 2018 :

- Les prairies – 95% de la surface de prairie et haie ;
- Les landes et broussailles – 5%

Les prairies et haies sont réparties de façon homogène sur le territoire de GMVA.

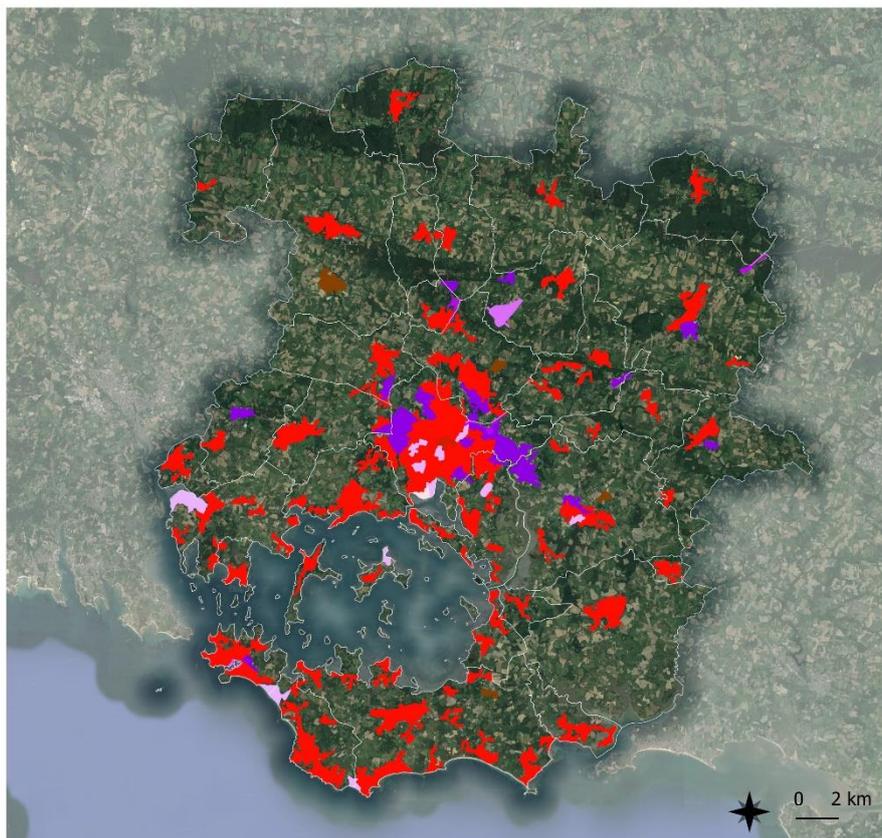
Séquestration carbone des surfaces artificialisées

Les surfaces imperméabilisées et artificialisées sont réparties sur 10 911 ha ce qui représente 14% de la superficie du territoire.

Répartition des zones artificialisées de Golfe du Morbihan - Vannes agglomération selon Corine Land Cover

Typologie de zone artificialisée

- 111 - Tissu urbain continu
- 112 - Tissu urbain discontinu
- 121 - Zones industrielles ou commerciales et installations publiques
- 122 - Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
- 123 - Zones portuaires
- 124 - Aéroports
- 131 - Extraction de matériaux
- 141 - Espaces verts urbains
- 142 - Equipements sportifs et de loisirs



Sources : Corine Land Cover (2018)

Figure 104 : Cartographie de la répartition des surfaces artificialisées– Corine Land Cover, GMVA – 2019

Sept typologies d’espaces artificialisés sont identifiées selon Corine Land Cover, en 2018 :

- Le tissu urbain continu – 0,4% de la surface de prairie ;
- Le tissu urbain discontinu – 80%
- Les zones industrielles ou commerciales – 12%
- Les réseaux routier et ferroviaire – 1%
- Les zones portuaires – 0,3%
- Les aéroports – 1%
- Les équipements sportifs et de loisir – 5%

Les zones artificialisées sont particulièrement concentrées autour de la ville-centre, Vannes, et dans une moindre mesure sur le littoral. Il s’agit principalement de tissu urbain discontinu et de zones industrielles ou commerciales, témoignant d’une urbanisation étalée. On note également la présence de l’aéroport, qui représente à lui seul 131 ha artificialisés.

CHIFFRES-CLES

- La majorité des surfaces du territoire du GMVA sont destinées à la **culture** (55%) ;
- En termes d’occupation des sols, les **cultures et les forêts** représentent à elles deux les trois quarts du stock de séquestration carbone du territoire ;
- En termes de réservoir, ce sont les **sols** qui concentrent les trois quarts du stock de ce stock ;
- Le territoire a un facteur moyen de séquestration de **254 tCO₂e/ha**. Cela équivaut au facteur de séquestration d’une prairie herbacée ou à un sol artificialisé arbustif.

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 Corine Land Cover (seul jeu de données

permettant une comparaison de l'évolution de l'affectation des sols avec la même méthodologie) sur le territoire de GMVA.

Ci-dessous deux graphiques représentant l'évolution des surfaces en fonction des différentes typologies de sol :

Evolution de l'occupation du sol entre 1990 et 2018, GMVA

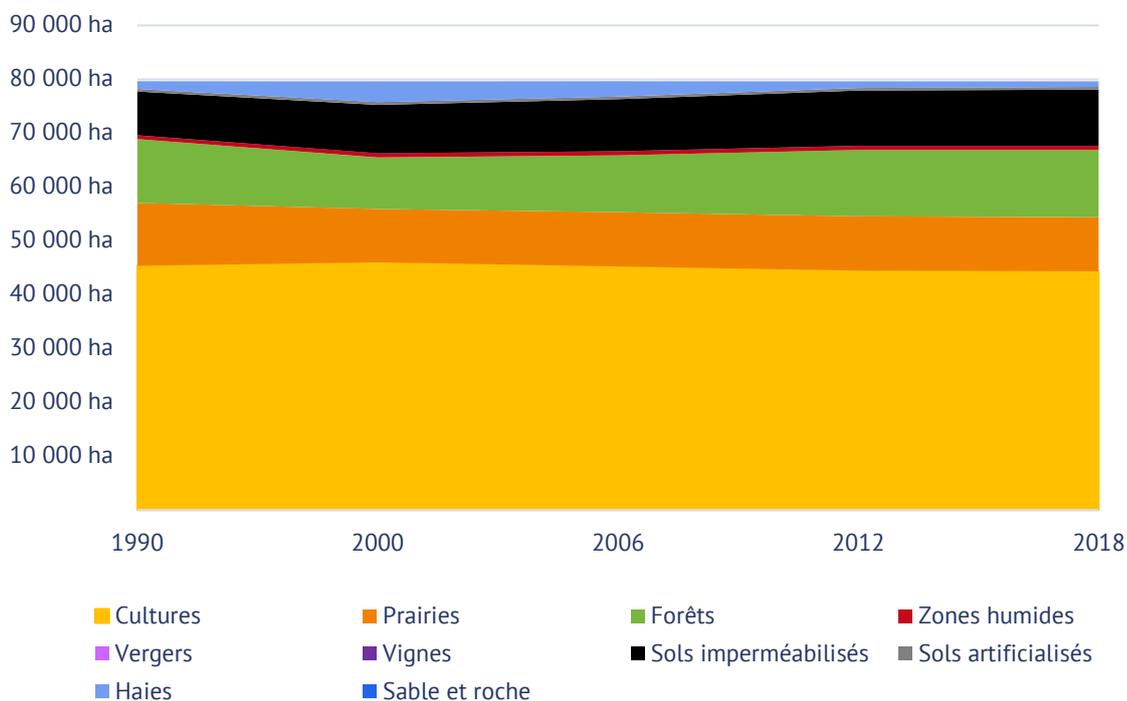


Figure 105 : Evolution des surfaces en fonction des typologies de sol, GMVA, 1990-2018 – Source : Corine Land Cover

Evolution des surfaces des différentes typologies d'occupation du sol entre 1990 et 2018, GMVA (base 100 en 1990)

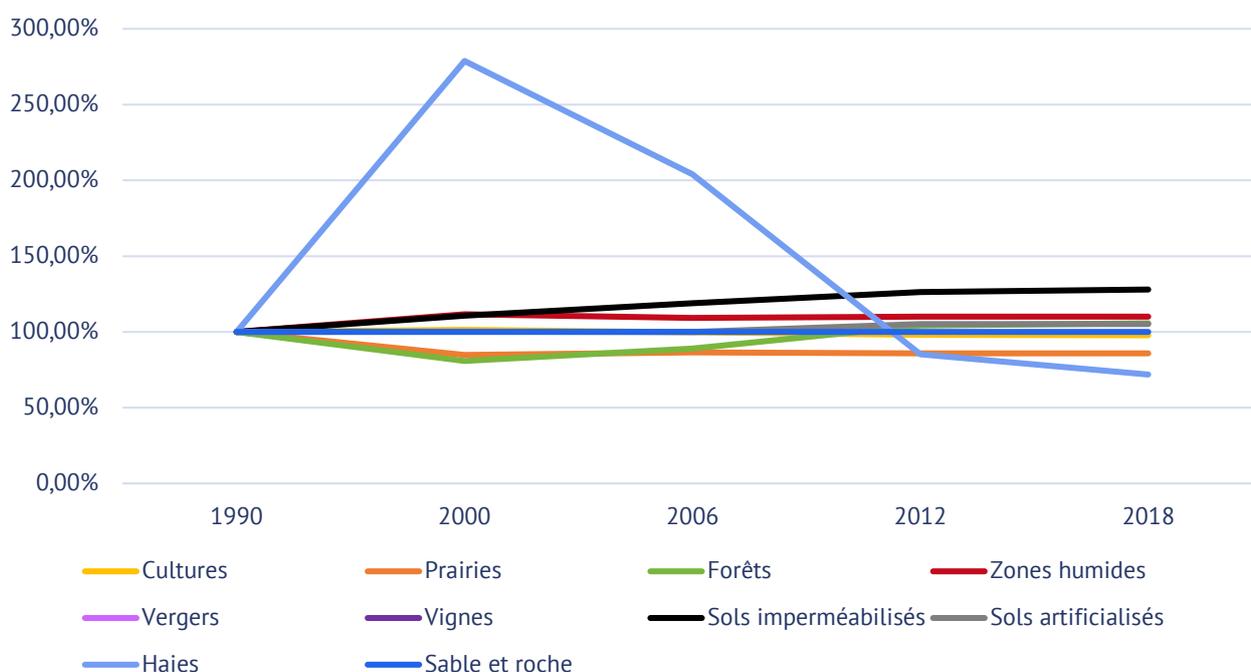


Figure 106 : Evolution des surfaces des différentes typologies de sol, GMVA, 1990-2018 – Source : Corine Land Cover

Il est observé que depuis 1990, la typologie de sol ayant le plus augmenté est le **sol imperméabilisé** (+28%). Cette augmentation est particulièrement marquée entre 2006 et 2012 et semble ralentir depuis. Les **sols artificialisés** suivent également une courbe à la hausse, bien que moins marquée (+5%).

Certains espaces non artificialisés ont également connu une augmentation de leur surface. C'est notamment le cas des **zones humides**, qui ont connu une augmentation de 10% entre 1990 et 2000 et stagnent depuis. Après une décennie marquée par une forte réduction de la surface boisée entre 1990 et 2000, les **forêts** se développent largement entre 2000 et 2018, permettant de revenir à une surface légèrement supérieure à celle de 1990 (+6%).

Ces hausses ont eu lieu au détriment de trois typologies de sols : les cultures (-2%), les prairies (-14%) et les haies (-28%).

Les raisons du pic concernant les surfaces de haies en 2000 ne sont pas connues.

Pour analyser le déstockage carbone lié à ces changements de typologie de sol, il est nécessaire de connaître la typologie d'origine et la typologie finale des modifications, ci-dessous un résumé de ces variations en fonction des différentes années.

Changement d'occupation des sols de 1990 à 2018, GMVA

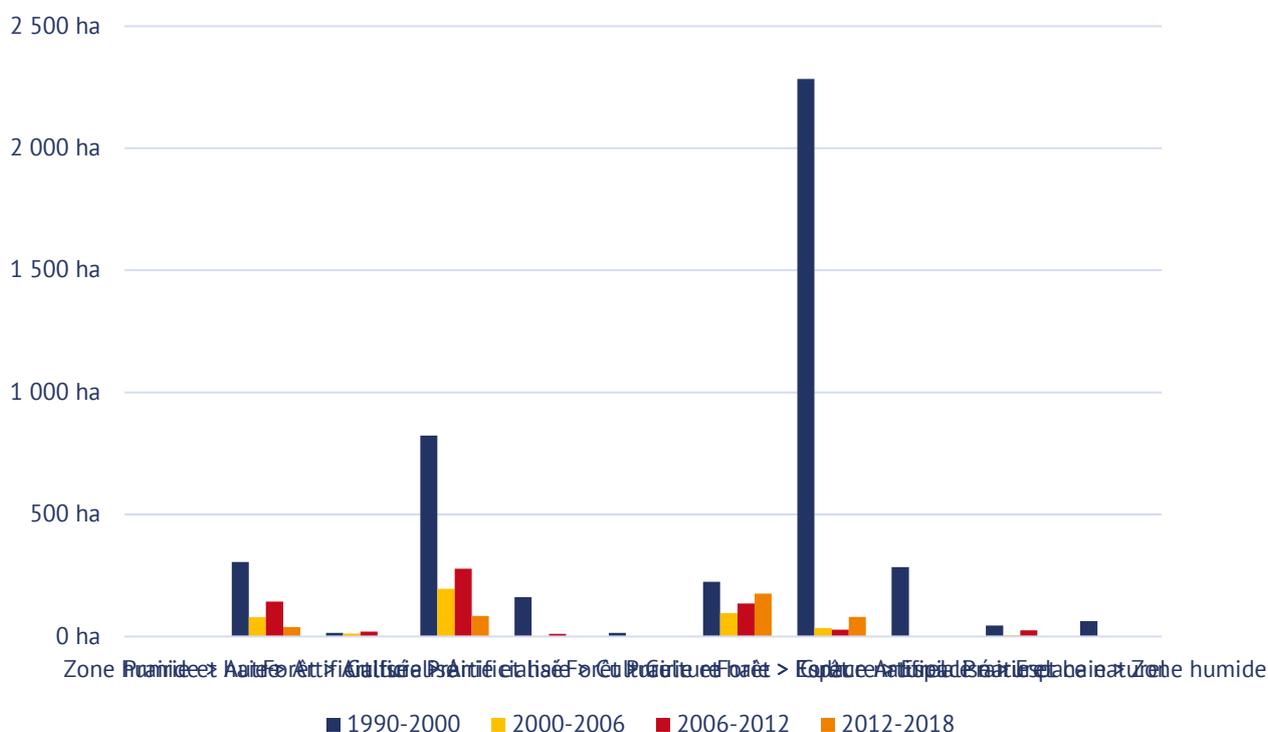


Figure 107 : Changement d'occupation des sols, GMVA, 1990-2018 – Source : Corine Land Cover

Il est observé depuis 1990, dans les changements d'usage des sols :

- Principalement une artificialisation importante des territoires agricoles et des prairies et haies ;
- Une forte conversion des forêts en haies entre 1990 et 2000, phénomène qui a eu tendance à s'inverser depuis ;
- Une conservation des zones humides, dont le stock s'est consolidé entre 1990 et 2000 à partir d'espaces de prairies et haies.

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 50 : 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.

Les effets de substitution

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

Deux effets de substitution sont calculés dans l'étude :

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

Ces deux valeurs sont calculées à l'échelle de la France, à défaut de données locales.

Elles sont estimées à partir d'une récolte théorique considérant des niveaux de prélèvement et une répartition régionale. Elles prennent en compte les pertes d'exploitation.

Les flux totaux ont été estimés en fonction de la part d'habitant de l'EPCI au sein de la population nationale.

Stockage carbone annuel des produits bois, GMVA

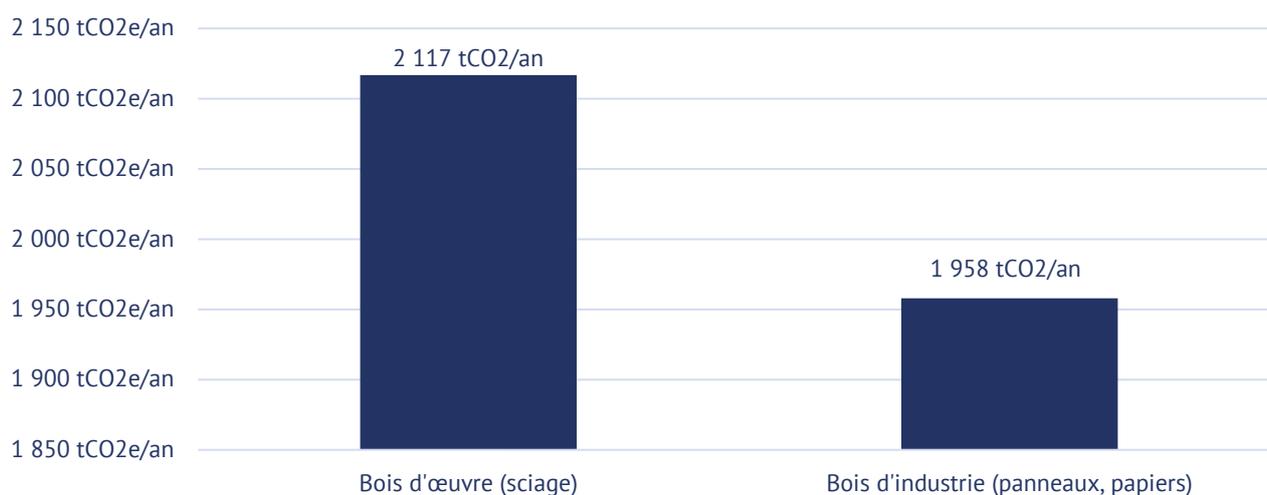


Figure 108 : Ventilation du stockage carbone annuel des produits bois – Source : Outil ALDO (approche consommation)

Le carbone bleu

Ce stock de carbone n'a pas été estimé dans le cadre de ce diagnostic.

Le terme "carbone bleu" désigne la capacité des écosystèmes côtiers, tels que les mangroves, les marais salants et les herbiers marins, à stocker et à fixer le carbone. Ces écosystèmes capturent le dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère lors de la photosynthèse et le stockent dans leurs tissus et les sédiments environnants. Ils offrent également une protection côtière et servent d'habitat à de nombreuses espèces marines. La préservation et la restauration du carbone bleu sont cruciales pour atténuer le changement climatique et préserver la santé des écosystèmes côtiers.

Une estimation des flux liés au carbone bleu a été réalisée dans le cadre du diagnostic de séquestration de l'Agglomération de La Rochelle. En effet, bien qu'à l'heure actuelle il n'existe aucune donnée fiable permettant d'évaluer la quantité de carbone stockée dans ce type d'écosystèmes, des potentiels de séquestration surfaciques

annuels ont pu être proposés par le laboratoire LIENSs (Littoral Environnement et Sociétés) de l'université de La Rochelle.¹³

	Potentiel de séquestration carbone [t.C/ha.an]
Vasière intertidale	5,48
Herbier	0,83
Océan	0,015

Figure 109 : Potentiels de séquestration surfacique annuels proposés par le LIENSs, source : Bilan de séquestration carbone de

Bilan des flux

Pour résumer, en 2018 :

- 82,9 ktCO₂e/an été stockées dans les écosystèmes du territoire ;
- 4,1 ktCO₂e/an ont été stockées par les produits bois.

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

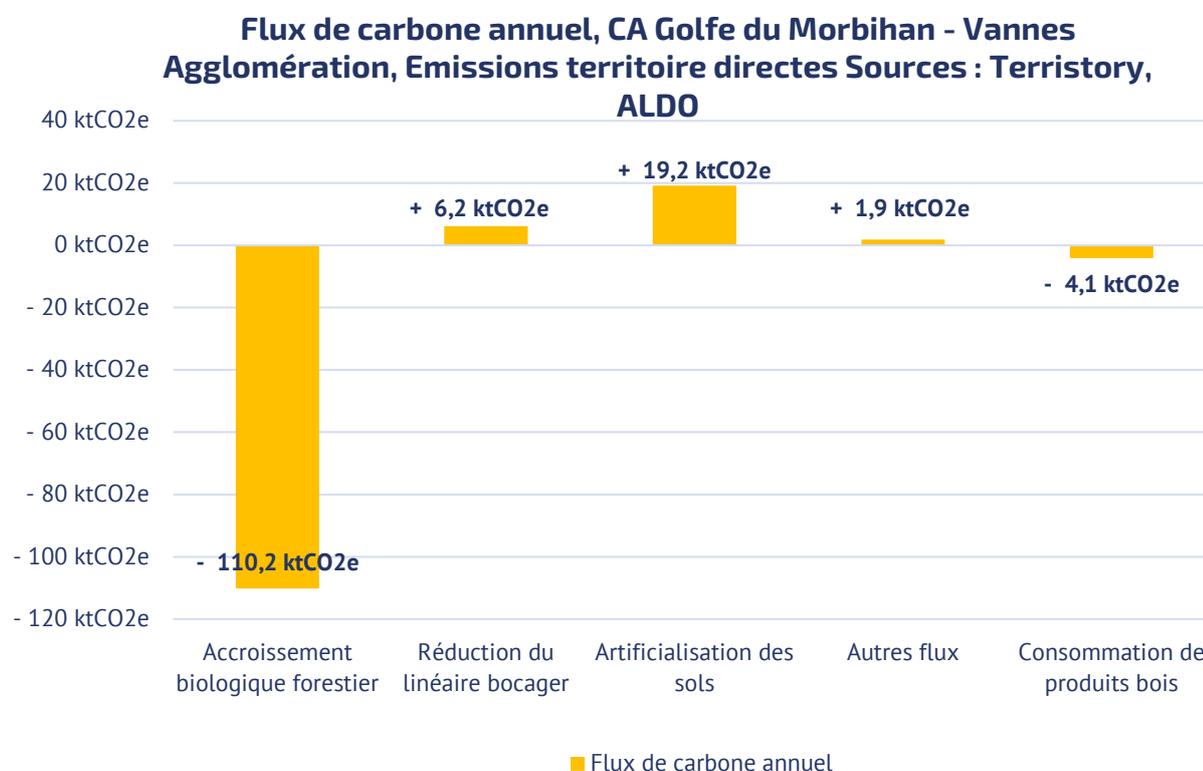


Figure 110 : Flux carbone du territoire, Source TerriSTORY 2018 (Observatoire de l'Environnement en Bretagne), moyenne entre 2005 et 2015 et ALDO (une valeur négative stocke du carbone une valeur positive en émet)

En moyenne entre 2005 et 2015, 110,2 ktCO₂e/an sont stockées grâce à l'accroissement biologique forestier. L'artificialisation des sols cause l'émission de 19,2 ktCO₂e par an et la réduction du linéaire bocager est responsable du déstockage de 6,2 ktCO₂e.

Les autres flux sont responsables de l'émission de 1,9 ktCO₂e.

La consommation des produits bois stockent chaque année 4,1 ktCO₂e.

Chaque année, le flux carbone séquestré du territoire dans les écosystèmes est de 82,9 ktCO₂e/an. Ceci correspond à environ 10% du bilan d'émissions de gaz à effet de serre directes du territoire pour l'année 2020.

¹³ Bilan de séquestration carbone sur le territoire de la CdA de La Rochelle, année 2020, p.10, <https://www.agglo-larochelle.fr/documents/10839/15672355/Bilan+de+s%C3%A9questration+carbone+sur+le+territoire+-+2020/b39ebd51-9169-45d9-8be5-ca5a39712366?version=1.1>

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 168 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 **62 ktCO₂e stockées par an si 30% des surfaces de cultures et prairies sont concernées** (16 480 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 **20 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 **41 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 **7k 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 200 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'augmenter la séquestration annuelle de carbone d'environ 21 ktCO₂e annuellement.

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.

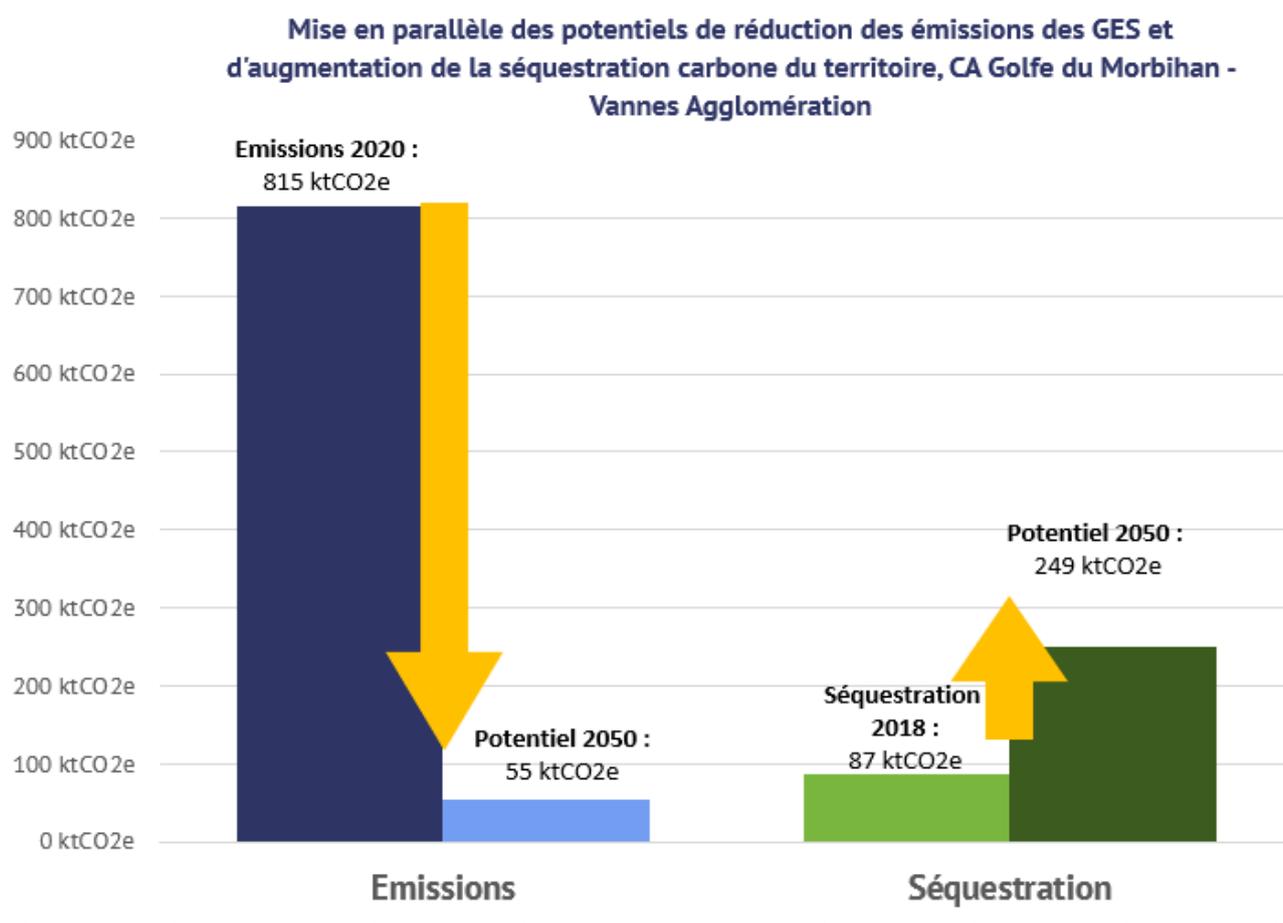


Figure 111 : Potentiel de neutralité carbone du territoire

Au vu de ses potentiels, le territoire du GMVA a le potentiel d'atteindre la neutralité carbone à l'échelle du territoire.

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 ;
- 29% des surfaces boisées de GMVA avec plan de gestion ou déclarées dans le cadre du code des bonnes pratiques (source : étude sur le volet agricole)
- Capacité de stockage marin – carbone bleu (non estimée pour le moment).

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 ;
- Programme Breizh Bocage
- Besoins locaux en bois d'œuvre et de chauffage : bûche, granulé, plaquette (source : étude sur le volet agricole)

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.
- La réduction du linéaire bocager est aussi responsable de déstockage de carbone et contribue aux émissions du territoire.

Figure 112 : AFOM, volet séquestration carbone

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 provoquent un changement d'affectation.
CNRM	Centre National de Recherches Météorologiques
CO	monoxyde de carbone
CO₂	dioxyde de carbone
COP	COefficient de Performance. Le COP d'un climatiseur ou d'une pompe à chaleur se traduit par le rapport entre la quantité de chaleur produite par celle-ci et l'énergie électrique consommée par le compresseur.
Corine Land Cover	Corine Land Cover est une base de données européenne d'occupation biophysique des sols. Ce projet est piloté par l'Agence européenne de l'environnement et couvre 39 États.
COV(NM)	Composé Organique Volatil (Non Méthanique)
Danger	Événement de santé indésirable tel qu'une maladie, un traumatisme, un handicap, un décès. Par extension, le danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire, organique ou physiologique, lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique (exemple : un polluant atmosphérique), physique (exemple : un rayonnement) ou biologique (exemple : un grain de pollen). Ces dysfonctionnements peuvent entraîner ou aggraver des pathologies. Par extension, les termes « danger » et « effet sur la santé » sont souvent intervertis.
DISAR	Le DISAR est un outil d'affichage de tableau et de restitution des documents. Les données sont issues des enquêtes réalisées par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Elles sont présentées sous forme de tableaux. Les documents offrent des commentaires sur les données issues des enquêtes réalisées par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.
ECS	Eau chaude sanitaire
EEA	Agence européenne de l'Environnement
EF	Energie Finale La consommation énergétique des utilisateurs finaux, en d'autres termes, l'énergie délivrée aux consommateurs.
Enjeu	L'enjeu, ou l'exposition, comprend l'ensemble de la population et du patrimoine susceptible d'être affecté par un aléa. Il s'agit par exemple de la population, des bâtiments et infrastructures situés en zone inondable. Confronté à chacun de ces aléas, un territoire donné peut être plus ou moins affecté négativement, suivant son urbanisme, son histoire, son activité économique et sa capacité d'adaptation.
EnR	Énergie Renouvelable
EnR&R	Energie Renouvelable et de Récupération
Éolienne	Une éolienne est une machine tournante permettant de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie cinétique de rotation, exploitable pour produire de l'électricité.
EP	Energie Primaire La première énergie directement disponible dans la nature avant toute transformation. Comme exemple, on peut citer le bois, le pétrole brut, le charbon, etc. Si l'énergie primaire n'est pas

utilisable directement, elle est transformée en une source d'énergie secondaire afin d'être utilisable et transportable facilement.

EPCI	Etablissement Public de Coopération Intercommunale
EqHab	Equivalent Habitants
Exposition	Désigne, dans le domaine sanitaire, le contact (par inhalation, par ingestion...) entre une situation ou un agent dangereux (exemple : un polluant atmosphérique) et un organisme vivant. L'exposition peut aussi être considérée comme la concentration d'un agent dangereux dans le ou les milieux pollués (exemple : concentration dans l'air d'un polluant atmosphérique) mis en contact avec l'homme.
FE	Facteur d'Émissions
Forçage climatique	Perturbation d'origine extérieure au système climatique qui impacte son bilan radiatif c'est-à-dire l'équilibre entre les pertes et les gains d'énergie du système climatique de la planète
GASPAR	La base de données GASPAR est un inventaire national des arrêtés de catastrophes naturelles.
Géothermie	La géothermie (du grec « gê » qui signifie terre et « thermos » qui signifie chaud) est l'exploitation de la chaleur du sous-sol. Cette chaleur est produite pour l'essentiel par la radioactivité naturelle des roches constitutives de la croûte terrestre. Elle provient également, pour une faible part, des échanges thermiques avec les zones internes de la Terre dont les températures s'étagent de 1 000°C à 4 300°C.
GES	Gaz à Effet de Serre La basse atmosphère terrestre contient naturellement des gaz dits « Gaz à Effet de Serre » qui permettent de retenir une partie de la chaleur apportée par le rayonnement solaire. Sans cet « effet de serre » naturel, la température à la surface de la planète serait en moyenne de -18°C contre +14°C actuellement. L'effet de serre est donc un phénomène indispensable à la vie sur Terre. Bien qu'ils ne représentent qu'une faible part de l'atmosphère (moins de 0,5%), ces gaz jouent un rôle déterminant sur le maintien de la température. Par conséquent, toute modification de leur concentration déstabilise ce système naturellement en équilibre.
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
GNV	Gaz Naturel Véhicule Le Gaz Naturel Véhicule est du gaz naturel utilisé comme carburant soit sous forme comprimé appelé Gaz Naturel Comprimé (GNC), soit sous forme liquide appelé Gaz Naturel Liquide (GNL). Sous forme comprimée, le GNV est délivré via des réseaux de distribution.
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
GWh	Gigawattheure. 1 GWh = 1 000 000 kWh
HAP	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
HCFC	Hydrochlorofluorocarbures
Hydroélectricité ou énergie hydraulique	L'énergie hydroélectrique est produite par transformation de l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique puis électrique.
IAA	Industrie Agroalimentaire
ICPE	Installation Classée pour l'Environnement Toute exploitation industrielle ou agricole susceptible de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains est une installation classée.
ICU	Ilot de Chaleur Urbain Cette notion fait référence à un phénomène d'élévation de température localisée en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines
Impact sur la santé	Estimation quantifiée, exprimée généralement en nombre de décès ou nombre de cas d'une pathologie donnée, et basée sur le produit d'une relation exposition-risque, d'une exposition et d'un effectif de population exposée.
INIES	INIES est la base nationale de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires pour le bâtiment.
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
ISDND	Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux
kWc	Kilowatt crête

		C'est la puissance nominale, c'est-à-dire la puissance électrique fournie par un panneau ou une installation dans les conditions de test standard (STC= Standard Test Conditions). Cette puissance sert de valeur de référence et permet de comparer différents panneaux solaires.
LTECV		Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte
Méthanisation		La méthanisation (encore appelée digestion anaérobie) est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène (réaction en milieu anaérobie).
mNGF		mètres Nivellement Général de la France Cette unité constitue un réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire Français métropolitain, ainsi qu'en Corse.
Mouvement de terrain	de	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
NO_x		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 Énergétique
PAC		Pompe À Chaleur La pompe à chaleur est un équipement de chauffage thermodynamique dit à énergie renouvelable. La PAC prélève les calories présentes dans un milieu naturel tel que l'air, l'eau, la terre ou le sol, pour la transférer en l'amplifiant vers un autre milieu par exemple un immeuble ou un logement, pour le chauffer.
PADD		Projet d'Aménagement et de Développement Durables
PAPI		Programmes d'Actions de Prévention des Inondations Ils ont pour objectif de promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondations en vue de diminuer les conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques ainsi que l'environnement.
PCAET		Plan Climat Air Énergie Territorial
PCI		Pouvoir Calorifique Inférieur Quantité théorique d'énergie contenue dans un combustible. Le « PCI » désigne la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'une unité de masse de produit (1kg) dans des conditions standardisées. Plus le PCI est élevé, plus le produit fournit de l'énergie.
PCIT		Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux
PER		Plan d'Exposition aux Risques Anciens documents d'urbanisme visant l'interdiction de nouvelles constructions dans les zones les plus exposées d'une part, et des prescriptions spéciales pour les constructions nouvelles autorisées dans les zones moins exposées, associées à la prescription de travaux pour réduire la vulnérabilité du bâti existant, d'autre part.
PHEC		Plus Hautes Eaux Connues
Phénologie		Étude de l'influence des climats sur l'évolution des règnes végétal et animal
Photosynthèse		Processus par lequel les plantes vertes synthétisent des matières organiques grâce à l'énergie lumineuse, en absorbant le gaz carbonique de l'air et en rejetant l'oxygène.
PLU		Plan Local d'Urbanisme Document d'urbanisme qui détermine les conditions d'aménagement et d'utilisation des sols.
PLUi		Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
PM		Particules en suspension (particulate matter)
PM₁₀		Particules de diamètre inférieur à 10 microns
PM_{2,5}		Particules de diamètre inférieur à 2,5 microns
PNR		Parcs Naturels Régionaux

Poste de raccordement PPR	de	Poste qui permet de raccorder l'énergie issue des différentes sources de production Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles Document de l'État réglementant l'utilisation des sols à l'échelle communale, en fonction des risques auxquels ils sont soumis.
PPRi		Plan de Prévention du Risque d'Inondation
PREPA		Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques
PRG		Pouvoir de Réchauffement Global Unité qui permet la comparaison entre les différents gaz à effet de serre en termes d'impact sur le climat sur un horizon (souvent) fixé à 100 ans. Par convention, PRG100 ans (CO ₂) = 1.
ptam		Pression atmosphérique
Puits net ou séquestration nette		Quand le flux entrant est supérieur au flux sortant, les réservoirs forestiers représentent un puits net. Il s'agit donc d'une augmentation du stock de carbone. Ce processus permet de retirer (et séquestrer) du carbone de l'atmosphère.
PV		Photovoltaïque
Relation exposition-risque (ou relation dose-réponse)		Relation spécifique entre une exposition à un agent dangereux (exprimée, par exemple, en matière de concentrations dans l'air) et la probabilité de survenue d'un danger donné (ou « risque »). La relation exposition-risque exprime donc la fréquence de survenue d'un danger en fonction d'une exposition.
Réseau de distribution	de	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	de	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 carbone	de	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	pour la	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	de	La séquestration de carbone est le captage et stockage du carbone de l'atmosphère dans des puits de carbone (comme les océans, les forêts et les sols) par le biais de processus physiques et biologiques tels que la photosynthèse.
SME ISO 50001		Système de Management de l'Énergie selon la norme ISO 50001.
SNBC		Stratégie national Bas Carbone
SNIEBA		Système National d'Inventaire d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère
SO₂		Dioxyde de soufre
Solaire photovoltaïque		L'énergie solaire photovoltaïque transforme le rayonnement solaire en électricité grâce à des cellules photovoltaïques intégrées à des panneaux qui peuvent être installés sur des bâtiments ou posés sur le sol.
Solaire thermique		Le principe du solaire thermique consiste à capter le rayonnement solaire et à le stocker dans le cas des systèmes passifs (véranda, serre, façade vitrée) ou, s'il s'agit de systèmes actifs, à redistribuer cette énergie par le biais d'un circulateur et d'un fluide caloporteur qui peut être de l'eau, un liquide antigel ou même de l'air.
Solaire thermodynamique		L'énergie solaire thermodynamique produit de l'électricité via une production de chaleur.

Source nette	Quand le flux entrant est inférieur au flux sortant, les réservoirs forestiers représentent une source nette. Il s'agit donc d'une perte de stock dans les réservoirs forestiers. Ce processus rejette du carbone dans l'atmosphère.
SRCAE	Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie
SRE	Schéma Régional Eolien
SRES	Special Report on Emissions Scénarios Rapport public rédigé par le GIEC sur la thématique du réchauffement climatique.
SSC	Systèmes Solaires Combinés
SSP	Service de la Statistique et de la Prospective
STEP	STation d'ÉPuration des eaux usées
STEU	STation d'ÉPuration urbaine
Substitution matériau et énergie	Comparaison des émissions fossiles de la filière bois (exploitation de la forêt, chaîne de transformation, transport, etc.) par rapport aux émissions fossiles qui auraient été émises par d'autres filières lors de la production d'un même service.
Surfaces artificialisées en moyenne au cours de la dernière décennie	Les terres converties par l'Homme afin de construire des infrastructures.
Surfaces défrichées	Les forêts converties en une autre affectation qui mécaniquement diminue la capacité de stockage des sols.
Surfaces imperméabilisées	Certaines surfaces artificialisées par l'Homme peuvent être considérées comme provoquant une perte de carbone plus importante, comme par exemple pour les surfaces goudronnées.
t	tonne
TBE	Géothermie Très Basse Énergie
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 l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 2013 ...	4
Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique	6
Figure 3 : Consommations d'énergie finale, GMVA, 2020 – Source : OEB	10
Figure 4 : Ventilation des consommations du territoire par secteur d'activité, GMVA, 2020 – Source : OEB.....	10
Figure 5 : Répartition des consommations d'énergie par habitant sur le territoire de GMVA, du Morbihan et de la Bretagne – Source : OEB.....	11
Figure 6 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Transport, GMVA, 2020, source : OEB	12
Figure 7 : Ventilation des consommations d'énergies finale par moyen de transport et par vecteur, GMVA, 2020, source : OEB.....	12
Figure 8 : Mode de déplacement principal des habitants, GMVA – Source : Enquête interne GMVA 2018 publiée dans le PDU.....	13
Figure 9 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Résidentiel, GMVA, 2020 – Source : OEB.....	13
Figure 10 : Modes de chauffage des résidences principales, GMVA, 2020 – Source : INSEE.....	14
Figure 11 : Répartition des logements par type et par mode de chauffage, GMVA, 2020 – Source : INSEE	15
Figure 12 : Répartition des logements par date de construction et par type, GMVA, 2020 – Source : Insee	16
Figure 13 : Répartition des logements par date de construction, 2020 – Source : Insee.....	16
Figure 14 : Répartition des consommations d'énergie du secteur Tertiaire, GMVA, 2020 – Source : OEB	17
Figure 15 : Répartition par usage des consommations d'énergie du secteur Tertiaire, GMVA, 2020 – Source : OEB	18
Figure 16 : Répartition des consommations énergétiques du secteur Industrie, GMVA, 2020 – Source : OEB	18
Figure 17 : Répartition des consommations d'énergie du secteur agricole par type d'énergie, GMVA, 2018 – Source : OEB.....	19
Figure 18 : Répartition des cultures sur le territoire, GMVA, 2021 – Source : Registre Parcellaire Graphique.....	19
Figure 19 : Evolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2020, GMVA – Source : OEB.....	20
Figure 20 : Evolution des consommations d'énergie entre 2010 et 2020, par secteur d'activité – Source : OEB.....	20
Figure 21 : Potentiel maximal de réduction des consommations d'énergie, GMVA, source : NEPSSEN.....	21
Figure 22 – Matrice AFOM, consommation d'énergie	25
Figure 23 : Répartition par filière de l'énergie renouvelable produite sur la GMVA, 2021 – Source : OEB.....	27
Figure 24 : Potentiel de développement des énergies renouvelables, GMVA, source : multiples, NEPSSEN	28
Figure 25 – Synthèse de la production EnR 2021, des projets depuis 2021 et du potentiel de développement pour chaque filière	29
Figure 26 : Irradiation horizontale mensuelle et productivité, source : CALSOL, données type pour la ville de Rennes.....	30
Figure 27 : Répartition du potentiel mobilisable par la filière photovoltaïque sur le territoire.....	32
Figure 28 : Potentiel mobilisable par la filière solaire thermique sur le territoire	35
Figure 29 : Répartition des surfaces forestières du territoire – Source OCS-GE, 2013.....	38
Figure 30 - Carte des températures de sous-sol moyennée de 0m à 50m.....	41
Figure 31 – Zones réglementaires GMI sur échangeur fermé (sonde)	42
Figure 32 - Carte des températures de sous-sol moyennée de 0m à 200m	43
Figure 33 - Zones réglementaires GMI sur échangeur fermé (sonde) et ouvert (nappe).....	43
Figure 34 - Cartographie des besoins de chaleur du territoire pour le résidentiel et le tertiaire (CEREMA, réalisation NEPSSEN).....	44
Figure 35 - Ressources en aquifères profonds en métropole et installations en fonctionnement en 2022 (source : BRGM)	45
Figure 36 - Carte des températures extrapolées à 5 km de profondeur, Geothermal Atlas of Europe (source : Hermann Haack)	46
Figure 37 – Vitesse des vents à une hauteur de 140 mètres vis-à-vis du sol, source : Météo France étude « AROME », cartographie Nepsen	47

Figure 38 – Rose des vents sur le territoire de GMVA (Source : Meteoblue).....	48
Figure 39 – Cartographie des contraintes liées aux réseaux de gaz et d'électricité.....	50
Figure 40 – Cartographie des contraintes liées aux infrastructures, réalisation : Nepsen.....	50
Figure 41 – Cartographie des contraintes culturelles et patrimoniales, réalisation : Nepsen.....	51
Figure 42 – Cartographie des contraintes environnementales naturelles, réalisation : Nepsen.....	51
Figure 43 – Cartographie des contraintes aéronautiques et militaires.....	52
Figure 44 – Cartographie des zones libres de contraintes d'exclusion, source : Nepsen.....	52
Figure 45 : Illustration des distances à respecter entre les mâts éoliens d'un même parc.....	53
Figure 46 : Localisation des zones d'implantation favorables, réalisation : Nepsen.....	55
Figure 47 : Ventilation du gisement mobilisable sur le territoire par type de substrats, source : diagnostic PCAET GMVA.....	58
Figure 48 - Gisement identifié via les déclarations ICPE n°2921 et 2910.....	60
Figure 49 : Besoins en chaleur résidentiel et tertiaire autour du gisement identifié sur la commune de Vannes.....	63
Figure 50 : Besoins en chaleur résidentiel et tertiaire autour du gisement identifié sur la commune d'Elven.....	63
Figure 51 : Comparaison des besoins de chaleur à proximité des sites et des potentiels mobilisables, par secteur.....	64
Figure 52 : Autonomie énergétique du territoire en 2020, source : OEB, NEPSEN.....	64
Figure 53 : Matrice AFOM, production d'énergie renouvelable.....	65
Figure 54 : Facture énergétique du territoire du GMVA, 2020, source : OEB, FACETE.....	66
Figure 55 : Répartition de la facture énergétique brute par secteur d'activité, source : FACETE.....	66
Figure 56 : Comparaison de la facture énergétique du territoire par habitant à celle de la Bretagne et de la France, source : FACETE, SDES, INSEE, NEPSEN.....	67
Figure 57 : Fonctionnement du réseau électrique en France, source : Enedis.....	69
Figure 58 : Réseau de transport très haute tension, source : OpenData, cartographie NEPSEN.....	70
Figure 59 : Réseau de distribution Moyenne tension du territoire, source : Enedis, cartographie NEPSEN.....	71
Figure 60 : Réseau de distribution Basse Tension (BT) du territoire, source : Enedis, cartographie NEPSEN.....	72
Figure 61 : Chaîne d'acteurs de l'acheminement de gaz en France, source : https://energiesdev.fr/bareme-transport-distribution-acheminement-gaz/	72
Figure 62 : Cartographie du réseau de transport de gaz sur le territoire du GMVA, source : GRT Gaz, cartographie NEPSEN.....	73
Figure 63 : Réseau de distribution de gaz du territoire, source : Open Data Agence ORE, cartographie NEPSEN.....	74
Figure 64 : Capacité de raccordement des postes sources, source : Caparéseau, consulté le 29/03/2024, cartographie NEPSEN.....	75
Figure 65 : Carte des besoins en chaleur des secteurs résidentiel et tertiaire du territoire à la maille 100m*100m Source : CEREMA 2019.....	77
Figure 66 : Répartition des émissions par polluant atmosphérique, GMVA, 2020 – Source : Air Breizh (ISEA v1.5).....	80
Figure 67 : Emissions par habitant et comparaison régionale, GMVA, 2020 – Source : Air Breizh (ISEA v1.5), INSEE.....	81
Figure 68 : Ventilation communale des émissions de polluants atmosphériques, GMVA, 2020 – Source : Air Breizh (ISEA v1.5).....	82
Figure 69 : Evolution des émissions par polluant entre les années 2014 et 2020, GMVA – Source : AirBreizh (ISEA v1.5).....	84
Figure 70 : Evolution des émissions de COVNM par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5).....	84
Figure 71 : Evolution des émissions de NH ₃ par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5).....	85
Figure 72 : Evolution des émissions de NO _x par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5).....	85
Figure 73 : Evolution des émissions de PM ₁₀ par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5).....	86
Figure 74 : Evolution des émissions de PM _{2,5} par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5).....	86
Figure 75 : Evolution des émissions de SO ₂ par secteur entre les années 2014 et 2020 – Source : AirBreizh (ISEA v1.5).....	87
Figure 76 : Potentiel maximal de réduction des émissions de polluants atmosphériques, GMVA, source : Air Breizh et NEPSEN.....	88

Figure 77 – Matrice AFOM, volet Air	90
Figure 78 : Présentation des différents scopes dans le cadre d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre d'un territoire, Source NEPSEN	93
Figure 79 : Bilan des émissions de GES par secteur et par vecteur, GMVA, 2020 – Source : OEB	94
Figure 80 : Répartition des émissions de gaz à effet de serres du territoire du GMVA, 2020 – Source : OEB	95
Figure 81 : Comparaison des émissions de GES par habitant, GMVA, Morbihan et Bretagne, 2020 – Source : OEB	95
Figure 82 : Répartition des émissions de GES liées au secteur des transports, GMVA, 2020 – Source : OEB,	96
Figure 83 : Emissions de GES du secteur Agriculture et pêche, GMVA, 2020 – Source : OEB	97
Figure 84 : Emissions de GES du secteur Agriculture et pêche réparties par vecteur, GMVA, 2020 – Source : OEB	97
Figure 85 : Emissions de GES du secteur Agriculture et pêche réparties par gaz, GMVA, 2020 – Source : OEB	97
Figure 86 : Emissions de GES du secteur Résidentiel, GMVA, 2020 – Source : OEB	98
Figure 87 : Ventilation des émissions des GES du secteur Résidentiel, GMVA, 2020 – Source : OEB	98
Figure 88 : Emissions de GES du secteur Tertiaire, GMVA, 2020 – Source : OEB	99
Figure 89 : Emissions de GES du secteur Tertiaire réparties par usage et vecteur, GMVA, 2020 – Source : OEB ..	100
Figure 90 : Emissions de GES du secteur Industrie, GMVA, 2020 – Source : OEB	100
Figure 91 : Emissions associées au secteur des Déchets, GMVA, 2020 – Source : OEB	101
Figure 92 : Evolutions des émissions de GES du territoire de GMVA, OEB, 2010 - 2020	101
Figure 93 : Potentiel de réduction des émissions de GES de GMVA	102
Figure 94 : AFOM, volet carbone	103
Figure 95 : Représentation des typologies selon 2 niveaux de catégories – Source : NEPSEN Transition	104
Figure 96 : Ventilation de l'occupation des sols, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l'outil ALDO 2021) ...	106
Figure 97 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l'outil ALDO 2021)	107
Figure 98 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de réservoir, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l'outil ALDO 2021)	108
Figure 99 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de réservoir et de sol, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l'outil ALDO 2021)	108
Figure 100 : Stocks de référence par typologie d'occupation du sol et de réservoir, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l'outil ALDO 2021)	109
Figure 101 : Carte des zones de forêts, GMVA – Source : Corine Land Cover (2018)	110
Figure 102 : Carte des zones agricoles, GMVA – Source : Corine Land Cover (2018)	111
Figure 103 : Carte des zones de prairie, GMVA – Source : Corine Land Cover (2018)	112
Figure 104 : Cartographie de la répartition des surfaces artificialisées– Corine Land Cover, GMVA – 2019	113
Figure 105 : Evolution des surfaces en fonction des typologies de sol, GMVA, 1990-2018 – Source : Corine Land Cover	114
Figure 106 : Evolution des surfaces des différentes typologies de sol, GMVA, 1990-2018 – Source : Corine Land Cover	114
Figure 107 : Changement d'occupation des sols, GMVA, 1990-2018 – Source : Corine Land Cover	115
Figure 108 : Ventilation du stockage carbone annuel des produits bois – Source : Outil ALDO (approche consommation)	116
Figure 109 : Potentiels de séquestration surfacique annuels proposés par le LIENSs, source : Bilan de séquestration carbone de	117
Figure 110 : Flux carbone du territoire, Source TerriSTORY 2018 (Observatoire de l'Environnement en Bretagne), moyenne entre 2005 et 2015 et ALDO (une valeur négative stocke du carbone une valeur positive en émet) ...	117
Figure 111 : Potentiel de neutralité carbone du territoire	119
Figure 112 : AFOM, volet séquestration carbone	120

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Modes de chauffage des résidences principales, GMVA, 2020 – Source : INSEE.....	15
Tableau 2 : Potentiels de maîtrise de l'énergie associés à la rénovation des logements principaux, Source : diagnostic énergétique, INSEE et méthodologie Destination TEPOS.....	22
Tableau 3 : Bilan des potentiels de maîtrise de l'énergie du secteur résidentiel, Source : diagnostic énergétique, INSEE et méthodologie Destination TEPOS.....	22
Tableau 4 : Déplacements des actifs du territoire (en nombre d'actifs), Source : INSEE, 2020.....	22
Tableau 5 : Potentiel de maîtrise de l'énergie associé aux déplacements domicile-travail, Source : Données INSEE et méthodologie Destination TEPOS.....	22
Tableau 6 : Bilan des potentiels de Maîtrise de l'énergie du secteur transports, Source : diagnostic de consommation énergétique, INSEE, méthodologie destination TEPOS.....	23
Tableau 7 : Bilan des potentiels de Maîtrise de l'énergie du secteur transports, Source : diagnostic de consommation énergétique, INSEE, méthodologie destination TEPOS.....	24
Tableau 8 : Potentiel maximal de Maîtrise de l'Energie du territoire, source : diagnostic énergétique, INSEE et méthodologie Destination TEPOS.....	24
Tableau 9 : Synthèse du potentiel mobilisable.....	28
Tableau 10 : Synthèse du productible atteignable à horizon 2050.....	29
Tableau 11 : Répartition des typologies de bâtiment par surface de toiture et par usage, à partir de la BD TOPO®.....	31
Tableau 12 : Contraintes de mise en œuvre prises en compte pour le solaire photovoltaïque.....	32
Tableau 13 : Gisement photovoltaïque du territoire de Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération.....	32
Tableau 15 : Synthèse du potentiel solaire photovoltaïque.....	33
Tableau 16 : Contraintes de mise en œuvre prises en compte pour le solaire thermique – Source NEPSSEN, CALSOL....	34
Tableau 17 : Potentiel mobilisable du territoire de Golfe du Morbihan - Vannes Agglomération pour la filière du solaire thermique.....	35
Tableau 18 : Synthèse du potentiel solaire thermique.....	36
Tableau 19 : Répartition de la surface de forêt par typologie.....	37
Tableau 20 : Ressources par typologie d'espace et de bois (source : étude CEDEN, Abibois, Compagnie Bretonne de Gestion Forestière).....	38
Tableau 21 : Production de chaleur atteignable avec la ressource bois-énergie du territoire.....	39
Tableau 22 : Consommation de Bois-Énergie territoriale actuelle pour une production de chaleur renouvelable.....	39
Tableau 23 : Estimation des besoins à horizon 2050.....	39
Tableau 24 : Couverture potentielle des besoins par la ressource locale.....	39
Tableau 25 : Synthèse du potentiel de consommation/production de bois-énergie.....	39
Tableau 26 – Potentiel mobilisable par la géothermie.....	44
Tableau 27 – Liste des contraintes prises en considération et critères associés, source : NEPSSEN, sources multiples....	49
Tableau 28 : Surface, puissance et productible atteignables des zones favorables au développement éolien, source : NEPSSEN.....	55
Tableau 29 : Synthèse du potentiel éolien sur le territoire.....	55
Tableau 30 : Synthèse du potentiel hydroélectrique.....	56
Tableau 31 : Présentation des ressources et substrats pris en compte dans l'étude (en noir).....	57
Tableau 32 : Synthèse du potentiel de méthanisation.....	59
Tableau 33 - Etablissements soumis aux rubriques des ICPE n°2921 et 2910 – Sources Géorisques, traitement NEPSSEN.....	61
Tableau 34 – Hypothèses de temps de fonctionnement des sites ICPE identifiés.....	61
Tableau 35 - Potentiel de récupération de chaleur industrielle des ICPE.....	61
Tableau 36 - Synthèse du potentiel de valorisation de la chaleur fatale.....	62
Tableau 37 : Capacité disponible restante des postes-sources du territoire, source : Caparéseau.....	76
Tableau 38 : Matrice AFOM, réseaux énergétiques.....	78
Tableau 39 : Répartition des émissions par polluant atmosphérique et par secteur en 2020, GMVA – Source : Air Breizh (ISEA v1.5).....	81
Tableau 40 : Répartition des gains air de du transport par catégorie d'action, source : NEPSSEN.....	88
Tableau 41 : Bilan des potentiels de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur transports, Source : NEPSSEN.....	88
Tableau 42 : Répartition des gains air de du résidentiel par catégorie d'action, source : NEPSSEN.....	89

<i>Tableau 43 : Bilan des potentiels de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur résidentiel, Source : NEPSEN</i>	89
<i>Tableau 44 : Répartition des gains air de l'agriculture par catégorie d'action, source : NEPSEN</i>	89
<i>Tableau 45 : Bilan des potentiels de réduction des émissions de polluants atmosphériques du secteur Agriculture, Source : NEPSEN</i>	90
<i>Tableau 46 : Bilan des potentiels théoriques maximum de réduction des émissions de polluants atmosphériques de GMVA</i>	90
<i>Tableau 47 : PRG des différents gaz à effet de serre, 5ème rapport du GIEC</i>	93
<i>Tableau 48 : Potentiel total de réduction des émissions de gaz à effet de serre du territoire</i>	103
<i>Tableau 49 : Synthèse de la ventilation du territoire selon les différentes typologies – Source : Corine Land Cover 2018 (via l'outil ALDO 2021)</i>	106
<i>Tableau 50 : Répartition du carbone stocké sur le territoire par typologie de sol, GMVA – Source : Corine Land Cover 2018 (via l'outil ALDO 2021)</i>	107
<i>Tableau 51 : Principaux changements d'usage des sols</i>	116



NEPSEN Transition, Agence Nord-Ouest

1 place de la Gare

35 000 RENNES

0556785650

transition@nepesen.fr

www.nepesen.fr
