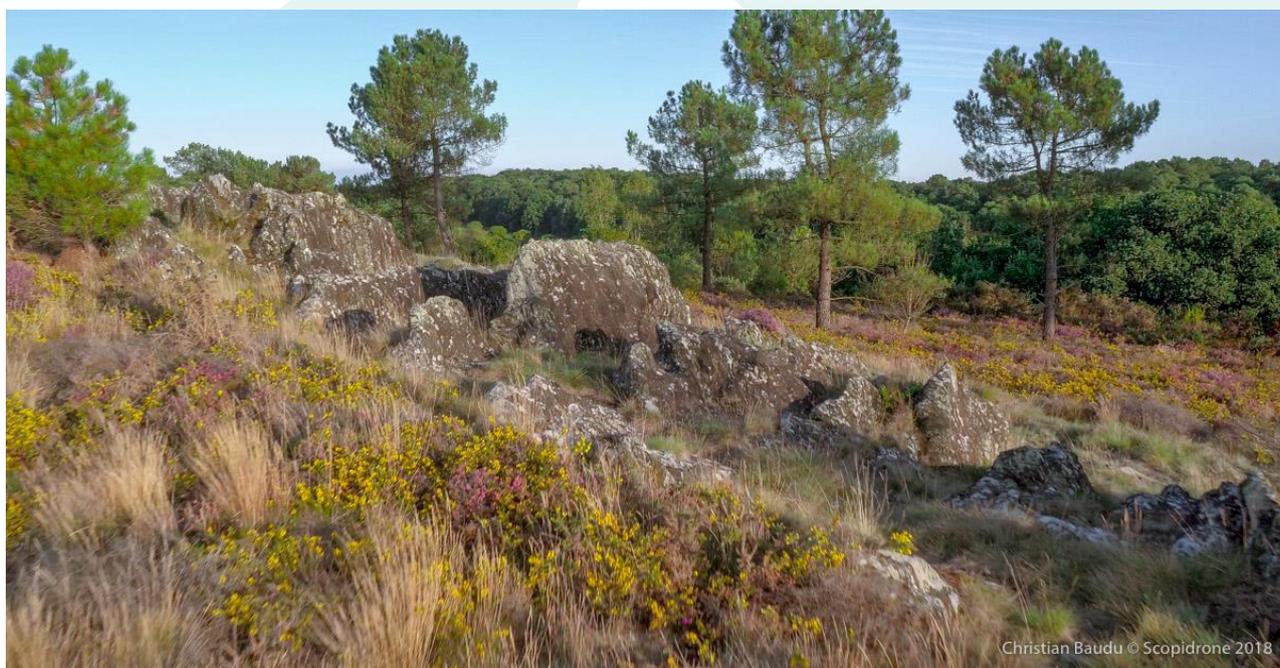




DIAGNOSTIC TERRITORIAL AIR ENERGIE CLIMAT

.....



Christian Baudu © Scopidrone 2018







Questembert Communauté
8 Avenue de la Gare

56 230 - QUESTEMBERT

Samuelle Marie

Tel :

Mail : s.marie@questembert-communaute.fr

Diagnostic Territorial Air Energie Climat



E6 - Consulting
19/23 quai de Paludate

33 800 - Bordeaux

Lucile LESPY

Tel : 05 56 78 56 50

Mail : lucile.lespy@e6-consulting.fr

Indice	Date	Rédigé par	Modification
V5	27/10/2021	Yacine ANBRI Laëtitia SERVEAU Lucile LESPY Alexandre COLIN Yann TRUC	Complétude suite aux retours MRAe



E6 – 23 quai de Paludate – 33800 BORDEAUX
Tél : 05 56 78 56 50 - Fax : 05 56 74 10 89 - Mail : contact@e6-consulting.fr
SARL au capital de 7.500,00 € - RCS N° 493692453 de BORDEAUX
N° TVA Intracom : FR85 493692453



SOMMAIRE

GLOSSAIRE	7
1. CONTEXTE	17
1.1. Propos introductifs.....	18
1.2. Les objectifs du Plan Climat Air Energie Territorial	21
2. Portrait du territoire	24
2.1. Le territoire de la communauté de communes de Questembert	25
2.1.1. Etat des lieux du territoire	25
2.1.2. Les évolutions démographiques attendues	26
2.1.3. Les évolutions attendues des logements	27
2.2. Les perspectives économiques du territoire	29
2.3. Les perspectives énergétiques durables du territoire.....	31
2.3.1. La loi de Transition Energétique	31
2.3.2. Les Schémas Régionaux du Climat de l’Air et de l’Energie (SRCAE)	32
2.3.3. Le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables : S3REnR	33
3. Air	34
3.1. Les fondamentaux sur la qualité de l’air	35
3.1.1. Pollution et polluants.....	35
3.1.2. Les enjeux	40
3.1.3. Cadre réglementaire.....	43
3.1.4. Cadre du PCAET.....	44
3.2. Chiffres clés du territoire.....	45
3.2.1. SO ₂	47
3.2.2. NO _x	49
3.2.3. COVNM.....	50
3.2.4. NH ₃	52
3.2.5. PM ₁₀	54
3.2.6. PM _{2,5}	55
4. Energie	58
4.1. Etats des lieux des consommations du territoire.....	60
4.1.1. Contexte et méthodologie	60
4.1.2. Les données utilisées	61
4.1.3. Les consommations d’énergie par secteur	67
4.2. Etude de la production d’énergies renouvelables du territoire.....	83
4.2.1. Les données utilisées	83
4.2.2. Bilan de la production.....	83
4.2.3. Autonomie énergétique du territoire	84
4.2.4. Les évolutions de production d’énergie renouvelable	85
4.3. Etude du potentiel d’énergies renouvelables du territoire	86
4.3.1. Objectif de l’étude et présentation des résultats.....	86
4.3.2. Présentation des contraintes prises en compte par la méthode cartographique.....	87
4.3.3. Synthèse des résultats.....	89
4.3.4. Les Potentiels par Energie.....	94



4.4.	Les intermittences dues aux énergies renouvelables	128
4.4.1.	Les EnRs, sources d'énergies variables.....	128
4.4.2.	Les EnRs, sources d'énergies intermittentes contrôlées.....	129
4.4.3.	L'intégration des EnRs au mix de production énergétique	130
4.4.4.	Une alternative, le stockage de l'électricité	130
4.4.5.	L'importance du stockage	131
4.4.6.	Les différentes technologies de stockage de l'électricité	131
4.4.7.	Conclusion	132
4.5.	Etude des réseaux de transport et de distribution du territoire	132
4.5.1.	Cartographie des réseaux de transports et de distribution	132
4.5.2.	Cartographie des réseaux de chaleur du territoire.....	137
4.5.3.	Analyse de l'état de charge actuel des réseaux de transport de distribution	140
4.5.4.	Analyse du réseau de gaz.....	144
5.	Climat	147
5.1.	Etude des émissions de gaz à effet de serre du territoire	148
5.1.1.	Contexte et méthodologie	148
5.1.2.	Les émissions de GES par secteur.....	152
5.1.3.	Le BEGES de territoire	170
5.2.	Etude de la séquestration carbone du territoire.....	172
5.2.1.	Contexte.....	172
5.2.2.	Les résultats de l'étude.....	177
5.2.3.	Patrimoine et capital carboné.....	178
5.2.4.	Le potentiel de développement.....	185
5.3.	Etude des vulnérabilités du territoire aux changements climatiques.....	189
5.3.1.	Contexte.....	189
5.3.2.	Etat des lieux des risques naturels sur Questembert Communauté.....	192
5.3.3.	Conséquences primaires du changement climatique	202
5.3.4.	Augmentation des températures.....	202
5.3.5.	Une nouvelle répartition du régime de précipitation	204
5.3.6.	Conséquences directes du changement climatique.....	206
5.3.7.	Synthèse de la vulnérabilité sur le territoire de Questembert Communauté	217



GLOSSAIRE



GLOSSAIRE

ABC	Association Bilan Carbone L'outil Bilan Carbone® de l'ABC permet d'évaluer les émissions GES « 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
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.
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.
ASB	Communauté de Communes Arc Sud Bretagne
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.
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
CCHVS	Communauté de Communes Haut Val de Sèvre
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique
CESI	Chauffe-Eaux Solaires Individuels
CFC	Chlorofluorocarbure
CH₄	Méthane
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 Cover	Land 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.
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 susceptibles 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
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 d'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
GASPAR	La base de données GASPAR est un inventaire national des arrêtés de catastrophes naturelles.
Géothermie	La géothermie (du grec « gè » 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	<p>Gaz à Effet de Serre</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
GNV	<p>Gaz Naturel Véhicule</p> <p>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.</p>
GWh	Gigawattheure. 1 GWh = 1 000 000 kWh
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
ICU	<p>Ilot de Chaleur Urbain</p> <p>Cette notion fait référence à un phénomène d'élévation de température localisée en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines</p>
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



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 Energétique pour la Croissance Verte
Méthanisation	La méthanisation (encore appelée digestion anaérobie) est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène (réaction en milieu anaérobie).
mNGF	mètres Nivellement Général de la France Cette unité constitue un réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire Français métropolitain, ainsi qu'en Corse.
Mouvement de terrain	Déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol. Ce mouvement est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques.
Mtep	Million de tonnes d'équivalent pétrole
MWh	Mégawattheure. 1 MWh = 1000 kWh
N₂	Azote
NégaWatt	Association fondée en 2011 prônant l'efficacité et la sobriété énergétique.
NOx	Oxydes d'azote
O₂	Dioxygène
O₃	Ozone
OBC	De l'Oust à Brocéliande Communauté
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
P.O.PE	Loi française de Programmation d'Orientation de la Politique Energétique
PAC	Pompe À Chaleur. La pompe à chaleur est un équipement de chauffage thermodynamique dit à énergie renouvelable. La PAC prélève les calories présentes dans un milieu naturel tel que l'air, l'eau, la terre ou le sol, pour la transférer en l'amplifiant vers un autre milieu par exemple un immeuble ou un logement, pour le chauffer.
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durables
PAPI	Programmes d'Actions de Prévention des Inondations Ils ont pour objectif de promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondations en vue de diminuer les conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques ainsi que l'environnement.
PC	Ploërmel Communauté
PCAET	Plan Climat Air Energie Territorial



PCAET	Plan Climat Air Énergie Territorial
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur
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 visaient 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
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
PLUI	Plan local d'urbanisme Intercommunal
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	de Poste qui permet de raccorder l'énergie issue des différentes sources de production
PPR	Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles Document de l'État réglementant l'utilisation des sols à l'échelle communale, en fonction des risques auxquels ils sont soumis.
PPRi	Plan de Prévention du Risque d'Inondation
PREPA	Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global Unité qui permet la comparaison entre les différents gaz à effet de serre en termes d'impact sur le climat sur un horizon (souvent) fixé à 100 ans. Par convention, PRG100 ans (CO ₂) = 1.
ptam	Pression atmosphérique



Puits net de séquestration nette	ou	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
QC		Questembert Communauté
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 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
S3REnR		Le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Énergies
SCOT		Schéma de COhérence Territorial
SDAGE		Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SEM56		Syndicat d'Energie du Morbihan
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.
SNIEBA		Système National d'Inventaire d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère



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'Énergie
SRCAE	Schéma Régional du Climat de l'Air et de l'Énergie
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
Substitution matériau énergie	et 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 standard par un module photovoltaïque.
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté



1. CONTEXTE

1.1. Propos introductifs

1.2. Les objectifs du Plan Climat Air Energie Territorial



1. CONTEXTE

1.1. Propos introductifs

Les enjeux liés au changement climatique

Le changement climatique est défini par le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) comme « *tout changement de climat dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou aux activités humaines* ». Cependant, il ne fait plus de doute 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, notamment par l'utilisation des hydrocarbures qui envoient toujours plus de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (dont le principal est le dioxyde de carbone, CO_2).

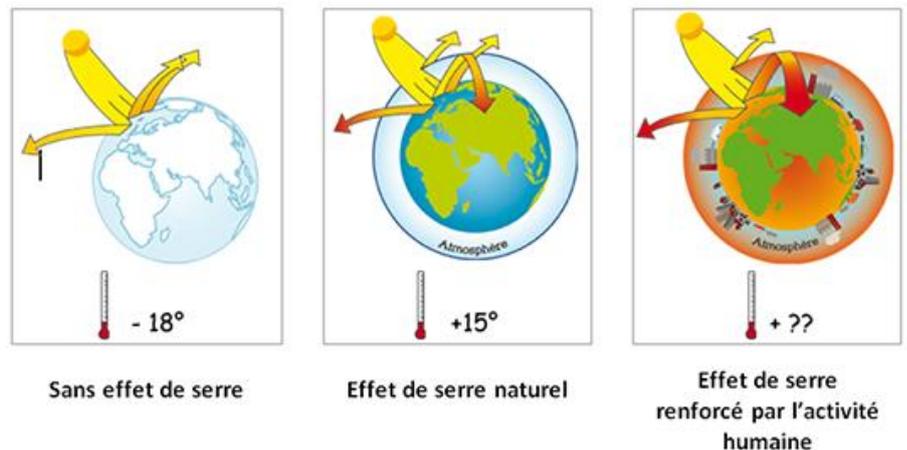


Figure 1 : Le mécanisme de l'effet de serre - Source : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 2013

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

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



La Prise en charge politique de la gestion climatique

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



Au niveau international

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



Au niveau européen

- **1990** : L'Europe a signé le « **Protocole de Kyoto** » et s'est engagé à réduire ses émissions de GES de 8% par rapport au niveau de 1990, pour la période 2008-2012.
- **2008** : Soucieuse d'aller au-delà des engagements internationaux, le **paquet « énergie-climat »** a été proposé par l'Union européenne et il définit les objectifs « 3 x 20 » pour 2020 :
 - Réduire de 20% les émissions de GES ;
 - Améliorer de 20% l'efficacité énergétique ;
 - Augmenter jusqu'à 20% la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale ;
- **2011** : La **Commission européenne** a publié une « **feuille de route pour une économie compétitive et pauvre en carbone à l'horizon 2050** ». Celle-ci identifie plusieurs trajectoires devant mener à une réduction des émissions de GES de l'ordre de 80 à 95% en 2050 par rapport à 1990 et contient une série de jalons à moyen terme.





Au niveau national

- **2004** : Afin d'être cohérent avec le « Protocole de Kyoto », la France a travaillé sur un « Plan Climat » national et s'est fixée comme objectif de diviser par 4 ses émissions de GES enregistrés en 1990 d'ici 2050. Cet objectif a été inscrit dans la loi française de Programme d'Orientation de la Politique Énergétique (P.O.PE.). Dans ce cadre, le **Plan Climat National** adopté en 2004 et révisé en 2006, fixe les orientations de lutte contre les émissions de GES et d'adaptation aux changements climatiques. Il détaille ainsi les mesures engagées par la France sur les principaux champs d'intervention possibles (exemple : le résidentiel-tertiaire, les transports, l'industrie, etc.).
- **2009 et 2010** : Les **lois Grenelle I et II** ont été adoptées en 2009 et 2010 respectivement et précisent le contexte de mise en œuvre des engagements pris par la France en matière de lutte contre le changement climatique et d'environnement.
- **2015** : La France s'est engagée avec une plus grande ambition par le biais de la **loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV)** qui inclut les objectifs suivants :
 - Réduire les émissions de GES de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par quatre les émissions de GES entre 1990 et 2050 (facteur 4). La trajectoire est précisée dans les budgets carbone ;
 - Réduire la consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à l'année de référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 ;
 - Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à l'année de référence 2012 ;
 - Porter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % de la consommation finale brute d'énergie en 2030.



Au niveau territorial

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



1.2. Les objectifs du Plan Climat Air Energie Territorial

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

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

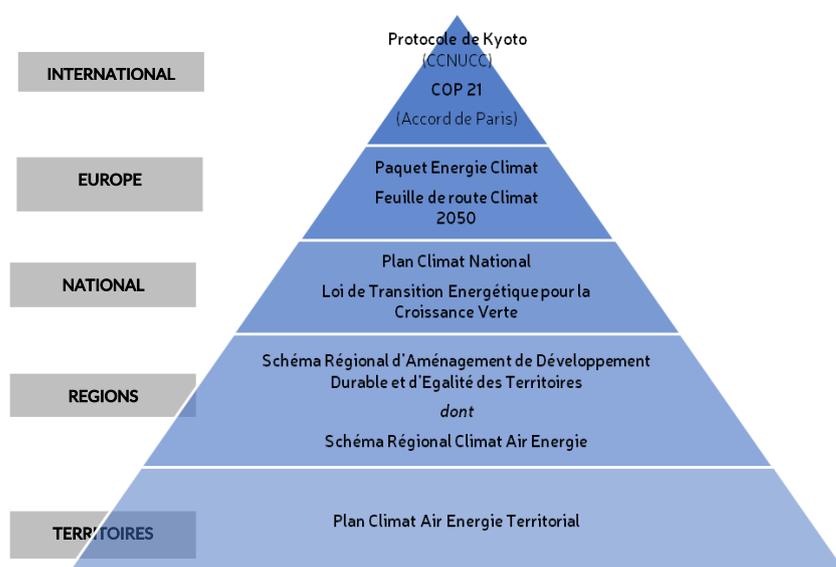


Figure 2 : Positionnement du PCAET dans la politique internationale et nationale de lutte contre le changement climatique

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

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

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

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

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 et les réseaux associés ;*
- *Les émissions de polluants atmosphériques ;*
- *Le potentiel en énergies renouvelables du territoire ;*
- *La vulnérabilité aux effets des changements climatiques.*

Consciente des enjeux globaux, et leurs conséquences locales et des contributions qu'elle peut apporter, la Communauté de Communes de Questembert a décidé de s'engager dans l'élaboration d'un Plan Climat Air Énergie Territorial.

Engagement concret et structurant, la démarche Plan Climat vise à guider



Questembert communauté qui rassemble 13 communes et 24 000 habitants sur une superficie de 328,1 km², à une prise en

Le PCAET doit être compatible avec le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) qui est co-piloté par le préfet, l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie (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.

Afin de réaliser le diagnostic territorial Climat Air Énergie, ainsi que les potentiels d'adaptation et d'atténuation du territoire, différents scénarios réalisés par des organisations professionnelles ont été utilisés.

Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) :

Le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) a réalisé diverses simulations à l'échelle mondiale pour la période 2000-2100 pour une évolution des températures moyennes allant de +1,8°C à +4°C par rapport à 2000. Au total, 6 scénarios ont été réalisés. Il propose également des solutions d'adaptation à ce changement climatique.

Ces scénarios sont plus amplement détaillés au chapitre relatif à la vulnérabilité aux changements climatiques du territoire du présent diagnostic. Grâce à ces scénarios, il est possible d'évaluer à l'échelle du territoire, l'ampleur du changement climatique et ses potentielles conséquences.

compte opérationnelle des questions liées à l'énergie, l'air et le climat dans leurs politiques publiques.

L'association négaWatt :

L'association négaWatt, constituée de nombreux experts impliqués dans des activités professionnelles liées à l'énergie, a été créée en 2001 avec pour but de montrer qu'il était possible pour la France de produire 100% de sa consommation d'énergie sur son territoire et d'origine renouvelable d'ici à 2050. Un scénario, ambitieux mais réaliste, est défini dans ce sens chaque année. Il est basé sur trois piliers :

- *La sobriété : diminuer au maximum ses usages énergétiques ;*
- *L'efficacité : optimiser ses équipements pour les rendre plus performants énergétiquement ;*
- *Le développement des énergies renouvelables pour compenser les consommations restantes.*

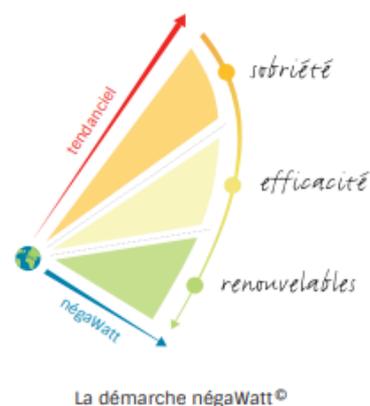


Figure 3 : Scénario négaWatt ;
source : www.negawatt.org

Ce scénario permet d'estimer, une fois adapté au territoire de Questembert, les potentiels de réduction de ses consommations d'énergie, mais également de substitution (passage des carburants traditionnels au bioGNV, du fioul au bois pour le chauffage des bâtiments, etc.).



L'entreprise associative Solagro et le scénario Afterres2050 :

Enfin, l'entreprise associative Solagro a réalisé en 2016 un scénario, le scénario Afterre2050. Celui-ci tente de répondre à la question suivante : comment nourrir durablement et sainement la population française en 2050 ?

Ce scénario propose alors des évolutions des pratiques agricoles et culturelles, de la gestion des sols et des modes de consommations permettant ceci. Les évolutions des pratiques et la réduction du gaspillage alimentaire ont alors des conséquences sur les émissions de gaz à effet de serre. Le territoire de Questembert étant à forte dominante agricole, ce scénario s'y adapte très bien et permet de se rendre compte des évolutions possibles pour celui-ci.



2. Portrait du territoire

2.1. Le territoire de la communauté de communes de Questembert

2.2. Les perspectives économiques du territoire

2.3. Les perspectives énergétiques durables du territoire



2. Portrait du territoire

2.1. Le territoire de la communauté de communes de Questembert

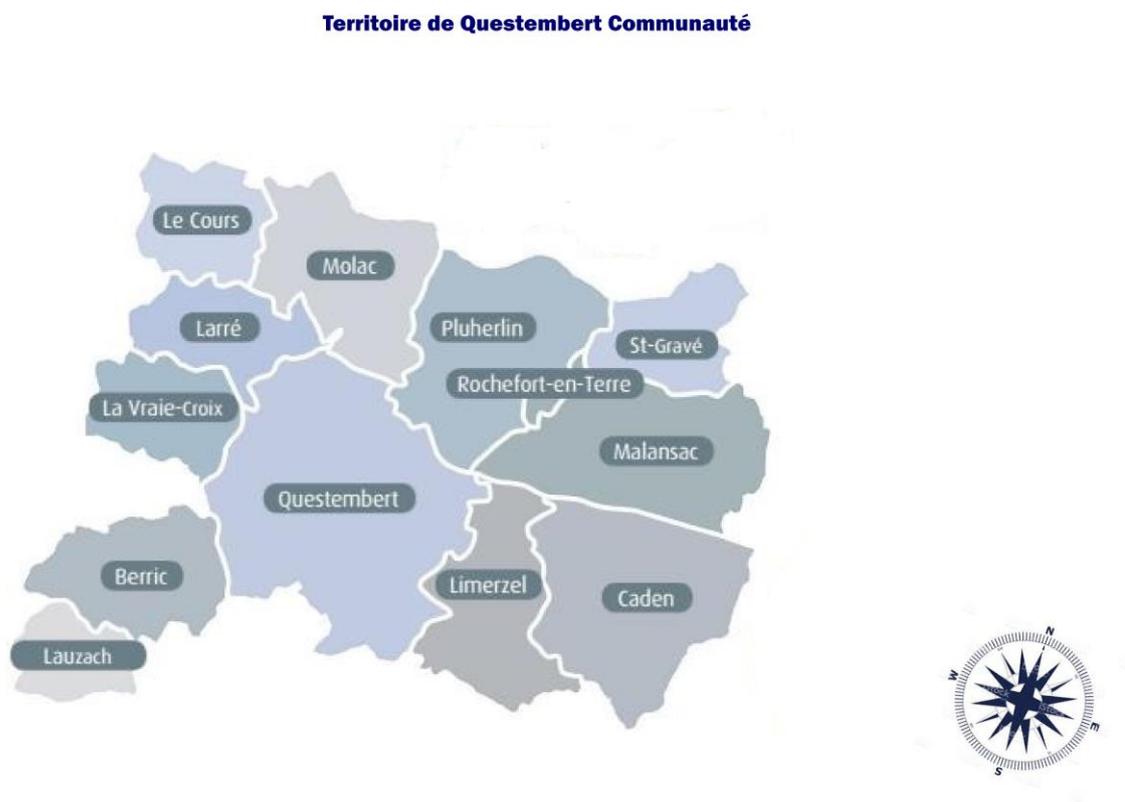


Figure 4 : Territoire de la communauté de communes de Questembert ; Source : www.questembert-communaute.fr

COMMUNAUTE DE COMMUNES DE QUESTEMBERT :
13 COMMUNES
327,8 km²
22 762 HABITANTS

2.1.1. Etat des lieux du territoire

La communauté de communes de Questembert, située dans le département du Morbihan et la région Bretagne rassemble 13 communes et compte une population de 22 762 habitants en 2014. Elle représente une superficie de 327,8 km².

Ce territoire localisé dans le sud-est du Morbihan bénéficie d'une position géographique privilégiée. Très rural au point de vue de ses paysages et de sa structure économique, le territoire de Questembert communauté est un territoire de plus en plus urbain. Connue sous le nom de



communauté de communes du Pays de Questembert jusqu'en 2015, Questembert communauté a exprimé la volonté de se doter d'une vision globale et transversale pour œuvrer vers un aménagement durable. Par ailleurs, fière de son environnement et de son patrimoine naturel, la communauté veut faire de la prise en compte des enjeux écologiques l'une des composantes de l'attractivité de son territoire. Le territoire possède des opportunités de développement diverses sur lesquelles souhaitent se reposer le territoire comme par exemple : la présence de grands pôles urbains à proximité, le tourisme, la desserte routière et ferroviaire, la filière agro-alimentaire ou encore le cadre de vie.

Comme mentionné dans son Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD), la communauté de

communes de Questembert s'est inscrite dans des démarches durables :

- « Assurer le développement des énergies renouvelables, source d'indépendance énergétique, de création d'emplois locaux et d'amélioration de l'efficacité climatique » ;
- « Sensibiliser et communiquer sur la mobilité durable » ;
- « Préserver les caractéristiques majeures de chaque unité paysagère ainsi que l'identité de chaque unité ».

Source : PLUI Plan local d'Urbanisme Intercommunal Questembert Communauté et SCOT

2.1.2. Les évolutions démographiques attendues

Maintenir l'accueil des populations est ancré dans la stratégie de développement du territoire. Le renouvellement démographique est un enjeu majeur pour la communauté de communes.

Questembert Communauté affiche un objectif d'accueillir environ 5 000 habitants supplémentaires jusqu'en 2027, ce qui porterait la population de ce territoire à environ 29 000 habitants.

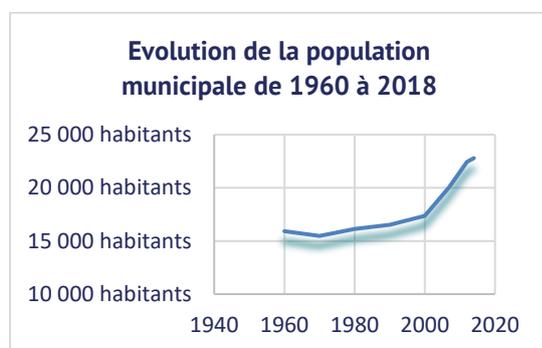


Figure 5 : Evolution de la population observée ; Source : statistique de l'INSEE

Les prévisions d'augmentation démographique décrites dans le SCOT sont relativement proches de la courbe de tendance réalisée grâce à l'augmentation de population mesurée ces dernières années.

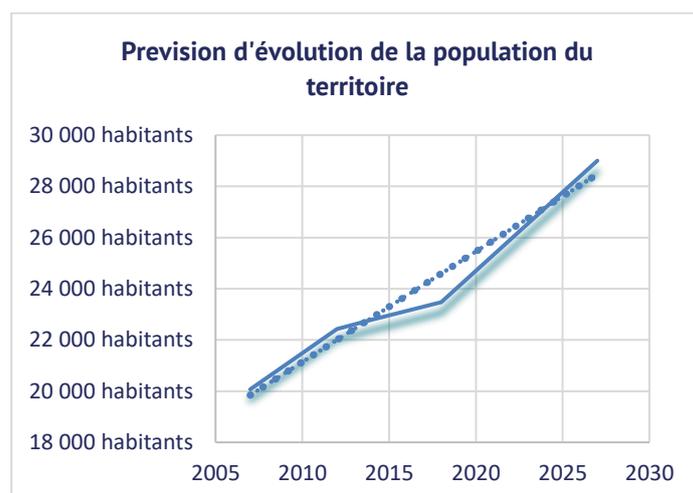


Figure 6 : Prévision d'évolution de la population ; Source : documents d'urbanisme de la communauté de communes

La commune de Questembert accueille près d'un tiers de la population. Le reste de la



population se répartit de manière homogène entre les différentes communes du territoire. Les évolutions prévues en termes de populations entre les différentes communes ne sont en revanche pas équivalentes pour toutes les communes du territoire.

Les scénarios retenus dans le schéma de cohérence territorial et les prévisions de l'INSEE ont permis de déterminer un taux de

variation de la population pour chaque zone (découpage communal) du territoire.

Le passage en 30 ans, d'un espace peu urbain à un territoire dynamique de plus en plus périurbain, a des conséquences sur les consommations énergétiques, les réseaux de distribution, etc ... L'objectif aujourd'hui est donc d'accorder ce développement démographique à la capacité de maîtrise de l'énergie.

Evolution des populations du territoire

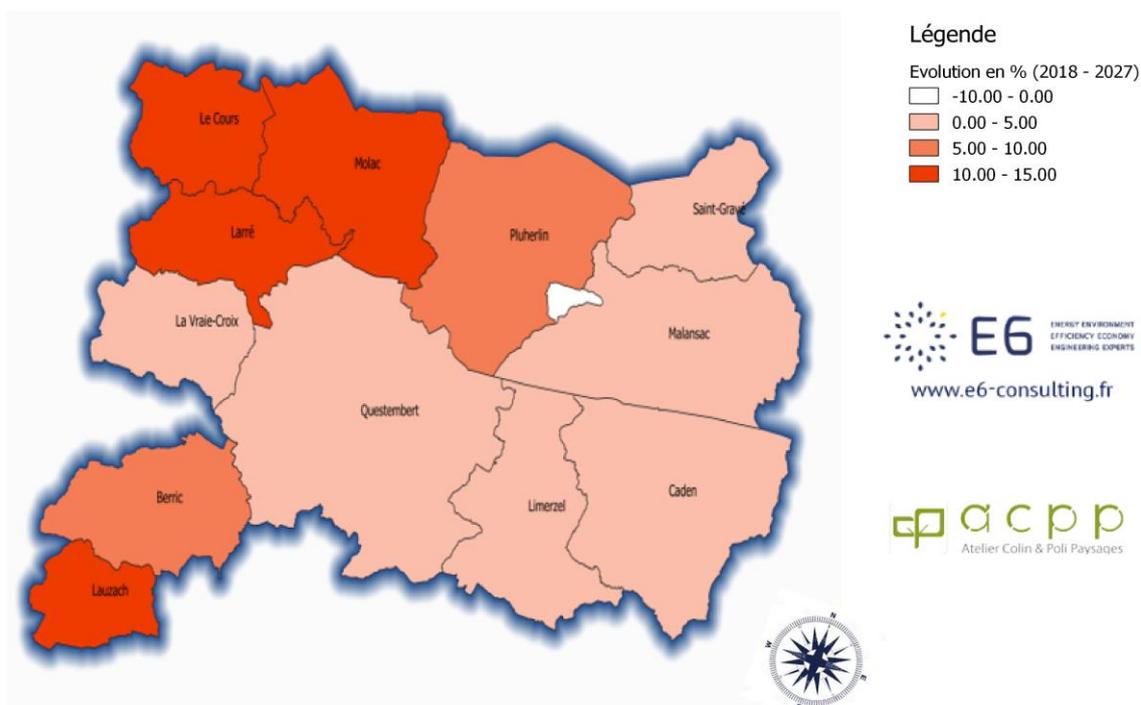


Figure 7 : Carte de prévision d'évolution de la population du territoire ; Source : PLUi de la communauté de communes

2.1.3. Les évolutions attendues des logements

Or, en réponse à cette augmentation démographique, le territoire a entrepris une politique de l'habitat adéquate. Le plan local de l'urbanisme prévoit d'élargir le parc de logements individuels et de logements sociaux.

Actuellement, 25 opérations d'aménagements sont en cours : 3 ZAC (zone d'aménagement concerté) et 22 lotissements. Elles représentent environ 500 logements.



Prévision d'évolution des logements

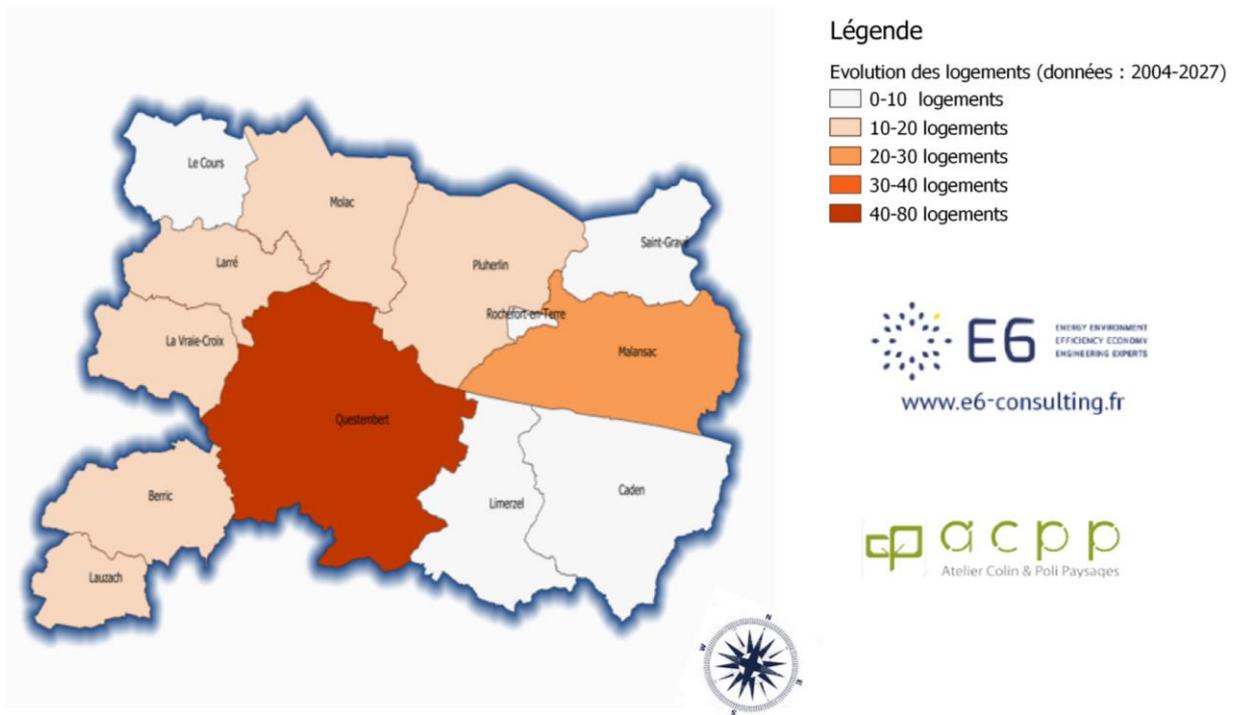


Figure 8 : Prévision d'évolution des logements par année ; Source : PLUi de la communauté de communes



2.2. Les perspectives économiques du territoire

Le positionnement géographique et l'environnement ont créé des conditions favorables au développement économique de la communauté de communes de Questembert.

Questembert Communauté se démarque des autres territoires du département par une forte concentration d'équipements et de services (supermarché, emplois liés aux services publics, etc) et par la présence d'un tissu entrepreneurial dense d'artisans et d'industriels.

Des communes comme Rochefort-en-Terre, Malansac et Lauzach se distinguent en concentrant 36% de l'emploi en raison, d'une part, de leur accessibilité routière, d'autre part, de leurs zones d'activités de grande envergure et, enfin, de leur attractivité touristique.

Le tertiaire, acteur moteur de l'économie du territoire, a dynamisé les secteurs des services et du commerce.

Le territoire s'articule essentiellement autour de la commune de Questembert. Les évolutions démographiques à prévoir montre que les secteurs périphériques bénéficient d'un report de cette dynamique démographique sur leur territoire.

Il est alors facile de remarquer que la dynamique commerciale connaît les mêmes tendances d'évolution que la dynamique démographique.

Le secteur industriel et le secteur agricole ont vu leur part baisser au profit du secteur tertiaire. L'agriculture et l'industrie, historiquement implantées sur le territoire, ont été fragilisées et se sont restructurées.

A retenir

Un basculement progressif vers une économie présentielle et plus généralement vers une tertiarisation de l'économie est observé.



Tableau 1 Impact énergétique des services et des commerces de proximité

Secteur	Consommation moyenne annuelle en énergie (kWh)	Consommation annuelle en moyenne énergie (kWh/emploi)
Commerces de proximité		
Boulangerie-pâtisserie	99 196	23 774
Restaurants	53 627	14 993
Boucheries, charcuteries, traiteur	28 048	9 210
Pharmacies	28 307	7 241
Cafés, tabacs, débits de boissons	30 851	10 454
Bijouteries, horlogeries	14 020	6 134
Supérettes et commerces d'alimentation générale	26 794	13 741
Primeurs	26 486	7 946
Parfumeries	21 013	6 511
Librairies, papeteries	15 949	7 974
Poissonneries	14 723	5 774
Fleuristes	13 620	5 262
Commerces habillement/chaussures	13 564	6 437
Commerces automobiles	34 708	9 575
Moyenne - commerces de proximité	35 330	11 606
Services de proximité		
Blanchisseries, teintureries	34 428	11 998
Coiffeurs	15 135	5 405
Photographes	33 022	11 794
Agences immobilières	8 487	2 663
Agences d'assurances	10 801	3 177
Banques	18 800	2 713
Garages (réparation auto)	67 108	16 106
Moyenne - services de proximité	27 020	7 464
Moyenne commerces et services	33 339	10 477



Tableau 2 Impact énergétique des emplois du secteur tertiaire

Hypothèses du nombre d'emplois tertiaires créés	Demande en énergie supplémentaire associée (MWh)
300	3 482
500	5 803
800	9 285
1000	11 606
1300	15 088

2.3. Les perspectives énergétiques durables du territoire

2.3.1. La loi de Transition Énergétique



La loi de Transition Énergétique adoptée en 2015 vise à réduire les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre associées. Elle favorise le développement des énergies renouvelables (EnR).

En France, la loi de Transition énergétique a pour objectif de limiter le recours au nucléaire à l'horizon 2050.

Il s'agit plus précisément de :

- Réduire la consommation d'énergie finale de 50% en 2050 par rapport à 2012 ;
- Réduire la consommation d'énergie fossile de 30% en 2030 par rapport à 2012 ;
- Porter la part des EnR à 23% de la consommation finale en 2020 et 32% en 2030 par rapport à 2012 ;
- Réduire les émissions de GES de 40% entre 1990 et 2030 et de 75% entre 1990 et 2050 ;
- Réduire la part du nucléaire pour atteindre 50% de la production d'électricité en 2025.

Le Titre V «Favoriser les énergies renouvelables pour équilibrer nos énergies et valoriser les ressources de nos territoires» de cette loi précise et met en

avant le poids du développement des EnR dans la transition énergétique :

- Multiplier par plus de deux la part des énergies renouvelables dans le modèle énergétique français d'ici à 15 ans ;
- Favoriser une meilleure intégration des énergies renouvelables dans le système électrique grâce à de nouvelles modalités de soutien.

La loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010, dite «loi Grenelle II», a également institué deux nouveaux types de schémas complémentaires, afin de faciliter et de planifier le développement des énergies renouvelables.

- Les Schémas Régionaux du Climat de l'Air et de l'Énergie (SRCAE);
- Les Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables (S3REnR).



2.3.2. Les Schémas Régionaux du Climat de l'Air et de l'Énergie (SRCAE)

Arrêté par le préfet de région, après approbation du conseil régional, le SRCAE fixe pour chaque région administrative des objectifs quantitatifs et qualitatifs de développement énergétique à l'horizon 2020.

L'élaboration du volet énergie renouvelable du SRCAE s'est appuyée sur une étude technique présentant 2 scénarii à l'horizon 2020 pour chaque type d'EnR : un scénario plancher et un scénario ambitieux.



Le SRCAE Bretagne fixe des objectifs :

- De réduction des émissions de GES et la dépendance aux énergies fossiles, dans le transport, le bâtiment et les activités économiques pour limiter la vulnérabilité de l'économie
- Sur les enjeux climatiques liés à l'agriculture ;
- Sur les enjeux électriques ;
- Sur l'augmentation de la part des énergies renouvelables ;
- D'adaptabilité aux enjeux climatiques.

La mise en perspective des potentiels de développement des énergies renouvelables avec les scénarios de progression des consommations énergétiques montre qu'à l'horizon 2020, la part des énergies renouvelables dans les consommations d'énergie finale en Bretagne pourrait atteindre **28%**.

En effet, l'analyse des potentiels de production thermique et électrique renouvelable à l'horizon 2020 et 2050 dessineront des trajectoires de développement très favorables pour la Bretagne :

A retenir

Une multiplication par 2 (potentiel bas) ou 3 (potentiel haut) de la production d'énergie renouvelable dans les 8 prochaines années.

Dans cette perspective, l'entière mobilisation du potentiel global de réduction des émissions bretonnes de GES permettrait un potentiel de réduction de **53%** d'ici 2050 d'énergie finale.



2.3.3. Le Schéma Régional de Raccordement au Réseau des Energies Renouvelables : S3REnR



Les Schémas Régionaux de Raccordement au Réseau des Énergies Renouvelables (S3REnR) sont issus de la loi Grenelle II (article 71).

Ces schémas permettent de réserver de la capacité d'accueil pendant une période de dix ans au bénéfice des énergies renouvelables. En contre-partie, les installations de production d'énergies renouvelables concernées devront financer la création de capacité d'accueil prévue dans le cadre du S3REnR. Cette contribution financière prend la forme d'une quota-part, proportionnelle à la puissance installée.

Source : www.photovoltaique.info – consulté le 08/08/2018 – en ligne

Le S3REnR a été établi pour répondre à l'un des scénarios du SRCAE dans le but d'atteindre les objectifs de production d'énergie renouvelable fixés.

Le schéma permet une couverture large des territoires, l'accueil d'éolien en puissance dans les zones à fort développement et préserve les équilibres nécessaires pour l'accueil des autres EnR de moindre puissance, notamment le photovoltaïque et la méthanisation.

Le S3REnR de la région Bretagne prévoit 10,02 €/kW de puissance installée indexée le 1^{er} février 2016.

A titre de comparaison, voici des exemples de quote-parts pour différentes régions :

S3REnR	Quote-part en €/kW
Alsace	0
Auvergne	47,82
Bretagne	10,02
Picardie	57,89
Poitou-Charentes	41,98
Rhône-Alpes	9,51
Île de France	1,49
Midi-Pyrénées	69,06

Tableau 3 Quote-part réservé au S3EnR selon les régions



3. Air

3.1. Les fondamentaux sur la qualité de l'air

3.2. Chiffres clés du territoire



3. Air

3.1. Les fondamentaux sur la qualité de l'air

3.1.1. Pollution et polluants

L'air dans lequel nous évoluons est compris dans une fine couche de l'atmosphère. Il est composé de substances très diverses, dont les composés majoritaires sont l'azote (N_2) à 78% et l'oxygène (O_2) à 21%. Le 1% restant rassemble des gaz rares (argon, hélium, néon, krypton, radon), de la vapeur d'eau, du dioxyde de carbone (CO_2), de l'hydrogène, des particules solides et liquides en suspension (eau liquide ou solide, poussières fines, cristaux salins, pollens), du méthane (CH_4) et d'autres polluants atmosphériques.

L'atmosphère terrestre désigne l'enveloppe gazeuse entourant la Terre solide. Elle protège la vie sur Terre en absorbant le rayonnement solaire ultraviolet, en réchauffant la surface par la rétention de chaleur (effet de serre) et en réduisant les écarts de température entre le jour et la nuit (cf chapitre Propos introductifs).

Les polluants dans l'air que nous respirons peuvent mettre en danger la santé humaine et dégrader les écosystèmes, influencer le climat et provoquer des nuisances diverses (perturbation des productions agricoles, dégradation du bâti, odeurs gênantes...).

Origine des polluants

Points de vigilance

Deux notions sont à bien différencier : émissions et concentrations.

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

La **concentration** est la quantité de polluants par volume d'air, exprimée par exemple en $\mu g/m^3$. Les mesures de concentration caractérisent la qualité de l'air que l'on respire.

La **qualité de l'air** résulte d'un équilibre complexe entre la quantité de polluants rejetée dans l'air (émissions) et les différents phénomènes auxquels ces polluants vont être soumis une fois dans l'atmosphère sous l'action de la météorologie : transport, dispersion sous l'action du vent et de la pluie, dépôt ou réactions chimiques des polluants entre eux ou sous l'action des rayons du soleil. C'est pour cela que certains polluants sont dits secondaires, comme par exemple l'ozone (O_3) : ils ne sont pas directement émis dans l'atmosphère mais sont formés à partir de polluants primaires (directement issus des sources d'émission).



Les polluants dans l'air extérieur ont deux origines : origine naturelle et induites par l'homme.

Sources de pollution induite par l'activité humaine :

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

Sources naturelles de pollution :

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

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux polluants de l'air extérieur et leurs origines.

Polluants extérieurs	Origine liée aux activités humaines	Origine naturelle
Particules Fines (PM _{2,5} et PM ₁₀)	Surtout en zone urbaine : émissions du trafic routier (en particulier moteurs Diesel anciens), des industries, de la combustion de biomasse (chauffage individuel au bois, brûlage à l'air libre de déchets verts) ou de la combustion du fioul Plus localement : poussières des carrières, des cimenteries, émissions de l'agriculture...	Poussières provenant de l'érosion et des éruptions volcaniques
Oxydes d'Azote (NO _x = NO + NO ₂)	Trafic routier, installations de combustion, quelques procédés industriels comme la production d'acide nitrique et la fabrication d'engrais azotés → le NO majoritairement émis se transforme en présence d'oxygène en NO ₂ . → participe à la formation de l'ozone et de particules secondaires	
Ozone (O₃)	Polluant secondaire qui se forme à partir des oxydes d'azote et des composés organiques volatils sous l'effet du rayonnement solaire	
Ammoniac (NH ₃)	Agriculture essentiellement (rejets organiques de l'élevage et utilisation d'engrais azotés) et combustion → participe à la formation de particules secondaires	



Dioxyde de Soufre (SO₂)	Combustion (charbon, fioul, etc) → <i>participe à la formation de polluants secondaires</i>	Éruptions volcaniques → <i>participent à la formation de polluants secondaires</i>
Monoxyde de carbone (CO)	Trafic routier, chauffage : → <i>participe à la formation de l'ozone</i>	
Composés Organiques Volatils (COV)	Évaporation de solvants (peintures, colles, encres), combustion, évaporation de carburants, traitements agricoles (pesticides, engrais) → <i>participent à la formation de l'ozone et de particules secondaires</i> → <i>La notation COVNM permet de distinguer le méthane (CH₄) qui est un GES des autres COV.</i>	Forêts et cultures → <i>participent à la formation de l'ozone et de particules secondaires</i>
Polluants Organiques Persistants	Combustions incomplètes (incinération des ordures, métallurgie, chauffage au bois, brûlage à l'air libre de déchets verts, moteurs Diesel, etc) → <i>souvent liés aux particules</i>	Incendies de forêts → <i>souvent liés aux particules</i>
Métaux Lourds	Combustion du charbon, du pétrole, des ordures ménagères, trafic routier → <i>généralement liés aux particules</i>	

Tableau 4 : origine des principaux polluants atmosphériques

Certains facteurs favorisent, amplifient, déplacent ou transforment la pollution, mais peuvent aussi contribuer à la diluer.

Des facteurs créés par l'homme

La densité du trafic automobile favorise la concentration de certains polluants, notamment les particules mais aussi les oxydes d'azote et par conséquent la formation d'ozone par temps chaud et ensoleillé.

Les constructions peuvent gêner la dispersion des polluants, dans les zones où le bâti est dense.

Enfin, la densité des industries sur une petite aire géographique génère des pollutions qui peuvent être importantes.

Des facteurs météorologiques et topographiques

Une grande stabilité des couches d'air, en cas d'inversion de températures basses (couches de l'atmosphère plus froides que les couches supérieures) ou de conditions anticycloniques, favorise la stagnation des polluants dans les basses couches de la troposphère.

Les vents dispersent la pollution ou la déplacent d'un endroit à l'autre, localement (brises de mer et de terre sur les côtes, brises de vallée et de montagne, brises de campagne entre îlots de chaleur urbains et zones avoisinantes) ou beaucoup plus loin.

L'humidité, la chaleur et le rayonnement solaire peuvent favoriser la transformation chimique des polluants.

On distingue trois échelles de pollution :

- **Locale** : elle affecte la qualité de l'air ambiant au voisinage des sources d'émissions dans un rayon de quelques kilomètres ;
- **Régionale** : il s'agit, sur des distances de quelques kilomètres à un millier de kilomètres, de pollutions de type pluies acides, réactions photochimiques et dégradation de la qualité des eaux ;
- **Globale** : il s'agit principalement, au niveau planétaire, de l'appauvrissement de la couche d'ozone, du réchauffement climatique provoqué par l'émission de gaz à effet de serre, principalement le dioxyde de carbone (CO₂), des pesticides.



Nature des polluants

Les polluants de l'air sont des agents chimiques, physiques ou biologiques qui affectent à court ou à long terme la santé des êtres vivants (principalement par inhalation, mais aussi par contact) et des écosystèmes (en se déposant sur les sols et les végétaux ou dans l'eau).

Certains d'entre eux (CFC et HCFC, interdits depuis 1987) dégradent la couche d'ozone stratosphérique (« bon » ozone) qui protège l'homme du rayonnement solaire ultraviolet.

Le dioxyde d'azote, l'ozone troposphérique et les particules sont des polluants de l'air extérieur et jouent aussi un rôle dans l'effet de serre.

Les particules sont des polluants complexes, couramment classées par taille, en fonction

de leur diamètre en micromètre. On parle de PM₁₀ (particules de moins de 10 micromètres de diamètre) et de PM_{2,5} (particules de moins de 2,5 micromètres de diamètre).

Une distinction est faite entre les polluants primaires et les polluants secondaires :

- Les polluants **primaires** sont directement émis par des sources de pollution.
- Les polluants **secondaires** sont formés dans l'air à partir de polluants primaires, qui se combinent entre eux. Les particules peuvent être à la fois des polluants primaires (directement émises sous forme particulaire dans l'atmosphère) et secondaires (générées dans l'atmosphère à partir d'autres polluants dits précurseurs gazeux).

Pollution locale et facteur transfrontalier

Le sujet de la pollution transfrontalière est particulièrement difficile à étudier : outre les émissions à la source, il s'agit de tenir compte de la météorologie (et donc de la circulation des polluants), ainsi que de la transformation chimique des polluants dans l'atmosphère.

Le programme européen de surveillance mondiale de l'environnement Copernicus permet de retracer la part des émissions transfrontalières dans la pollution atmosphérique. Il a pour objectif de mutualiser, entre Etats membres, les observations in situ et par satellite relatives

à l'environnement et à la sécurité, afin de construire des « services d'intérêt général européen, à accès libre, plein et entier ».

Il en ressort que l'aspect transfrontalier est un phénomène important dans l'émergence de la pollution atmosphérique, mais avec de larges variations d'un jour à l'autre.

Voici un exemple à Paris sur la contribution locale et externe des émissions de PM₁₀ (test pilote mené par Copernicus du vendredi 11 novembre au dimanche 13 novembre) : il en ressort que moins de 50% de la pollution aux PM₁₀ est d'origine française.



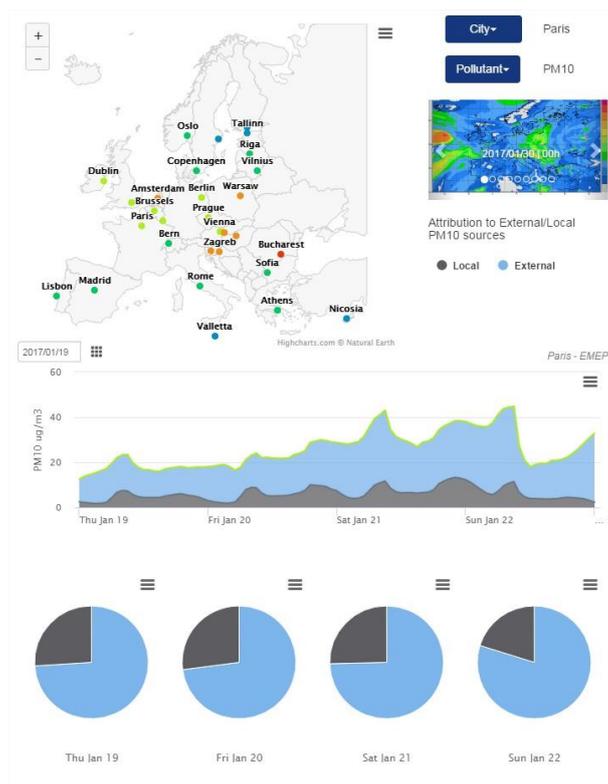


Figure 9: Exemple de rendu issu de Copernicus sur les contributions locales et externes des émissions de polluants atmosphériques

Que retenir

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

Selon le type d'épisode de pollution (hivernal, continental, inter-saison), la part des PM₁₀ dans l'atmosphère liée à des émissions locales est plus ou moins forte. Cette part est plus forte lors d'épisodes hivernaux (vents très faibles, inversions thermiques à proximité du sol qui piègent les polluants à proximité des sources), que lors d'épisodes de pollution à l'échelle continentale (vent modéré à fort, pollution diffuse et homogène).

Ceci arrive car les particules fines se comportent en fait comme des gaz. Cela

signifie donc que la pollution atmosphérique émise par une région contamine donc aussi fortement les autres régions et pays.

Ainsi, les actions locales auront plus d'impact en période hivernale lors d'épisodes de pollution qualifiés de « locaux ». Les actions portant sur des sources d'émission qui sont particulièrement fortes lors de ces périodes froides (comme le chauffage) seront alors également plus efficaces.



3.1.2. Les enjeux

Enjeux sanitaires

Selon le baromètre santé-environnement de 2014, 80% des bretons considèrent que la pollution de l'air extérieur constitue un risque pour leur santé et 1 breton sur 5 déclare avoir déjà ressenti les effets de la pollution de l'air extérieur sur sa santé ou celle de son entourage¹.

Une étude Santé publique France² estime que 48000 décès prématurés par an seraient attribuables à la pollution particulaire.

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

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

Les effets des polluants atmosphériques sont classés en 2 groupes :

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

L'exposition de fond (sur la durée) est à l'origine d'un impact plus important sur la santé que des épisodes de pollution ponctuels³.

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

Le tableau suivant présente les impacts sanitaires des principaux polluants atmosphériques.

¹ ORS Bretagne, Baromètre Santé Environnement Bretagne 2014

² Pascal M, de Crouy Chanel P, Corso M, Medina S, Wagner V, Gorla S, et al., Impacts de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains en santé de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique, Santé Publique France, 2016

³ Corso M., Medina S., Tillier C., Quelle est la part des pics de pollution dans les effets à court terme de la pollution de l'air sur la santé dans les villes de France ? Santé Publique France, 2016



Polluant atmosphérique	Impact sanitaire
NOx	NO présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés. NO ₂ est un gaz irritant qui pénètre dans les voies respiratoires profondes, où il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants.
SO ₂	Gaz irritant, il affecte le système respiratoire, le fonctionnement des poumons et il provoque des irritations oculaires. L'inflammation du système respiratoire entraîne de la toux, une production de mucus ou une exacerbation de l'asthme.
COVNM	Certains COVNM peuvent être à l'origine de maladies chroniques telles que des cancers, des maladies du système nerveux central, des lésions du foie et des reins, des dysfonctionnements de l'appareil reproducteur, des malformations. Le benzène (C ₆ H ₆) est connu pour ces effets mutagènes et cancérogènes.
NH ₃	Gaz incolore et odorant, très irritant pour le système respiratoire, la peau, et les yeux. Son contact direct peut provoquer des brûlures graves. A forte concentration, ce gaz peut entraîner des œdèmes pulmonaires.
Particules fines	Les impacts des particules sur la santé sont variés du fait de la grande variation de taille et de composition chimique. Plus elles sont fines et plus elles pénètrent profond dans l'arbre pulmonaire, elles atteignent les alvéoles pulmonaires et pénètrent dans le sang. Atteinte fonctionnelle respiratoire, le déclenchement de crises d'asthme, de bronchites chroniques et la hausse du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (bronchitiques chroniques, asthmatiques...). Elles peuvent même transporter des composés cancérogènes sur leur surface jusqu'aux poumons.

Tableau 5 : impact sanitaire des principaux polluants atmosphériques

Enjeux environnementaux

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

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

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

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

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



Le tableau suivant présente les impacts environnementaux des principaux polluants atmosphériques.

Polluant atmosphérique	Impact sanitaire
NOx	NO ₂ se transforme dans l'atmosphère en acide nitrique, qui retombe au sol et sur la végétation. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification des milieux naturels. Sous l'effet du soleil, les NOx favorisent la formation d'ozone troposphérique et contribuent indirectement à l'accroissement de l'effet de serre.
SO ₂	Il se transforme principalement en acide sulfurique, qui se dépose au sol et sur la végétation. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification et à l'appauvrissement des milieux naturels, il participe aussi à la détérioration des matériaux utilisés dans la construction des bâtiments (pierre, métaux).
COVNM	Ils réagissent avec les NOx, sous l'effet du rayonnement solaire, pour former de l'ozone troposphérique. Cet ozone que nous respirons est nocif pour notre santé (difficultés respiratoires, irritations oculaires, etc.) et pour la végétation. Ils contribuent également à la formation de particules fines secondaires.
NH ₃	Risque de pollution des eaux et d'atteintes aux organismes aquatiques, en particulier dans les eaux stagnantes (acidification et eutrophisation des milieux naturels). En milieu côtier, NH ₃ peut faciliter la prolifération d'algues. Sa re-déposition assez rapide contribue à la problématique régionale des nitrates.
Particules fines	Elles réduisent la visibilité et influencent le climat en absorbant et en diffusant la lumière. Contribution à la dégradation physique et chimique des matériaux. Perturbation du milieu naturel en réduisant la photosynthèse et limitant les échanges gazeux chez les plantes.

Tableau 6 : impact environnemental des principaux polluants atmosphériques



Enjeux économiques

En 2015, la commission d'enquête du Sénat⁴ a évalué jusqu'à environ 100 milliards d'euro par an le coût total de la pollution de l'air dont 20 à 30 milliards sont liés aux dommages sanitaires causés par les particules.

Les effets non sanitaires (dégradation des bâtiments, baisse des rendements agricoles, perte de biodiversité, coût de la

réglementation, de la taxation ou encore des politiques de prévention) représenteraient un coût d'au moins 4,3 milliards d'euros.

La France fait l'objet de contentieux avec l'Europe pour des dépassements en NOx et concernant le non-respect des normes de qualité des particules en suspension (PM₁₀).

3.1.3. Cadre réglementaire

En matière de qualité de l'air, trois niveaux de réglementations imbriqués peuvent être distingués : européen, national et local. Les directives européennes sont transposées dans la réglementation française.

Au niveau mondial, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) publie également des recommandations et préconise des concentrations limites afin de réduire les risques sanitaires.

Des seuils réglementaires nationaux sont fixés pour certains polluants tels que des objectifs de qualité, des seuils d'alerte et valeurs limites.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement⁵. La réglementation exige la mise en œuvre d'une politique qui reconnaît le droit à chacun de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé.

Pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition de la population aux polluants atmosphériques, des objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques sont fixés par décret⁶, conformément à la directive (EU) 2016/2284 du parlement européen.

⁴ Commission d'enquête sur le coût économique et financier de la pollution de l'air, Pollution de l'air : Le coût de l'inaction, 2015

⁵ Code de l'environnement : dispositions législatives et réglementaires au titre II Air et atmosphère du livre II de ce code - articles L220-1 à L228-3 et R221-1 à R228-1

⁶ Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, chargée des relations internationales sur le climat, Décret n°2017-949 du 10 Mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques en application de l'article L.222-9 du code de l'environnement



	Années 2020 à 2024	Années 2025 à 2029	A partir de 2030
SO ₂	-55%	-66%	-77%
NO _x	-50%	-60%	-69%
COVNM	-43%	-47%	-52%
NH ₃	-4%	-8%	-13%
PM _{2,5}	-27%	-42%	-57%

Tableau 7 : objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques (source : décret n°2017-949 du 10 mai 2017)

Les objectifs de réduction présentés dans le tableau ci-dessus sont définis par rapport aux émissions de l'année de référence 2005.

Le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (Prepa), établi par l'arrêté du 10 mai 2017, fixe la stratégie

de l'Etat pour la période 2017 - 2021. Il combine les différents outils de politique publique : réglementations sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.

3.1.4. Cadre du PCAET

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

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

Que retenir

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

Les secteurs d'activités à cibler sont :

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



Règle de comptabilisation

D'après le décret n° 2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial, en son article R. 229-52, pour la réalisation du diagnostic et l'élaboration des objectifs du plan climat-air-énergie territorial, les émissions de GES et de polluants atmosphériques sont comptabilisées selon une méthode prenant en compte les **émissions directes produites sur l'ensemble du territoire**, par tous les secteurs d'activités, en distinguant les contributions respectives de ces différents secteurs.

3.2. Chiffres clés du territoire

Les chiffres présentés ci-après sont les émissions de polluants atmosphériques qui ont été estimées pour l'année 2014 par le réseau de qualité de l'air de Bretagne : Air Breizh⁷.

Les émissions de polluants atmosphériques ne sont pas mesurées mais calculées. Elles sont issues de la dernière version de l'inventaire spatialisé des émissions d'Air Breizh, (v2.2). Cet inventaire recense, à un instant donné, la quantité de polluants émis dans l'atmosphère.

Il est construit sur la base d'une méthodologie de référence formalisée par le Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux (PCIT), prévu par l'arrêté relatif au Système National d'Inventaires d'Émissions et de Bilans dans l'Atmosphère (SNIEBA). Cette méthodologie, utilisée par l'ensemble des régions françaises, s'appuie sur une méthodologie européenne développée par l'Agence Européenne de l'Environnement (EEA) et permet des comparatifs nationaux et locaux. Elle précise les bases de données et les

facteurs d'émissions utilisés, les sources d'informations nécessaires et disponibles pour la description des activités, ainsi que les modalités de calcul des émissions.

Cette méthodologie est compatible avec celle utilisée par le CITEPA qui est en charge de réaliser les inventaires d'émission nationaux pour le compte du Ministère de l'Écologie.

Les contours pris en compte pour l'EPCI sont ceux au 1^{er} Janvier 2017. Le nombre d'habitants pour les calculs est celui relatif à l'année 2014.

Des comparaisons des émissions de ce territoire avec le niveau régional et national sont également réalisées. Les données régionales sont relatives à l'année 2014 et proviennent d'Air Breizh⁸ et les données nationales (France métropolitaine) relatives à l'année 2014 proviennent du CITEPA⁹. La méthodologie de calcul entre ces différents organismes est commune et repose sur la méthodologie définie dans le PCIT. Les valeurs peuvent donc être comparées.

⁷ données AIRBREIZH - Atlas intercommunal air 2014 - Territoire de Questembert communauté

⁸ données AIRBREIZH – Plan Climat Air Energie Territorial – Utilisation des données Air Breizh – Version 2 -

⁹ CITEPA – inventaire SECTEN, édition avril 2018



Les résultats du diagnostic réglementaire sur le territoire de Questembert Communauté pour l'année 2014 pour les six polluants atmosphériques sont présentés dans le tableau suivant.

Diagnostic Questembert Communauté - Année 2014						
	PM10	NOx	COVNM	PM2,5	SO2	NH3
	t	t	t	t	t	t
Résidentiel	41	21	122	40	6	0
Tertiaire	0	6	8	0	1	0
Transport routier	17	148	14	12	0,3	0
Autres transports	4	3	0	1	0	0
Agriculture	113	115	10	28	0,1	1 041
Déchets	0	3	0	0	1	0
Industrie hors branche énergie	11	6	43	10	0,1	0
Industrie branche énergie	0	0	0	0	0	0
TOTAL	186	302	197	91	9	1 041

Tableau 8 : bilan des émissions de polluants atmosphériques sur le territoire de Questembert Communauté en 2014 – source : AirBreizh

Il ressort de ce tableau qu'aucune émission de polluants atmosphériques n'est associée au poste de l'industrie de la branche de l'énergie (production d'électricité

thermique, raffinage de pétrole, extraction) et que les postes des transports hors routier, tertiaire et déchets ne représentent qu'une faible part dans les émissions du territoire.

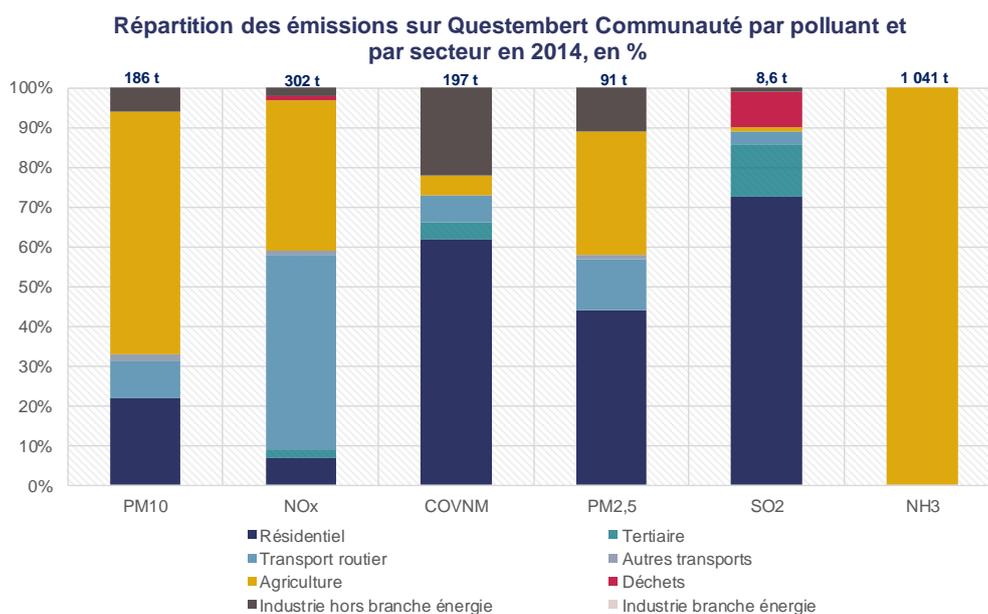


Figure 10 : Répartition des émissions sur Questembert Communauté par polluant atmosphérique en 2014 et par secteur - source : AirBreizh



Zoom sur le secteur résidentiel

Le graphique suivant présente la répartition des émissions liées à la combustion au sein du secteur résidentiel en fonction du combustible utilisé.

Au sein du secteur résidentiel, les émissions de SO₂ sont émises en majorité par les produits pétroliers (exemple : fioul). Les émissions de NOx proviennent pour environ la moitié du bois et le reste des émissions, des produits pétroliers et du gaz naturel. Les COVNM, les PM₁₀ et les PM_{2,5} sont émis presque exclusivement par le bois.

Répartition en % des émissions du secteur résidentiel en fonction du combustible

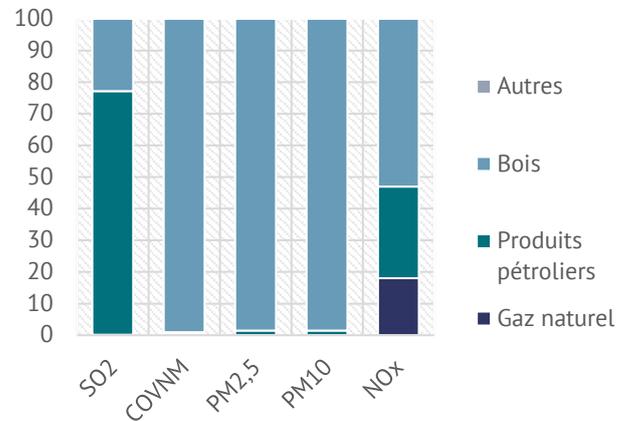


Figure 11 : Répartition des émissions sur Questembert Communauté du secteur résidentiel en fonction du combustible – source AirBreizh (Diagnostic qualité air QC.xlsx)

Afin d'identifier les sources principales d'émission, une analyse par polluant est nécessaire car la répartition sectorielle est très dépendante du polluant.

3.2.1. SO₂

Bilan des émissions de SO₂ sur le territoire de Questembert Communauté

La répartition des émissions de SO₂ sur le territoire de Questembert Communauté est présentée sur la figure suivante.

Il en ressort que les principales sources émettrices en termes de SO₂ sur le territoire de Questembert Communauté sont, d'une

part, le secteur résidentiel avec environ 77% des émissions du territoire du fait de la combustion et, d'autre part, le secteur tertiaire du fait également de la combustion.



Répartition des émissions SO₂ - Questembert communauté - 2014 (%)

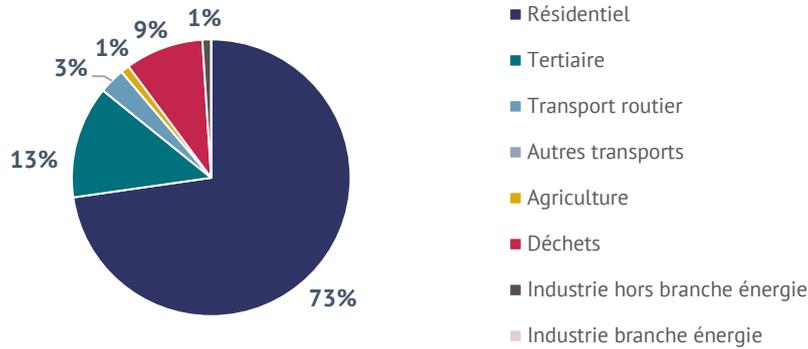


Figure 12 : Répartition par secteur des émissions de SO₂ sur Questembert Communauté en 2014 (Diagnostic qualité air QC.xls) – source Air Breizh

Comparaison avec les données régionales et nationales

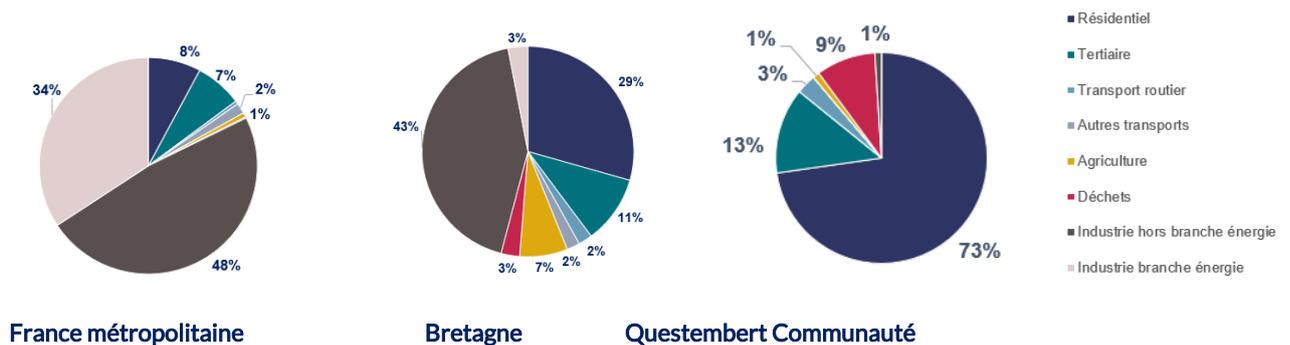


Figure 13 : Comparaison de la répartition par secteur des émissions de SO₂ entre Questembert Communauté, la Bretagne et la France métropolitaine en 2014 (E6 - Diagnostic qualité air QC.xls)

Tout d'abord, le niveau des émissions de SO₂ sur le territoire est très faible. Il ne représente que 0,005% des émissions nationales (France métropolitaine) alors que ce territoire représente 0,04% de la population nationale.

La répartition entre Questembert Communauté et la Bretagne, d'une part, et la

France métropolitaine, d'autre part, est très différente. Les émissions sont normalement principalement induites par le secteur industriel alors que pour Questembert Communauté, le tissu industriel étant peu développé, le secteur résidentiel est le principal secteur émetteur.

Points clés – SO₂

Le polluant SO₂ n'est donc pas à enjeu sur le territoire puisqu'il est principalement émis par le secteur de l'industrie et que le tissu industriel est faible sur le territoire comme au niveau régional.



3.2.2. NOx

Bilan des émissions de NOx sur le territoire de Questembert Communauté

La répartition des émissions de NOx sur le territoire de Questembert Communauté est présentée sur la figure suivante.

Le transport routier est le premier secteur émetteur de NOx sur le territoire avec 49%

des émissions du territoire. En seconde position se trouve le secteur de l'agriculture (38%) dont les émissions proviennent de la combustion des produits pétroliers (tracteurs, serres, etc).

Répartition des émissions NOx - Questembert communauté - 2014 (%)

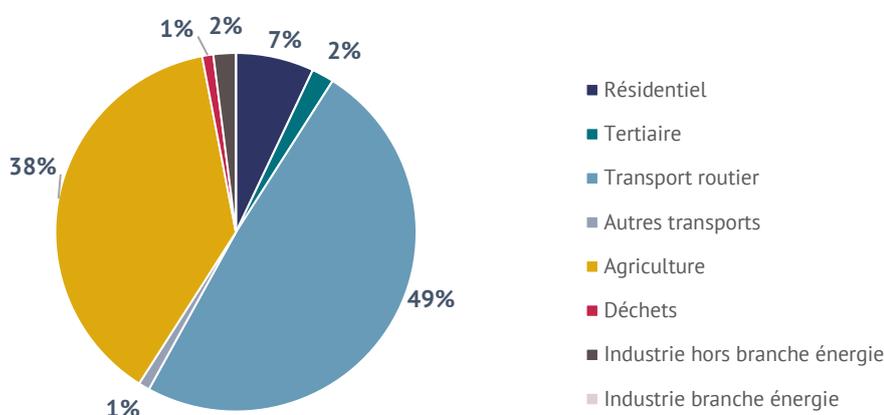


Figure 14 : Répartition par secteur des émissions de NOx sur Questembert Communauté en 2014 (Diagnostic qualité air QC.xls) - source Air Breizh

Comparaison avec les données régionales et nationales

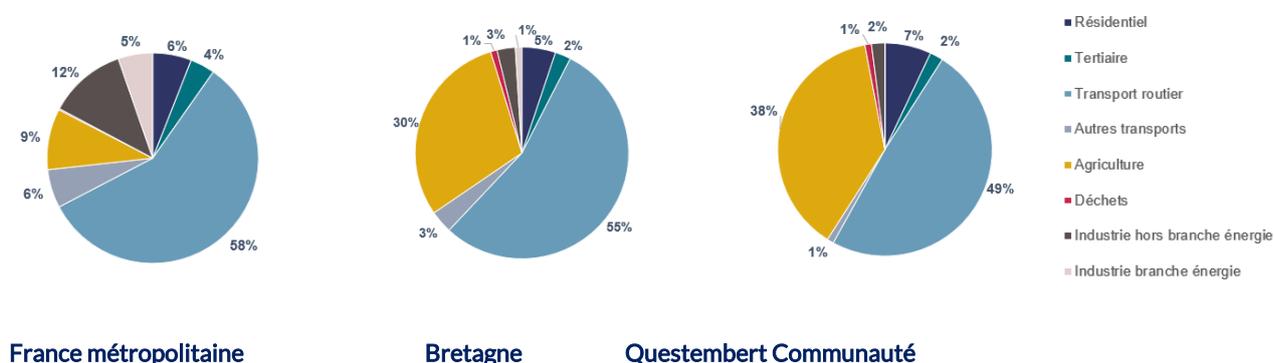


Figure 15 : Comparaison de la répartition par secteur des émissions de NOx entre Questembert Communauté, la Bretagne et la France métropolitaine en 2014 (E6 - Diagnostic qualité air QC.xls)



Le profil des émissions de NOx sur le territoire de Questembert Communauté est très proche de celui observé en Bretagne mais diffère sensiblement de celui de la France métropolitaine au-delà de la seconde source d'émission. En effet, sur le territoire de Questembert Communauté, la part du poste Agriculture est plus élevée qu'au niveau national. Cela confirme le caractère agricole du territoire de Questembert Communauté.

Le niveau des émissions de NOx sur le territoire représente 0,6% des émissions de la Bretagne et 0,03% des émissions nationales (France métropolitaine) (à titre de comparaison, le nombre d'habitants sur le territoire représente 0,7% de la population régionale et 0,04% de la population nationale - France métropolitaine). Les émissions de NOx sont donc assez corrélées avec le nombre d'habitants.

Points clés – NOx

Le polluant NOx est émis très majoritairement sur le territoire par le transport routier puis par le secteur de l'agriculture, contrairement au niveau national, où la part de ce secteur est moins importante. Cela montre que Questembert Communauté est un territoire agricole.

3.2.3. COVNM

Bilan des émissions de COVNM sur le territoire de Questembert Communauté

La répartition des émissions de COVNM sur le territoire de Questembert Communauté est présentée sur la figure suivante.

Le secteur résidentiel est le premier secteur émetteur de COVNM sur le territoire avec 62% des émissions du territoire. Les émissions proviennent, d'une part, des émissions induites par l'utilisation de biomasse dans les équipements

domestiques (chaudières, inserts, etc) et, d'autre part, des émissions issues de l'utilisation des produits solvantés (colle, peinture, solvant, etc). Le second poste correspond à l'industrie manufacturière avec 22% des émissions du territoire : ces émissions proviennent, soit de certains types d'industrie comme par exemple les imprimeries, soit de l'utilisation de produits solvantés.



Répartition des émissions COVNM - Questembert communauté - 2014 (%)

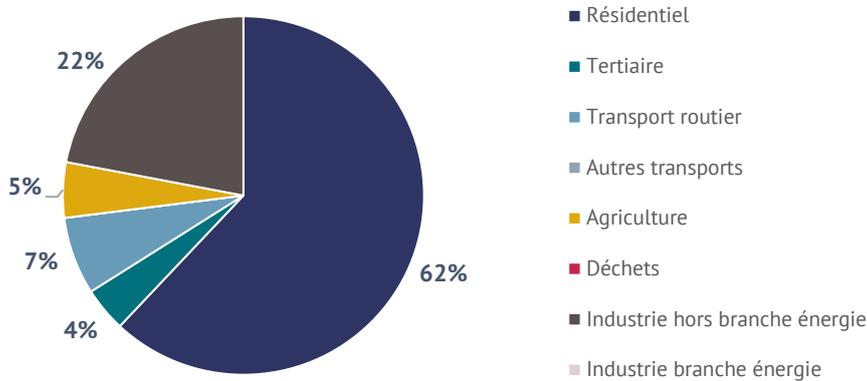


Figure 16 : Répartition par secteur des émissions de COVNM sur Questembert Communauté en 2014 (Diagnostic qualité air QC.xls) – source Air Breizh

Comparaison avec les données régionales et nationales

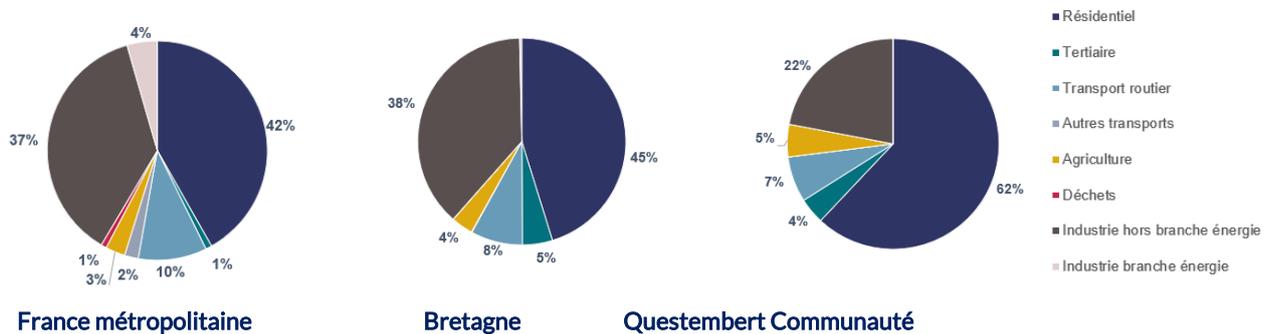


Figure 17 : Comparaison de la répartition par secteur des émissions de COVNM entre Questembert Communauté, la Bretagne et la France métropolitaine en 2014 (E6 - Diagnostic qualité air QC.xls)

Tout d'abord, le niveau des émissions de COVNM sur le territoire représente 0,6% des émissions de la Bretagne (à titre de comparaison, la part de la population du territoire par rapport à la Bretagne est de 0,7%) et 0,03% des émissions de la France métropolitaine (à titre de comparaison, la part de la population du territoire par rapport à la France métropolitaine est de 0,04%). Il existe donc une bonne corrélation entre les émissions de COVNM générées

sur le territoire et le nombre d'habitants sur le territoire.

La répartition entre Questembert Communauté et la Bretagne, d'une part, et la France métropolitaine, d'autre part, est très différente, en particulier, le poste résidentiel est très présent sur le territoire du fait d'une industrie peu présente.



Points clés – COVNM

Le polluant COVNM est principalement émis sur le territoire par le secteur résidentiel du fait, d'une part, de la combustion et plus particulièrement de la combustion de la biomasse dans les équipements domestiques (foyers ouverts et fermés, chaudières, etc) et, d'autre part, de l'utilisation de produits solvantés (colles, solvants, peintures). Les émissions générées par le secteur industriel sont relativement faibles en comparaison au niveau régional et national du fait d'un tissu industriel peu développé sur le territoire.

3.2.4. NH₃

Bilan des émissions de NH₃ sur le territoire de Questembert Communauté

Toutes les émissions de NH₃ sur le territoire de Questembert Communauté sont générées par le secteur de l'agriculture.

Ces émissions proviennent, d'une part, de l'élevage du fait de l'azote contenu dans les

effluents d'élevage et, d'autre part, des cultures du fait de l'utilisation de fertilisants azotés (transformation des engrais azotés présents dans les sols par les bactéries).

Répartition des émissions NH₃ - Questembert communauté - 2014 (%)

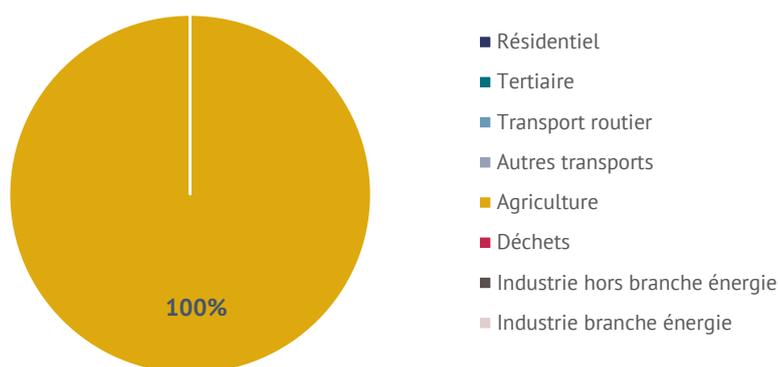


Figure 18 : Répartition par secteur des émissions de NH₃ sur Questembert Communauté en 2014 (Diagnostic qualité air QC.xls) – source Air Breizh

Comparaison avec les données régionales et nationales



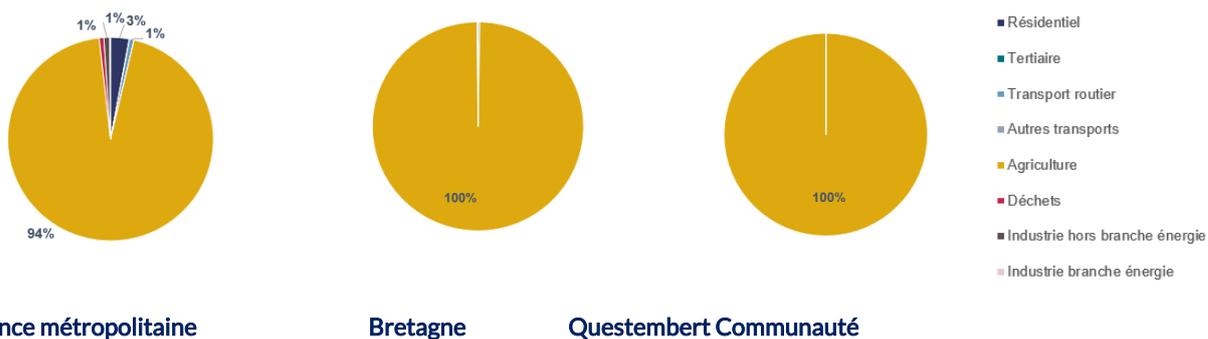


Figure 19 : Comparaison de la répartition par secteur des émissions de NH₃ entre Questembert Communauté, la Bretagne et la France métropolitaine en 2014 (E6 - Diagnostic qualité air QC.xls)

Au niveau national, les émissions de NH₃ induites par l'utilisation de la biomasse comme combustible ont été ajoutées très récemment à l'inventaire. La méthodologie utilisée par Air Breizh basée sur la méthode décrite dans le PCIT n'intègre pas encore ces sources d'émissions. Ceci explique le fait que des émissions complémentaires sont comptabilisées au niveau national et non encore quantifiées aux niveaux régional et local. Toutefois, le niveau obtenu pour la France métropolitaine est faible au regard des émissions du secteur agricole.

De plus, le niveau des émissions de NH₃ sur le territoire représente 1,2% des émissions de la Bretagne (à titre de comparaison, la part de la superficie du territoire par rapport à la Bretagne est de 1,2%) et 0,2% des émissions de la France métropolitaine (à titre de comparaison, la part de la superficie du territoire par rapport à la France métropolitaine est de 0,06%). Cela traduit un territoire à forte tendance agricole.

Points clés – NH₃

Le polluant NH₃ est exclusivement émis sur le territoire par le secteur agricole du fait, d'une part, de l'élevage en particulier l'azote contenu dans les effluents d'élevage et, d'autre part, des cultures avec l'utilisation de fertilisants azotés.

Le territoire est un territoire à caractère agricole.



3.2.5. PM₁₀

Bilan des émissions de PM₁₀ sur le territoire de Questembert Communauté

Les émissions de PM₁₀ sur le territoire représentent 186 tonnes. Ces émissions se répartissent par secteur comme présenté sur la figure suivante.

Le premier secteur émetteur est le secteur de l'agriculture : les émissions proviennent,

d'une part, des travaux agricoles (labours), d'autre part, des animaux (plumes par exemple) et enfin, de la combustion des engins. Le second secteur émetteur est le secteur résidentiel du fait de la combustion de combustible et plus particulièrement de la biomasse.

Répartition des émissions PM₁₀ - Questembert communauté - 2014 (%)

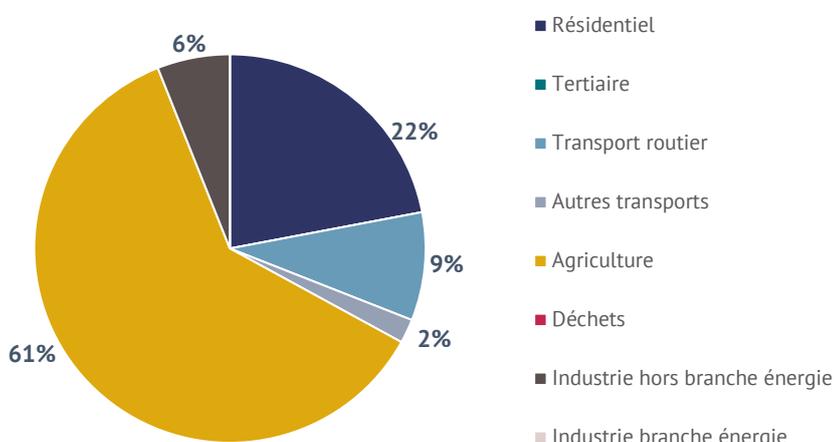


Figure 20 : Répartition par secteur des émissions de PM₁₀ sur Questembert Communauté en 2014 (Diagnostic qualité air QC.xls) – source Air Breizh

Comparaison avec les données régionales et nationales

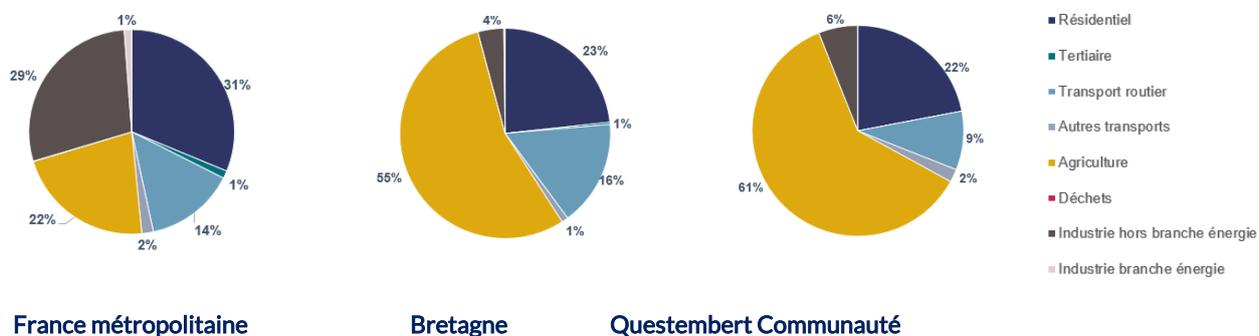


Figure 21 : Comparaison de la répartition par secteur des émissions de PM₁₀ entre Questembert Communauté, la Bretagne et la France métropolitaine en 2014 (E6 - Diagnostic qualité air QC.xls)



Le profil des émissions de PM₁₀ sur le territoire de Questembert Communauté est très proche de celui observé en Bretagne mais diffère sensiblement de celui de la France métropolitaine. En effet, sur le territoire de Questembert Communauté, la part du poste Agriculture est plus élevée qu'au niveau national et le poste industrie manufacturière est beaucoup moins marqué. Cela confirme le caractère agricole du territoire de Questembert Communauté et moins industriel.

Le niveau des émissions de PM₁₀ sur le territoire représente 1,1% des émissions de la Bretagne et 0,1% des émissions nationales (France métropolitaine) (à titre de comparaison, la superficie sur le territoire représente 1,2% de la superficie régionale et 0,06% de la superficie nationale - France métropolitaine). Cela confirme un territoire à caractère agricole.

Points clés – PM₁₀

Le polluant PM₁₀ est émis sur le territoire par le secteur agricole du fait, d'une part, des travaux agricoles (labours), d'autre part, de l'élevage (plumes par exemple) et enfin, de la combustion des engins

Ce polluant met en évidence un territoire tourné vers l'agriculture et moins industriel.

3.2.6. PM_{2,5}

Bilan des émissions de PM_{2,5} sur le territoire de Questembert Communauté

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

Le secteur résidentiel est la première source d'émission de PM_{2,5} avec 44% des émissions du territoire. La principale source

d'émissions est la combustion de la biomasse dans les équipements domestiques. La seconde source d'émission avec 31% est le secteur de l'agriculture du fait des travaux agricoles (labours), d'autre part, des animaux (plumes par exemple) et enfin, de la combustion des engins.



Répartition des émissions PM_{2,5} - Questembert communauté - 2014 (%)

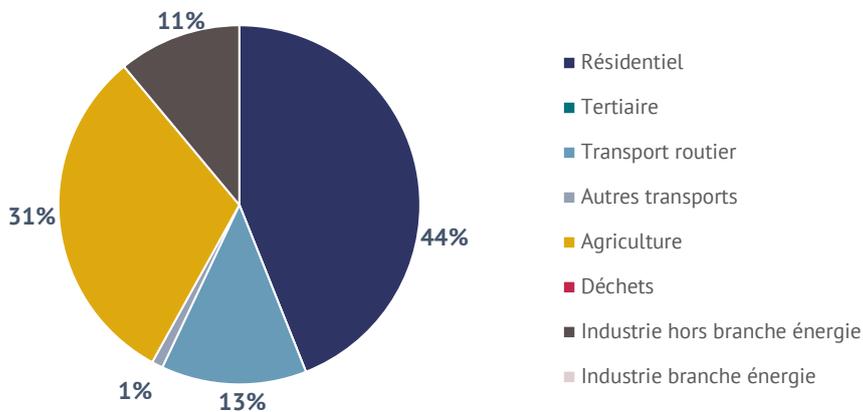


Figure 22 : Répartition par secteur des émissions de PM_{2,5} sur Questembert Communauté en 2014 (Diagnostic qualité air QC.xls) – source Air Breizh

Comparaison avec les données régionales et nationales

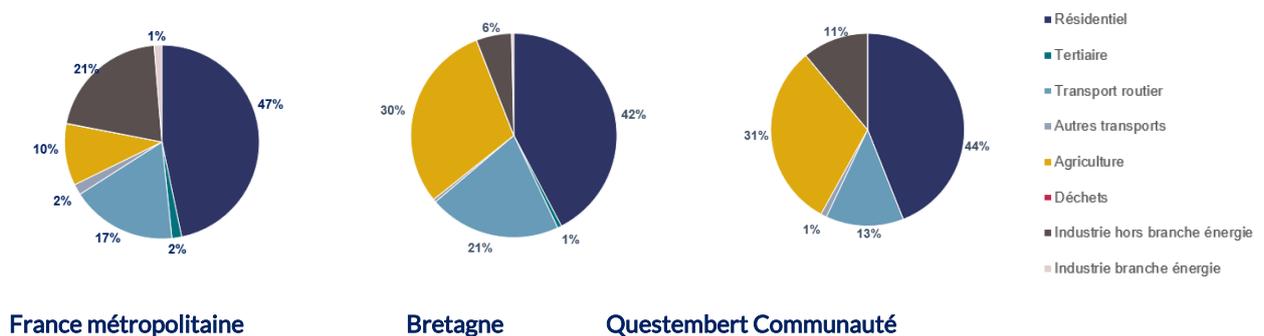


Figure 23 : Comparaison de la répartition par secteur des émissions de PM_{2,5} entre Questembert Communauté, la Bretagne et la France métropolitaine en 2014 (E6 - Diagnostic qualité air QC.xls)

Le profil des émissions de PM_{2,5} sur le territoire de Questembert Communauté est très proche de celui observé en Bretagne mais diffère sensiblement de celui de la France métropolitaine à partir de la seconde source d'émission. En effet, sur le territoire de Questembert Communauté, la part du poste Agriculture est plus élevée qu'au niveau national et le poste industrie manufacturière est beaucoup moins marqué. Cela confirme le caractère agricole du territoire de Questembert Communauté et son caractère moins industriel.

Le niveau des émissions de PM_{2,5} sur le territoire représente 1% des émissions de la Bretagne et 0,1% des émissions nationales (France métropolitaine) (à titre de comparaison, la superficie sur le territoire représente 1,2% de la superficie régionale et 0,06% de la superficie nationale - France métropolitaine). Cela confirme un territoire à caractère agricole et moins industriel.



Points clés – PM_{2,5}

Le polluant PM_{2,5} est émis principalement sur le territoire par le secteur résidentiel du fait principalement de la combustion de la biomasse et par le secteur agricole du fait, d'une part, des travaux agricoles (labours), d'autre part, de l'élevage (plumes par exemple) et enfin, de la combustion des engins

Ce polluant met en évidence un territoire tourné vers l'agriculture et moins industriel.



4. Energie

- 4.1. Etats des lieux des consommations du territoire
- 4.2. Etude de la production d'énergies renouvelables du territoire
- 4.3. Etude du potentiel d'énergies renouvelables du territoire
- 4.4. Les intermittences dues aux énergies renouvelables
- 4.5. Etude des réseaux de transport et de distribution du territoire



4. Energie



La carte d'identité énergétique territorial permet d'offrir une vision globale de la consommation d'énergie, de la production d'énergie renouvelable et sur l'état des réseaux de transport et de distribution du territoire. Cet état des lieux par secteur, par énergie, par type de production d'énergie renouvelable, etc, va permettre de mieux définir les enjeux du plan climat air énergie du territoire.

Cette carte d'identité énergétique comprend également une étude du potentiel d'énergie renouvelable du territoire.

Avertissement

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 par exemple).

Il s'agit d'une **étude prospective et non d'une modélisation fine** sur un avenir incertain. Toutefois, les valeurs globales et moyennes de production des EnR sont indicatives et peuvent être considérées comme étant des valeurs possibles en tenant compte des hypothèses et contraintes appliquées.

L'étude des réseaux de transport et de distribution constitue également une étude prospective et ne remplace pas une étude de contraintes qui peut être réalisée par les gestionnaires de réseau.



4.1. Etats des lieux des consommations du territoire

4.1.1. Contexte et méthodologie

4.1.1.1. Le décret PCAET

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

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

L'année de référence choisie est 2014.

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.



4.1.1.2. Les notions clés

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

1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kWh

1 GWh = 86 tep (tonne équivalent pétrole)

1 kWh = 3 600 000 J (Joules)

Les consommations sont exprimées en **énergie finale**, c'est-à-dire l'énergie qui est directement délivrée au consommateur, sans prendre en compte les pertes liées à

son extraction, sa transformation et son transport. Le calcul de ces pertes permet de déterminer l'**énergie primaire** consommée.

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

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

4.1.2. Les données utilisées

Afin de mener à bien l'étude, de nombreuses sources de données ont été exploitées :

- Des données de consommation réelles de territoire fournies par les gestionnaires de réseau ;
- Des études de consommation statistiques réalisées par d'autres organismes ;
- Des estimations statistiques basées sur des données réelles de territoire.

4.1.2.1. ENEDIS

Enedis met à disposition des communes les données de consommation d'électricité sur le réseau pour chaque année et secteur d'activité. Les données de production d'électricité raccordées au réseau sont

également disponibles pour chaque année et chaque source.

Voici les données de consommation d'électricité fournies de 2011 à 2015 pour le territoire :



Consommations électrique du territoire

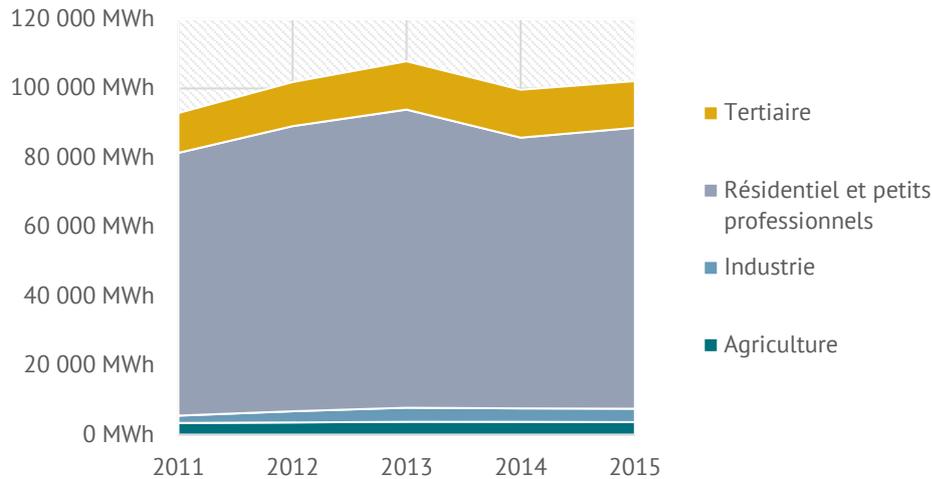


Figure 24 : Consommation totale d'électricité du territoire, Source : SDEM4

Les consommations totales d'électricité commune par commune ont pu également

être cartographiées, et la répartition par secteur a été identifiée :

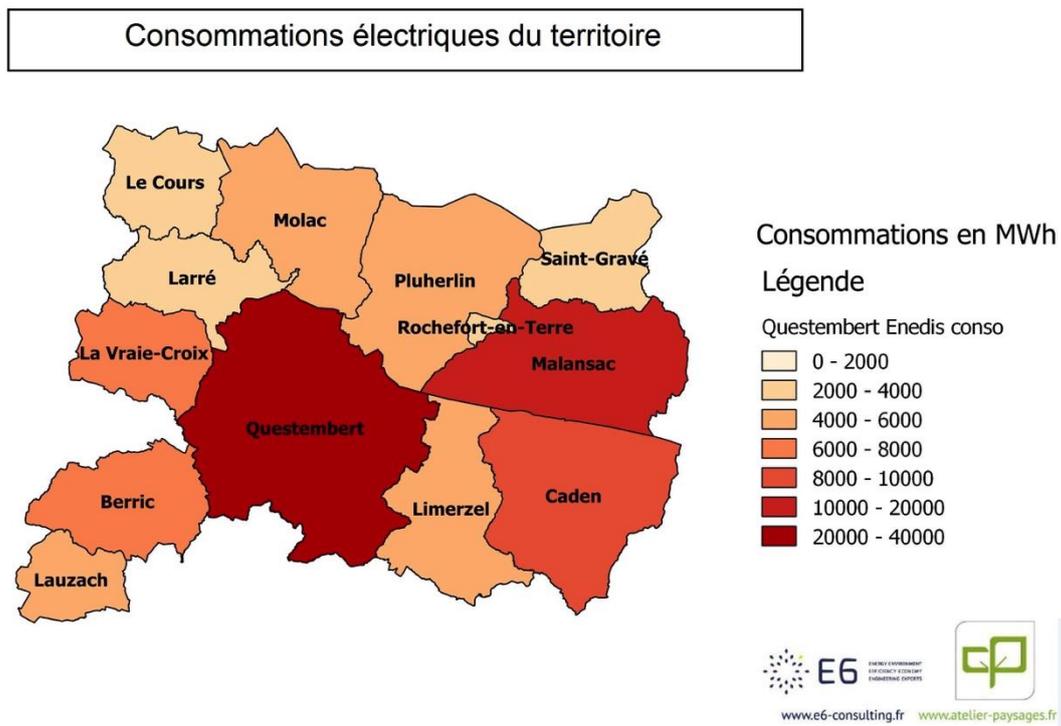


Figure 25 : Répartition des consommations d'électricité par commune, Source : ENEDIS 2014



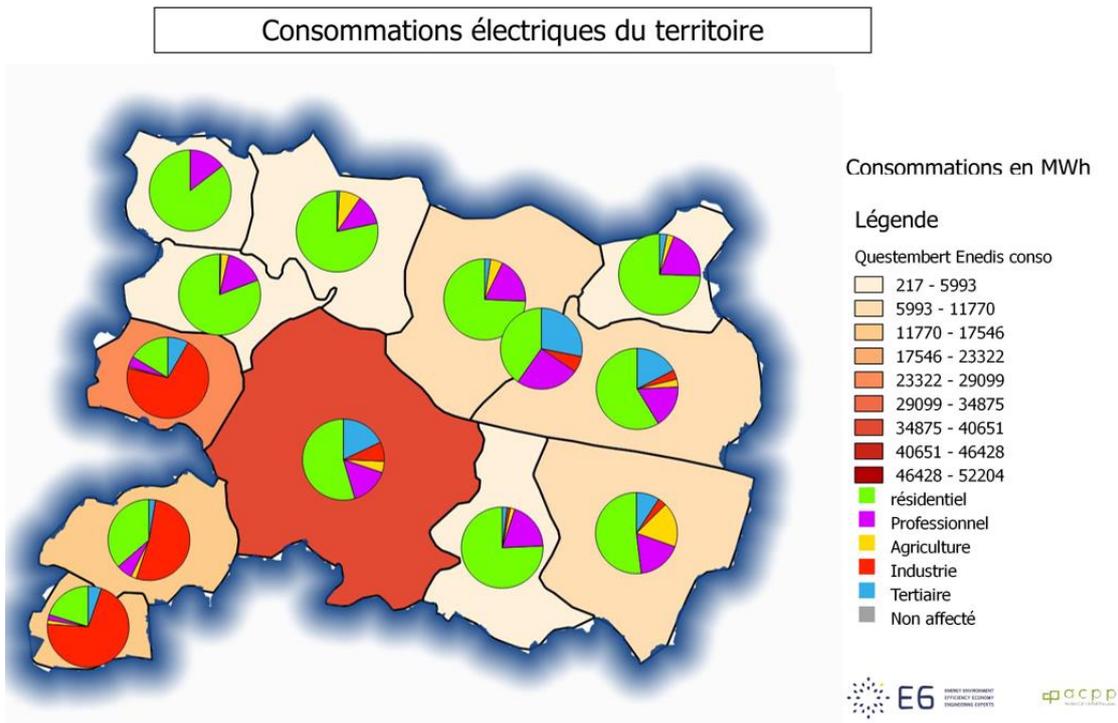


Figure 26 : Répartition des consommations d'électricité par commune et par secteur, Source : ENEDIS 2014

La carte permet de visualiser les caractéristiques de chacune des communes : des communes où le secteur résidentiel est prépondérant pour la majorité, plus ou moins peuplées

(Questembert en tête), excepté La Vraie-Croix, Berric et Lauzach (présence de la zone de la Haie) où le secteur industriel est majoritaire, ou celle de Caden, caractérisée par une forte activité agricole.

4.1.2.2. GRDF

De même que pour ENEDIS, GRDF met à disposition des communes connectées au réseau des informations sur la quantité d'énergie consommée et produite injectée au réseau.

Sur la totalité du territoire, les consommations de gaz sont réparties de la manière suivante :



Consommations de gaz de réseau du territoire

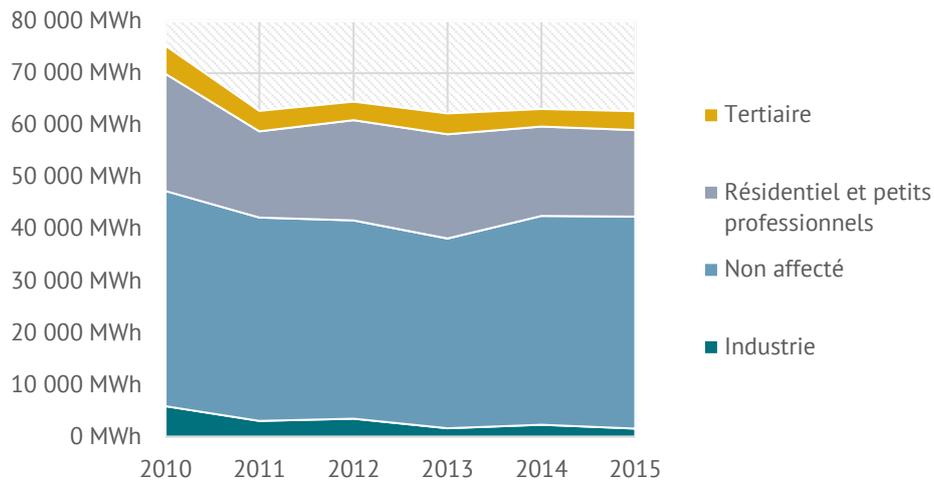


Figure 27 : Consommations de gaz naturel en réseau du territoire, Source : SDEM

Les valeurs du secteur industriel sont anormalement faibles par rapport aux moyennes nationales. L'hypothèse retenue est de considérer que la partie « Non affecté » représentait ce secteur.

Toutes les communes ne sont pas desservies en gaz :

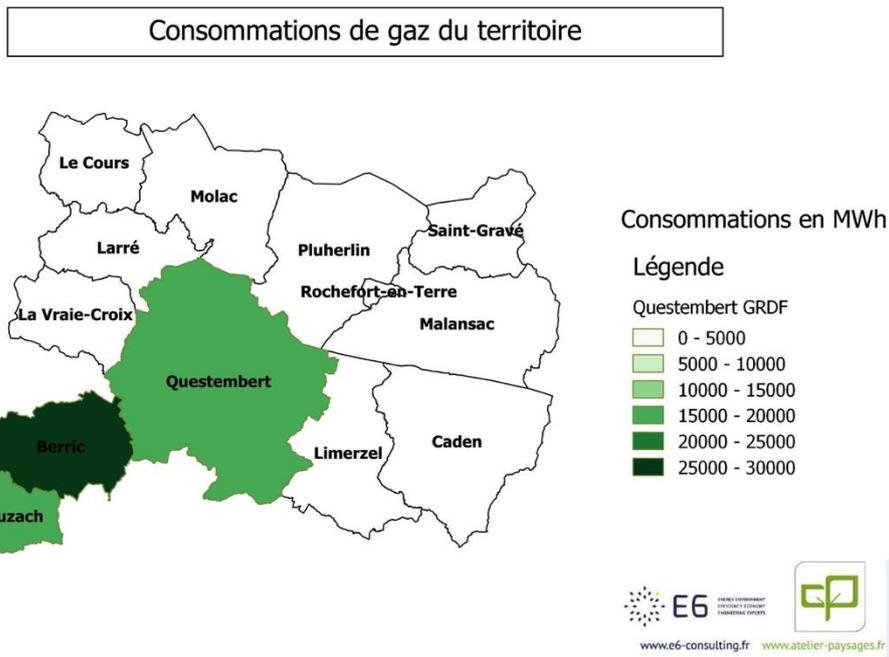


Figure 28 : Répartition des consommations de gaz par commune, Source : GRDF 2014

Les communes de Questembert (pôle résidentiel), Berric et Lauzach (pôles industriels) sont connectées au réseau.



4.1.2.3. Le CEREMA

Le CEREMA met à disposition des territoires une carte à la maille d'1 km² représentant les besoins en chaleur. Ces informations peuvent ensuite permettre

aux décideurs de déterminer les zones où il pourrait être intéressant d'installer un réseau de chaleur.

Consommations en chaleur du territoire

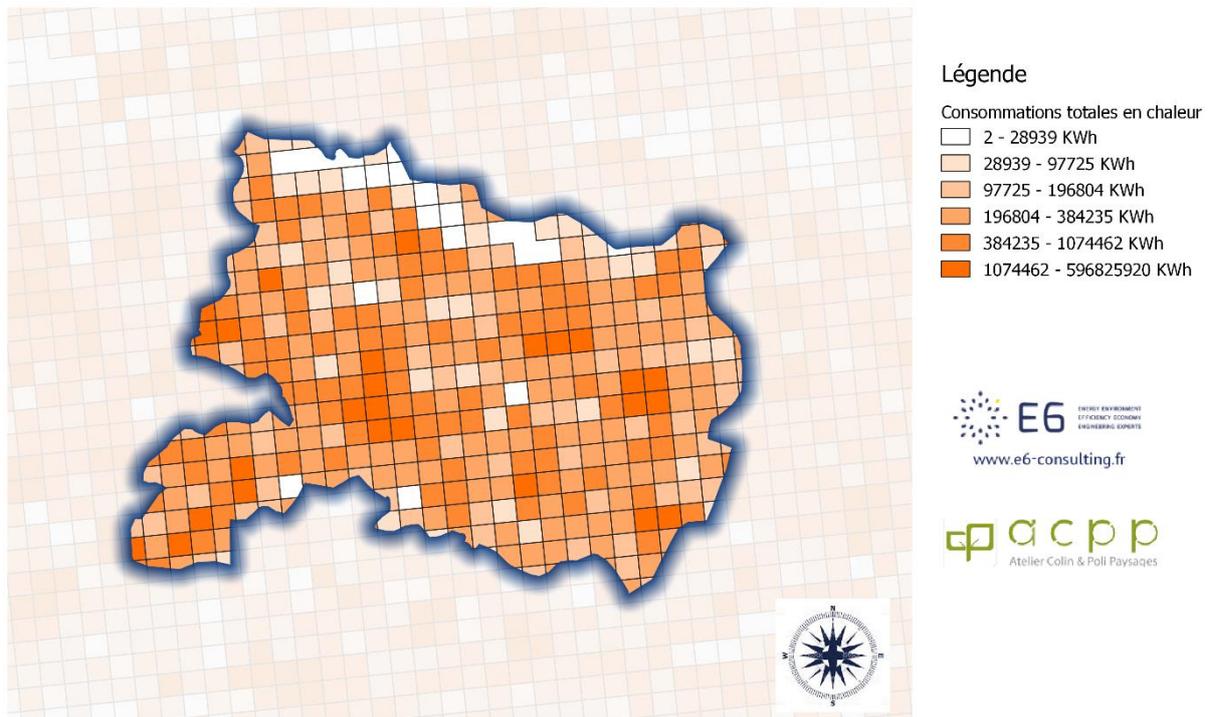


Figure 29 : Carte des besoins en chaleur du territoire, Source CEREMA, 2014

La carte des consommations en chaleur du territoire ne met pas en évidence des besoins en chaleur spécifiques pour une partie du territoire.

Aujourd'hui, le territoire ne possède pas de réseau de chaleur de grande ampleur.

Un des facteurs déclenchant d'un projet de réseau de chaleur est la nécessité de faire évoluer une situation existante, jugée insatisfaisante: création de nouveaux bâtiments, etc.

Le réseau de chaleur est adapté pour des projets ayant des consommations relativement élevées ou lorsque l'on souhaite valoriser des énergies locales, renouvelables ou de récupération (chaleur fatale).

Des micros réseaux de chaleur sont déjà implantés dans le territoire, et semblent être des solutions plus adaptées qu'un grand réseau unique.



4.1.2.4. Le GIP Bretagne

Le GIP Bretagne environnement a réalisé en 2014 un bilan énergétique et un bilan des émissions de GES du territoire de Questembert Communauté portant sur les données de l'année 2010, via son outil ENER'GES. Ces informations sont accessibles sur le lien suivant : <http://communes.bretagne-environnement.org/>

Il n'a pas été possible de réutiliser ce diagnostic en l'état car les hypothèses et données d'entrées exactes ne sont pas diffusées. Un nouveau diagnostic a donc été réalisé, à partir duquel les objectifs et progrès réalisés peuvent être chiffrés. Cette étude a donc permis de vérifier la cohérence de nos résultats.

4.1.2.5. Les données locales

Afin de compléter les données ENEDIS et GRDF, des données locales ont été utilisées :

- Les statistiques INSEE : typologie des logements, modes et combustibles de chauffage utilisés, typologie des entreprises présentes sur le territoire, lieu de travail des résidents et modes de déplacement domicile-travail utilisés ;
- Le diagnostic du plan de mobilité de Questembert et Arc Sud Bretagne ;
- Les données agricoles de la DRAAF, issues du recensement de 2010 ;
- Les comptages routiers départementaux ;
- L'outil Effinergie Eco-Mobilité permettant de localiser les points d'intérêts (loisirs, écoles, supermarchés, etc.) à proximité des logements et d'estimer les déplacements quotidiens de ses usagers.



4.1.3. Les consommations d'énergie par secteur

4.1.3.1. Consommations globales

Le graphique suivant représente les consommations d'énergie finale du territoire pour chacun des secteurs de référence et par source en 2014 :

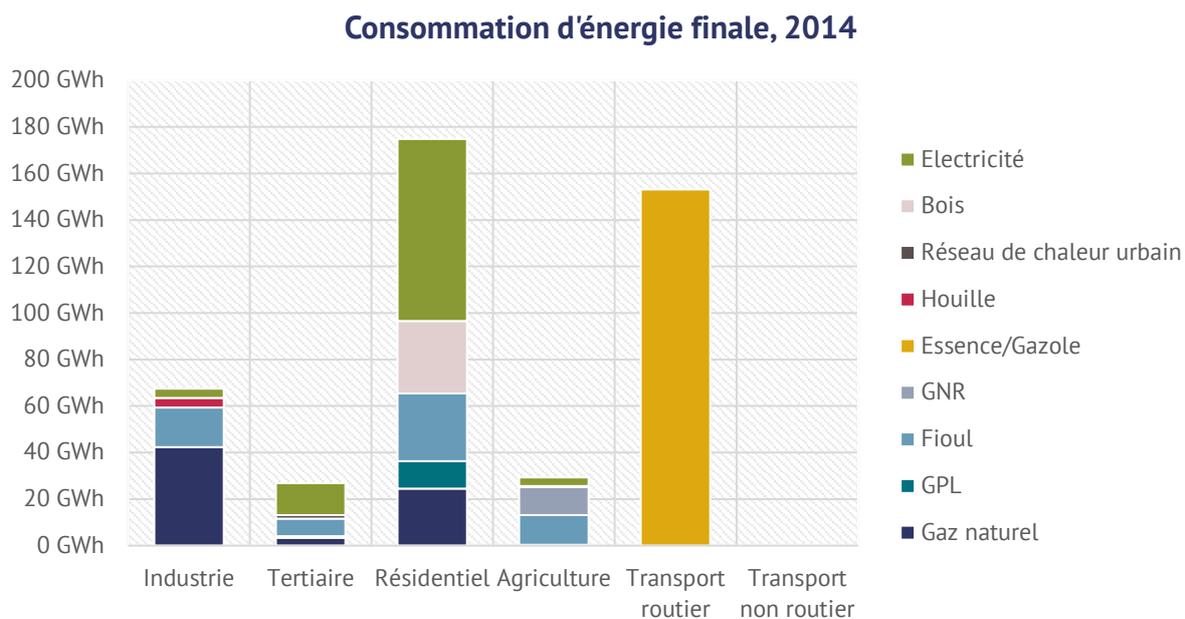


Figure 30 : Consommation d'énergie finale du territoire, Source E6, 2014

La consommation totale d'énergie finale est de 450 GWh sur le territoire en 2014, soit 20 MWh par habitant. Ceci équivaut à la combustion de 45 millions de litre de fioul.

Les secteurs du territoire les plus consommateurs sont le résidentiel (38%) et le transport routier (34%).

Le secteur des déchets n'est pas représenté ici car le territoire ne possède pas d'installation de traitement des déchets.



4.1.3.2. Le secteur résidentiel

Méthodes et sources de données

Afin d'estimer les consommations d'énergie finales liées au secteur résidentiel, **différentes sources de données** ont été utilisées.

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

Pour estimer les consommations énergétiques du secteur résidentiel en 2014, les données **INSEE** de 2014 ont permis de connaître le nombre de résidences principales, le nombre d'appartements et le nombre de maisons, l'âge des bâtiments ainsi que le type de chauffage utilisé. Le recensement de l'**INSEE** de 2013 a servi à identifier le type de combustible utilisé dans chacun des logements.

Des statistiques nationales pour la zone climatique H2 ont été utilisées :

- Nombre de m² moyen pour un appartement, pour une maison ;
- Consommation moyenne /m².an d'un chauffage au bois, au fioul, au gaz naturel, au GPL ou alors électrique en fonction de l'âge du bâtiment ;
- Source d'énergie utilisée pour l'eau chaude sanitaire et consommation par m²;
- Consommation moyenne d'électricité spécifique par logement.

Une fois les résultats statistiques obtenus, ils ont été réajustés avec les consommations réelles, tout en conservant la répartition précédemment calculée.

Les données sont issues d'**ENEDIS** pour l'électricité et **GRDF** pour le gaz naturel du réseau. D'après l'**INSEE**, certains foyers sont également alimentés par gaz citerne. Ces consommations ont été estimées en plus.

Pour la consommation de biomasse, les données fournies par le **SDEM56** (Syndicat D'Énergie du Morbihan) sur les productions annuelles d'énergie renouvelables ont été utilisées. Les productions de chaleur par bois déchiqueté, bûche et granulés y sont précisées. L'hypothèse retenue est de considérer que le bois énergie n'était utilisé que pour les secteurs Tertiaire, Agriculture et Résidentiel. Le résidentiel étant le plus gros consommateur, les consommations des secteurs tertiaires et agricoles ont été estimées, elles ont été soustraites du total et cette valeur a été attribuée au secteur résidentiel.

Les données **INSEE** indiquaient qu'une partie des ménages était alimentée en chauffage grâce à un réseau de chaleur. Or, après demande de précisions, il a été indiqué que le réseau de la collectivité n'alimentait que 3 bâtiments structures appartenant au secteur tertiaire : les écoles primaires et maternelles ainsi que le centre de loisirs de Questembert. Ces valeurs ont donc été déduites du calcul.



Les résultats

Les consommations du secteur résidentiel en 2014 s'élèvent à 173 GWh (38% du bilan global), répartis de la manière suivante :

24 GWh de gaz naturel, 12 GWh de GPL, 29 GWh de fioul, 78 GWh d'électricité et 30 GWh de bois énergie.

Répartition des consommations d'EF du secteur résidentiel

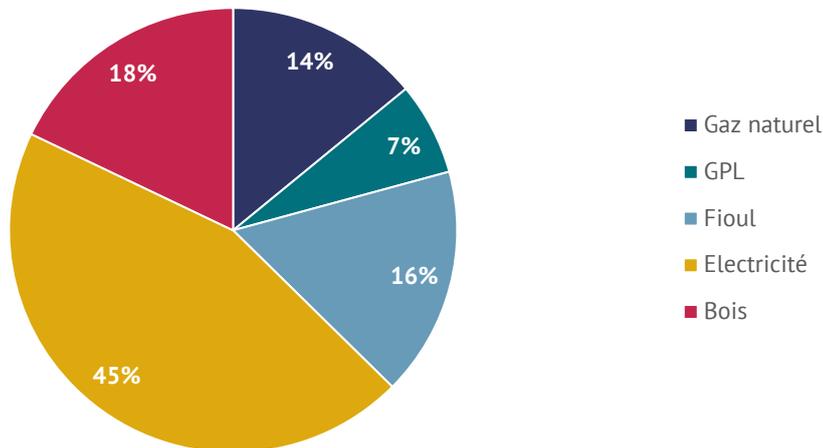


Figure 31 : Répartition des consommations d'énergie finale du secteur résidentiel, Source : E6, 2014

Ces consommations sont réparties selon 3 usages : le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire (ECS) et la catégorie autre :

utilisation spécifique d'électricité (éclairage, fonctionnement des appareils électroniques, etc.) :

Répartition des consommations d'énergie du secteur

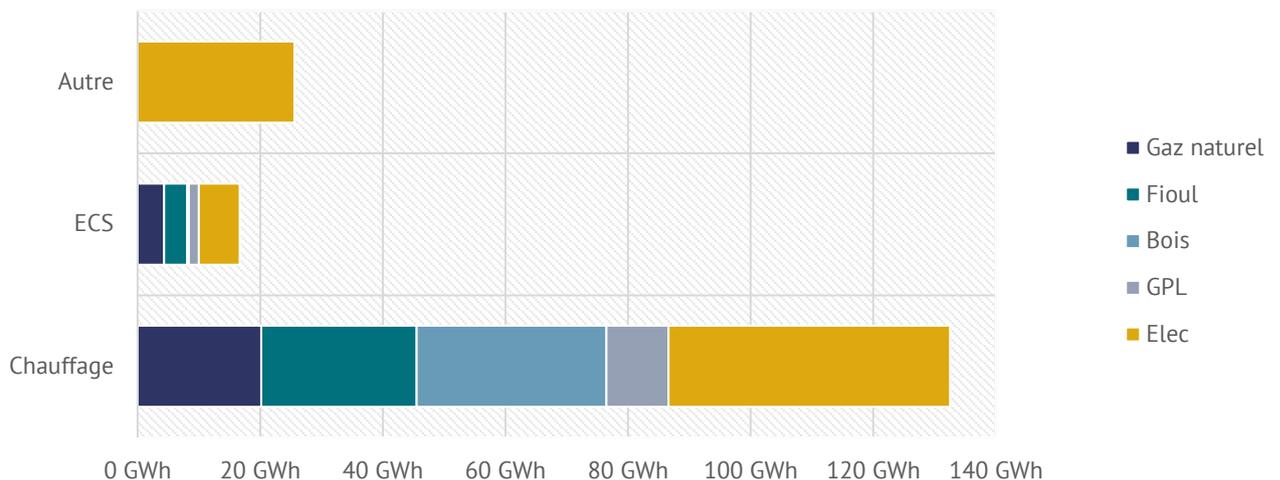


Figure 32 : Répartition des consommations d'énergie du secteur résidentiel, Source E6, 2014



Le chauffage des logements représente la majeure partie des consommations du secteur résidentiel (76%), majoritairement à l'électricité et au bois.

Zoom sur le chauffage

Les consommations d'énergie liées au chauffage varient selon plusieurs

paramètres : la typologie de logement, l'âge du bâtiment et le mode de chauffage utilisé.

Typologie de logements :

A partir de l'étude INSEE, plusieurs paramètres ont été retenus : logements construits avant et après 1975 et date de la première réglementation thermique.

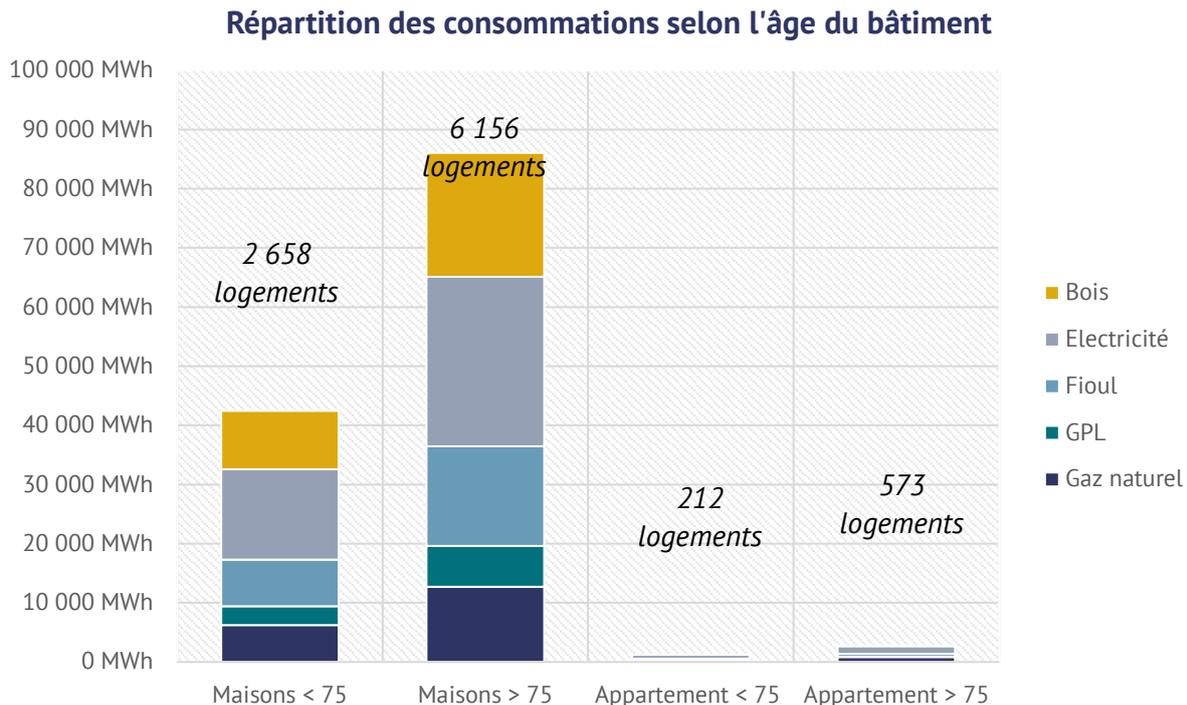


Figure 33 : Répartition des consommations d'énergie selon l'âge du bâtiment, Source E6, 2014

La majorité des logements du territoire sont des maisons, relativement récentes : 14% construites avant 1919, 8% de 1919 à 1945, 14% de 1946 à 1970, 31% de 1971 à 1990, 19% de 1991 à 2005, 11% de 2006 à 2011 et enfin 3% entre 2011 et 2014.

Les consommations moyennes sont différentes selon l'âge du bâtiment : 16 MWh par an pour une maison datant d'avant 1975, contre 14 MWh/an pour une plus récente ; de même, les valeurs pour un appartement sont respectivement de 6 et 5 MWh par logement.

Les pistes d'actions permettant de réduire les consommations d'énergie finale du secteur résidentiel

Actions générales

Des actions peuvent être menées sur la performance énergétique des bâtiments :

- Réduire les surfaces chauffées par personne en développant l'habitat partagé, les cohabitations étudiants-personnes âgées, etc. Des incitations fiscales ou des aides sociales pourraient



aider à développer ce genre de pratiques ;

- Limiter le nombre de maisons individuelles dans les constructions neuves au profit d'habitat groupé ;
- Accompagner sous forme de conseils et financièrement les projets de rénovation énergétique des résidents (isolation, remplacement des chaufferies au fioul par une chaufferie biomasse). Des travaux peuvent également être envisagés sur les

matériaux des parois afin de maintenir un confort intérieur optimal avec une température de chauffage limitée à 19°C ;

- Développer les systèmes de chauffage, ventilation, climatisation, etc. plus performants ;
- Développer le biométhane en remplacement du gaz naturel dans le réseau.



4.1.3.3. Le transport (routier et non routier)

Méthodes et sources de données

Le périmètre du secteur des transports inclut l'ensemble des déplacements effectués sur le territoire.

Les consommations du secteur des transports ont été estimées à partir des sources de données suivantes :

Fret routier entrant et sortant : la base SITRAM de 2014 a été utilisée. Elle compte pour l'ensemble des régions de France la quantité de marchandises entrant et sortant du territoire depuis leur point de départ jusqu'à leur point d'arrivée en t.km (tonnes transportées multipliées par le nombre de km parcourus). La quantité de marchandises transportées a été déterminée au prorata de la population. L'hypothèse retenue est de considérer que les marchandises parcouraient en moyenne 250 km, et que seuls les cinquante derniers kilomètres étaient sur le territoire.

Fret routier interne : la base SITRAM a également été utilisée, grâce à laquelle pour 2014 la quantité de marchandises transportées depuis et vers la Bretagne est connue. Les quantités de la CC Questembert ont été estimées au prorata de la population. Il a été fait l'hypothèse que les marchandises parcouraient en moyenne 30 km sur le territoire.

Marchandises et personnes en transit : un axe de transit est présent sur le territoire : la N 166 qui relie Vannes à Rennes. La moyenne journalière des voitures et camions traversant cet axe sur différents points de mesure a été utilisée. Cet axe coupe le territoire sur 2 km.

Déplacements domicile-travail des habitants : les données INSEE, complétées grâce au diagnostic du plan de mobilité de Questembert Communauté et Arc Sud Bretagne, ont permis de connaître, commune par commune, les lieux de travail des actifs du territoire ainsi que les moyens de transport utilisés. Les hypothèses suivantes ont été prises :

- 220 jours travaillés par an ;
- Pour ceux qui travaillent sur leur commune de résidence : 5 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent sur une autre commune de Questembert Communauté : 10 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent sur Arc Sud Bretagne : 15 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent à Vannes : 30 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent à Theix : 20 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent à St Avé : 30 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent à Elven : 15 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent à Ploërmel : 30 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent à Malestroit : 20 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent à Pleucadeuc : 15 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent dans une autre commune du département : 40 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent à Redon : 35 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent sur un autre département de Bretagne : 50 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent à St Nazaire : 70 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent à Herbignac : 32 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent sur une autre région : 80 km, un aller-retour par jour ;
- Pour ceux qui travaillent ailleurs : 300 km, un aller-retour par semaine.



Déplacements des habitants hors domicile-travail : l'outil Effinergie écomobilité, développé par la Caisse des Dépôts, le CSTB et l'association Qualitel a permis d'évaluer, en fonction de l'adresse d'un bâtiment, les distances avec les écoles, magasins, pôles de loisirs, etc. Ainsi, une estimation des déplacements quotidiens des résidents (distances et modes de transport) a pu être réalisée commune par commune.

Afin de simplifier les calculs, dans cette partie, l'ensemble des déplacements des

résidents, dans et hors territoire a été retenu, et les déplacements des visiteurs ont été négligés.

Les consommations d'électricité liées aux déplacements en train ont été estimées en complément des données ENEDIS.

Les résultats

Le secteur des transports avec 153 GWh représente 34% des consommations totales d'énergie finale du territoire.

Répartition des consommations d'énergie liées aux transports

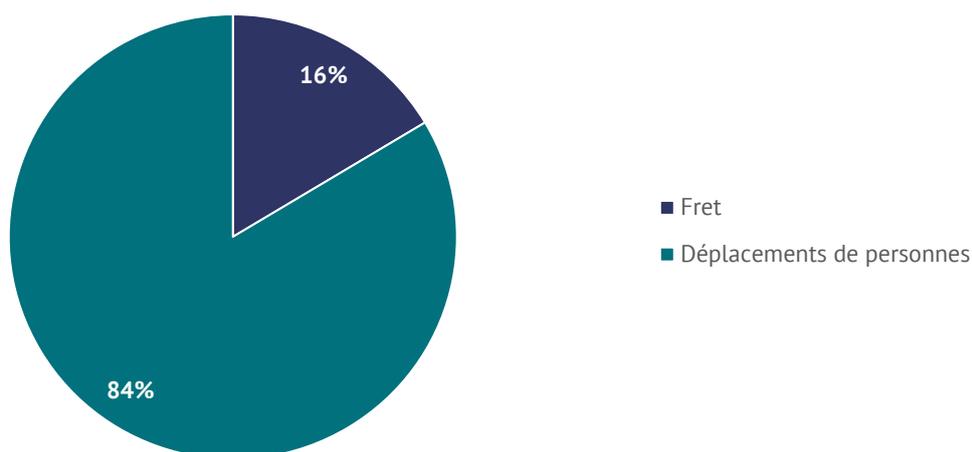


Figure 34 : Répartition des consommations du secteur transports, Source E6, 2014

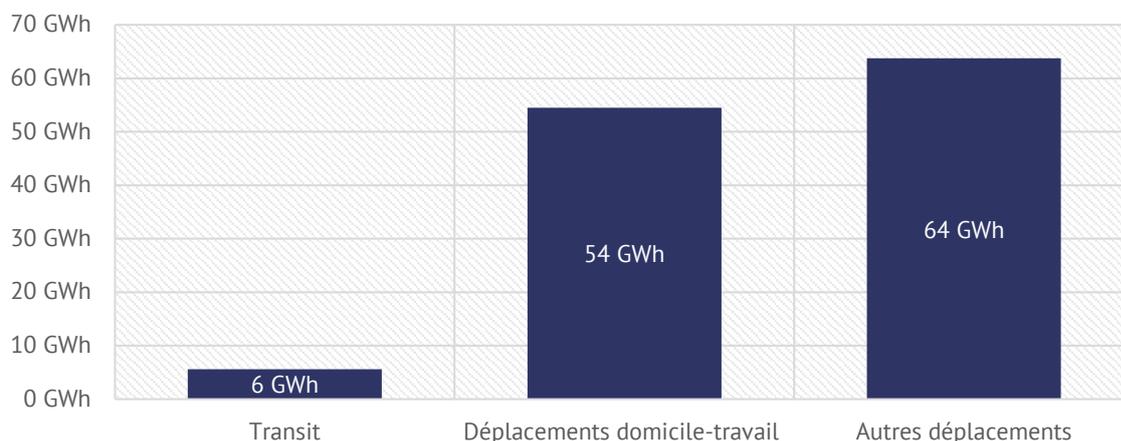


Zoom sur les déplacements de personnes

Dans le cadre de l'étude, les déplacements domicile-travail et les autres déplacements

quotidiens, ainsi que les flux de transit ont été évalués :

Répartition des consommations d'énergie liées aux déplacements de personnes



Les flux de transit, non maîtrisés par la collectivité, ne seront pas plus détaillés dans le cadre de cette étude.

Différents modes de déplacements sont utilisés sur le territoire, en majorité la voiture individuelle :

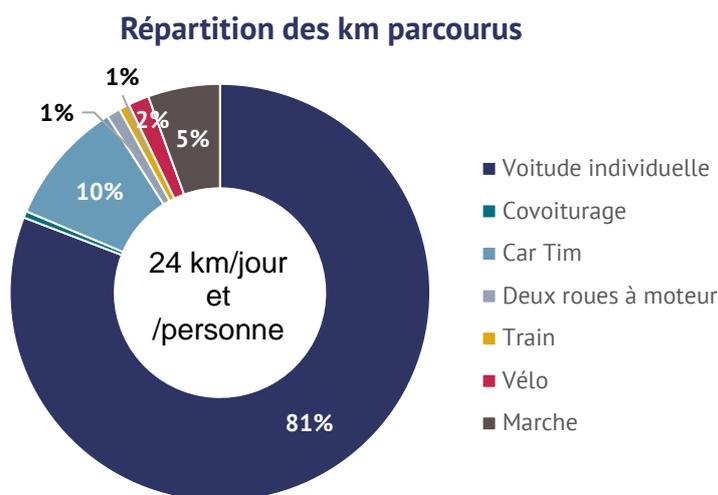


Figure 35 : répartition des modes de déplacements sur le territoire, Sources diverses, 2014

10% des utilisateurs (en termes de kilomètres parcourus) se servent également du service de transport en commun du Morbihan. 7% utilisent des modes de déplacements doux (vélo et marche à pied).

Le graphique suivant représente les consommations d'énergie associées à chacun des modes de déplacements :



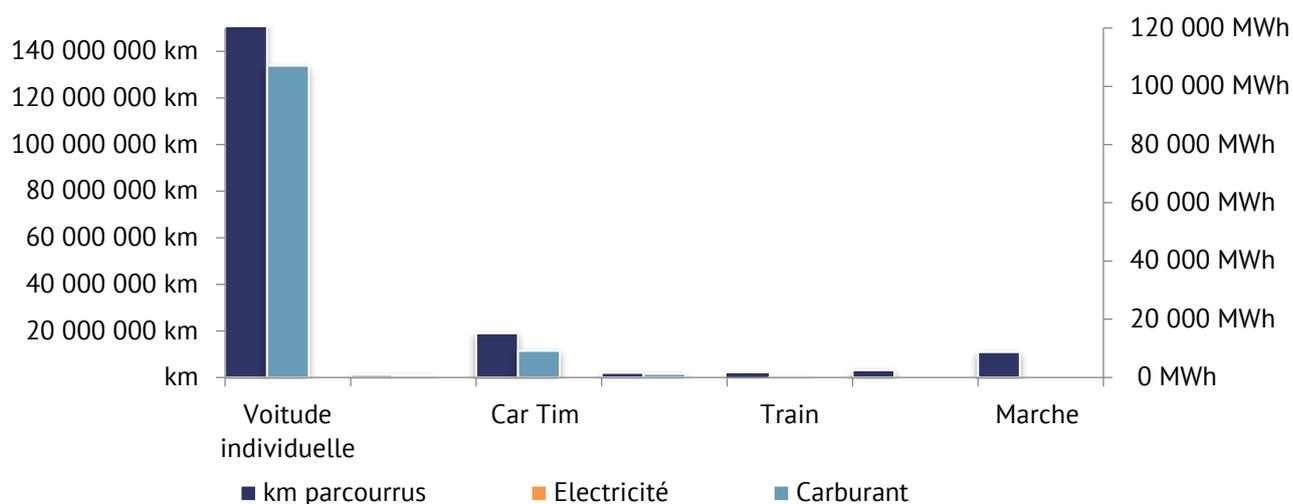


Figure 36 : Répartition des consommations d'énergie et des distances parcourues par moyen de transport

Les consommations liées aux déplacements en train sont à 100% électrique sur le territoire. Elles sont de 0,0702 kWh/passager.km (source : Base Carbone de l'ADEME), contre 0,67 kWh pour la voiture et 0,48 kWh pour le bus.

Zoom sur le transport de marchandises :

Pour le transport de marchandises, le fret entrant, sortant, interne et en transit ont été identifiés :

Répartition des consommations liées au transport de marchandises

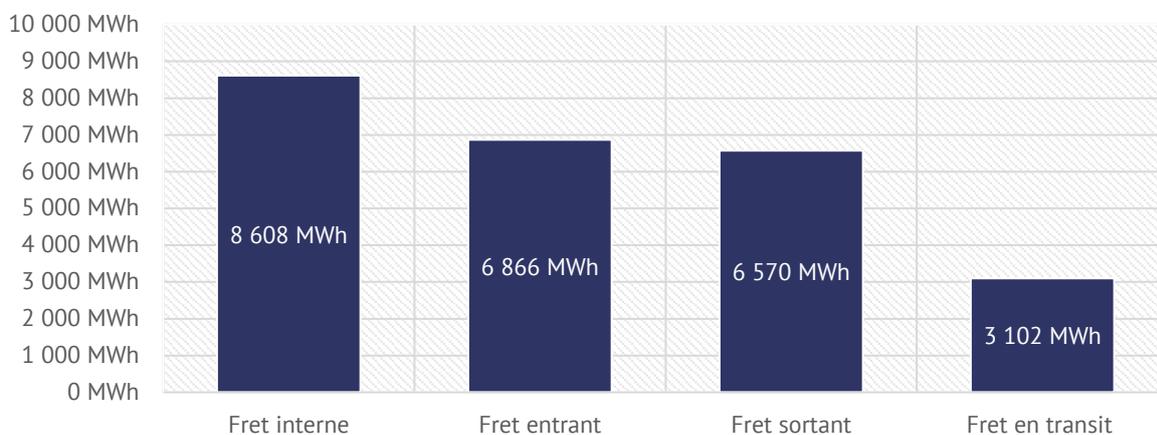


Figure 37 : Répartition des consommations liées au transport de marchandises

La majorité des camions circulant sur le territoire réalise des déplacements internes de marchandises. Une partie légèrement inférieure est transportée depuis et vers le

territoire. Le transit ne représente que 12% des consommations.



Les pistes d'actions permettant de réduire les consommations d'énergie finale du secteur transport

Actions générales

Déplacements de personnes :

- Augmentation de la densité urbaine et donc diminution des distances à parcourir par les résidents ;
- Mise en place de **parkings à vélo**, de **trottoirs** praticables et d'un dense réseau de **pistes cyclables** sécurisées ;
- Développement des **transports en commun**, en centre mais aussi en périphérie des villes. Il est important de rendre les transports en commun individualisable et plus flexible : en plus des transports en commun classiques tels que le bus, le train, etc., il est possible de développer des **minibus électriques**, des **taxis partagés** ou des **voitures électriques en auto-partage** (qui seraient plus adaptées au territoire de Questembert) ;
- Densification autour des villes du **réseau de trains ou d'autocars régionaux** ;
- Développement et systématisation des **Plans de Déplacement des Entreprises**, promotion et sécurisation de l'**auto-stop**, **incitations réglementaires ou financières** au covoiturage (à mettre en place par les entreprises et/ou la collectivité) ;

- Développement de la non mobilité des résidents : favoriser le télétravail, développer les espaces de co-working, etc.
- Développer les véhicules **électriques**, tout en sachant que sa généralisation occasionnerait le manque de ressources nécessaires pour la fabrication de batteries (lithium, terres rares, etc.) mais également une surcharge du réseau électrique et une incapacité des territoires à alimenter l'ensemble des voitures avec une source électrique ;
- Développer les véhicules roulant au gaz (en prévision d'un développement significatif du biogaz).

Transport de marchandises :

- Sensibiliser les citoyens du territoire afin d'éviter au maximum le transport de marchandises : consommation de fruits et légumes de saison, circuits courts, etc. ;
- Optimisation du remplissage des camions ;
- Augmenter la part de fluvial et de ferroviaire, du moins jusqu'aux gares/ports les plus proches du territoire et n'utiliser la route que pour les derniers kilomètres ;
- Développer les véhicules roulant au gaz.



4.1.3.4. L'industrie

Méthodes et sources de données

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

Pour déterminer les consommations d'énergie du secteur, les données de GRDF pour le gaz naturel et d'Enedis pour l'électricité ont été utilisées. En

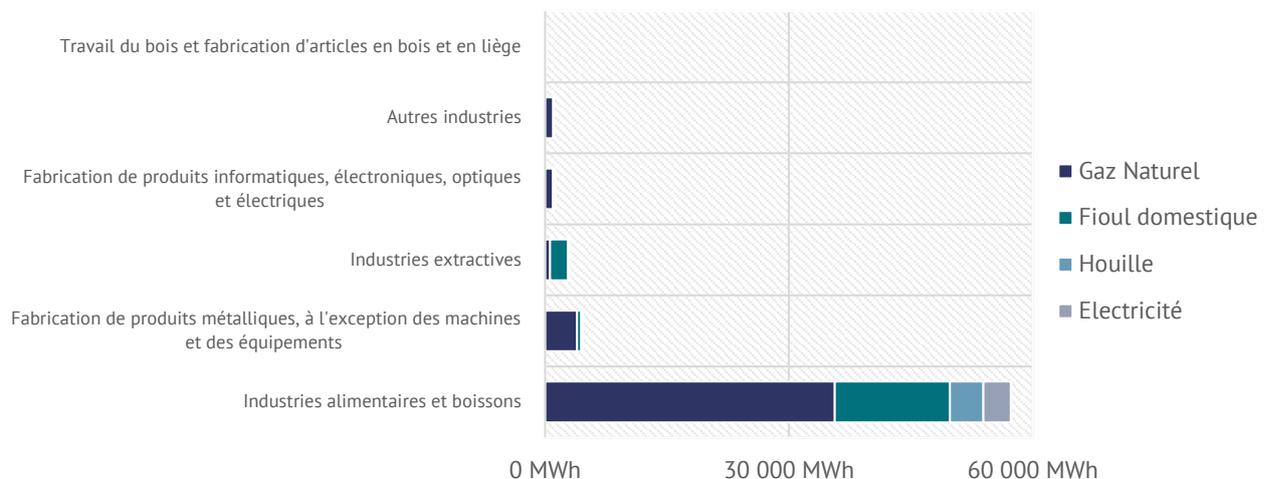
complément, les données issues des statistiques INSEE ont été utilisées sur les nombres d'entreprises présentes sur le territoire par code Naf et par tranche salariale et les statistiques nationales et régionales de consommations par secteur afin d'affiner les résultats.

Les résultats

Le secteur industriel a consommé en 2014 67 GWh d'énergie finale, soit 15% du bilan global. Le graphique suivant représente la

répartition de ces consommations par source d'énergie, et surtout par secteur d'activité.

Répartition des consommations par secteur



Le secteur le plus consommateur sur le territoire est l'industrie agroalimentaire (85%), qui utilise majoritairement du gaz

naturel. Ce secteur englobe plus des 2/3 des industries du secteur (Source : INSEE 2014).

Les pistes d'actions permettant de réduire les consommations d'énergie finale du secteur industriel



Actions générales

Diverses actions peuvent être entreprises sur le territoire pour réduire les consommations d'énergie du secteur industriel :

- Relocaliser la production (éviter les consommations d'énergie grise) ;
- Développer la réutilisation (mise en place de consignes sur les bouteilles en verre par exemple), la réparabilité et la recyclabilité des produits ;
- Développer l'écologie industrielle et territoriale (optimisation des flux de matière et d'énergie entre les entreprises) ;
- Utiliser les meilleurs procédés disponibles ;
- Convertir les technologies utilisant des combustibles fossiles par des technologies utilisant de l'électricité ;
- Développer la cogénération chaleur/électricité ;
- Engager les entreprises du territoire dans des démarches d'efficacité énergétique, de SME ISO 50001, dans la réalisation de leur Bilan Carbone, etc.



4.1.3.5. L'agriculture

Méthodes et sources de données

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

Les différents postes ont été déterminés à partir des données et hypothèses suivantes :

- Les consommations d'**électricité** et de **gaz** sont issues des données ENEDIS et GRDF.
- Les consommations de **carburant** pour les engins agricoles sont estimées à partir des données fournies par la DRAAF Bretagne

contenant, pour l'année 2010, les surfaces cultivées par espèce et le nombre de têtes élevées. Faute d'un inventaire plus récent, ces données ont été utilisées. Les consommations associées ont pu être estimées à partir de statistiques sur les pratiques culturales en Bretagne.

- Les besoins en énergie des **serres** du territoire (hors gaz et électricité) ont été estimées à partir des données 2010 de l'étude ENER'GES, faute de données plus récentes.

Les résultats

Les consommations d'énergie du secteur agricole sont, pour Questembert Communauté, de 29 GWh en 2014, soit 7% du bilan global.

Le graphique suivant représente la répartition de ces consommations par source et par usage :

Répartition des consommations d'énergie par usage

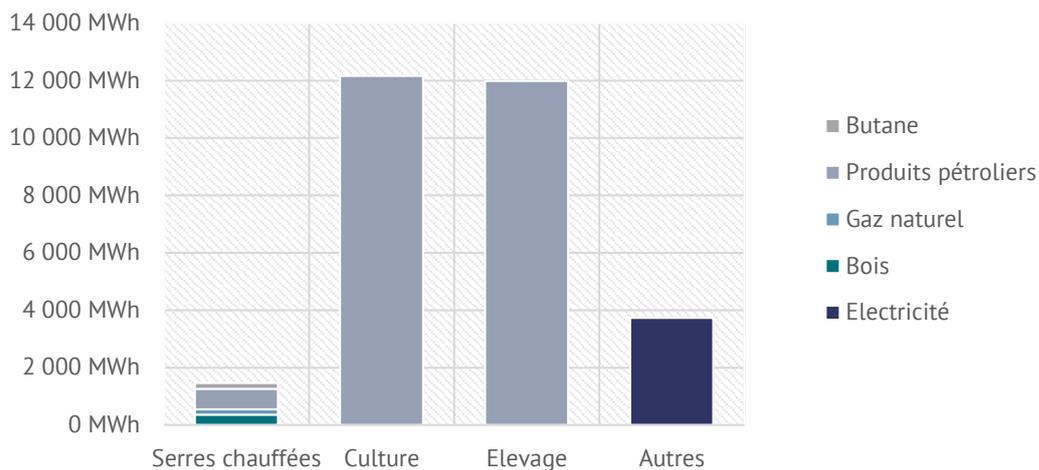


Figure 38 : répartition des consommations d'énergie par usage et par source, Source E6, 2014

Les consommations du secteur viennent principalement des produits pétroliers

utilisés pour les engins agricoles et dans les serres.



Les pistes d'actions permettant de réduire les consommations d'énergie finale du secteur agricole

Actions générales

Diverses actions sur les installations agricoles pourraient permettre au territoire de diminuer ses consommations :

- Efficacité énergétique des systèmes : passage au banc d'essai

des tracteurs, mesures particulières pour limiter la consommation d'énergie de la production laitière, des serres agricoles et le séchage ;

- Répandre les techniques sans labour.



4.1.3.6. Le secteur tertiaire

Méthodes et sources de données

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

Pour déterminer les consommations d'énergie finale du secteur, les données d'ENER'GES ont été utilisées : données de consommation de produits pétroliers et de gaz propane issues du diagnostic, faute de

données plus récentes. Pour ce qui est des consommations de gaz naturel et d'électricité, les données d'ENEDIS et de GRDF de 2014 ont été prises en compte.

Enfin, les données fournies par Morbihan Energie ont été utilisées : elles portent sur l'alimentation de trois bâtiments de la ville de Questembert grâce à une chaudière biomasse.

Les résultats

Les consommations d'énergie finale du secteur tertiaire sont de 27 GWh, soit 6% du bilan global du territoire, en 2014.

La répartition des consommations est la suivante :

L'énergie la plus utilisée est l'électricité (51% des consommations du secteur tertiaire sur le territoire), suivie du fioul et du gaz naturel.

Répartition des consommations du secteur tertiaire

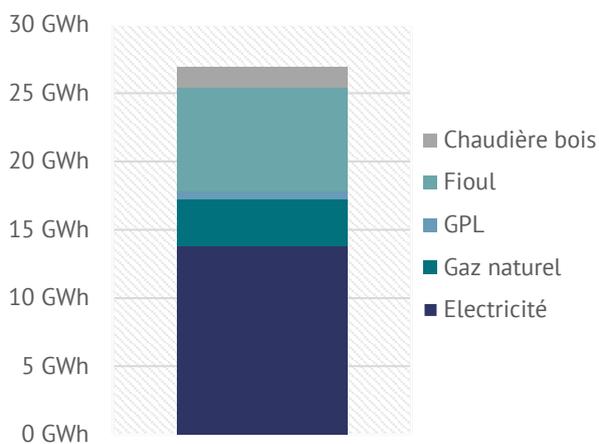


Figure 39 : Répartition des consommations du secteur tertiaire par source, Source : E6, 2014

L'étude ENER'GES réalisée par le GIP Bretagne Environnement sur les données de l'année 2012 présente la répartition de ces

consommations par secteur d'activité sur le territoire :



Répartition des consommations par activité

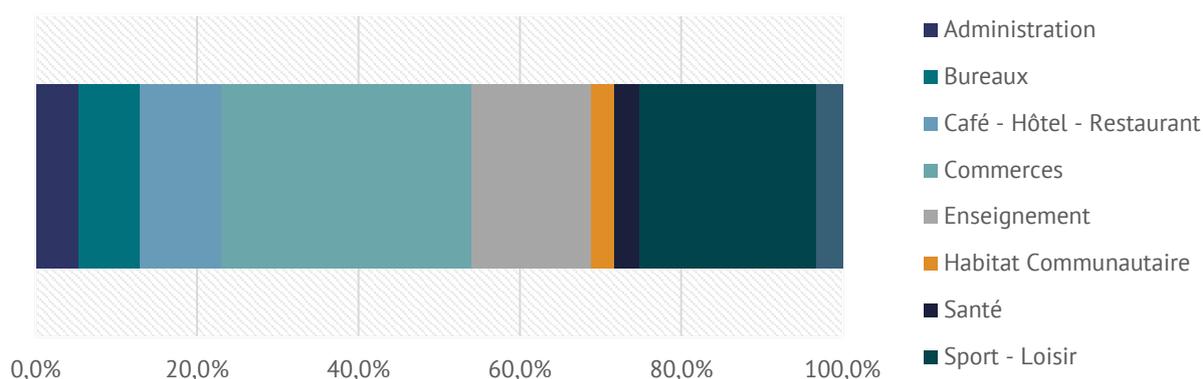


Figure 40 : Répartition des consommations du secteur tertiaire par secteur d'activité, Source : Etude ENER'GES, 2012

Les commerces sont les principaux consommateurs sur le territoire (31%), suivi

par les équipements sportifs et de loisir (22%) et l'enseignement (15%).

Les pistes d'actions permettant de réduire les consommations d'énergie finale du secteur tertiaire

Actions générales

Des actions similaires à celles du secteur résidentiel permettraient de réduire les consommations d'énergie du secteur

tertiaire. Un accompagnement spécifique peut être mis en place à l'échelle des territoires auprès des entreprises.



4.2. Etude de la production d'énergies renouvelables du territoire

Le territoire de Questembert Communauté, par ses multiples ressources, est également

producteur d'énergie, de chaleur et d'électricité.

4.2.1. Les données utilisées

Le GIP Bretagne Environnement suit, année après année, la quantité d'énergie produite sur l'ensemble des communes du Morbihan. Ces productions sont issues du biogaz

(électricité et chaleur), du bois énergie, de l'éolien, du photovoltaïque et du solaire thermique.

4.2.2. Bilan de la production

Le territoire a produit, en 2014, 78 GWh d'énergie, 66% de chaleur et 34% d'électricité.

Production d'énergie renouvelable, 2014

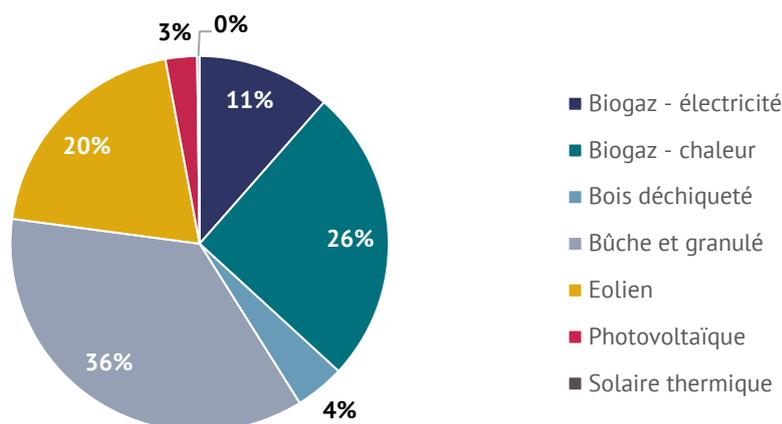


Figure 41 : Répartition de l'énergie produite sur Questembert communauté en 2014, Source : SDEM56, 2014

La première source d'énergie utilisée est le bois, sous différentes formes. Il est utilisé principalement dans les résidences du territoire mais également pour alimenter les chaudières des entreprises agricoles et tertiaires (cf. chapitre 4.1.3). On retrouve ensuite une forte production de biogaz (37%) et d'électricité éolienne (20%). Les graphiques suivants représentent la répartition de la chaleur et de l'électricité produites sur le territoire.



Production de chaleur renouvelable, 2014

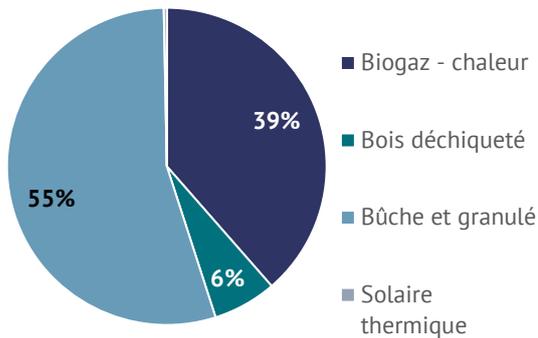


Figure 42 : Répartition de la chaleur produite, Source : SDEM56, 2014

Production d'électricité renouvelable, 2014

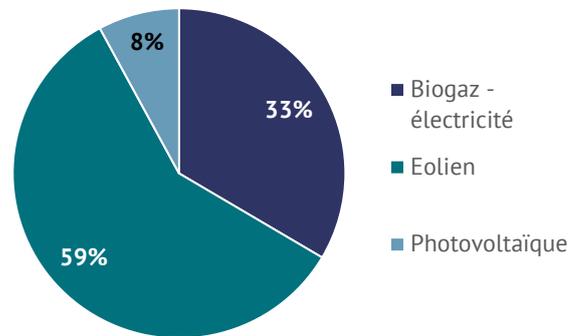


Figure 43 : Répartition de l'électricité produite, Source : SDEM56, 2014

4.2.3. Autonomie énergétique du territoire

Il est important de comparer la consommation à la production. En effet, la France se fixe un objectif pour 2050 d'avoir 55% d'énergie renouvelable et d'origine française dans son mix énergétique. Il est cependant important de garder en tête que la production d'électricité et de biogaz peut être décorrélée de leur consommation. En effet, les productions peuvent être injectées

dans le réseau et ainsi alimenter le reste du territoire.

Le territoire a produit, en 2014, en source renouvelable et locale, l'équivalent de 17% de sa consommation. Il s'agit de l'équivalent de 28% de la chaleur consommée et 27% de l'électricité consommée. Le territoire ne produit aucun carburant.

Autonomie énergétique du territoire, 2014

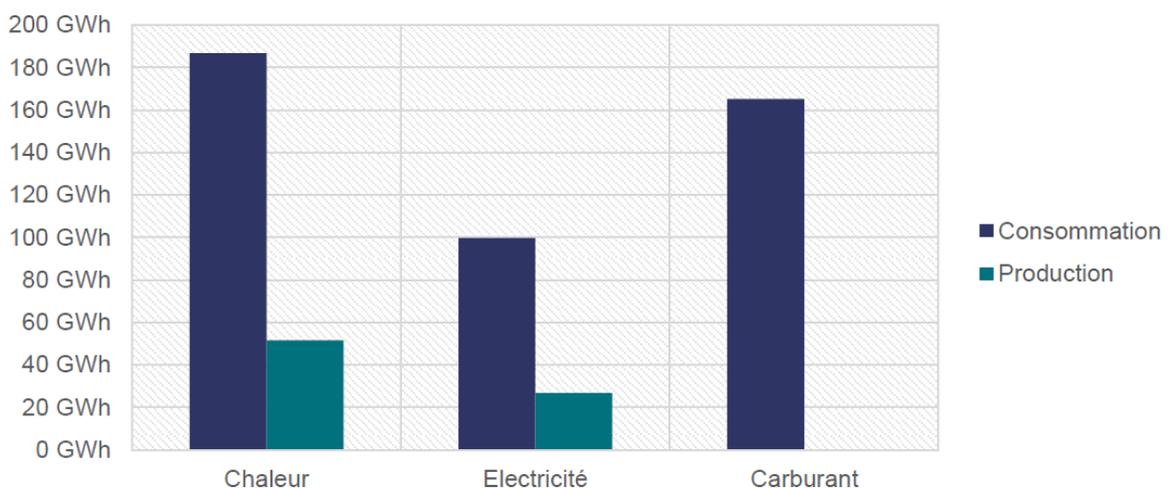


Figure 44 : Autonomie énergétique du territoire, Source : E6, 2014



4.2.4. Les évolutions de production d'énergie renouvelable

Le SDEM réalise un suivi des productions locales d'énergie renouvelable depuis 2000. En voici l'évolution :

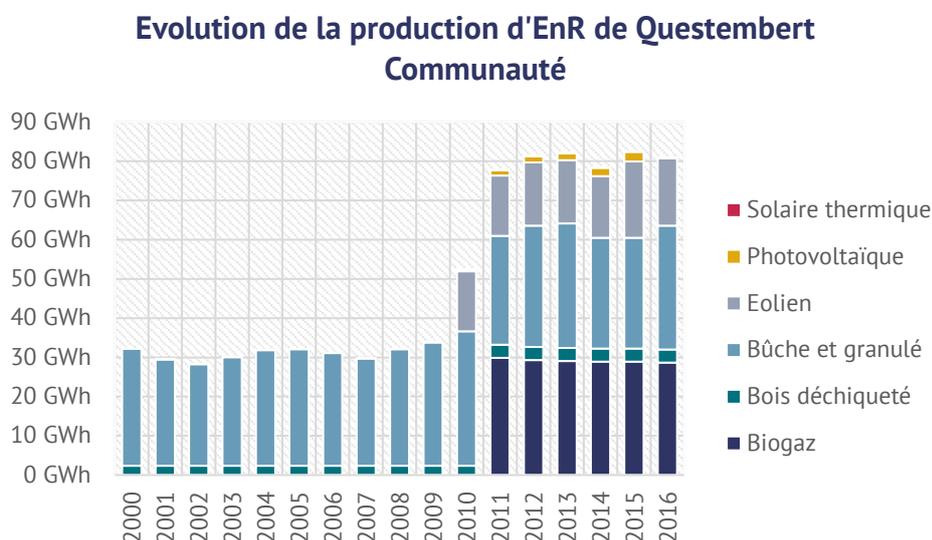


Figure 45 : Evolution de la production d'énergie renouvelable du territoire, Source : SDEM

Ce graphique illustre le fait que les premières éoliennes ont été mises en activité sur le territoire en 2010, et la première installation de biogaz en 2011. La production liée aux panneaux solaires photovoltaïques n'a pas été estimée pour 2016.



4.3. Etude du potentiel d'énergies renouvelables du territoire

Le Plan Climat Air Energie Territorial demande à ce qu'un diagnostic de potentiel en énergies renouvelables soit réalisé pour étudier l'état de la production des énergies renouvelables sur le territoire et le potentiel de développement disponible pour chacune d'entre elles.

Décret n° 2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat air-énergie territorial ; Art R. 229-51, I. 2°

« Le diagnostic comprend : Un état de la production des énergies renouvelables sur le territoire, détaillant les filières de production d'électricité (éolien terrestre, solaire photovoltaïque, solaire thermodynamique, hydraulique, biomasse solide, biogaz, géothermie), de chaleur (biomasse solide, pompes à chaleur, géothermie, solaire thermique, biogaz), de biométhane et de biocarburants, une estimation du potentiel de développement de celles-ci ainsi que du potentiel disponible d'énergie de récupération et de stockage énergétique ».

4.3.1. Objectif de l'étude et présentation des résultats

Le diagnostic du Potentiel de Développement en Energies Renouvelables vise à estimer le potentiel de production en Energies Renouvelables (EnR) pouvant être mobilisé annuellement à horizon 2050 en exploitant les ressources naturelles et issues d'activités anthropiques.

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

- Filière Thermique :
 - Solaire Thermique
 - Biomasse solide - Bois Energie
 - Biogaz - Méthanisation
- Filière Electrique
 - Solaire Photovoltaïque
 - Eolien
 - Géothermie
 - Hydroélectricité
- Récupération d'énergie fatale

L'étude présente les résultats sous la forme de différents potentiels qu'il est important d'explicitier dès à présent.

Potentiel de développement Maximal (ou potentiel Brut)

Il s'agit, pour chacune des filières, de la ressource globale en énergies renouvelables disponible sur le territoire et issu du soleil, du vent, de l'eau, du sous-sol, de la biomasse, des biodéchets. Il s'agit donc du maximum d'énergie gratuite fournie par l'environnement et les activités économiques.

Ce gisement est totalement indépendant des contraintes techniques et économiques qui permettront de déterminer le potentiel de développement.

Ce potentiel inclut donc la production actuelle du territoire.

A noter que pour certaines filières, ce potentiel est théoriquement illimité notamment pour le photovoltaïque et la géothermie.

Potentiel de développement mobilisable (ou potentiel Net)

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

Ces potentiels dépendent donc des conditions locales (conditions météorologiques, et climatiques, géologiques) et des conditions socio-



économiques locales (agriculture, sylviculture, industries agro-alimentaires, etc).

Les résultats obtenus sur le potentiel mobilisable peuvent être corrélés à la production actuelle d'énergies renouvelables sur le territoire mais aussi à la consommation énergétique globale du territoire. Cette corrélation permet de situer ce potentiel par rapport aux objectifs que le territoire s'est fixé.

En fonction des filières et des informations disponibles, il n'est pas toujours possible de prendre en compte l'ensemble des contraintes sur chaque filière. Les contraintes prises en compte et celles qui ne le sont pas seront précisées pour chaque filière. Les ruptures technologiques n'ont pas pu être considérées.

Il faut donc bien considérer le potentiel mobilisable comme le potentiel de développement des énergies renouvelables.

Types de contraintes pouvant peser sur les ressources :

- Usage : part déjà utilisée, conflits d'usage possibles,

- Contexte réglementaire : interdictions légales et réglementaires, démarches administratives et réglementaires à mener,
- Contexte environnemental, zone de protections,
- Contraintes techniques de mise en œuvre.

Ce potentiel n'inclut donc pas la production actuelle du territoire.

Productible atteignable

Il s'agit de la valeur finale retenue pour la définition des objectifs stratégiques du territoire concernant la planification énergétique.

Ce productible est estimé à horizon 2050 et inclut donc une estimation de la projection démographique du territoire, il inclut également le productible des installations existantes d'énergie renouvelable du territoire.

C'est la valeur finale à considérer.

Précautions concernant les résultats présentés

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 grandeurs permettant d'orienter les stratégies et ne peuvent en aucun cas constituer des chiffres détaillés**.

Enfin, les chiffres sont par définition théoriques et ne peuvent **s'étudier qu'individuellement par filière et ne peuvent se substituer aux études de faisabilité** ciblées qu'il convient de réaliser avant tout développement d'un projet en Energie Renouvelable.

4.3.2. Présentation des contraintes prises en compte par la méthode cartographique

Il a été précisé auparavant que le potentiel de développement des Energies Renouvelables du territoire était déterminé

par l'application de contraintes sur le potentiel maximal. Une partie de ces contraintes est directement liée à la



topographie du territoire, ainsi qu'aux différentes zones présentant un enjeu environnemental. Ce point est particulièrement important pour les filières potentiellement consommatrices d'espaces que sont l'éolien et le photovoltaïque pour les centrales au sol.

Un travail de cartographie a donc été réalisé afin d'établir une première approche du

territoire permettant d'éviter dès la phase de diagnostic tout conflit entre le développement des Energies Renouvelables et les enjeux environnementaux.

Ceci permet d'obtenir un « calque environnemental » du territoire permettant la protection de ces zones. Ci-dessous à titre indicatif la cartographie associée au territoire.

Zonage des contraintes environnementales

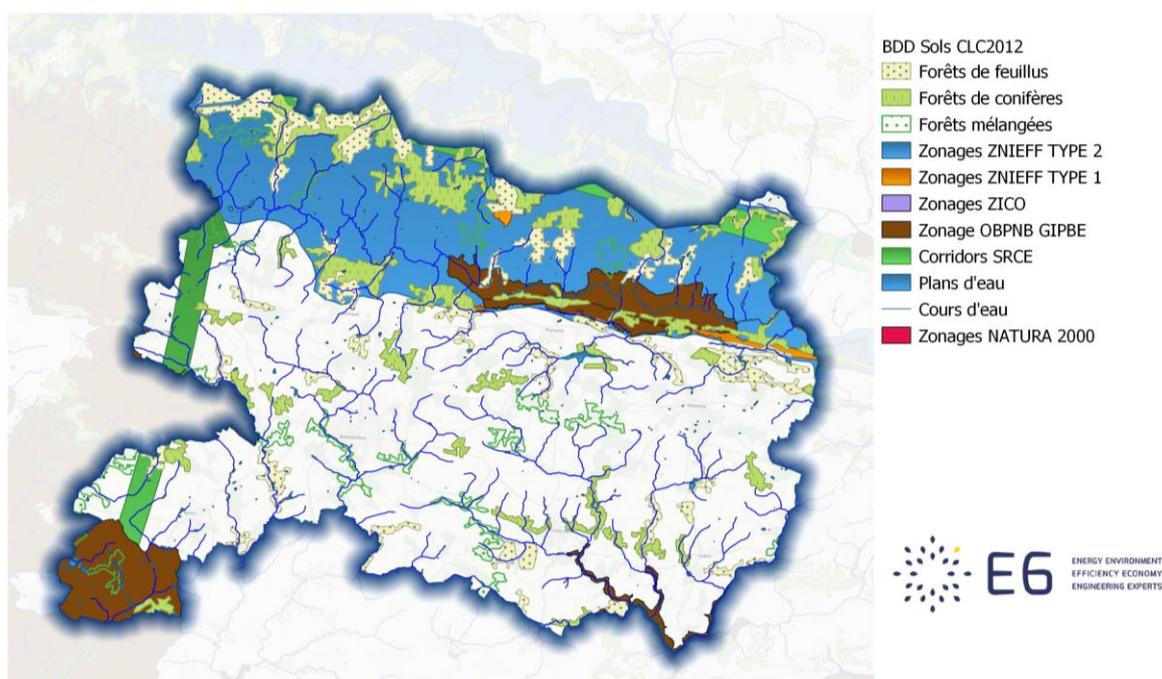


Figure 46: Cartographie des enjeux environnementaux du territoire

D'autres contraintes plus spécifiques sont également intégrées dès le début du diagnostic (protection des monuments historiques, servitudes militaires et aéronautiques) ainsi que les installations de production d'énergie renouvelable présentes sur le territoire.

Ci-dessous à titre informatif l'origine des données concernant les contraintes considérées pour déterminer le potentiel de développement des énergies renouvelables du territoire.

Tableau 9: Détail et origine des données concernant la prise en compte cartographique des contraintes sur le potentiel

Contraintes	Origine des données	Date de dernière mise à jour des données
Zones de protections environnementales (ZNIEFF TYPE 1 et 2, NATURA 2000, Corridors Ecologiques, ZICO, Espaces Protégés)	Site de l'INPN https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique	Courant 2018 selon les zones



Servitudes liées aux périmètres de protection des monuments historiques (AC1)	Catalogue GéoBretagne https://geobretagne.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/ef4d5b43-a7cd-4237-a56c-0c1d2226dec1	Février 2018
Cours d'eau et plan d'eau du territoire	Base de Donnée BD Hydro de l'IGN® http://www.professionnels.ign.fr/bdtopo-hydrographie	Octobre 2017
Servitudes Radars et Aéronautiques militaires et de l'aviation civile	Catalogue GéoBretagne https://www.data.gouv.fr/en/datasets/sche-ma-regional-eolien-en-bretagne/	Juillet 2018
Données Environnementales du SRCE	Catalogue GéoBretagne https://geobretagne.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/search?resultType=details&fast=index&_content_type=json&from=1&to=20&sortBy=relevance&any=SRCE	Avril 2018
Parc et mats éoliens existants	Catalogue GéoBretagne https://geobretagne.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/search?any=%C3%A9olien	Mars 2018
Installations de production d'énergie renouvelable existantes (chaleur et électricité)	Catalogue GéoBretagne https://geobretagne.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/search?facet.q=inspireTheURI%2Fhttp%253A%252F%252Frdat.a.eionet.europa.eu%252Finspirethemes%252Fthemes%252F33	De 2016 à 2018 selon les données

4.3.3. Synthèse des résultats

4.3.3.1. Potentiel de Développement Maximal

Le potentiel maximal de développement du territoire de Questembert est détaillé ci-dessous.

Il est fourni à titre purement indicatif, n'étant pas représentatif des capacités de production mobilisables du territoire.

Tableau 10 Répartition des potentiels maximaux du territoire (source E6)

Filière	Potentiel de Développement Maximal en GWh
Grand Eolien	130
Solaire photovoltaïque	246
Solaire thermique	37
Biomasse - Bois Energie	101
Méthanisation - Biogaz	156,3
Géothermie et aérothermie	211
Hydroélectrique	2,67
Energies de Récupération	21
TOTAL	904,9



4.3.3.2. Potentiel de Développement Mobilisable

Le potentiel mobilisable de développement en énergies renouvelables du territoire de Questembert est détaillé ci-dessous.

Ce potentiel 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.

Tableau 11 Répartition des potentiels de développement mobilisables du territoire (source E6)

Filière	Potentiel de Développement Mobilisable en GWh
Grand Eolien	48
Solaire photovoltaïque	100.6
Solaire thermique	24.2
Biomasse - Bois Énergie	37.3
Méthanisation - Biogaz	69.1
Géothermie et aérothermie	29.9
Hydroélectrique	0,9
Energies de Récupération	14
TOTAL	321.7

Analyse des potentialités de développement mobilisables des filières EnR

Si l'on regarde en détail les potentiels de développement indépendamment de la situation actuelle du territoire en matière de production d'énergies renouvelables, on observe que les deux grands leviers de développement sont constitués par

l'énergie solaire photovoltaïque et la méthanisation.

Viennent ensuite les filières du grand éolien et de la biomasse bois énergie.



Potentiel de développement mobilisable des EnR

- Grand Eolien
- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique
- Biomasse - Bois Energie
- Méthanisation - Biogaz
- Géothermie et aérothermie
- Hydroélectrique
- Energies de Récupération

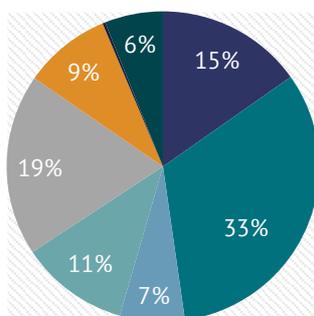


Figure 47: Répartition des potentiels de développement mobilisables des EnR (source E6)

Cette répartition est représentative de la morphologie du territoire, essentiellement rural avec donc une forte disponibilité en toiture pour l'énergie photovoltaïque (notamment sur les bâtiments agricoles) et un gisement important de substrats de méthanisation issus de l'agriculture et de l'élevage.

Le grand éolien possède également un gisement intéressant en lien avec les zones de développement éolien présentes sur le territoire. Enfin, la biomasse présente également un potentiel intéressant de par la ressource forestière présente et les consommations actuelles en bois de chauffe par les particuliers.



4.3.3.3. Productible en Energies Renouvelables

La production en énergies renouvelables atteignable à horizon 2050 pour le territoire de Questembert est présenté ci-dessous.

Tableau 12 Décomposition du productible atteignable à horizon 2050 (source E6)

Filière	Productible en Energies Renouvelables en GWh
Grand Eolien	86
Solaire photovoltaïque	100.6
Solaire thermique	24.2
Biomasse - Bois Energie	37.3
Méthanisation - Biogaz	98
Géothermie et aérothermie	29.9
Hydroélectrique	0,9
Energies de Récupération	14
TOTAL	390.8

Analyse de la production atteignable

Le productible atteignable à horizon 2050 présente une structure légèrement différente du potentiel de développement mobilisable des EnR sur le territoire. En effet, l'énergie solaire photovoltaïque

constitue toujours le poste principal mais l'éolien et la méthanisation présentent une capacité de production relativement similaire.

Production en EnR atteignable à horizon 2050

- Grand Eolien
- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique
- Biomasse - Bois Energie
- Méthanisation - Biogaz
- Géothermie et aérothermie
- Hydroélectrique
- Energies de Récupération

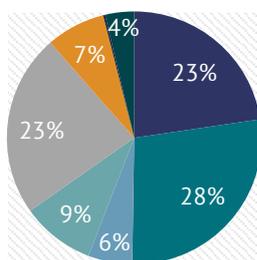


Figure 48: Répartition de la production en EnR atteignable à horizon 2050 (source E6)



Ceci est lié à la structure de la production actuelle en EnR du territoire qui comporte

déjà deux parcs éoliens¹⁰ et une installation de valorisation des déchets¹¹.

Installations de production d'énergies renouvelables existantes

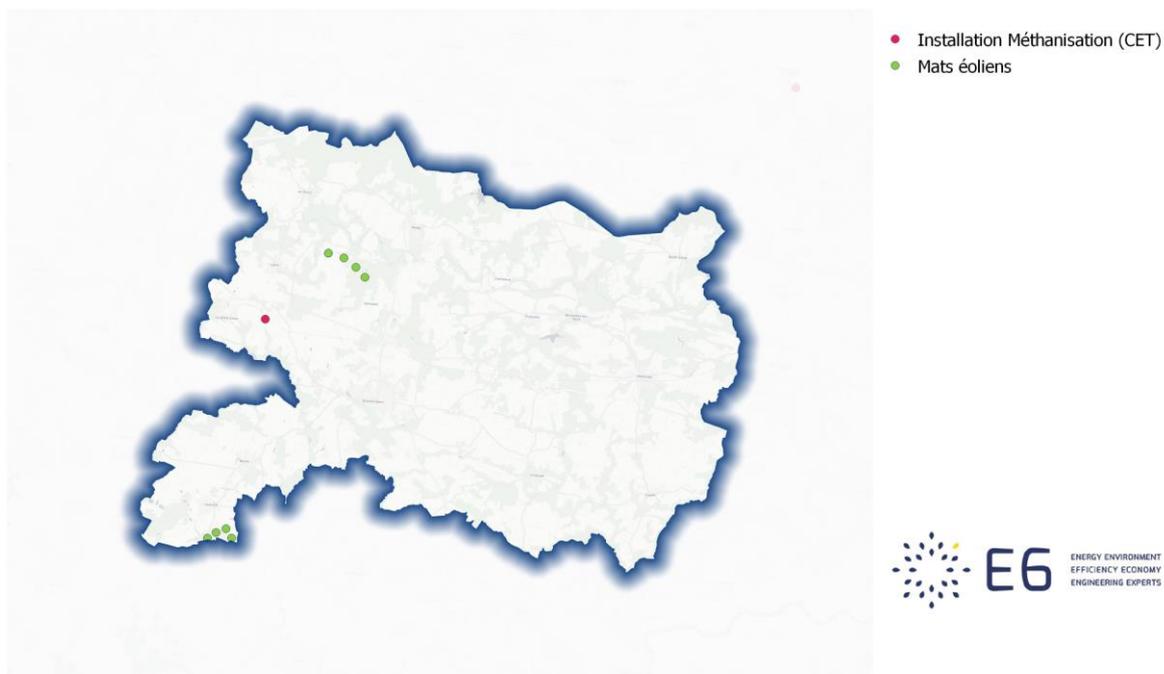


Figure 49: Localisation des parcs éoliens et du centre d'enfouissement technique de la Vraie Croix (source E6)

¹⁰ https://www.thewindpower.net/windfarms_list_fr.php

¹¹ <https://www.ouest-france.fr/bretagne/le-site-denfouissement-de-la-vraie-croix-recycle-ses-biogaz-1546977>



4.3.4. Les Potentiels par Energie

4.3.4.1. Le solaire photovoltaïque

Détails des potentiels

Potentiel Maximal	Ensemble des toitures disponibles Ensemble des délaissés potentiels (friches industrielles, carrières, décharges) pour centrales au sol
Potentiel Mobilisable	Toitures favorablement orientées et contraintes de mise en œuvre Zone de protection des Monuments Historiques Part des délaissés mobilisables
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable A noter que pour le calcul du productible atteignable, les installations de production existantes sont considérées incluses dans le productible final hormis pour les centrales au sol existantes.



La ressource 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 alors que l'énergie solaire thermodynamique produit de l'électricité via une production de chaleur. L'électricité produite peut être utilisée sur place ou réinjectée dans le réseau de distribution électrique.

Les technologies photovoltaïques (PV) reposent sur des cellules qui transforment le rayonnement solaire en courant électrique continu. Ces cellules sont couplées entre elles pour former un module, lui-même relié à différents composants électriques (onduleur, boîtier de raccordement, etc.). L'ensemble constitue un système photovoltaïque. La durée de vie d'un module est de l'ordre de 25 ans.

Il existe aujourd'hui différentes technologies de cellules à des stades différents de maturité technologique :

- Silicium cristallin : les cellules sont constituées de fines plaques de silicium, élément que l'on extrait du sable ou du quartz. On obtient alors du silicium monocristallin (de meilleure qualité mais plus cher à produire) ou du silicium multicristallin (moins cher à produire mais offrant des rendements moins élevés). La durée de vie des modules photovoltaïques fabriqués à partir de ces cellules est estimée entre 25 et 30 ans.
- Couches minces : ces cellules sont obtenues en déposant des couches de matériaux semi-conducteurs et photosensibles sur un support en verre, en plastique, en acier, etc.
- Cellules organiques : ces modules sont constitués de molécules organiques. Les capteurs solaires se présentent sous forme de films de type photographique, souples, légers et faciles à installer.
- Cellules à concentration (technologie dite CPV) : cette

technologie utilise des lentilles optiques qui concentrent la lumière sur de petites cellules photovoltaïques à haute performance.

Les technologies

Les systèmes de production solaires photovoltaïques peuvent se concevoir de différentes manières :

- Installation sur toitures : l'un des principaux potentiels de déploiement des énergies solaires, qu'elles soient thermiques ou photovoltaïques, est l'intégration au bâti. Les modules sont alors directement intégrés comme élément de couverture assurant l'étanchéité.

- Installation au sol : Les installations au sol sont de 2 natures ; les installations fixes se distinguant des installations mobiles.

- **Les installations fixes** : Les modules photovoltaïques sont implantés sur des châssis qui sont orientés au sud selon un angle d'exposition pouvant varier de 25 à 30 ° en fonction de la topographie locale

Une centrale photovoltaïque au sol est composée des modules photovoltaïques, des câbles de raccordement, des locaux techniques abritant les onduleurs et du poste de livraison.

- **Les installations mobiles ou orientables** : elles sont équipées d'une motorisation leur permettant de suivre la course du soleil. Elles nécessitent un investissement et un entretien plus importants pour une productivité supérieure.

Les installations solaires photovoltaïques au sol ont aujourd'hui atteint un stade de maturité technique. Leur implantation mobilise de l'espace (2 à 3 ha pour 1 MW).



Intérêt de la technologie

La production d'électricité à partir de l'énergie du soleil par l'intermédiaire de modules photovoltaïques présente des avantages importants :

- La ressource d'énergie utilisée est renouvelable et gratuite, aucune pénurie ou fluctuation des prix n'est à craindre ;
- Le processus de production d'électricité n'a que peu d'impact sur l'environnement (ni rejet polluant, ni déchet, ni bruit) ;
- La production d'électricité est réalisée avec des frais de maintenance faibles et une exploitation aisée (les modules sont autonettoyés avec la pluie) ;
- Lorsque la production est consommée sur place, les pertes dans les câbles sont très faibles (contrairement au mode de production décentralisé comme par exemple les centrales thermiques).

Ratios et ordres de grandeur

Voici quelques chiffres clés et approximatifs pour résumer les ordres de grandeurs du photovoltaïque en France

1kWc (kWh calorifique) sur un toit, c'est :

- Puissance : 1 000 Wc
- Productible : 1 000 kWh / an (valeur nationale moyenne, ~850 kWh à Lille et ~1300 kWh à Perpignan)
- Surface de modules solaires : 10 m² de surface (moins en monocristallin, plus en couches minces)

Fin 2016, la puissance totale raccordée sur l'ensemble du territoire métropolitain était de 6 772 MWc.

Périmètre	Type d'installation	Tranche de puissance (kWc)	Productivité (kWh/kWc)
Bâtiment résidentiel	Intégration bâti	0-3	950 à 1400
	Surimposition		
Bâtiment tertiaire-agricole	Intégration simplifié bâti	36-100	
	Surimposition		
Centrale au sol	Installation au sol	>250	950 à 1500

Tableau 13 Ratios concernant le solaire photovoltaïque (source ADEME, photovoltaïqueinfo)

La ressource sur le territoire

L'énergie solaire thermique est utilisable partout en Bretagne, grâce à :

- Une durée moyenne d'ensoleillement de 1 937 heures par an,
- Une irradiation solaire globale horizontale qui varie autour de 1 200 kWh/m².an.
- Une productivité électrique annuelle d'environ 1 000 kWh/kWc.an.

L'ensoleillement est relativement homogène sur le territoire et les effets d'ombrage dus à la topographie sont limités (http://ines.solaire.free.fr/pvreseau_1.php).

Potentiel Maximal du territoire

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

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

- Surface de toiture logement individuel et collectif : utilisation des données INSEE (2014) concernant le nombre de logements individuels et collectifs.
- Surface de toiture autres activités disponibles (commercial, industriel, agricole, autres usages) : utilisation des données disponibles par l'intermédiaire de la base de



données cadastrale gouvernementale.

- Surface disponible pour des centrales au sol ou ombrières : utilisation des données fournies par les données CORINELANDCOVER

concernant les friches et délaissés potentiels (carrières et décharges) ainsi que les sites BASOL (sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif).

Le potentiel maximal mobilisable sur le territoire est estimé comme suivant :

Tableau 14 Estimation du potentiel maximal photovoltaïque

	SURFACE DISPONIBLE (M ²)	PUISSANCE INSTALLEE (MWC)	PRODUCTIBLE ASSOCIE (GWH)
LOGEMENTS INDIVIDUELS	829 127	83	83
LOGEMENTS COLLECTIFS	12 742	1	1
BATIMENTS TERTIAIRES	1 817 762	118	118
OMBRIERES PV	21 300	2	2
CENTRALE AU SOL	840 000	42	42
TOTAL	3 520 931	246	246

Le potentiel de production d'électricité d'origine solaire photovoltaïque est estimé à environ 3,5 millions de m² pour une puissance de 246 MWc et une production d'électricité renouvelable photovoltaïque estimée à 246 GWh.

A noter que le potentiel maximal du territoire est théoriquement infini. En effet, les 246 MWc estimés ici peuvent être atteints par la mise en œuvre de centrales photovoltaïques au sol sur environ 500 Ha, soit 1,5% de la surface du territoire.

Potentiel Mobilisable du territoire

potentiel maximal afin de représenter des conditions de mobilisations « raisonnables ».

Le potentiel mobilisable sur le territoire est estimé par l'application de contraintes sur le

Tableau 15 contraintes prises en compte pour le solaire photovoltaïque

Typologie	Ratio de puissance Wc/m ²	Technologie	Coefficient de masque	Coefficient d'orientation	Coefficient d'implantation
Maisons	100	Polycristallin	0,85	0,8	0,35
Logements collectifs	65	Amorphe	0,9	0,7	0,6
Bâtiments Tertiaires	65	Amorphe	0,9	0,9	0,6
Ombrières PV	100	Polycristallin	SO	SO	0,03
Centrale au sol	0,5	Polycristallin	SO	SO	0,6
Contraintes transversales	Servitudes liées aux zones de protection des Monuments Historiques (AC1) Zones de protection naturelles (Znieff Type 1 et 2, Natura 2000)				



Analyse des surfaces de toitures disponibles et périmètre des servitudes Monuments Historiques



Figure 50: Exemple d'analyse réalisée pour le potentiel photovoltaïque en toiture

L'application de ces contraintes et le retranchement des installations existantes permettent d'estimer le potentiel de développement mobilisable suivant sur le territoire.

Tableau 16 Estimation du potentiel mobilisable pour le solaire photovoltaïque

	Surface disponible (m ²)	Puissance installée (MWc)	Productible associé (GWh)
Maisons	155 081	15,5	15,5
Logements collectifs	4 816	0,3	0,3
Bâtiments Tertiaires	883 432	57,4	57,4
Ombrières PV	21 300	2,1	2,1
Centrale au sol	504 000	25,2	25,2
Total	1 610 000	100,6	100,6

Le potentiel mobilisable de production d'électricité d'origine solaire photovoltaïque est estimé à environ 1,6 millions de m² pour une puissance de 100,6

MWc et une production d'électricité renouvelable photovoltaïque estimée à 100,6 GWh.

Productible atteignable

La ressource en énergie solaire est disponible et mobilisable par l'intermédiaire du solaire photovoltaïque. La prise en

compte de la production actuelle liée au solaire photovoltaïque sur le territoire permet d'aboutir au productible suivant.



Tableau 17 Productible atteignable Solaire Photovoltaïque (source E6)

ZOOM SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE	
PRODUCTIBLE ATTEIGNABLE : 100,6 GWh/an	
PUISSANCE : 100,6 MWc	
SURFACE MOBILISABLE : 1,56 Millions de m ² (70% toiture, 30% au sol)	
<ul style="list-style-type: none"> • Puissance mobilisable 100.6 MWc • Surface mobilisable de 1,56 Millions de m² dont 70% en toiture et 30% au sol • Le gisement solaire PV se situe majoritairement dans le secteur tertiaire • Productible équivalent à l'installation d'une centrale photovoltaïque de 210 Ha, soit 0,6% de la surface du territoire • Afin de ne pas défavoriser le solaire thermique, les surfaces calculées pour le solaire STH ont été retranchées des surfaces disponibles pour le solaire PV. 	

Contraintes et limites

La première limite présentée par l'exercice est la concurrence avec le solaire thermique. Les deux technologies ne répondent pas aux mêmes objectifs, mais utilisent le même support pour les secteurs résidentiel et tertiaire : la toiture des bâtiments.

De plus, l'analyse ne prend pas en compte l'évolution des technologies. Les rendements actuels seront à priori très largement supérieurs d'ici 30 ans.

4.3.4.2. Le solaire thermique

Détails des potentiels

Potentiel Maximal	Ensemble des toitures disponibles
Potentiel Mobilisable	Toitures favorablement orientées et contraintes de mise en œuvre Zone de protection des Monuments Historiques
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable

La Ressource

Le principe 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.

Ces équipements permettent d'utiliser directement l'énergie thermique du soleil (à relativement basse température). La chaleur produite peut être utilisée pour le

chauffage domestique ou la production d'eau chaude sanitaire.

Les applications

L'énergie solaire thermique peut être utilisée pour les catégories d'usages :

- La production d'Eau Chaude Sanitaire
- Le Chauffage des bâtiments
- Le séchage
- Le refroidissement
- La Haute Température (solaire à concentration)



Les 3 types d'équipements les plus courants sont :

- Les chauffe-eaux solaires individuels (CESI), qui permettent la production d'eau chaude à usage sanitaire pour les particuliers, pour une productivité de l'ordre de 400 à 650 kWh/an/m² selon la zone climatique ;
- Les systèmes solaires combinés (SSC), qui assurent à la fois la production d'eau chaude sanitaire et le chauffage à l'usage des particuliers. La surface de capteurs correspond à 10% environ de la surface à chauffer. La production conventionnelle retenue pour un système optimisé est de 600 kWh/an/m² ;
- Les chauffe-eaux solaires collectifs. L'équipement est en général dimensionné pour fournir 40 à 60% des besoins.

Les intérêts de la filière

De la même manière que pour le solaire photovoltaïque, la production d'énergie par l'intermédiaire de modules solaires thermiques présente des avantages importants :

- La ressource d'énergie utilisée est renouvelable et gratuite, aucune pénurie ou fluctuation des prix n'est à craindre ;
- Le processus de production d'énergie n'a que peu d'impact sur l'environnement (ni rejet polluant, ni déchet, ni bruit) ;
- L'énergie produite est consommée in situ, diminuant ainsi les pertes.
- Les modules solaires thermiques s'affranchissent plus facilement des contraintes d'exposition et d'orientation en captant l'ensoleillement direct et diffus ;
- La surface de capteurs nécessaire est plus réduite que pour le solaire photovoltaïque.

Voici quelques chiffres clés et approximatifs pour résumer les ordres de grandeurs du solaire thermique en France :

- 1 m² de capteurs en métropole permet d'économiser en moyenne 0,064 tep par an, soit une quantité d'énergie d'environ 450 à 800 kWh/an et un taux de couverture compris entre 40% et 60% à l'année.
- Un système CESI (Chauffe-Eau Solaire Individuel) couvre entre 50 à 80% des besoins en ECS d'un logement individuel selon sa localisation géographique : ~1 m² de capteur /personne, soit 4m² pour une maison avec famille de 4 personnes.
- Un système CESC (Chauffe Eau Solaire Collectif) couvre environ 40 à 60% des besoins en ECS d'un appartement selon sa localisation géographique : ~2m² de capteur par logement.
- Le rendement d'un capteur thermique est de l'ordre de 40%.
- Le coût d'une installation varie entre 1000 et 1500€ /m² de capteurs auquel il faut ajouter l'ensemble des coûts associés au reste de l'installation (<http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/ressources/techniques/782/782-bf-thermique.pdf>)

Tableau 18 Ratios relatifs au solaire thermique (ADEME, aicvf)

Type d'installation	Ratio surface	Productivité moyenne (kWh/m ²)
CESC	1 à 2m ² /100L	450-600
CESI	1m ² /personne	500-800
SSC	10% surface habitable	350-600
Chauffage piscine	30 à 50% de la surface du bassin	300

Ratios et ordres de grandeur



La ressource sur le territoire

L'énergie solaire thermique est utilisable partout en Bretagne, grâce à :

- Une durée moyenne d'ensoleillement de 1 937 heures par an,
- Une irradiation solaire globale horizontale qui varie autour de 1 200 kWh/m².an.
- Une productivité thermique annuelle comprise entre 550 et 600 kWh/m².an selon le type d'installation.

L'ensoleillement est relativement homogène sur le territoire et les effets d'ombrage dus à la topographie sont limités¹².

Potentiel Maximal du territoire

L'estimation du potentiel maximal du territoire passe par l'estimation du nombre d'installations déployables et de la production de chaleur associée.

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

- CESI : équipement de l'ensemble des logements individuels existants et neufs
- CESC : équipement de l'ensemble des logements collectifs existants et neufs – équipement des centres hospitaliers (CH)
- Chauffage Piscine : équipement des piscines et centres nautiques du territoire

Tableau 19 Potentiel Maximal pour le solaire thermique

	NB INSTALLATIONS	SURFACE ASSOCIEE (M ²)	PRODUCTIBLE GWH
MAISONS	16568	66 272	36,5
LOGEMENTS COLLECTIFS	1274	1 911	1,1
CENTRES HOSPITALIERS	2,0	850	0,5
PISCINE	1,0	425	0,2
TOTAL	17845	69458	38,3

Le potentiel maximal de production de chaleur d'origine solaire thermique est estimé à environ 69 500 m² représentant

16 000 installations et une production de chaleur estimée à 38 GWh.

Potentiel Mobilisable du territoire

Le potentiel mobilisable sur le territoire est estimé par l'application de contraintes sur le potentiel maximal afin de représenter des conditions de mobilisations « raisonnables ».

¹² http://ines.solaire.free.fr/ecs_1.php



Tableau 20 Hypothèses de dimensionnement pour le solaire thermique

Typologie	Surface modules nécessaires toiture	Productible associé en kWh/m ²	Installations retenues
logement individuel - CESI	4m ² /logement	550	Existant : Logements chauffés au fioul, électricité et gaz bouteille Neuf : ensemble des logements
logements collectifs - CESC	1,5m ² /logement	595	Logements équipés d'un chauffage central collectif uniquement Neuf : ensemble des logements
Piscine	0,5m ² par m ² de bassin	600	Toute installation
Hôpitaux et maisons de retraite -CESC	1,5m ² /chambre	595	Toute installation

L'application de ces contraintes et le retranchement des installations existantes permettent d'estimer le potentiel de développement mobilisable suivant :

Tableau 21 Potentiel Mobilisable pour le Solaire Thermique

	NB INSTALLATIONS	SURFACE ASSOCIEE (M ²)	PRODUCTIBLE GWH
MAISONS	10563	42 250	23,2
LOGEMENTS COLLECTIFS	373	560	0,3
CENTRES HOSPITALIERS	2,0	849,8	0,5
PISCINE	1,0	175,0	0,1
TOTAL	10 939	43 835	24,2

Le potentiel de production de chaleur d'origine solaire thermique est estimé à environ 41 220 m² représentant 10 939

installations et une production de chaleur estimée à 24,2 GWh.

Productible atteignable

La ressource en énergie solaire est disponible et mobilisable par l'intermédiaire du solaire thermique. La prise en compte de la production actuelle liée au solaire thermique sur le territoire permet d'aboutir au productible suivant :

Tableau 22 Potentiel Mobilisable pour le Solaire Thermique

SOLAIRE THERMIQUE
SURFACE INSTALLABLE : 43 835 m ²
PRODUCTION MOBILISABLE : 24,2 GWh/an
<ul style="list-style-type: none"> • 43 835 m² de modules solaires thermiques à installer d'ici 2050 • Le gisement solaire principal se situe majoritairement dans le résidentiel. • Le solaire PV et Thermique sont en concurrence d'usage au niveau du support (toiture), particulièrement concernant les bâtiments résidentiels

Contraintes et limites

La RT 2020 prévoit un objectif d'intégrations des énergies renouvelables dans les logements, sans imposer une filière plutôt qu'une autre.

Le solaire thermique est ainsi en compétition avec le solaire photovoltaïque, les pompes à chaleur, la cogénération, autant

de filières dont le retour sur investissement est plus court. Comme évoqué pour le solaire photovoltaïque, ces deux technologies utilisent le même support (toiture des bâtiments) ce qui présente donc une limite.



4.3.4.3. La biomasse – Bois Energie

Détails des potentiels

Potentiel Maximal	Production totale de bois du territoire + Consommations actuelles en bois de chauffe
Potentiel Mobilisable	Part de la production de bois dédiée au bois énergie + Consommation projetée de bois de chauffe (avec rénovation de l'existant)
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable

La ressource

Le bois est une énergie renouvelable.

En France, comme dans la plupart des pays européens, le prélèvement forestier reste inférieur à l'accroissement naturel de la forêt le bilan carbone est donc positif.

Il existe aujourd'hui des appareils à combustible bois innovants et efficaces à disposition des particuliers comme des collectivités ou des industries. Les chaudières à biomasse brûlent différents biocombustibles : granulés de bois, bûches, plaquettes forestières, sciures ou copeaux.

L'approvisionnement de la filière bois énergie peut faire appel à des ressources bois de différentes natures, celles-ci pouvant déjà être captées par d'autres filières de valorisation du bois, en tout ou partie. Il est important de veiller à éviter les conflits d'usage sur la ressource bois.

Les trois principales origines du bois valorisé pour la production d'énergie sont les suivantes :

- Le bois issu de la forêt ;
- Les sous-produits des entreprises de transformation du bois (ils représentent environ la moitié d'un arbre coupé et restent encore à valoriser pour une partie relativement importante) ;
- Le bois récupéré, provenant des déchetteries ou des entreprises de récupération (élagage, emballage, palette, ...) s'il n'est pas souillé (traitement, peinture, ...).

Nous nous intéresserons ici au potentiel concernant le bois de forêt.

Les applications

La biomasse solide se prête bien à la production de chaleur pour le chauffage, la production de vapeur pour des procédés industriels, le séchage...

Il est aussi possible de produire de l'électricité, revendue sur le réseau : la vapeur produite fait tourner des turbines qui génèrent du courant. Toutefois, la production d'électricité seule à partir de biomasse solide présente un rendement faible. Aussi, la cogénération est principalement utilisée pour produire de l'électricité en plus de la chaleur.

Les combustibles les plus utilisés sont les suivants :

- Les bûches et rondins, généralement de 25 à 50 cm de long, constituent la forme la plus brute de l'exploitation du bois énergie. Elles servent de bois de chauffage mais possèdent souvent un faible pouvoir calorifique en raison de leur humidité persistante.
- Les plaquettes forestières ou industrielles sont des composés de quelques centimètres cube de bois déchiqueté. Elles sont produites à partir de résidus forestiers (branches, bois d'élagage, etc.) qui sont secs, ce qui permet d'obtenir un meilleur pouvoir calorifique du combustible.
- Les granulés (ou « pellets », terme anglais souvent employé) sont des cylindres de 1 à 3 cm de long



constitués de copeaux ou de sciure de bois compacté. Leur taux d'humidité est très faible, autour de 10%.

Les intérêts de la filière

La production de chaleur par combustion du bois présente un certain nombre d'avantages importants :

- La ressource d'énergie utilisée est renouvelable, aucune pénurie n'est à craindre tant que l'exploitation forestière est réalisée de manière durable. C'est pourquoi les prix sont moins sujets à des fluctuations.
- Le bois énergie a un bilan neutre vis-à-vis des gaz à effet de serre : on dit qu'il a un bilan carbone nul. En effet, la quantité de dioxyde de carbone (CO₂) absorbée durant la croissance de l'arbre est environ la même que celle qui est rejetée lors de la combustion du bois ; de plus, le bois mort laissé sur place en forêt rejette lui aussi du CO₂, même s'il n'est pas brûlé ;
- Dans le cas d'une substitution d'énergie thermique, la quantité de CO₂ rejetée dans l'atmosphère est nettement diminuée, dans le cas d'une substitution d'énergie électrique, le réseau électrique est soulagé.

Tableau 23 Facteurs d'émission exprimé en CO₂ équivalent des combustibles courants (source E6)

Facteurs d'émission des combustibles courants (g CO ₂ e/kWh Pouvoir calorifique inférieur) selon la Base Carbone de l'ADEME 7 (Données France)	
Combustibles	Émissions directes (g CO ₂ e/kWh PCI)
Charbon	345
Fioul lourd	283
Fioul domestique	272
Gazole	256
Essence (SP95, SP98)	253
GPL	233
Gaz naturel	204
Bois énergie	18,8

La ressource sur le territoire

Le territoire dispose d'une surface forestière non négligeable puisque la surface forestière du territoire représente 5 932 Ha, soit 18% de la surface totale du territoire.

On compte 2 170 Ha de feuillus, 2 653 Ha de conifères et 1 109 Ha de forêts mélangées.



Répartition des surfaces forestières

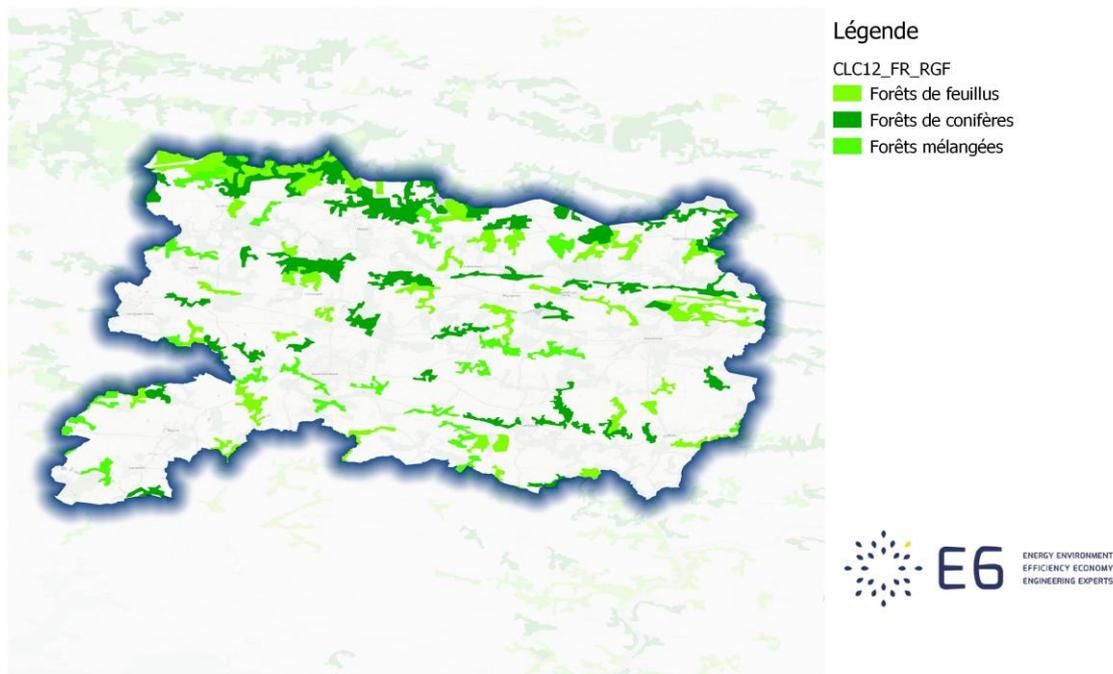


Figure 51: Répartition des surfaces forestières du territoire (source E6)

Potentiel Maximal

L'estimation du potentiel maximal sur le territoire porte exclusivement sur la production de bois issu des forêts et la consommation de bois de chauffe. Le calcul du potentiel a été établi en appliquant aux surfaces forestières les valeurs de production¹³ et de prélèvement de la région Bretonne¹⁴ et en considérant une consommation constante de bois de chauffe sans rénovation des logements et

remplacement des équipements. On considère également qu'une proportion de logements neufs équivalente à la proportion actuelle se chauffera au bois.

L'estimation du potentiel maximal correspondrait à une exploitation complète de la production forestière du territoire et à une consommation constante de bois de chauffe :

¹³ http://www.ign.fr/publications-de-l-ign/Institut/Publications/Autres_publications/memento_2017.pdf

¹⁴ http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/FF_foretbois_2018.pdf



Tableau 24 Potentiel maximal Biomasse (source E6)

	Volume de bois (m ³)	Production de chaleur (GWh)
Ressource biomasse mobilisable	33 310	28
Consommation bois de chauffe	14 135	73
Total	47 445	101

Potentiel mobilisable sur le territoire

Comme précisé précédemment, l'approvisionnement de la filière bois énergie peut faire appel à des ressources bois de différentes natures, celles-ci pouvant déjà être captées par d'autres filières de valorisation du bois, en tout ou partie. Il est ainsi important de veiller à éviter les conflits d'usage sur la ressource bois.

De plus, d'autres contraintes peuvent entrer en ligne de compte, notamment :

- Contrainte de mobilisation de la ressource auprès des propriétaires
- Accessibilité des surfaces

Les données de l'Inventaire Forestier réalisé par l'IGN ont été utilisées, permettant de déterminer la part du volume de bois prélevé destiné au Bois Energie dans le Morbihan. Cette part s'élève actuellement à 17%, contre 24% pour la Bretagne et 21% à l'échelle nationale¹⁵ :

Nous avons retenu la valeur nationale pour prendre en compte un développement de l'industrie du bois énergie.

Une projection des consommations de bois de chauffe a été réalisée en intégrant la rénovation des bâtiments et le remplacement des équipements à horizon 2050.

Ainsi, l'estimation du potentiel Biomasse mobilisable est donc le suivant :

Tableau 25 Potentiel Mobilisable pour la Biomasse (source E6)

	Volume de bois (m ³)	Production de chaleur (GWh)
Ressource biomasse mobilisable	6 995	15,3
Consommation bois de chauffe	10 950	21,9
Total	17 945	37,2

Productible atteignable

Le productible atteignable intègre le potentiel mobilisable présenté ci-dessus et la part de bois déchiqueté consommé sur le territoire par les chaufferies bois de forte puissance.

¹⁵ <https://inventaire-forestier.ign.fr/>



BIOMASSE – BOIS ENERGIE

GISEMENT RESSOURCE : 15,3 GWh

GISEMENT CONSOMMATION : 21,9 GWh

GISEMENT GLOBAL : 37,2 GWh

- La ressource disponible en bois est abondante.
- Environ 7 000 m³ de bois mobilisable pour la structuration d'une filière Bois Energie sans créer de conflit d'usage direct avec la structuration de la filière bois au niveau départemental par une mobilisation raisonnée.
- Un besoin d'environ 11 000 m³ de bois pour la consommation des ménages.
- La filière bois exploitée localement présente un fort potentiel de développement.

4.3.4.4. La méthanisation

Détails des potentiels

Potentiel Maximal	Ensemble des substrats, effluents et matières méthanisables mobilisables
Potentiel Mobilisable	Prise en compte des usages actuels et application des taux de mobilisation
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable

La ressource

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, contrairement au compostage qui est une réaction aérobie). Le biogaz est un gaz combustible, mélange de méthane et de gaz carbonique, additionné de quelques autres composants.

Il existe actuellement 5 grands secteurs producteurs de ressources favorables au développement de la méthanisation :

- Les déchets agricoles : déchets de culture (pailles, issue de silo) et les déchets d'élevage (lisier ou fumier),
- Les déchets des industries agroalimentaires et de la distribution,
- Les ordures ménagères dont on peut valoriser la fraction fermentescible,
- Les déchets produits par les collectivités déchets verts ou déchets de cantines,
- Les boues issues des stations d'épuration.

Les exutoires de valorisation des produits de méthanisation sont divers et variés :

- Production d'électricité et de chaleur combinée via une centrale de cogénération
- Production de chaleur consommée à proximité immédiate du lieu de production
- Injection de biogaz dans les réseaux de gaz naturel
- Transformation en carburant sous forme de GNV (gaz naturel pour véhicule)

Ainsi, la méthanisation se situe au carrefour de plusieurs réflexions :

- Une gestion territoriale de la matière organique, d'une part,
- Une dynamique de territoire qui permet d'associer différents acteurs, d'autre part.

Elle est simultanément une filière de production d'énergie renouvelable et une filière alternative de traitement de déchets.



Les applications

Le biogaz est l'une des seules énergies renouvelables à pouvoir être transformée en toute forme d'énergie utile. Les exutoires de valorisation des produits de méthanisation sont ainsi divers et variés :

- Production de chaleur : l'efficacité énergétique est intéressante si le besoin en chaleur des débouchés est assez important pour permettre de valoriser le maximum de l'énergie disponible.
- Production d'électricité : l'efficacité énergétique est plus faible (- 37 %) du fait du rendement énergétique de l'électricité se limitant, pour des moteurs, autour de 33 %.
- Production combinée d'électricité et de chaleur, ou cogénération : c'est le mode de valorisation du biogaz le plus courant. En plus de l'électricité produite grâce à un générateur, de la chaleur est récupérée. La valorisation de cette chaleur nécessite un débouché à proximité.
- Carburant véhicule : le biogaz est utilisé en tant que carburant véhicule. Elle peut être envisagée dans le cadre d'une flotte captive de véhicules (bus, bennes déchets, ...).
- Injection du biogaz épuré dans le réseau de gaz naturel : l'injection du biogaz épuré dans le réseau de gaz naturel est le mode de valorisation le plus performant.

Les intérêts de la filière

La méthanisation de déchets organiques présente de nombreux avantages, notamment :

- Une double valorisation de la matière organique et de l'énergie ; c'est l'intérêt spécifique à la méthanisation par rapport aux autres filières,
- Une diminution de la quantité de déchets organiques à traiter par d'autres filières,
- Une diminution des émissions de gaz à effet de serre par substitution à l'usage d'énergies fossiles ou d'engrais chimiques,
- Un traitement possible des déchets organiques gras ou très humides, non compostables en l'état,

Sur les grandes unités, une limitation des émissions d'odeur est possible a priori du fait de digesteur hermétique et de bâtiment clos équipé de traitement d'air performant.

La ressource sur le territoire

Le territoire dispose d'une ressource forte en substrats méthanisables de par la taille de son cheptel (~1 720 000 têtes de bétails tout confondu) et ses surfaces agricoles (~21 500 Ha).

Le territoire dispose également d'un centre d'enfouissement technique des déchets équipés d'une cogénération qui produit en 2014 29 GWh de chaleur. Cette production n'est toutefois pas liée aux ressources du territoire car le centre d'enfouissement technique collecte les déchets de l'ensemble du secteur Est du département du Morbihan.



Répartition des surfaces agricoles du territoire

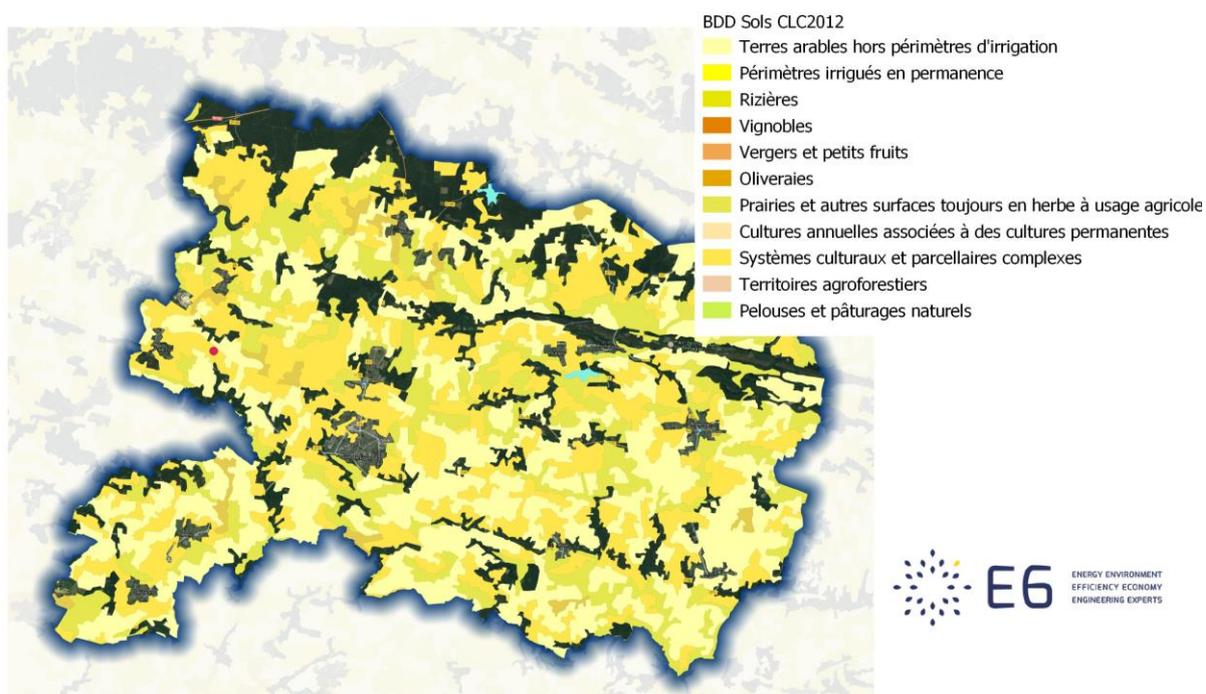


Figure 52: Répartition des surfaces agricoles du territoire (source E6, CLC2012)

Détails des gisements considérés

Concernant la mobilisation des ressources et l'estimation du potentiel brut et net, les estimations s'appuient sur les résultats d'une étude nationale de l'ADEME (2013)¹⁶ qui reprend pour chacun de ces substrats, les conditions de mobilisation. Ces données sont complétées pour l'élevage par les résultats d'une étude menée par l'ADEME sur le territoire breton (2009)¹⁷ et de l'étude

AGRESTE BRETAGNE (2010¹⁸) portant sur la méthanisation des effluents d'élevage. Sont reprises dans le tableau suivant, les utilisations considérées des principales ressources.

¹⁶ <https://www.ademe.fr/estimation-gisements-potentiels-substrats-utilisables-methanisation>

¹⁷ <http://bretagne.ademe.fr/domaines-dintervention/energies-et-matieres-renouvelables/methanisation-biogaz>

¹⁸ <http://agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/bretagne/>



Ressource	Utilisation actuelle classique de la ressource
Déchets d'élevage	Epandage direct
Déchets et résidus de culture	Laissés aux champs ou complément litière animale
Déchets de l'industrie agro-alimentaire	Alimentation animale ou valorisation produit
Déchets Assainissement	Epandage ou Compostage
Déchets des ménages et collectivités	Incinération ou valorisation

Les déchets agricoles

Les ressources agricoles méthanisables étudiées dans cette étude sont :

- Les ressources issues de l'élevage : fumier et lisier/fientes
- Les ressources végétales : résidus de culture et issus de silo.

Concernant les ressources issues de l'élevage, la méthodologie employée est la suivante :

- Extraction des effectifs par type d'animal et par commune (données DRAFF Recensement Agricole)
- Application de ratios de production en quantité de déjection (lisier ou fumier) par animal et par an

Concernant l'estimation de ces ressources, la méthodologie employée est la suivante :

- Assolements issus du Recensement Agricole (données DRAFF Recensement Agricole)
- Application de ratios de production par hectare et par an,

Nous disposons également des valeurs mises à disposition par l'Observatoire Régional de l'Environnement dans le cadre

de la publication de l'étude « Les chiffres Clés de la Biomasse en Bretagne, 2017 ».¹⁹

Les boues de station d'épuration

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

L'évaluation du gisement repose sur les données de production de boues de station pour chacune des stations d'épuration existante sur le territoire. Les données de gisement annuel produite par l'Observatoire Régional de l'Environnement dans le cadre de la publication de l'étude « Les chiffres Clés de la Biomasse en Bretagne, 2017 »²⁰ sont également exploitées.

Ces données étant issues d'enquêtes de terrain réalisées par les acteurs compétents de la filière, les valeurs associées. Sont retenues en priorité.

Les déchets et biodéchets

On considère ici :

- La part fermentescible des déchets des ménages
- Les déchets de restauration issus de préparation de repas dans les restaurants et cantines/cuisines collectives des établissements scolaires et établissements de santé.
- Les déchets des industries agroalimentaires 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

¹⁹ <http://www.bretagne-environnement.org/Media/Documentation/Bibliographies/Les-chiffres-cles-de-la-biomasse-en-Bretagne.-Edition-2017>

²⁰ <http://www.bretagne-environnement.org/Media/Documentation/Bibliographies/Les-chiffres-cles-de-la-biomasse-en-Bretagne.-Edition-2017>



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

Les déchets les données de gisement annuel produite par l'Observatoire Régional de

Potentiel Maximal

Le potentiel maximal sur le territoire est constitué de l'ensemble des substrats détaillés précédemment sans tenir compte de leur usage actuel.

l'Environnement dans le cadre de la publication de l'étude « Les chiffres Clés de la Biomasse en Bretagne, 2017 »²¹ sont exploitées pour ce type de déchets.

Ces données étant issues d'enquêtes terrain réalisées par les acteurs compétents de la filière, les valeurs associées sont retenues en priorité.

Tableau 26 Potentiel Maximal pour la méthanisation (source E6)

	Tonnage	m ³ CH4	Potentiel maximal GWh
AGRICULTURE	43 896	10 759 957	74,9
ELEVAGE	404 748	13 277 760	79,4
STEP	221	50 221	0,4
IAA	767	44 792	0,3
DECHETS VERT	670	31 194	0,2
DECHETS RESTAURATION	221	8 069	0,1
DECHETS GRANDE DISTRIBUTION	614	23 886	0,2
DECHETS DES COMMERCES	54	5	0,0
OMR	1 503	174 500	1,0
TOTAL	452 694	24 370 384	156,3

Le gisement maximal exploitable à l'échelle du territoire représente environ 453 000 Tonnes de substrats pour un volume de

Biogaz d'environ 24 370 000 m³ de CH4 et un potentiel maximal associé de 156,3 GWh.

Potentiel mobilisable sur le territoire

21

<http://www.bretagne-environnement.org/Media/Documentation/Bibliographies/Les-chiffres-cles-de-la-biomasse-en-Bretagne.-Edition-2017>

<http://www.bretagne-environnement.org/mots-cles/Energie/Biomasse>



Le passage du potentiel maximal au potentiel mobilisable est réalisé par la prise en compte des usages actuels et l'application de coefficients de mobilisation issus des études nationales et régionales ADEME.

Au vu de la répartition des gisements qui sont majoritairement issus de l'agriculture et de l'élevage et considérant que la part des

déchets et biodéchets est amenée à diminuer d'ici 2050 du fait des politiques de réduction des déchets et d'inclusion dans des démarches d'économies circulaires, ces gisements ne sont donc pas retenus pour le détail du potentiel mobilisable.

Les taux de mobilisation utilisés pour les substrats de l'élevage et de la culture sont les suivants :

Tableau 27 Taux de mobilisation des substrats (source ADEME)

Ressource	Taux de Mobilisation
Pailles	15% du gisement disponible
Menues pailles	10% du gisement disponible
Issues Silo	30% du gisement disponible
Fumier	57% du gisement disponible
Lisier	48% du gisement disponible

L'application des ratios de mobilisation permet d'aboutir au potentiel mobilisable suivant :

Tableau 28 Potentiel Mobilisable pour la méthanisation

	m ³ CH ₄	Potentiel mobilisable GWh
AGRICULTURE	4 155 495	24,8
ELEVAGE	7 402 873	44,3
TOTAL	11 558 368	69,1

Le gisement mobilisable à l'échelle du territoire représente un volume de biogaz d'environ 11 560 000 m³ de CH₄ et un potentiel mobilisable associé de 69,1 GWh.

Productible atteignable

Le productible atteignable intègre les éléments du potentiel mobilisable ainsi que la production actuelle du centre d'enfouissement technique (CET).

METHANISATION
PRODUCTIBLE ATTEIGNABLE (RESSOURCES) : 69,1 GWh et 11 560 000 m ³ de CH ₄
PRODUCTIBLE EXISTANT (CET) : 29 GWh
PRODUCTIBLE GLOBAL : 98 GWh
<ul style="list-style-type: none"> Usine de traitement des déchets produisant 29 GWh en 2014 avec valorisation par cogénération (le site reçoit les déchets de l'Est du département à hauteur de 52 000 T de substrats valorisés en 2017)²².

²² <https://www.aile.asso.fr/wp-content/uploads/2016/11/Carte-BZH-Fct-et-Projet-ET-chifres-cles.pdf>



4.3.4.5. L'éolien

Détails des potentiels

Potentiel Maximal	Ensemble des zones de développement éolien ou zones disponibles situées à plus de 500m des habitations et hors des zones de protection naturelle (ZNIEFF Type 1 et 2, NATURA 2000, Corridors écologiques etc)
Potentiel Mobilisable	Part des zones précédentes permettant l'installation de 4 éoliennes à minima sur la même parcelle
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable Pour le calcul du productible atteignable, nous considérons une puissance unitaire de 2MW par mat et une durée de fonctionnement à puissance nominale de 2000h.an, soit un productible de 2000MWh/MW. Le calcul du productible atteignable est réalisé en appliquant également cette durée de fonctionnement aux mats existants.

La ressource

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.

La technologie

Une éolienne est constituée de plusieurs éléments :

- Le mât : tour cylindrique qui contient les câbles électriques de raccordement au réseau et l'échelle d'accès.
- La nacelle est située en haut du mât et contient la plus grande partie de l'installation électrique :
 - Le générateur, qui produit de l'électricité grâce à la rotation des pales.
 - Le multiplicateur, qui sert à augmenter le nombre de tours effectués par les pales de l'éolienne

La ressource sur le territoire

Le Morbihan dispose d'un potentiel intéressant concernant la mise en œuvre d'éoliennes sur son territoire.

L'Atlas établi par l'ADEME (<http://www.windatlas.ademe.fr/portal-carteole/>) permet de visualiser les vitesses de vent moyennes à 80m sur l'ensemble du territoire national.

Il existe deux grandes familles d'éoliennes :

- Les machines à axe vertical
- Les machines à axe horizontal qui se déclinent en trois gammes de puissance :
 - Le "petit éolien", pour les machines de puissance inférieure à 36 kW
 - Le "moyen éolien", pour les machines entre 36 kW et 350 kW
 - Le "grand éolien" (puissance supérieure à 350 kW), pour lequel on utilise des machines à axe horizontal munies, dans la plupart des applications, d'un rotor tripale.

On ne présentera dans ce rapport que le seul potentiel lié au grand éolien terrestre.

Les vitesses moyennes observées sur le territoire sont situées autour de 6-7 m/s et sont donc propices à une production éolienne.

Le Schéma Régional Eolien de la Bretagne, élaboré en septembre 2012 puis annulé en octobre 2015, précisait les ZDE (Zones de



Développement de l'Eolien) favorables à l'implantation de parcs éoliens.

Potentiel Maximal du territoire

L'estimation du potentiel maximal du territoire passe par l'estimation des surfaces propices à l'implantation d'éoliennes puis à l'estimation du nombre de mâts déployables.

La méthodologie déployée est la suivante :

- Prise en compte des ZDE favorables au développement éolien définies par les services de l'état.
- Prise en compte des zones situées à plus de 500m du bâti résidentiel.
- Pour cette étude, une zone d'exclusion de 500m autour de toute surface bâtie identifiée dans le cadastre a été définie. Ce critère est donc encore plus restrictif que l'exclusion du bâti résidentiel uniquement.
- Exclusion des zones abritant des espaces naturels sensibles/protégés.
- Prise en compte de l'intégralité des zones permettant l'implantation de mâts sans restriction de nombre à minima.
- Prise en compte des parcs existants ou en cours d'instruction.

Zone d'exclusion du bâti (périmètre 500m)

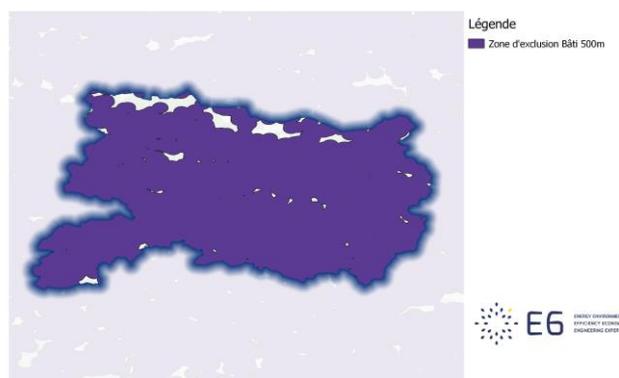


Figure 53: Zone de protection du bâti – 500m (source E6)

Zones de Protection Naturelle

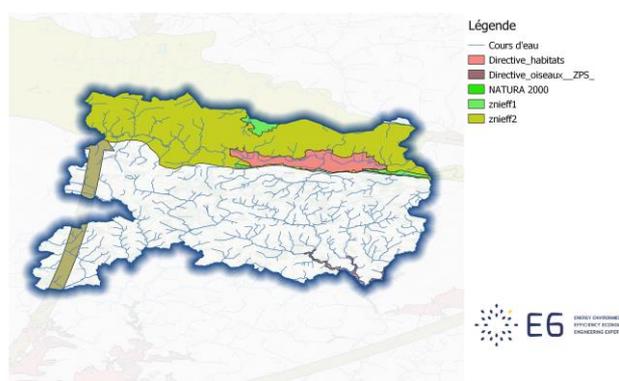


Figure 54: Zones de protection naturelle (source E6)

Le potentiel maximal sur le territoire est le suivant :

Tableau 29 Potentiel Maximal en termes d'éolien

ID_ZDE	NOM_ZDE	Puissance ZDE (MWc)	Surface déclarée (Ha)	Parc existant	Nombre d'éoliennes (2MW) théorique	Puissance installée (MWc)	Potentiel maximal (GWh)
530101	CC Pays de Questembert ZDE 4 (Questembert)	12,5	36	NON	6	12,5	27,5
530102	CC Pays de Questembert ZDE 5 (Lauzach)	11,5	93	OUI – Parc éolien du Moulin de la Drague	4	10	22
530100	CC Pays de Questembert ZDE 3 (Caden)	12,5	51	NON	6	12,5	27,5
530098	CC Pays de Questembert ZDE 1 (Larré et Questembert)	17,5	142	OUI - Parc éolien du Rocher Breton	4	9,2	20,24
530099	CC Pays de Questembert ZDE 2 (Pluherlin, Questembert et Limerzel)	15	70	NON	8	15	33
TOTAL					28	59	130



Le potentiel de production d'électricité d'origine éolienne est estimé à environ 28 mâts éoliens d'une puissance de 2 MW pour

une puissance installée de 59 MW et un potentiel maximal estimé à environ 130 GWh.

Potentiel Mobilisable du territoire

Le potentiel mobilisable sur le territoire est estimé par la prise en compte uniquement des surfaces pour lesquelles un parc n'est pas déjà implanté. Pour chacune des surfaces identifiées, il a été fait l'hypothèse de l'implantation d'un parc de 4 éoliennes de 2MW chacune en cohérence avec les tailles des parcs existants.

Disposant des données de puissance déclarées des ZDE du territoire, nous n'avons pas mis en œuvre la méthode classique d'estimation du potentiel éolien mais avons fait le choix de considérer pour ces ZDE des puissances et un nombre de mats similaire aux parcs déjà implantés sur le territoire.

L'application de ces hypothèses et le retranchement des installations existantes permettent d'estimer le potentiel de développement mobilisable suivant :

Tableau 30: Caractéristiques des mats existants

ID_ZDE	ID_PARC	HT_MAT	DIAM_ROTOR	PU_NOMINAL	ETAT_MAT	EN_SERVICE	Avancement
530102	56_0015	100	90	2	CO	OUI	AC
530102	56_0015	100	90	3	CO	OUI	AC
530102	56_0015	100	90	2	CO	OUI	AC
530102	56_0015	100	90	3	CO	OUI	AC
530098	56_0051	108	82	2.3	NCO	NON	AC
530098	56_0051	108	82	2.3	NCO	NON	AC
530098	56_0051	108	82	2.3	NCO	NON	AC
530098	56_0051	108	82	2.3	NCO	NON	AC

Tableau 31 Potentiel Mobilisable

ID_ZDE	NOM_ZDE	Puissance ZDE (MWc)	Surface déclarée (Ha)	Parc existant	Nombre d'éoliennes (2MW) théorique	Puissance installée (MWc)	Potentiel mobilisable (GWh)
530101	CC Pays de Questembert ZDE 4 (commune de Questembert)	12,5	36	NON	4	8	16
530100	CC Pays de Questembert ZDE 3 (commune de Caden)	12,5	51	NON	4	8	16
530099	CC Pays de Questembert ZDE 2 (communes de Pluherlin, Questembert et Limerzel)	15	70	NON	4	8	16
TOTAL					12	24	48

Le potentiel mobilisable de production d'électricité d'origine éolienne est estimé à environ 12 mâts éoliens d'une puissance de

2 MW pour une puissance installée de 24 MW et un potentiel mobilisable estimé à environ 48 GWh.

Productible atteignable



La ressource en vent est disponible et mobilisable par l'intermédiaire de l'énergie éolienne. La prise en compte des parcs

éoliens présents sur le territoire permet d'aboutir au productible suivant :

EOLIEN
Nombre de Mâts total : 20 mats Puissance installée total : 43 MW PRODUCTIBLE ATTEIGNABLE : 86 GWh/an
<ul style="list-style-type: none">• Potentiel éolien intéressant sur le territoire• Le productible présenté est un productible théorique notamment pour les parcs existants. Le productible réel en 2014 est de 15,68 GWh et est relatif à la production du parc éolien du rocher breton. Le second parc n'est pas identifié comme connecté au réseau (à confirmer)

Contraintes et limites

Le gisement présenté ici est purement théorique, la principale variable d'ajustement dans le cas de projets éolien est souvent l'acceptabilité des équipements par la population locale. Ce gisement correspond donc aux surfaces disponibles et non soumises aux contraintes détaillées auparavant, le nombre de mats pouvant

varier fortement selon la configuration des zones et les conclusions des études de faisabilité.

De la même manière, les zones actuellement définies comme favorables peuvent devenir défavorables selon la dynamique de construction de logements et inversement.



4.3.4.6. L'hydro-électricité

Détails des potentiels

Potentiel Maximal	Ensemble des tronçons identifiés par l'étude de l'UFE (Union Française de l'Electricité) et des seuils et équipements existants recensés par le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement de l'ONEMA
Potentiel Mobilisable	Exclusion de tous les cours d'eau classés en liste 1 Exclusion des centrales d'une puissance électrique inférieure à 100kWe
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable

La ressource

L'énergie hydroélectrique est produite par transformation de l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique puis électrique.

L'énergie hydraulique représente 19% de la production totale d'électricité dans le monde et 13% en France. C'est la source d'énergie renouvelable la plus utilisée.

Cependant, tout le potentiel hydroélectrique mondial n'est pas encore exploité. Ainsi, une étude de l'UFE (Union Française de l'Electricité) menée en 2013 a permis d'estimer le potentiel hydroélectrique français à environ 11 700 GWh/an par l'amélioration et l'équipement d'ouvrages existants et la création de nouveaux ouvrages.

Les applications

La filière hydraulique présente quatre technologies permettant la production d'électricité renouvelable :

- Les centrales de lac sont associées à des barrages et constituent un tiers de la puissance installée sur le territoire métropolitain national (environ 9 000 MW) malgré leur petit nombre (une centaine). Cette technologie représente une puissance très rapidement mobilisable en période de pointe de consommation.
- Les centrales au fil de l'eau sont les plus nombreuses sur le territoire (env. 1 900) et produisent plus de 50 % de la production hydraulique, mais, du fait de leur petite puissance

nominale, elles ne représentent que le deuxième type d'aménagement en termes de puissance (env. 7 600 MW). Non équipées de retenues d'eau, ces centrales assurent une production en continu tout au long de l'année et participe ainsi à la base du mix énergétique national.

- Les centrales d'écluse également dotées d'une retenue d'eau, permettent un stockage quotidien ou hebdomadaire de quantités moyennes d'eau disponibles en cas de pic de consommation. Cette technologie représente environ 4 200 MW installés, pour 150 centrales, et un potentiel de production de 10,6 TWh.
- Les stations de transfert d'énergie par pompage ne sont pas tout à fait considérées comme des sites de production ; elles constituent davantage des lieux de stockage d'énergie sous forme d'eau pompée dans un réservoir amont et pouvant être turbinée en cas de besoin énergétique. L'hexagone recense une dizaine de stations de transfert d'énergie par pompage, pour une puissance cumulée de 4 500 MW.

Seules les centrales gravitaires sont prises en compte dans cette étude.

Les intérêts de la filière

L'énergie hydro-électrique présente certains avantages intéressants :

- C'est l'énergie la plus maîtrisée au monde. En effet, cela fait des dizaines d'années que l'homme



utilise la force de l'eau pour produire de l'électricité.

- La production de l'électricité avec l'énergie hydraulique n'est pas en elle-même polluante. La seule pollution se produit au cours de la construction de ces énormes centrales.
- Les installations ont une durée de vie élevée (80 à 100 ans).
- Flexibilité de la production : le système des barrages permet de pouvoir facilement régler l'intensité du débit d'eau et la production d'énergie finale.

L'hydroélectricité est effectivement une énergie très fiable. Il y a très peu de perturbations en termes de puissance électrique qui soient dues à ce type de centrale.

La ressource sur le territoire

Le territoire comprend de nombreux cours d'eau (112), classés en liste 1 et en liste 2.

L'étude UFE ne recense aucun cours d'eau du territoire comme présentant un potentiel en création ou rééquipement de seuils existants.

Potentiel Maximal

Seul le potentiel par équipement de seuils existants est analysé, le potentiel par création de nouveaux ouvrages étant jugé nul par l'étude de l'UFE.

La méthodologie appliquée est la suivante :

- Recensement de tous les cours d'eau présents sur le territoire.
- Recensement des cours d'eau classés en liste 1 (interdiction de construction de nouveaux ouvrages si ceux-ci constituent un obstacle à

la continuité écologique) et liste 2 (zone de restauration de la continuité écologique des cours d'eau)²³.

Cette classification a une importance majeure dans la détermination du potentiel de production hydro-électrique car les cours classés en liste 1 interdisent toute nouvelle construction d'ouvrage faisant obstacle à la continuité écologique (dont barrage et centrale hydro-électrique).

- Recensement de tous les ouvrages existants répertoriés sur ces cours d'eau

Le recensement des ouvrages existants a été effectué par l'intermédiaire du Référentiel des Obstacles à l'Écoulement et l'étude du bilan des redevances des ouvrages en rivière.

Le recensement des cours d'eau fait apparaître 911 cours d'eau sur le territoire. Certains cours d'eau sont classés en liste 1 et en liste 2.

Ce recensement a permis d'obtenir une liste des obstacles référencés pour lesquels les valeurs concernant la hauteur de chute et le débit mesuré sont connues.

Une liste de 19 obstacles a donc été établie.

²³ <http://www.rhone-mediterranee.eafrance.fr/milieux-aquatiques/continuite-cours-eau/classement-coursdo.php>



COMMUNE	COURS D'EAU	OUVRAGE	USAGE REFERENCE
SAINT-GRAVE	Rivière l'arz	Moulin de l'Ethier	Aucun
PLUHERLIN	Rivière l'arz	Moulin de Bragou	Non décrit
MALANSAC	ruisseau de saint-gentien	Etang du Moulin Neuf	Loisirs et sports aquatiques
CADEN	ruisseau de trévelo	Moulin de Trévelo	Loisirs et sports aquatiques
QUESTEMBERT	Rivière de saint-Éloi	Moulin de Tohon	Aucun
LE COURS	Rivière l'arz	Moulin du Pont de Molac	Non décrit
CADEN	ruisseau de trévelo	Moulin de saint-Jacques	Non décrit
SAINT-GRAVE	Rivière l'arz	Moulin du Quiban	Aucun
MALANSAC	ruisseau de saint-gentien	Non décrit	Non décrit
MALANSAC	ruisseau de saint-gentien	Etang du Moulin Neuf	Loisirs et sports aquatiques
CADEN	ruisseau de trévelo	Moulin de Trévelo	Loisirs et sports aquatiques
CADEN	ruisseau de trévelo	Moulin de saint-Jacques	Non décrit
LIMERZEL	ruisseau de trévelo	Moulin de Moque Souris	Energie et Hydroélectricité
BERRIC	ruisseau du guern	SEUILS DU MOULIN DE ROHELLO	Non décrit
LIMERZEL	ruisseau du moulin de pinieux	Moulin de Bourg-Pommier	Aucun
BERRIC	SO	Moulin de Rohello	Non décrit
LIMERZEL	SO	Moulin Coton et Moulin de Pesle	Loisirs et sports aquatiques
MALANSAC	SO	Etang de BodÉlio	Loisirs et sports aquatiques

Tableau 32 : Liste des obstacles référencés par le ROE sur les cours d'eau du territoire

Le calcul de la puissance disponible, de la puissance électrique et du productible annuel a ensuite été réalisé.

Seuils existants et classement des cours d'eau

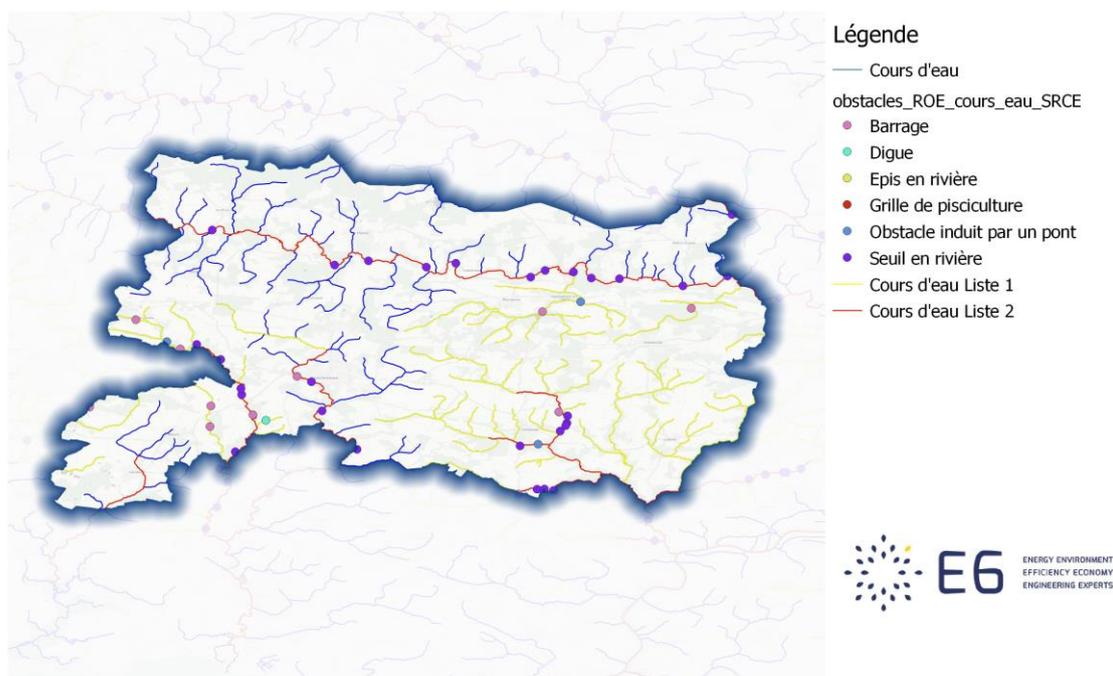


Figure 55: Repérage des seuils existants et classement des cours d'eau (source E6)



Le potentiel maximal du territoire est donc estimé ainsi :

Tableau 33 Potentiel Maximal du territoire

Nom des cours d'eau	Puissance disponible (KW)	Puissance électrique disponible (KWe)	Potentiel maximal (GWh)
Rivière l'arz	25,3	17,7	0,1
Rivière l'arz	34,5	24,2	0,1
rivière de saint-Éloi	34,5	24,2	0,1
Rivière l'arz	39,1	27,4	0,1
ruisseau de trévelo	39,2	27,4	0,1
Rivière l'arz	25,3	17,7	0,1
ruisseau de saint-gentien	19,6	13,7	0,1
ruisseau de saint-gentien	80,4	56,3	0,2
ruisseau de trévelo	78,4	54,9	0,2
ruisseau de trévelo	39,2	27,4	0,1
ruisseau de trévelo	44,1	30,9	0,1
ruisseau du guern	35,3	24,7	0,1
ruisseau du moulin de pinieux	54,9	38,4	0,2
SEUILS D'ETANG	68,6	48,0	0,2
	23,0	16,1	0,1
	29,9	20,9	0,1
	69,0	48,3	0,2
TOTAL	795	556	2

Le potentiel maximal de production d'électricité d'origine hydraulique par rééquipement de 19 seuils représente une

Potentiel mobilisable sur le territoire

Le potentiel mobilisable sur le territoire correspond à l'exclusion des seuils déjà équipés en production hydro-électrique et à la seule considération des centrales d'une puissance supérieure à 50kWe.

puissance électrique disponible de 556 KWe et un potentiel maximal estimé à 2 GWh.

Le potentiel mobilisable sur le territoire est donc estimé de la manière suivante.

Tableau 34 Potentiel mobilisable du territoire

Nom des cours d'eau	Puissance disponible (KW)	Puissance électrique disponible (KWe)	Potentiel mobilisable (GWh)
ruisseau de saint-gentien	80,4	56,3	0,45
ruisseau de trévelo	78,4	54,9	0,45
TOTAL	158,8	111	0,9

Le potentiel de production d'électricité d'origine hydraulique par rééquipement de 2 seuils représente une puissance électrique Productible atteignable

La ressource hydraulique est disponible sur le territoire mais faiblement mobilisable. Il n'existe pas, au moment de la réalisation de l'étude, d'équipement hydro-électrique dont la production est recensée sur le territoire.

installée de 111 KW et un potentiel mobilisable de 0,9 GWh.



HYDROELECTRICITE

Nombre d'équipements : 2

Puissance installée : 111 KWe

PRODUCTION ATTEIGNABLE : 0,9 GWh/an

- Potentiel hydro-électrique faible sur le territoire
- Aucun conflit d'usage avec les autres filières

4.3.4.7. La géothermie – aérothermie

Détails des potentiels

Potentiel Maximal	Equipement de l'ensemble des logements individuels et collectifs, existants et neufs, et de l'ensemble des bâtiments tertiaires neufs
Potentiel Mobilisable	Equipement des logements individuels existants (avec combustibles fioul et propane) , des logements collectifs neufs et des bâtiments tertiaires neufs avec application de ratio de faisabilité technique
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire et production du potentiel mobilisable

La ressource

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.

L'aérothermie permet de récupérer la chaleur contenue dans l'air extérieur et de la restituer pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire grâce à une installation électrique (pompe à chaleur).

Les applications

En fonction de la température de la ressource géothermale, 3 principaux types de valorisation sont envisageables :

- **la géothermie très basse énergie** (température inférieure à 30°C – profondeur de nappe inférieure à 100 m) : par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur (PAC), l'énergie du sous-sol et des aquifères qui s'y trouvent est utilisée pour le chauffage et le rafraîchissement de locaux.
- **La géothermie basse et moyenne énergie** (température comprise entre 30 et 150°C). Elle est destinée

principalement au chauffage urbain, à certaines utilisations industrielles, au thermalisme ou encore à la balnéothérapie. L'essentiel des réservoirs exploités se trouve dans les bassins sédimentaires (profondeur comprise entre 1 500 et 2 500 mètres) ;

- **La géothermie haute énergie** (température supérieure à 150°C) : les réservoirs, généralement localisés entre 1 500 et 3 000 mètres de profondeur, se situent dans des zones de gradient géothermal anormalement élevé. Lorsqu'il existe un réservoir, le fluide peut



être capté sous forme de vapeur sèche ou humide pour la production d'électricité.

Cette énergie est exploitable selon 3 technologies spécifiques :

- **Géothermie de surface** : il s'agit d'enterrer sous une surface une grande longueur de tuyau entre 60 cm et 4,4 m de profondeur. Dans les premiers mètres du sol à la température de 10 à 15 °C, on capte la chaleur sur une surface importante. Ceci nécessite de bénéficier d'une grande surface et d'être prêt à la retourner pour y placer les canalisations (retourner la pelouse du jardin typiquement). Dans ce cas, un fluide frigorigène (eau + antigel généralement) circule pour capter la chaleur.
- **Sonde géothermique verticale** : il s'agit de faire circuler dans une installation fermée (tube en U ou tube coaxial), un mélange eau-glycol qui va capter la chaleur du sol.
- **Captage vertical sur nappe phréatique** : l'eau est captée dans la nappe et son énergie est captée dans la pompe à chaleur avant d'être réinjectée dans la nappe d'origine par un autre forage à une distance de 15 mètres du point de prélèvement (doublet géothermique).

Les applications sont donc nombreuses. La principale concerne le chauffage des bâtiments, soit de façon centralisée par le biais de réseaux de chaleur, soit de façon plus individuelle par le biais de pompes à chaleur couplées à des capteurs enterrés. Tous les systèmes géothermiques (échangeurs horizontaux, verticaux, sur nappe...) peuvent :

- Chauffer un bâtiment avec une pompe à chaleur géothermique classique
- Rafrâchir un bâtiment avec une pompe à chaleur géothermique réversible
- Produire l'eau chaude sanitaire avec une pompe à chaleur géothermique haute température ou un chauffe-

eau thermodynamique géothermique

Ces différents usages peuvent être réalisés par un seul et même appareil : la pompe à chaleur

Les intérêts de la filière

La production de chaleur ou d'électricité par le biais de capteurs géothermiques présente un certain nombre d'avantages importants :

- La géothermie produit peu de rejets, c'est une énergie propre qui ne participe pas à la dégradation du climat et qui ne nécessite ni transport ni stockage de substances polluantes ou dangereuses.
- Les centrales géothermiques émettent en moyenne 55 g de CO₂ par kWh, soit environ 10 fois moins qu'une centrale thermique fonctionnant au gaz naturel.
- pour les pompes à chaleur, étant données leurs performances (coefficient de performance de 3 à 4,5), les consommations en énergie de chauffage sont divisées par trois ou quatre : d'importantes économies financières et énergétiques sont réalisées et les impacts sur l'environnement sont diminués d'autant ;
- les autres formes de géothermie sont encore plus performantes puisqu'elles ne nécessitent pas le recours à une pompe à chaleur (elle-même alimentée par l'électricité) : économies financières et énergétiques, diminution des impacts sur l'environnement ;
- la géothermie ne dépend pas des conditions atmosphériques donc son potentiel ne fluctue pas, contrairement aux énergies renouvelables : c'est une énergie fiable et constante ; elle permet de produire ou de substituer de



l'énergie électrique, le réseau électrique est soulagé²⁴.

La ressource géothermique n'est donc théoriquement pas limitée.

L'aérothermie (pompe à chaleur air/air ou air/eau) dispose également d'un gisement théoriquement illimité dans la mesure où la source de chaleur est l'air extérieur.

Potentiel Maximal

Le potentiel maximal est estimé en utilisant l'hypothèse que l'ensemble des logements individuels existants ainsi que l'ensemble des logements collectifs existants et des

La ressource sur le territoire

Il n'existe pas de ressource aquifère concernant la géothermie basse, moyenne et haute énergie sur le territoire.

L'étude traite seulement du volet géothermie très basse énergie et aérothermie.

logements collectifs neufs ; ainsi que les bâtiments tertiaires neufs sont équipés.

Ainsi, le potentiel maximal du territoire est le suivant :

Tableau 35 Potentiel Maximal du territoire

	Maisons individuelles existantes	Logements collectifs existants	Logements collectifs neufs	Tertiaire neuf	TOTAL
GISEMENT MAXIMAL NB INSTALLATIONS	11000	960	314	11	12 285
GISEMENT MAXIMAL CONSOMMATION (GWh)	196	12	2	1	211

Le potentiel maximal de production de chaleur issu de la géothermie/aérothermie

est estimé à 12 285 installations pour un potentiel maximal d'environ 211 GWh.

Potentiel mobilisable sur le territoire

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

- 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 n'utilisant pas le bois comme combustible de chauffage.
- Contraintes techniques : on applique des facteurs de

mobilisation relatif au potentiel géothermique (0,7) et à la faisabilité (0,7) sur l'ensemble des installations concernées afin d'obtenir un potentiel représentatif des contraintes techniques rencontrées sur le terrain.

Ces ratios sont issus des règles de l'art constaté sur plusieurs études de potentiel énergies renouvelables.

Ainsi, le potentiel mobilisable du territoire est estimé à :

24

http://www.enr.fr/userfiles/files/Kit%20de%20communication/2010104945_SERGoothermie20100607LD.pdf



Tableau 36 Potentiel Mobilisable du territoire

	Maisons individuelles existantes	Logements collectifs existants	Logements collectifs neufs	Tertiaire neuf	TOTAL
Gisement en nombre d'installations	2864	673	176	6	3720
Productible associé (GWh)	20,9	7,9	0,5	0,6	29,9

Le potentiel de production de chaleur issu de la géothermie/aérothermie est estimé à 3

720 installations pour un potentiel mobilisable de 29,9 GWh.

Productible atteignable

Il n'existe actuellement pas de référencement d'installations de géothermie/aérothermie sur le territoire. Seul le potentiel mobilisable est donc

considéré pour déterminer le productible atteignable.

GEOTHERMIE / AEROTHERMIE
NOMBRES D'INSTALLATIONS : 3 720 installations
PRODUCTIBLE ATTEIGNABLE : 29,9 GWh
<ul style="list-style-type: none"> • Conflit d'usage potentiel avec la filière méthanisation et biomasse (sur les constructions neuves uniquement) • Dans un souci de performance, la géothermie devra être préférée à l'aérothermie, celle-ci n'étant retenue que lorsque les autres options ne sont pas envisageables techniquement.

4.3.4.8. Les énergies de récupération

Détails des potentiels

Potentiel Maximal	Ensemble des potentiels mobilisables
Potentiel Mobilisable	Potentiels mobilisables en Haute Température (> 100°C)
Productible Atteignable	Production actuelle du territoire + production du potentiel mobilisable

La ressource

L'énergie fatale représente l'énergie produite par un processus dont la finalité n'est pas la production de cette énergie. C'est une énergie souvent perdue si elle n'est pas récupérée et/ou valorisée.

Les énergies fatales sont de diverses natures (chaleur, froid, gaz, électricité). Elles sont issues de process, d'utilités ou de déchets : cogénération, fours, tours aéroréfrigérantes, compresseurs, fumées,

incinération, biogaz, réacteurs, ventilation des locaux, des eaux usées, etc.

La valorisation de cette ressource permet d'augmenter l'efficacité énergétique des équipements de production tout en subvenant aux besoins de chaleurs locaux.

Les applications

La chaleur fatale peut être issue :

- Des eaux usées (EU) :



- EU dans les logements (maison et immeuble)
- Collecteur EU
- STEP (STation d'EPuration des eaux usées)
- Des Unités d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM)
- STEP avec les boues des EU
- Des Data Centers
- Des procédés industriels

Trois types de valorisation de la chaleur fatale sont envisageables :

- Une valorisation en interne pour répondre à des besoins de chaleur propre à l'entreprise
- Une valorisation sous forme de réseau de chaleur
- La production d'électricité (dans le cas d'une ressource à haute température)

Les intérêts de la filière

La récupération de la chaleur fatale peut présenter un enjeu économique et environnemental considérable pour l'industriel :

- Limiter l'achat d'énergie extérieure, l'énergie thermique étant disponible et déjà payée ;
- Limiter les consommations énergétiques nécessaires au refroidissement de certains rejets (contraintes techniques ou

réglementations environnementales en vigueur) ;

- Réaliser un gain économique en valorisant un rejet vers l'externe.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre en utilisant une énergie de récupération à contenu CO₂ nul et réduire, dans le même temps, l'émission de polluants issus de sa combustion (NO_x, SO_x) s'il avait fallu la produire directement.

Les enjeux de la récupération de chaleur fatale au niveau d'un territoire sont les suivants :

- Créer une synergie économique et environnementale avec le tissu industriel. Une synergie qui peut, par exemple, s'inscrire dans un projet d'Écologie industrielle et territoriale.
- Répondre à un besoin en chaleur d'un bassin de population.
- Limiter les gaz à effet de serre et contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique, notamment dans le cadre des Schémas Régionaux Climat-Air-Énergie (SRCAE) et des Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET).

La ressource sur le territoire

Il n'existe actuellement pas de recensement des gisements en énergie fatale sur le territoire ni de production d'énergie thermique ou électrique associée.

Potentiel mobilisable

Le potentiel mobilisable est calculé pour chacune des technologies présentées précédemment.

- EU des logements

Les eaux usées issus des logements contiennent notamment les eaux usées issues de la production d'eau chaude sanitaire. Ces eaux sont alors source de chaleur fatale. Le calcul du gisement est fonction de ratios de consommation en ECS

des logements, des dates de constructions et de la typologie. L'estimation du gisement permet d'aboutir à une valeur de l'ordre de 8,51 GWh. Les logements d'année de construction antérieure à 1975 ont été supprimés de l'analyse car la conception des systèmes EU de l'époque ne permet pas de disposer d'une température moyenne de l'eau suffisante. Le gisement mobilisable est alors de 1,6 GWh



- EU des collecteurs

Les eaux usées dans les collecteurs sont au même titre que les EU des logements une source d'énergie fatale disponible et constante. Cependant, on ne peut pas cumuler ces énergies fatales ensemble du fait de leur source commune, les eaux usées. Afin de déterminer le gisement dans les collecteurs, les hypothèses suivantes sont considérées par commune :

- Le rejet d'EU moyen est de 115l/hab/jour
- Température moyenne des EU dans le réseau durant l'année est de 15°

Le gisement obtenu est d'environ 833 GWh mais ne peut être mis en œuvre que dans des zones à forte concentration urbaine de plus de 10 000 Hab avec des contraintes spécifiques d'installation. Le gisement est donc considéré nul sur le territoire.

- Boue de STEP

Lors du traitement des eaux usées, les stations d'épuration des eaux usées (STEP) accumulent des boues. Ces boues ont un pouvoir calorifique exploitable par combustion. Afin de déterminer le gisement dans les boues de STEP, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- Rendement des chaudières 90%
- PCI de 3 600kWh/tonne de boue sèche

Avec le tonnage de boue par an dans les STEPs, le gisement brut a pu être déterminé : 931 MWh. Le gisement net est obtenu après soustraction des énergies fatales issues des STEPs utilisant les boues pour l'épandage et le compostage. Le gisement net est équivalent à 152 MWh.

- UIOM

Les UIOM dégagent de la chaleur par la combustion de nos déchets qui sont constants toute l'année. Ils sont une source idéale pour la récupération d'énergie fatale. Cependant, sur l'EPCI de Questembert, aucune UIOM n'est à déclarer.

- Datacenter

Les datacenters fonctionnent toute l'année et dégagent une chaleur fatale constante et

importante. C'est pourquoi il est intéressant de récupérer cette chaleur.

Cependant, sur l'EPCI de Questembert, aucun Datacenter n'est répertorié.

- ICPE

L'approche est basée sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) qui utilisent souvent des procédés énergivores qui sont une source potentielle de chaleur fatale. Certaines de ces installations se recoupent avec les installations classées au Registre des Emissions Polluantes et représentent donc une source d'information fiable.

En comptant les différents procédés, la liste des installations recensées sur le territoire et susceptible d'être concernée par la récupération d'énergie fatale est présentée ci-dessous.



Tableau 37 Liste des ICPE potentiellement concernées par la récupération d'Energie Fatale

ICPE	COMMUNE	POSSIBILITE RECUPERATION
NUTREA NUTRITION ANIMALE (N.N.A.)	QUESTEMBERG	A ETUDIER
Parc éolien du Moulin de la Drague SAS	LAUZACH	NON FILIERE EOLIEN
PRIMAGAZ	QUESTEMBERG	A ETUDIER
CHARIER TP	QUESTEMBERG	A ETUDIER
Sarl SOULAINE	QUESTEMBERG	A ETUDIER
SOPRAT	LA VRAIE CROIX	A ETUDIER
SIAEP DE LA PRESQU'ILE DE RHUYS	LA VRAIE CROIX	A ETUDIER
SOCIETE DES PROTEINES INDUSTRIELLES.SPI.	BERRIC	A ETUDIER
MEN-BAT SA Menuiserie Industrielle	QUESTEMBERG	A ETUDIER
LE PAGE Fabien	MOLAC	A ETUDIER
STATION D'EPURATION DE MALANSAC	MALANSAC	NON, FILIERE METHANISATION
GICQUEL JEAN-LUC	QUESTEMBERG	A ETUDIER
SACER ATLANTIQUE (centrale temporaire)	MALANSAC	A ETUDIER
ECOSITE CROIX IRTELLE	LA VRAIE CROIX	FILIERE METHANISATION
FRISTO ENTREPOTS FRIGORIFIQUES SA	BERRIC	A ETUDIER
PROCANAR	LAUZACH	A ETUDIER
PARC EOLIEN DU ROCHER BRETON	LARRE	NON FILIERE EOLIEN
LAUNAY	MALANSAC	A ETUDIER
SERVIGAZ	QUESTEMBERG	A ETUDIER

Le détail sur les puissances concernées et les process utilisés ne sont pas disponibles. Les ratios ADEME issus de l'étude sur la chaleur fatale sont donc utilisés²⁵.

Energie fatale en Bretagne = 6 260 GWh pour 9 034 ICPE, soit ~0.69GWh/ICPE

Un tri des ICPE déjà prises en compte lors du calcul des potentiels précédents (éolienne, CET de la Croix IRTELLE, station d'épuration des eaux usées) a été réalisé.

Ces ratios appliqués aux données permettent donc d'avoir le potentiel d'énergie fatale qui est de 11 GWh.

En synthèse, le potentiel mobilisable est le suivant :

²⁵

https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/chaleur_fatale-8821-2018-06_pdf.pdf



FILIERE	Potentiel mobilisable (GWh)
EU Logements	1,6
Collecteur EU	Sans Objet
STEP EU	Sans Objet
STEP Boue	0,15
Usine d'incinération d'ordures ménagères	0,00
Datacenter	0,00
ICPE	11,1
TOTAL	14

Figure 56: Potentiel Mobilisable du territoire

Productible atteignable

ENERGIE FATALE
PRODUCTIBLE ATTEIGNABLE : 14 GWh
<ul style="list-style-type: none"> • Ce gisement mobilisable est à considérer avec précaution car bien qu'étant disponible, il s'agit d'énergie d'effacement plus que de production. Il s'agit pour les industries d'utiliser l'énergie perdue en la valorisant sous forme de chaleur ou d'électricité. • De plus, la récente prise en compte de cette filière et le manque de données disponibles concernant les gisements réels rendent les chiffres présentés très théoriques. Il s'agira dans le cas d'une volonté de développer cette filière d'engager des études spécifiques. • Forte contrainte de mobilisation car nécessitant un fonctionnement constant ou en cohérence avec les besoins. Ceci peut être évident dans le cas d'une utilisation interne mais moins dans le cas d'un raccordement sur un réseau de chaleur.

4.4. Les intermittences dues aux énergies renouvelables

Pour affronter les enjeux écologiques et énergétiques majeurs de notre siècle, la France se doit de répondre aux objectifs qu'elle s'est fixée : viser une production d'énergie reposant à 100 % ou presque sur des sources renouvelables. Mais on entend souvent que, comme le soleil ne brille pas en permanence, pas plus que le vent ne souffle

constamment, on ne peut pas faire confiance aux sources d'énergies renouvelables. Il faut en effet gérer alors l'intermittence des énergies renouvelables. L'intermittence traduit en effet le fait que la production énergétique dépend des conditions climatiques, et n'est pas toujours en corrélation avec la consommation.

4.4.1. Les EnRs, sources d'énergies variables

L'intermittence des énergies renouvelables est l'un des points d'achoppement de la transition énergétique. Il est vrai que les énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque), sont dépendantes des phénomènes météorologiques (ensoleillement, force du vent) et de fait,

leur production est variable. Impossible donc de maîtriser la période de production, forcément discontinue. On peut toutefois l'anticiper, avec quelques jours d'avance, mais elle ne coïncide pas nécessairement avec les besoins en termes de consommations.



Or, ces variations sont indépendantes de la consommation, et malheureusement, l'électricité ne se stocke pas facilement, ce qui rend plus difficile encore l'équilibre entre offre et demande nécessaire au fonctionnement des réseaux électriques. Par exemple, les périodes hivernales correspondent souvent aux pics de consommation, alors que les jours écourtés, et donc la diminution de la lumière naturelle ainsi que la couverture nuageuse, limitent la production d'énergie solaire. Le problème est le même concernant l'énergie éolienne, les périodes de grand froid sont rarement propices aux grands vents.

Pour bien comprendre ce qu'est l'intermittence, en voici deux exemples gérés par EDF :

- *Un convecteur électrique est intermittent. En effet, ce dernier passe des dizaines de fois par jour des positions «marche» à «arrêt» sans transition. En France, on en compte environ 25 millions*
- *De même, une centrale de production qui tombe en panne ou qui nécessite des opérations de maintenance peut priver le réseau à tout moment de plusieurs centaines de MW de manière totalement imprévisible. C'est donc une source de production intermittente.*

4.4.2. Les EnRs, sources d'énergies intermittentes contrôlées

On remarque que les sources de production d'énergies renouvelables les plus courantes (éolienne, photovoltaïque ...) sont relativement dépendantes des cycles naturels. Or aujourd'hui, grâce à tous les progrès réalisés, il est possible de relever le défi de cette « Fluctuation » de production.

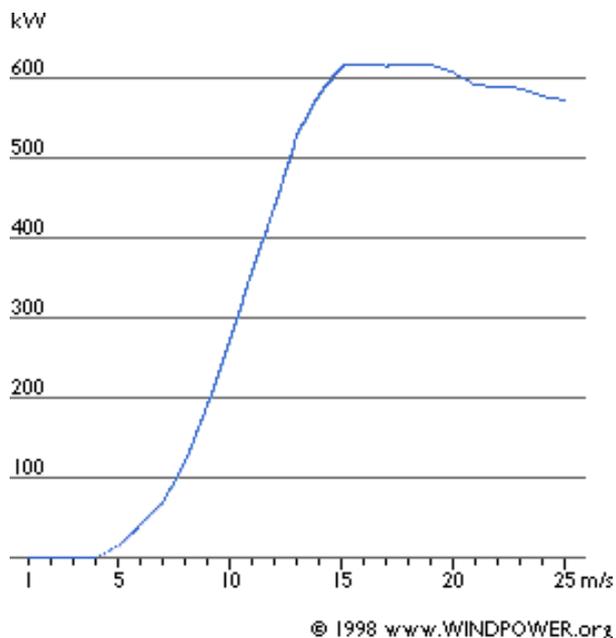


Figure 58 : Courbe de puissance d'une éolienne en fonction de la vitesse du vent

Par exemple le vent ne s'arrête jamais de façon brutale, de sorte que la puissance d'une éolienne oscille de façon régulière. Grâce aux nouvelles technologies de prévisions qui permettent de recueillir des données très fines, il est donc possible d'anticiper au minimum ces fluctuations.

De même, la puissance de production

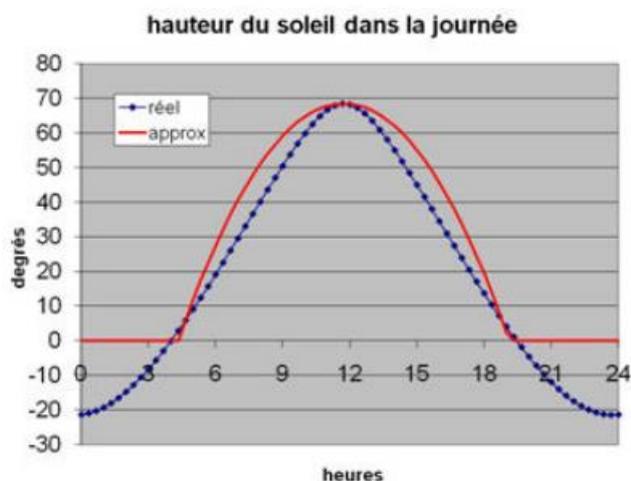


Figure 57: Position du soleil dans la journée photovoltaïque oscille sur des plages horaires bien connues. Certes, à partir d'une certaine heure de la journée, la production



s'arrête mais cela reste parfaitement prévu et anticipé. De même pour les autres moyens de production des EnR, les plages de production sont parfaitement prévues et donc compensables. Pour rappel, afin de répondre à la demande électrique, les services de production de l'électricité sont composées de centrales de base telles que les centrales nucléaires qui sont utilisées pour répondre à une demande électrique constante et importante, des centrales intermédiaires telles que les centrales hydrauliques et à gaz, utilisées pour combler les variations de la demande, ainsi que des dispositions additionnelles aussi appelées des réserve (primaires, secondaires et tertiaires) pour répondre aux augmentations imprévues de la demande. De nombreuses recherches démontrent qu'un faible pourcentage d'intégration des EnRs dans le mix énergétique n'engendre pas de surcoûts supplémentaires car il n'y a

pas de surplus de production. A plus grande échelle, la question de la gestion de l'intermittence des énergies renouvelables et du stockage de leur production pour gérer l'intermittence se pose.

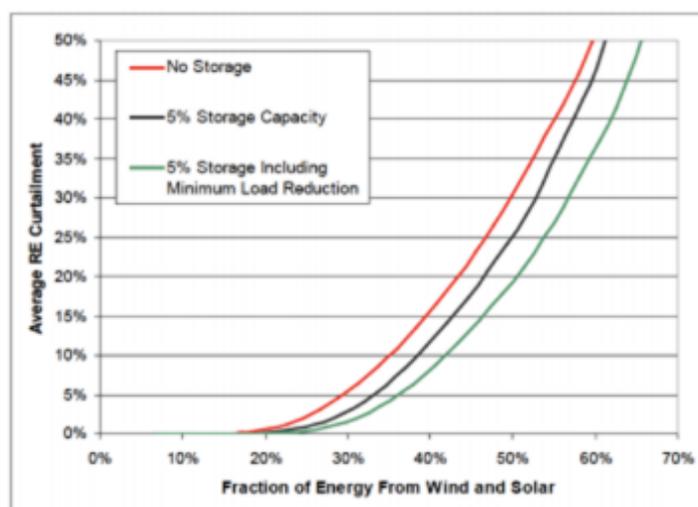


Figure 59 Réduction de taux d'effacement des EnRs par le stockage d'énergie

4.4.3. L'intégration des EnRs au mix de production énergétique

Afin d'optimiser la rentabilité économique des EnRs dans les réseaux, il faut maintenir une certaine sûreté électrique et une qualité de fourniture notamment en raison du caractère variable de ces énergies nouvelles et de leur faible contribution à l'inertie du système électrique. En effet, l'intégration d'une production intermittente a pour effet de changer le fonctionnement du mix de production d'électricité et engendre des coûts d'intégration dus au réglage de la fréquence, au maintien de la tension ou encore à la variabilité et l'intermittence de la ressource. L'une des pistes à exploiter afin de pouvoir pallier l'intermittence des EnRs est le stockage de l'électricité.

Dans le cas d'une intégration importante des EnRs et d'une forte production par celles-ci, il y a des problèmes de surplus de production pendant certaines périodes. Or, certaines unités de base ne sont pas flexibles et donc ne peuvent pas réduire leur production. Afin d'équilibrer l'offre et la demande, l'effacement du surplus d'électricité s'effectue à partir des EnRs qui sont désactivées. Cela a pour effet d'augmenter le coût des EnRs. L'objectif pour augmenter la rentabilité de l'intégration des EnRs au réseau est donc de réduire le taux d'effacement en augmentant la flexibilité du système électrique.

4.4.4. Une alternative, le stockage de l'électricité

On entend souvent dire que l'électricité ne se stocke pas et que si elle n'est pas utilisée dès sa production, elle est perdue. Certes, l'électricité ne se stocke pas toujours

facilement, mais la gestion des systèmes électriques repose de manière générale sur de grands stocks d'énergies qui constituent également des sources potentielles



d'électricité. Le combustible des réacteurs nucléaires, les combustibles fossiles et les grands barrages hydrauliques en sont des exemples.

Le déploiement d'autres systèmes de stockage permettrait non seulement de

diminuer les émissions de gaz à effet de serre en ayant moins recours aux ressources fossiles mais aussi d'équilibrer l'offre et la demande électrique en apportant de la flexibilité.

4.4.5. L'importance du stockage

Le fait d'apporter plus de flexibilité au réseau permettrait de réduire au maximum le taux d'effacement et donc le taux d'intégration de la production renouvelable. La solution du stockage de l'énergie reste la technologie habilitante la plus fiable aujourd'hui pour gérer l'intermittence des énergies renouvelables. En effet, dans le cas de la production électrique avec la part des EnRs de 50% sans stockage, le taux d'effacement est à 30%. Avec le stockage, ce taux tombe à environ 25%.

De nos jours, le stockage possède de nombreux avantages comme :

- I. *La réduction de l'effacement de la production électrique des EnRs afin d'utiliser le surplus pendant des périodes de pointe ;*
- II. *La contribution aux dispositifs de réserve des EnRs pour permettre aux centrales thermiques fonctionnant à charge partielle (fonctionnement seulement en période de pointe) de se décharger de cette tâche ;*
- III. *Le remplacement des unités de base à long terme.*

4.4.6. Les différentes technologies de stockage de l'électricité

Stocker de l'énergie, c'est non seulement garder une quantité d'énergie qui sera utilisée ultérieurement mais c'est aussi stocker de la matière contenant l'énergie. Voici deux applications.

Le stockage stationnaire aussi appelé le stockage fixe

Dans ce cas de figure, ces types de stockage permettent difficilement de convertir l'électricité stockable sous forme d'énergie potentielle, cinétique ou chimique. Il existe cinq catégories physico-chimiques de stockage stationnaire.

L'énergie peut être stockée sous forme :

- *Mécanique (barrage hydroélectrique, station de transfert d'énergie par pompage);*

- *Chimique (vecteur hydrogène);*
- *Electrochimique (piles, batteries);*
- *Electromagnétique (Bobines supra-conductrices, supercapacités);*
- *Thermique (Chaleur latente ou sensible)*

Le stockage embarqué (ex : batteries pour les véhicules, téléphones, ordinateur ...)

Ces technologies présentent des caractéristiques techniques très variables, de leur capacité à leur puissance ou encore du fait de leur durée distincte d'autonomie et de rendement. Cette diversité insinue que ces technologies peuvent être utilisées différemment les unes des autres.



4.4.7. Conclusion

L'intégration massive des EnRs dans le mix électrique nécessite que toutes les technologies contribuant à la flexibilité du système électrique, incluant le stockage, soient comparées et évaluées.

Idéalement, il est conseillé d'utiliser les technologies dans un ordre croissant de

coût, en passant à la suivante quand la précédente est épuisée. Le stockage est considéré comme une étape importante sur la courbe de flexibilité de l'offre au moment où toutes les options les moins chères sont saturées ou indisponibles.

4.5. Etude des réseaux de transport et de distribution du territoire

Depuis peu, le plan climat Air Energie Territorial impose de prendre en compte l'analyse des réseaux énergétiques dans le cadre de la distribution et du transport d'électricité, du gaz et de la chaleur. Au-delà de l'aspect réglementaire, cette analyse a

pour but de prendre en compte les options de développement du territoire et d'offrir une vision d'amélioration des réseaux de distribution et de transport afin qu'ils répondent le mieux possible aux enjeux du territoire.

4.5.1. Cartographie des réseaux de transports et de distribution

4.5.1.1. Cartographie des réseaux de transport et de distribution d'électricité du territoire

Avant de s'intéresser à l'étude du réseau électrique du territoire, il est important de

comprendre comment fonctionne le réseau d'électricité en France.



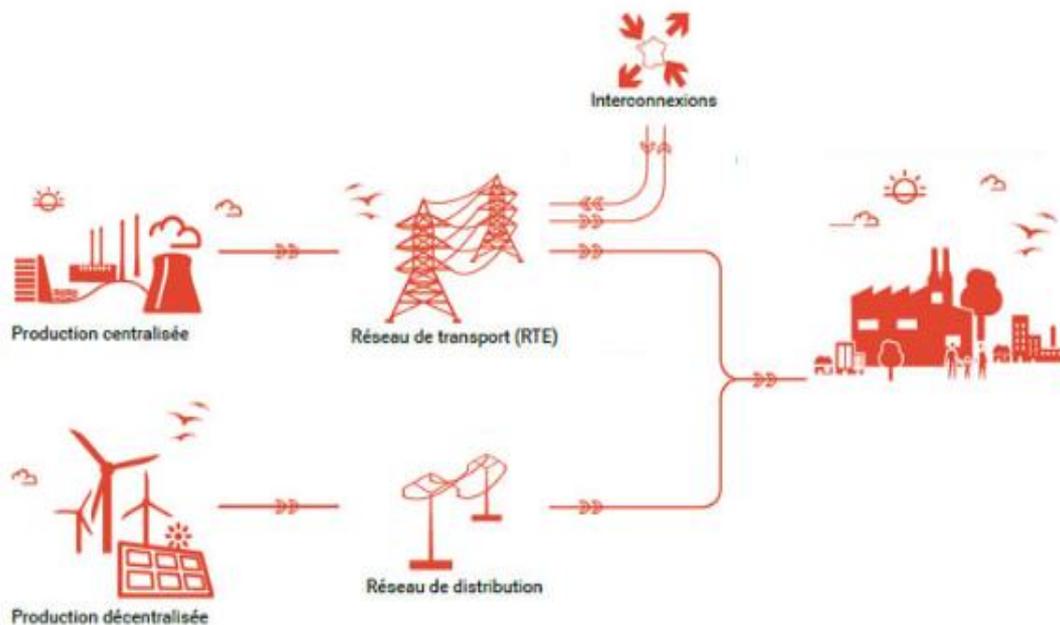


Figure 60 Fonctionnement du réseau électrique en France

A savoir

Un réseau électrique est un ensemble d'infrastructure 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.

Pour le territoire de Questembert Communauté, ENEDIS et RTE sont les gestionnaires des réseaux.

Le réseau haute et moyenne tension du territoire

Le réseau haute tension (HT) et moyenne tension (MT) est géré par la société RTE et s'organise de la façon suivante :



Réseau haute tension du territoire

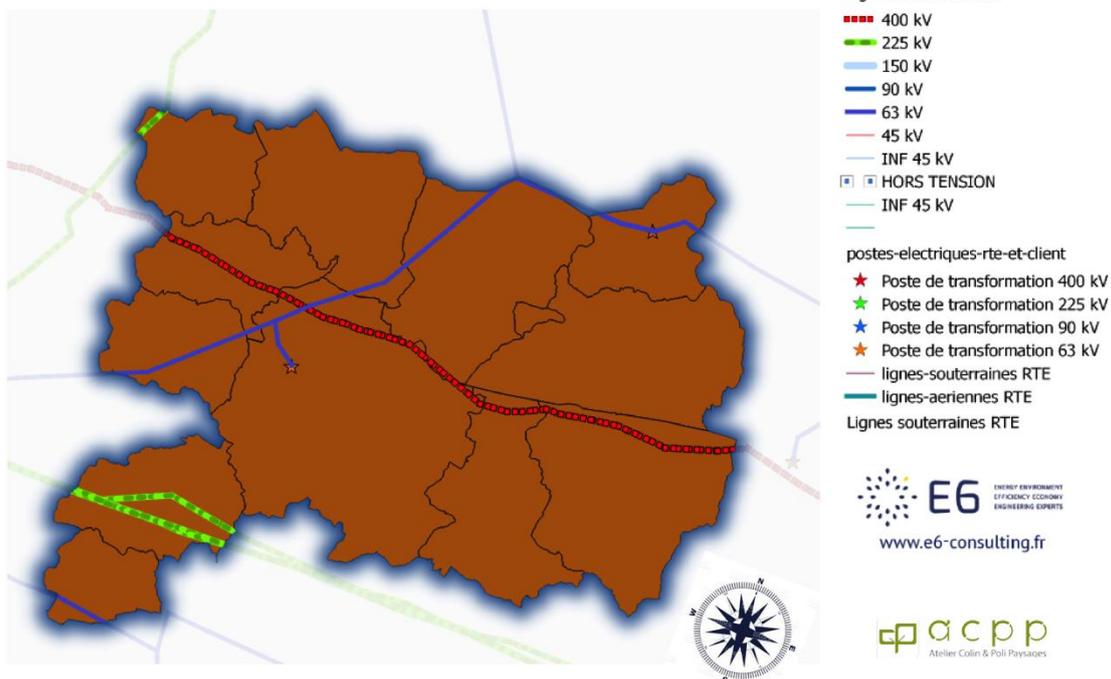


Figure 61 Carte de réseau haute tension du territoire

Un accès aux données relatives aux réseaux haute et moyenne tension ont permis de déterminer que le territoire de Questembert Communauté est traversé par :

- 1 ligne très haute tension de 400 kV
- 2 lignes haute tension de 225 kV
- 2 lignes haute tension de 90 kV

Le réseau basse et moyenne tension du territoire

Le réseau basse tension (BT) est géré par la société ENEDIS. L'ensemble du territoire est desservi via le réseau basse tension :



Réseau basse tension du territoire

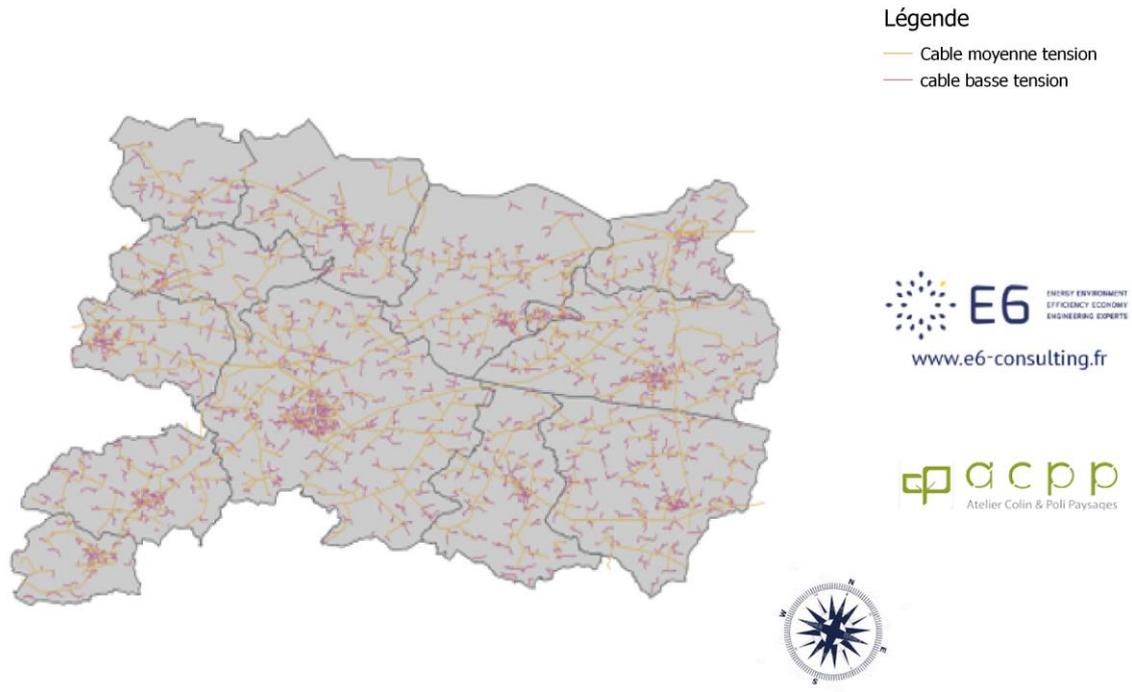


Figure 62 Carte du réseau basse tension du territoire

4.5.1.2. Cartographie du réseau de gaz du territoire

Les infrastructures gazières qui permettent d'importer le gaz et de l'acheminer sont

essentielles pour le bon fonctionnement du marché et la sécurité d'approvisionnement.

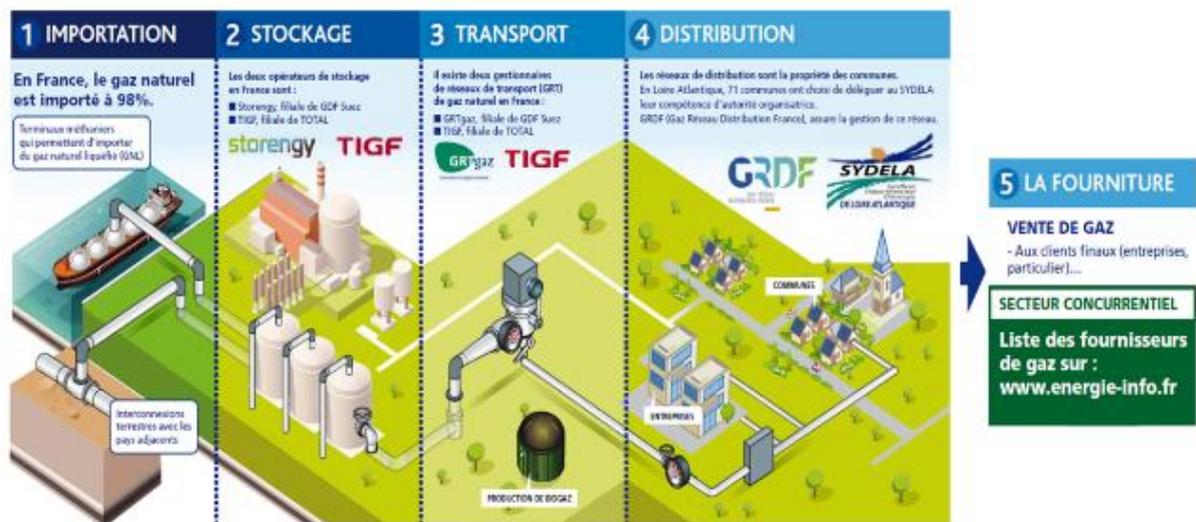


Figure 63 Fonctionnement du réseau de gaz français



- 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'intégration du marché français avec le reste du marché européen ;
- Les réseaux de distribution permettent l'acheminement du gaz depuis les réseaux de transport jusqu'aux consommateurs finaux qui ne sont pas directement raccordés aux réseaux de transport.



Figure 64 Réseau de gaz haute pression du territoire

A savoir

Le réseau de transport (GRT Gaz) traverse des communes de la Communauté de communes de Questembert et seulement 3 communes sont raccordées au réseau de distribution de gaz naturel.

La cartographie du réseau de gaz montre bien que seulement la partie la plus dynamique du territoire est desservie par le gaz.



Réseau de gaz basse pression du territoire

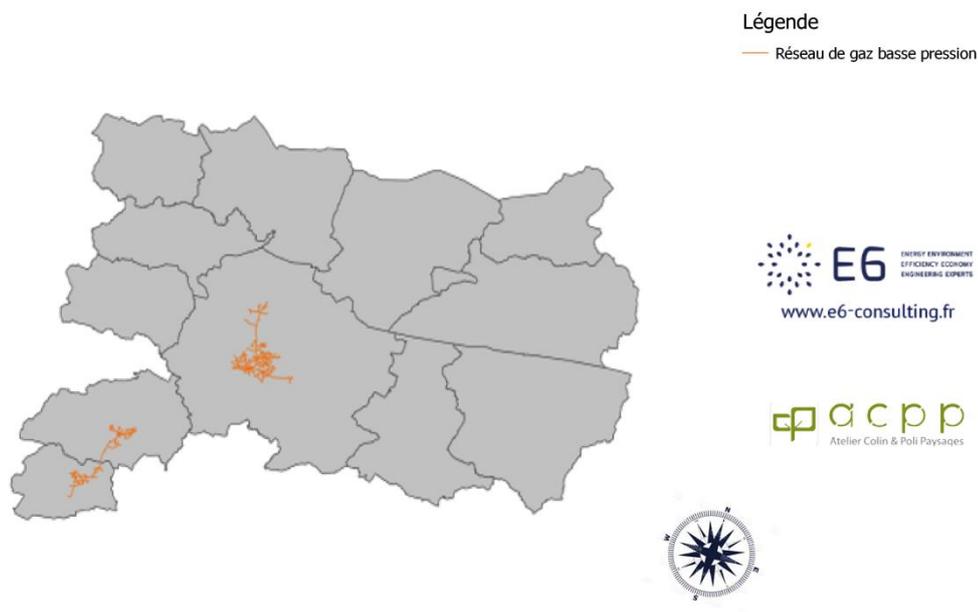


Figure 65 Réseau de gaz basse et moyenne pression du territoire

4.5.2. Cartographie des réseaux de chaleur du territoire

Quelques informations sur les réseaux de chaleur :

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 l'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 énergétique qui impactent fortement le développement des réseaux de chaleur. Un réseau de chaleur va permettre de valoriser la biomasse, la géothermie ainsi que la chaleur de récupération (UIOM, process ...) et d'autre part d'exprimer **la volonté d'une collectivité de se saisir, sur son territoire, des enjeux liés à l'énergie.**

Les réseaux de chaleur sont un outil au service de la transition énergétique et environnementale, surtout lorsqu'ils sont alimentés par une énergie renouvelable. Or aujourd'hui, il n'existe pas de réseau de chaleur urbain sur le territoire. Il existe quelques lieux pour lesquels des micro réseaux de chaleur entre plusieurs bâtiments peuvent exister.

La création d'un réseau de chaleur est un projet assez lourd mais structurant d'un point de vue énergétique. C'est donc un outil qui nécessite une étude dédiée (étude sur le potentiel de réseau de chaleur à l'échelle du territoire) afin de s'assurer de la faisabilité technique et financière du projet.

Un projet de réseau de chaleur se caractérise par plusieurs éléments :

- **Un porteur de projet (la collectivité)**



- Des zones demandeuses en chaleur
- Les motivations du porteur de projet :
 - L'économie escomptée sur la facture énergétique des bâtiments concernés ;
 - La valorisation d'une ressource locale et l'offre d'un

débouché pour des sous-produits d'industries locales ;

- Le renforcement d'emplois locaux ; pour l'approvisionnement et l'exploitation des équipements ;
- La contribution à la réduction des impacts sur l'environnement de la production d'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).

Des micros réseaux de chaleur sont déjà implantés sur le territoire et semblent des solutions plus adaptées qu'un grand réseau unique.

A savoir

Un micro réseau de chaleur est une installation moins étendue allant d'une centaine de mètres à quelques kilomètres. Les bénéficiaires sont généralement des maisons et des bâtiments publics (environ une centaine de raccordements).



Réseau de chaleur de la commune de Questembert :



Figure 66 Réseau de chaleur de la commune de Questembert



Localisation	Commune de Questembert
Alimentation	Chaudière bois installée à la piscine intercommunale et alimente le réseau de chaleur et la piscine. La puissance installée est de 770 kW (370 kW bois + 400 kW gaz) soit 1485 MWh.
Raccordement au réseau	Le réseau de chaleur sert à alimenter 3 structures : <ul style="list-style-type: none"> • <i>L'école maternelle</i> • <i>Le centre de loisirs</i> • <i>L'école primaire de Questembert</i>
Provenance du bois	Questembert Communauté achète le bois via le SCIC Argoat bois énergie (marché public) en provenance du GAEC Skoazell Ar VRO. La chaufferie est alimentée toutes les semaines (plus ou moins en fonction des périodes).

4.5.3. Analyse de l'état de charge actuel des réseaux de transport de distribution

4.5.3.1. Analyse du réseau électrique

L'état de saturation du réseau

L'analyse des consommations électriques du territoire a montré que ces dernières sont très inégales sur le territoire.

En amont, la production est majoritairement d'origine nucléaire avec un taux de disponibilité assez faible. Et en aval, on observe un fort développement du chauffage électrique en hiver et des climatiseurs en été. Tous les ingrédients sont réunis pour que le réseau électrique du territoire et le réseau électrique français soient souvent proches de la saturation.

Le niveau de saturation du réseau électrique n'a pas été fourni par RTE et ENEDIS, il est donc difficile de décrire avec précision l'état de charge des réseaux.

Mais de nombreux indicateurs fournis au cours de l'année par RTE (communiqués de presse pendant la période hivernale) laissent penser que le réseau est souvent proche de la saturation notamment lors des périodes hivernales.

Ces chiffres nationaux correspondent aux **fréquences de coupure moyennes annuelles** par installation de consommation raccordée en BT sur le territoire desservi par ENEDIS. Il est important de préciser que les coupures dues aux événements exceptionnels (climatiques ou autres) ne sont pas prises en compte. Cet indicateur a fait l'objet d'une

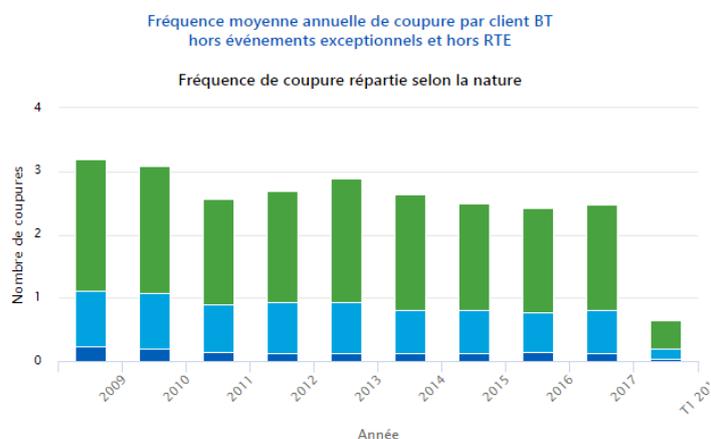


Figure 67 Fréquence moyenne annuelle de coupure par client BT hors événements exceptionnels et hors RTE



régulation incitative. Pour 2017, l'objectif était de 2,68 et les résultats présentés datent de fin mars 2018.

L'indicateur « continuité d'alimentation » permet également de rendre compte de l'état de charge du réseau. Il est caractérisé par le taux de client en écart par rapport aux seuils réglementaires. Il est calculé de la manière suivante : *nombre de clients HT et BT du département qui sont en écart par rapport aux seuils réglementaires / nombre de clients HT et BT du département.*

Un client est considéré comme « **mal alimenté** » si son alimentation fait l'objet de plus de 6 coupures longues (3 minutes) ou 35 coupures brèves ou 13 heures de durée cumulée de coupures longue sur une année complète.

Le résultat obtenu par le département du Morbihan a été comparé avec les résultats obtenus pour les départements voisins.

Département	Nombre de client mal alimenté en %
Morbihan	0,30%
Finistère	0,24%
Côtes d'Armor	0,13%
Loire-Atlantique	0,10%
Manche	0,05%

Raccordement de la production d'énergie renouvelable :

La production d'énergie renouvelable du territoire est en constante augmentation et le potentiel de développement du territoire n'est pas nul.

La production électrique renouvelable du territoire est actuellement en dessous de son niveau de consommation.

Par ailleurs, les évolutions constantes que subit le territoire ces dernières années a des conséquences sur les demandes en énergie qui n'ont cessé d'augmenter (croissance démographique, développement économique, etc).

De manière générale, dès lors qu'une section du réseau a atteint un certain taux de saturation, des opérations de renforcement sont effectuées sur la section concernée. Un renforcement est une modification des ouvrages existants qui fait suite à l'accroissement des demandes en énergie électrique (augmentation de la section des câbles, création de postes de transformation HT/BT ou remplacement de transformateurs de puissance insuffisante).

Des extensions des réseaux dans le but de répondre à l'accroissement des demandes sont également effectuées.

Des indicateurs comme « le temps de coupure moyen par abonné » ou encore le « nombre de clients mal alimentés » permettent de déterminer si le réseau nécessite un renforcement.

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.

Les extensions du réseau sont réalisées tout au long de l'année afin de raccorder les nouveaux usagers.

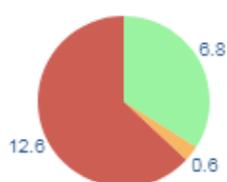
L'intégration de la production d'énergies renouvelables au sein du réseau électrique est aujourd'hui un point important de la transition énergétique actuelle.

La communauté de communes de Questembert présente deux postes de raccordement situés dans la commune de Questembert et dans la commune de Saint-Grave. Ces postes permettent de réaliser un suivi des énergies renouvelables sur le réseau.



Commune de Questembert

SUIVI DES ENR :



- Puissance EnR déjà raccordée : 12.6 MW
- Puissance des projets EnR en file d'attente : 0.6 MW
- Capacité d'accueil réservée au titre du S3REnR qui reste à affecter : 6.8 MW

Capacité réservée aux EnR au titre du S3REnR	7.0
Quote-Part unitaire actualisée applicable au 01/02/2018	10.22 kEuro/MW
Puissance des projets en file d'attente du S3REnR en cours	0.2 MW
dont la convention de raccordement est signée	0.0 MW
Taux d'affectation des capacités réservées	21 %

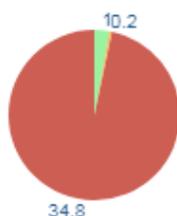
mis à jour le 18/06/2018

Figure 68 Suivi des ENR du poste source de la commune de Questembert

En comparaison, le poste de raccordement situé sur la commune de Saint-Grave obtient les résultats suivants.

Commune de Saint-Grave

SUIVI DES ENR :



- Puissance EnR déjà raccordée : 34.8 MW
- Puissance des projets EnR en file d'attente : 0.2 MW
- Capacité d'accueil réservée au titre du S3REnR qui reste à affecter : 1.0 MW

Capacité réservée aux EnR au titre du S3REnR	1.0
Quote-Part unitaire actualisée applicable au 01/02/2018	10.22 kEuro/MW
Puissance des projets en file d'attente du S3REnR en cours	0.0 MW
dont la convention de raccordement est signée	0.0 MW
Taux d'affectation des capacités réservées	21 %

mis à jour le 18/07/2018

Figure 69 Suivi des ENR du poste source de la commune de Saint-Grave

La puissance EnR déjà raccordée correspond à la production EnR qui a déjà été intégrée au réseau électrique territorial.

La puissance des projets EnR en file d'attente correspond en revanche à une capacité EnR en phase de raccordement.

La capacité d'accueil réservée au titre du S3REnR va correspondre à une capacité en projet également dans le but de répondre aux objectifs régionaux.

A l'analyse de ces données et des chiffres de production EnR du territoire, il apparaît

qu'une grande partie de cette production est raccordée au niveau du poste de raccordement situé à Saint-Grave.

Le volet sur le potentiel EnR du territoire reprend plusieurs points permettant d'améliorer la production du territoire.

L'augmentation de cette production n'est pas sans conséquence. Cette augmentation va permettre en effet de répondre à une part des besoins énergétiques des objectifs démographiques et économiques du territoire. Pour intégrer cette part d'énergie



renouvelable au réseau, il faut que ce dernier soit capable d'accepter cette énergie supplémentaire en termes de saturation et qu'il soit également possible de raccorder cette nouvelle production au

niveau des postes de raccordement. C'est une hypothèse à étudier, mais l'implantation d'un nouveau poste de raccordement est envisageable.



4.5.4. Evolution du réseau électrique et perspectives de développement d'injection des EnR dans le réseau

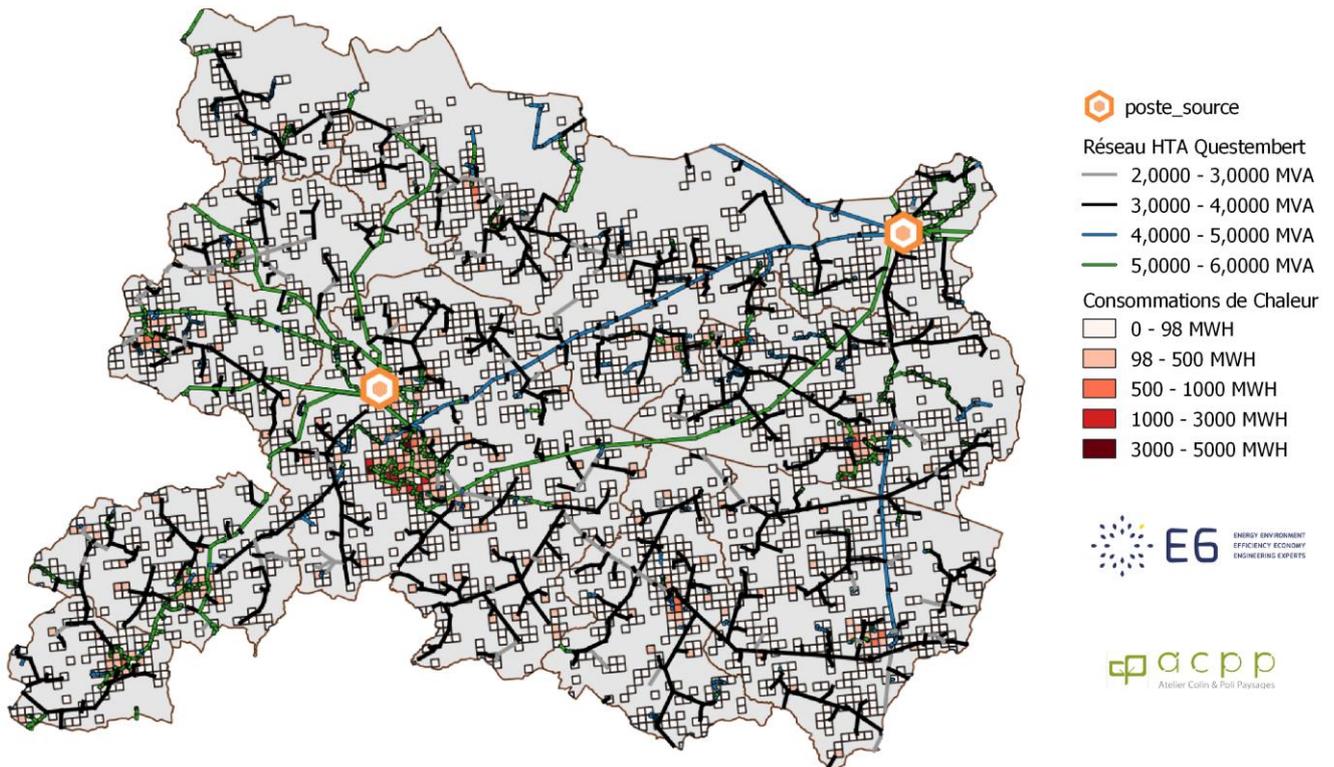
Dans cette partie, on s'intéresse à la capacité d'injection d'énergies renouvelables sur le réseau de distribution

(HTA/BT). C'est une estimation du dimensionnement (actuel sans renforcements/extensions sur le réseau).

Les capacités du réseau HTA sont calculées en tenant compte des contraintes d'intensité au niveau des câbles du réseau (intensité que le câble est apte à transiter aux vues de ses caractéristiques).

consommations de chaleur du territoire (maille au 200m*200m modélisant grossièrement les consommations d'énergie). Cette association offre une première analyse macro sur les parties du

Dimensionnement du réseau électrique HTA du territoire associé aux consommations de chaleur



L'intérêt de l'exercice est donc d'associer ces contraintes de dimensionnement aux

réseau « apte » à recevoir des injections d'ENR.

Dans l'état actuel, le réseau HTA est susceptible d'accueillir des projets de production EnR de forte puissance sur une

large partie du territoire, notamment à proximité des postes sources et au centre du territoire.



En tenant compte des limites fixées par le S3EnR, la capacité des postes sources à recevoir des nouvelles productions constitue une contrainte du réseau en amont.

Aux vues des capacités réservées des deux postes sources, il serait préférable de raccorder majoritairement les nouvelles

productions sur le poste de la commune de Questembert (si aucun poste source supplémentaire n'est implanté sur le territoire).

Il est également possible de faire une étude des capacités d'injection d'électricité sur le réseau BT.

4.5.5. Analyse du réseau de gaz

L'ensemble du territoire n'est pas maillé au niveau du gaz naturel. L'analyse des consommations de gaz naturel montre que ces dernières sont inégalement réparties. Les communes desservies par le gaz se distinguent par rapport aux autres communes du département du Morbihan par une densité de population plus forte que la moyenne.

Le gaz possède l'avantage d'avoir un facteur d'émission (de GES) plus faible que celui du fioul ou du charbon, et peut donc dans certains cas engendrer des baisses d'émissions de gaz à effet de serre, mais ce facteur reste toutefois plus élevé que celui des énergies renouvelables.

Le biométhane, gaz issu de l'épuration du biogaz, possède-lui un facteur d'émissions encore plus faible. On épure le biogaz au maximum pour qu'il se rapproche le plus possible du gaz naturel. C'est une énergie renouvelable non fossile que l'on peut utiliser comme carburant ou injecter dans notre réseau de gaz pour le chauffage ou la cuisson.

La capacité d'injection disponible dans le réseau de gaz du territoire n'a pas été fournie mais par expérience, dans la majorité des cas, le réseau de gaz français a une capacité d'injection moyenne comprise entre 300 et 1000 m³/h.

Le département du Morbihan a déjà pris en compte l'injection de biométhane avec une installation de biométhane dans la commune de Locminé. L'installation qui a débuté son activité en 2017 a une capacité

d'injection de 65 Nm³/h avec une quantité annuelle injectée de 5 885 MWh.

L'étude de l'état de charge d'un réseau de gaz naturel d'un territoire consiste à déterminer à partir de quel débit de gaz, le réseau de gaz en lui-même et les postes de raccordements seront saturés.

Dans le cas général, les postes de raccordement se retrouvent saturés bien avant le réseau en lui-même. Les postes de raccordement sont donc renforcés en conséquence.

D'après des données départementales, le réseau actuel est capable de supporter l'injection de projets de biogaz et n'a donc pas atteint son niveau de saturation.

Quelques informations complémentaires sur le biogaz :

L'ADEME, GRDF et GRTGaz ont réalisé une étude prospective à l'échelle nationale sur la faisabilité technico-économique d'un gaz d'origine 100% renouvelable.

L'ensemble des scénarios indique qu'une production de gaz renouvelable à hauteur de 460 TWh pourrait être réalisée. Cette production correspond à la couverture de l'ensemble des besoins nationaux actuels.

Le biométhane se développe aujourd'hui grâce à une technologie mature : la méthanisation de déchets ménagers, urbains, industriels ou agricoles. De nouveaux procédés de production de biométhane basés sur d'autres ressources sont en cours de développement et laissent



présager de belles perspectives quant à la part de biométhane qui pourra être injectée dans les réseaux de gaz naturel.

- *La méthanisation est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique, en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène. Cette dégradation provoque du biogaz, mélange gazeux saturé en eau à la sortie du digesteur et composé d'environ 50% à 70% de méthane (CH₄), de 20 à 50% de gaz carbonique (CO₂) et de quelques gaz traces (NH₃, N₂, H₂S). Le biogaz a un pouvoir calorifique inférieur (PCI) de 5 à 7 kWh/Nm³. Cette énergie renouvelable peut être utilisée sous forme combustible pour la production d'électricité et de chaleur, de production d'un carburant, ou d'injection dans le réseau de gaz naturel après épuration.*

- *La gazéification de la biomasse est un moyen de production de biométhane par des technologies de 2^{ème} génération. La gazéification de la biomasse permet de transformer en biométhane des ressources sèches et ligneuses (bois, paille...).*

Ces procédés sont encore au stade du pilote de recherche et développement, mais leur industrialisation est envisagée à l'horizon 2020.

Ce procédé a un excellent rendement, 50% supérieur à la filière de

biocarburant liquide de 2^{ème} génération. Avec ce procédé, un stère de bois suffirait pour parcourir 3 000 km avec un véhicule individuel, en s'appuyant sur une ressource locale et durable.

De plus, la filière biométhane participe au développement de l'économie circulaire du territoire où elle est implantée puisque la production d'énergie et sa consommation ont lieu dans un périmètre restreint.

A cela, il faut ajouter que tout combustible peut être considéré comme un stock d'énergie sous forme chimique. En brûlant, le composé dégage de l'énergie sous forme de chaleur qui peut être récupérée et valorisée.

Les hydrocarbures, aujourd'hui, sont actuellement la forme dominante pour stocker l'énergie sous forme chimique. Les carburants fossiles possèdent un rendement de 75% alors que les biocarburants issus de la biomasse ont un rendement de 70%. Le stockage de l'énergie par biomasse peut donc être une solution à envisager pour gérer de nombreux problèmes comme l'intermittence des énergies renouvelables.

Toutefois, ce processus de stockage de l'énergie est relativement long pour un rendement plutôt faible



5. Climat

- 5.1. Etude des émissions de gaz à effet de serre du territoire
- 5.2. Etude de la séquestration carbone du territoire
- 5.3. Etude des vulnérabilités du territoire aux changements climatiques



5. Climat

5.1. Etude des émissions de gaz à effet de serre du territoire

5.1.1. Contexte et méthodologie

5.1.1.1. Le périmètre de l'étude

Règles de comptabilisation

D'après le décret n° 2016-849 du 28 juin 2016 relatif au plan climat-air-énergie territorial, en son article R. 229-52, pour la réalisation du diagnostic et l'élaboration des objectifs du plan climat-air-énergie territorial, les émissions de GES et de polluants atmosphériques sont comptabilisées selon une méthode prenant en compte les **émissions directes produites sur l'ensemble du territoire** par tous les secteurs d'activités, en distinguant les contributions respectives de ces différents secteurs.

Pour les **gaz à effet de serre**, sont soustraites de ces émissions directes les émissions liées aux installations de production d'électricité, de chaleur et de froid du territoire et sont ajoutées, pour chacun des secteurs d'activité, les émissions liées à la production nationale d'électricité et à la production de chaleur et de froid des réseaux considérés, à proportion de leur consommation finale d'électricité, de chaleur et de froid. L'ensemble du diagnostic et des objectifs portant sur les émissions de gaz à effet de serre est quantifié selon cette méthode.

En complément, certains éléments du diagnostic ou des objectifs portant sur les gaz à effet de serre peuvent faire l'objet d'une seconde quantification sur la base d'une méthode incluant non seulement l'ajustement des émissions mentionné à l'alinéa précédent mais prenant encore plus largement en compte des effets indirects, y compris lorsque ces effets indirects n'interviennent pas sur le territoire considéré ou qu'ils ne sont pas immédiats. Il peut, notamment, s'agir des émissions associées à la fabrication des produits achetés par les acteurs du territoire ou à l'utilisation des produits vendus par les acteurs du territoire, ainsi que de la demande en transport induite par les activités du territoire. Lorsque des éléments du diagnostic ou des objectifs font l'objet d'une telle quantification complémentaire, la méthode correspondante est explicitée et la présentation permet d'identifier aisément à quelle méthode se réfère chacun des chiffres cités.



Conformément au décret, un Bilan des Emissions de Gaz à Effet de Serre 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. Afin de mettre en évidence de nouveaux enjeux liés aux activités du territoire, ce bilan a été complété en réalisant le Bilan Carbone®

du territoire. Celui-ci inclut également les émissions de GES réalisées à l'extérieur du territoire pour permettre le fonctionnement de celui-ci, et rajoute donc de nouveaux postes : Urbanisme, Alimentation et Production de futurs déchets.

5.1.1.2. Approche méthodologique globale

Le diagnostic de gaz à effet de serre (GES) et le bilan énergétique de Questembert Communauté portent sur l'estimation des émissions de GES et les consommations énergétiques 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 2014. Il est réalisé en parallèle du bilan des consommations et des productions d'énergie. Les données d'entrée et hypothèses sont identiques.

“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 14064). Cette définition est cependant trompeuse. En effet, le Scope 2 ne prend en compte que les émissions liées à la production d'électricité, de chaleur (réseau de chaleur urbain) et de froid (réseau de froid urbain) en dehors du territoire mais consommée sur le territoire.

- Le Scope 3: Autres Emissions indirectes contient quant à lui les

autres émissions indirectes d'origine énergétique (extraction, raffinage et transport des combustibles) et les émissions générées tout au long du cycle de vie des produits consommés sur le territoire (fabrication des véhicules utilisés par le territoire, traitement des déchets en dehors du territoire, fabrication des produits phytosanitaires utilisés sur le territoire, etc.).

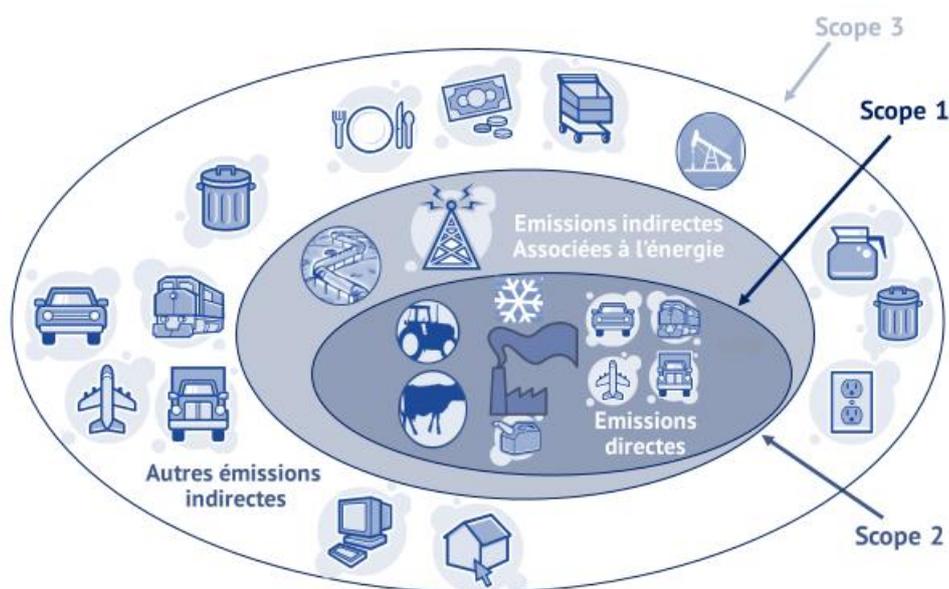


Figure 70 : Présentation des différents scopes dans le cadre d'un bilan des émissions de gaz à effet de serre d'un territoire - Source E6

Les facteurs d'émissions utilisés pour la conversion de la donnée d'entrée (kWh, litres, km parcourus...) en émissions de gaz à effet de serre sont issus de l'outil Bilan Carbone Territoire V7.

Valeurs des PRG

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

- Le dioxyde de carbone : CO₂,
- Le méthane : CH₄,
- Le protoxyde d'azote : N₂O,



- Les gaz fluorés : SF₆, HFC, PFC et NF₃.

Ces émissions sont exprimées en tonnes équivalent CO₂ : teqCO₂ ou t CO_{2e}. C'est une unité commune pour la comptabilisation des sept gaz à effet de serre.

Les différents GES n'ont pas tous le même impact sur l'effet de serre. On définit pour chaque gaz son Pouvoir de Réchauffement

Global à 100 ans (PRG100 ou PRG) comme étant le rapport entre l'impact de l'émission d'une tonne de ce gaz sur l'effet de serre pendant 100 ans par rapport à celui d'une tonne de dioxyde de carbone (CO₂). On peut ensuite compter les émissions de tous les GES avec une unité de mesure commune qui est la tonne équivalent CO₂.

Les valeurs des PRG utilisées sont les dernières disponibles et sont issues du 5^{ème} rapport du GIEC (AR5) de 2013.

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

Exemple de facteurs d'émissions :

- La consommation d'un MWh électrique en France : 70 kg CO_{2e}
- La consommation d'un MWh gaz naturel en France : 235 kg CO_{2e}
- La fabrication d'une tonne de papier : 1 300 kg CO_{2e}

Bilan Carbone Territoire

Le bilan GES du territoire a été réalisé à partir de l'outil Bilan Carbone® Territoire de l'ABC (Association Bilan Carbone®). Cet outil permet d'évaluer les émissions GES « énergétiques » et « non énergétiques » des secteurs d'activités suivants :

- **Secteur du résidentiel** : émissions liées au chauffage, production d'eau chaude sanitaire et d'électricité spécifique des résidences principales et secondaires ;
- **Secteur de l'industrie** : émissions liées aux consommations d'énergie des process ;
- **Secteur tertiaire** : émissions liées aux consommations de chauffage des bâtiments et d'électricité spécifique ;
- **Secteur de l'agriculture** : émissions liées aux consommations d'énergie (bâtiments et engins agricoles), à l'utilisation d'intrants chimiques et à la digestion et à la déjection des cheptels ;
- **Secteur des déchets** : émissions liées aux déchets (solides et liquides) collectés sur le territoire et traités sur ou en dehors du territoire ainsi qu'aux émissions liées à la



consommation d'énergie nécessaire à la fabrication des produits recensés comme « déchets » sur le territoire ;

- **Alimentation** : émissions liées à la consommation alimentaire de la population résidente et les touristes du territoire ;
- **Construction et voirie** : émissions liées à la construction d'infrastructures bâties et routières de ces dix dernières années ;
- **Secteur des transports** : émissions liées au transport de marchandise ou

de personne, que ce soit en transit sur le territoire, vers l'extérieur du territoire, vers l'intérieur ou en interne.

Les consommations d'énergie et d'émissions de GES sont calculées à partir de **sources de données diverses** (statistiques, enquêtes, hypothèses techniques) mais **homogènes pour l'ensemble du territoire**. Les données les plus finement territorialisées sont systématiquement privilégiées afin de révéler les spécificités locales.

5.1.2. Les émissions de GES par secteur

5.1.2.1. Les résultats globaux

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

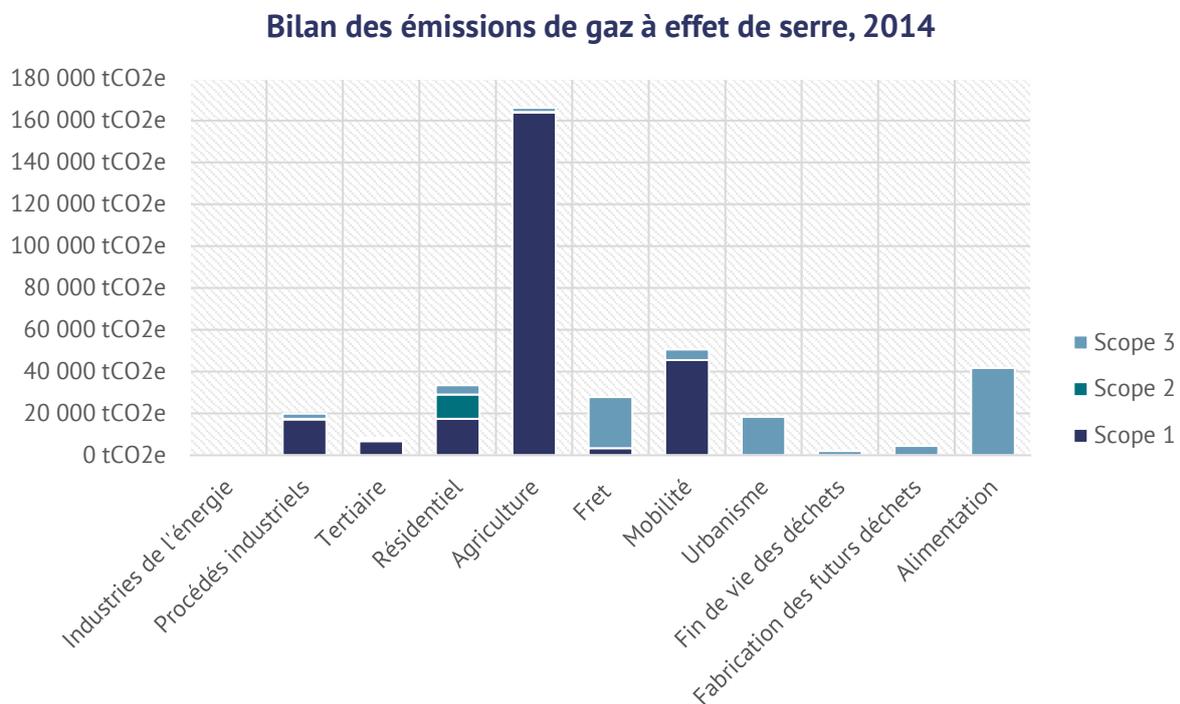


Figure 71 : Répartition des émissions de GES du territoire en 2014

Les émissions en bleu foncé appartiennent au scope 1. Ce sont celles qui ont réellement été émises sur le territoire. Elles

correspondent aux émissions du périmètre réglementaire. Elles représentent 68% des émissions totales. Le bleu intermédiaire



correspond aux émissions du scope 2. Ce sont les émissions générées en dehors du territoire pour produire l'électricité qu'il utilise. Ce scope représente 3% du bilan. Enfin, le bleu clair représente les autres émissions réalisées en dehors du territoire, mais pour lui permettre de fonctionner correctement. Ce scope 3 correspond à 28% des émissions totales.

Le territoire est responsable de **373 ktCO₂e** annuelles, soit 16 tCO₂e par habitant.

Le profil du territoire est marqué par son caractère agricole, qui ressort comme un enjeu prioritaire (47% des émissions), suivi du transport de personnes et de marchandises.

5.1.2.2. Les émissions d'origine agricole

Les données utilisées

Afin de mener à bien l'évaluation des émissions de GES du secteur, des données identiques à celles du bilan des

consommations finales ont été utilisées, à savoir les statistiques agricoles (cultures et élevages) fournies par la DRAAF Bretagne.

Les résultats du secteur

Le secteur agricole est le premier poste du territoire (45% des émissions). Ces émissions s'élèvent à 166 ktCO₂e.

Répartition des émissions du secteur agricole

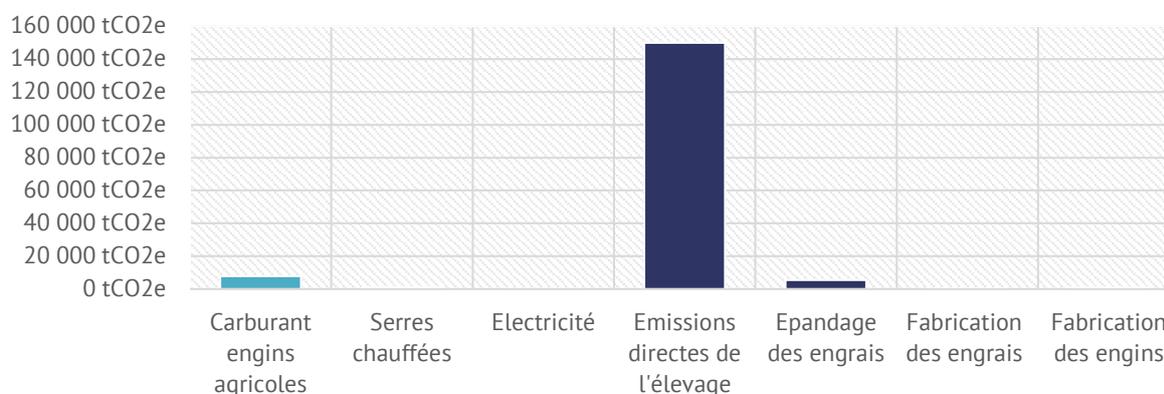


Figure 72 : Répartition des émissions de GES du secteur agricole

Les émissions en bleu clair (carburant des engins, chauffage des serres et électricité) sont celles liées aux consommations d'énergie du territoire. Elles pèsent pour seulement 6% du secteur. Les autres émissions sont liées à l'activité d'élevage (90%) et à la culture (4%).



Zoom sur l'élevage

Les émissions de GES de l'élevage sont liées à deux phénomènes : les émissions de méthane (CH₄), un gaz à effet de serre dont le pouvoir de réchauffement climatique est de l'ordre de 30 fois supérieur au CO₂ sont liées principalement à la fermentation entérique ; et les émissions de protoxyde

d'azote (N₂O, de l'ordre de 265 fois plus puissant que le CO₂) liée à la réaction des déjections animales avec les sols. Le graphique suivant représente, pour 1 animal, la répartition des émissions entre CH₄ et N₂O :

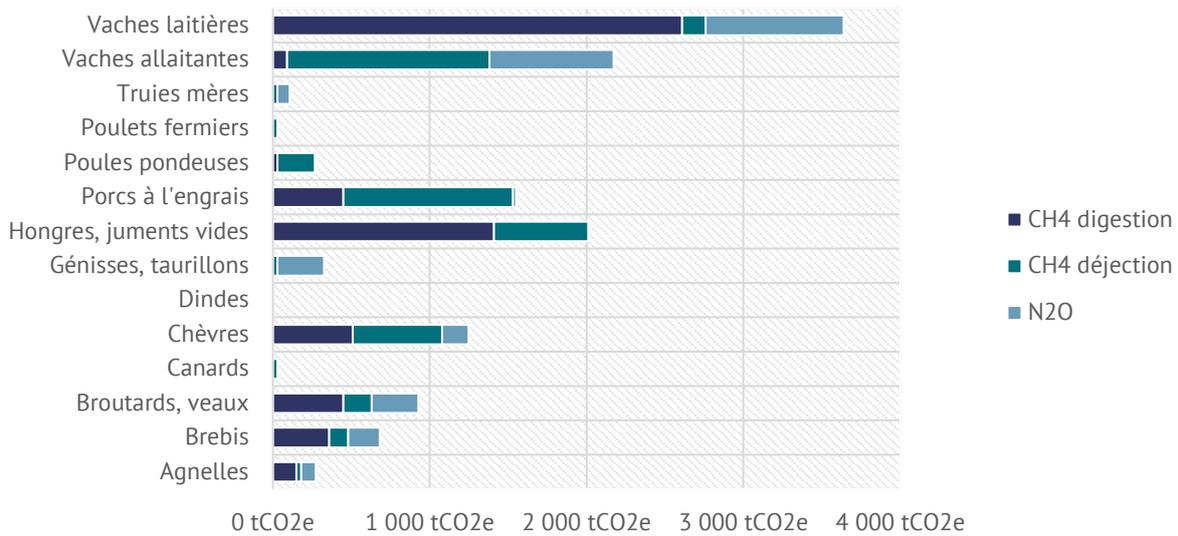


Figure 73 : Emissions de gaz à effet de serre liées à l'élevage par espèce

Appliqué au territoire, ces valeurs sont représentées sur le graphique suivant, en fonction du nombre de bêtes :

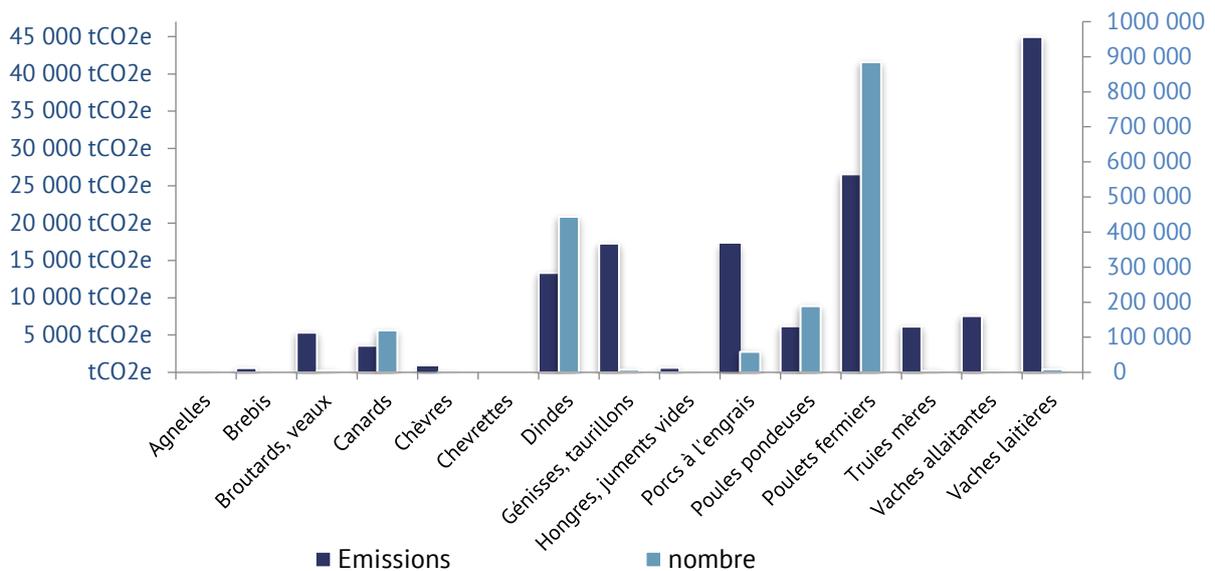


Figure 74 : Répartition des émissions de GES par espèce et cheptel associé sur le territoire



Ce graphique représente les émissions du secteur agricole réparties par espèce. On observe que le territoire élève principalement des volailles (poulets, dindes, canards), qui ont un impact relativement faible. Inversement, les bovins (vaches laitières principalement) ont un impact significatif au regard du cheptel associé.

La quantité de gaz à effet de serre émis par un animal d'élevage n'est pas seulement dû au volume de viande. En effet, une vache émet plus de gaz à effet de serre qu'un poulet principalement du fait de son système digestif (ruminant) et de la nature de ses déjections. Pour l'illustrer, le graphique suivant représente les émissions de gaz à effet de serre liées à la production d'1 kg de viande :

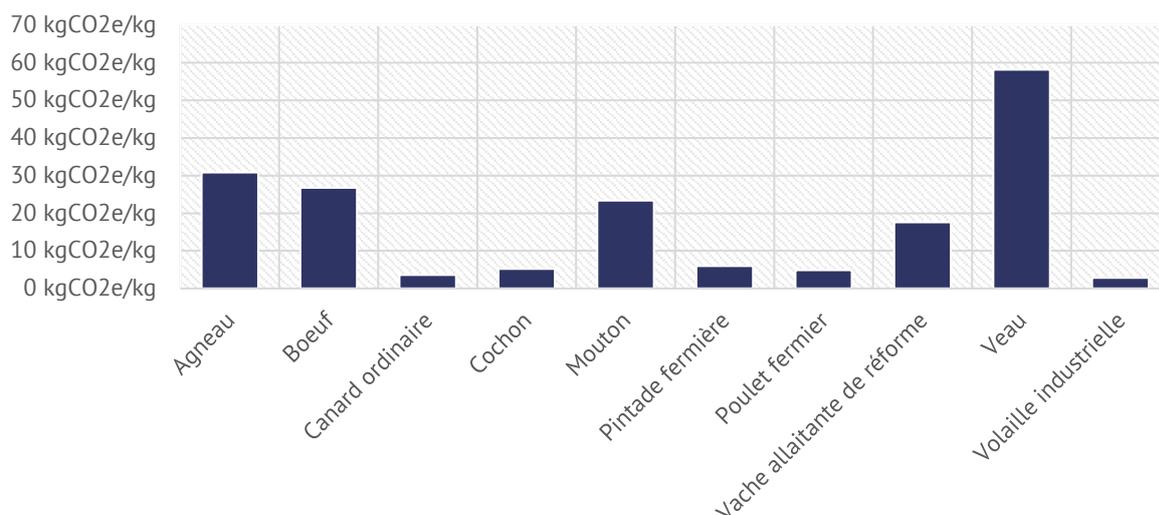


Figure 75 : Emissions de GES liées à la production d'1 kg de viande

Zoom sur la culture

Le graphique suivant représente les émissions agricoles et les surfaces cultivées par espèce.



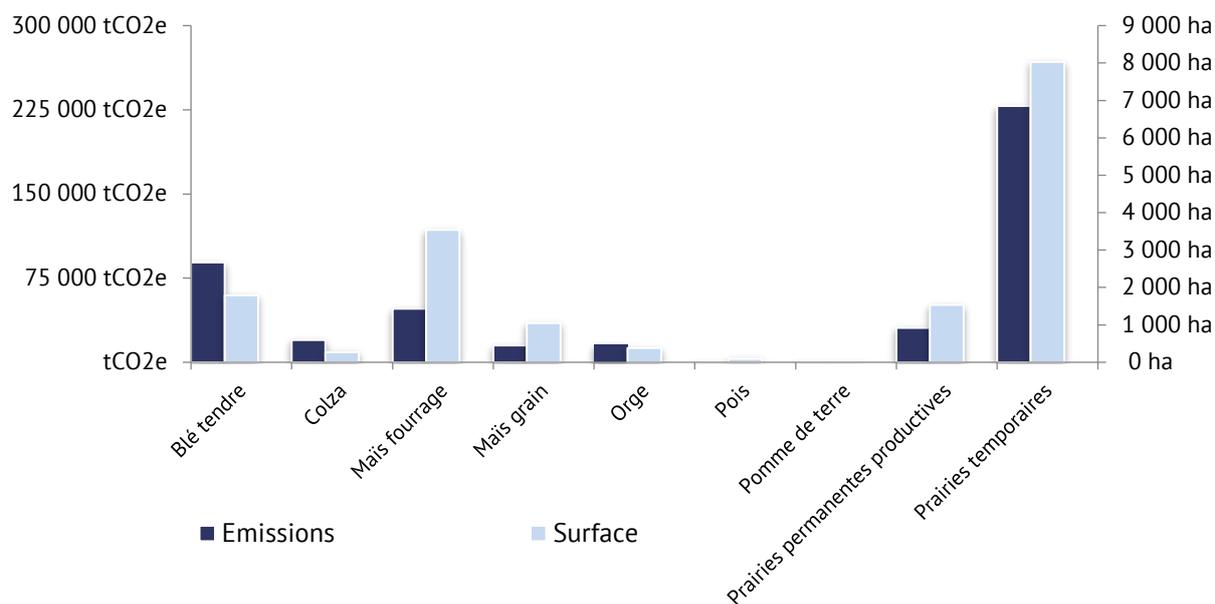


Figure 76 : Emissions de GES issues des cultures et surfaces cultivées par espèce sur le territoire

Ce graphique montre, d'une part, que les surfaces agricoles sont majoritairement recouvertes de prairies et, d'une autre part, que le blé, l'orge et le colza sont les espèces cultivées sur le territoire qui sont responsables de la plus grande quantité des

émissions de gaz à effet de serre ramenées à l'hectare (72 kgCO₂e émis par hectare et par an pour la culture du colza, contre 14 pour le maïs), donc qui nécessitent le plus d'engrais.

Les pistes d'actions pour réduire les émissions de GES du secteur agricole

Actions globales :

En complément des actions de réduction des consommations énergétiques, les actions suivantes peuvent être mises en place pour réduire les émissions de GES :

- Agriculture de proximité :
 - Développer des démarches de certification des exploitations agricoles et forestières ;
 - Limiter les intrants chimiques extérieurs : autosuffisance ;
- Limiter les émissions non énergétiques :
 - Maintenir une agriculture locale (faciliter l'accès au foncier, partenariats, AMAP (Associations pour le maintien d'une agriculture paysanne), zone agricole protégée...).
 - Surveiller l'alimentation des animaux, et principalement des bovins pour limiter les émissions de GES liées à la digestion en développant



- l'alimentation à base d'herbes et non de graines ;
 - Améliorer la qualité des sols (fraction organique, réserve utile, rotations des cultures longues et à espèces multiples...);
 - Préserver les ressources en eau par la culture d'espèces peu gourmandes en eau et améliorer les techniques d'irrigation ;
 - Favoriser les appareils d'épandage plus performants et moins propices à la volatilisation des particules, encourager la couverture des fosses à lisier, etc. pour limiter les émissions d'ammoniac et de pesticides.
- Limitant le gaspillage alimentaire :
 - reconnaissance du problème, première étape indispensable car peu d'acteurs étaient jusqu'à très récemment conscients de son ampleur ;
 - reconnexion avec le cycle de production de l'agriculture, par exemple via des programmes de potagers dans les écoles ou en ville, pour comprendre l'origine de notre alimentation ;
 - réapprentissage de la cuisine et de « l'art d'accommoder les restes » ;
 - réduction des surconsommations ;
 - redistribution via notamment les banques alimentaires, qui ne mobilisent aujourd'hui que 0,3% des quantités perdues ;
 - recyclage de ce qui n'a pu être évité par les 5 R précédents, pour l'alimentation animale lorsque c'est possible, par compostage ou méthanisation sinon.

Des efforts peuvent être également réalisés du côté des achats :

- Favorisant une alimentation biologique et/ou locale dans la restauration d'entreprises, les cantines, etc. ;
- Favorisant les repas contenant une faible quantité de viande, principalement bovine.

5.1.2.3. Les émissions liées au secteur des transport

Les données utilisées

Les données utilisées dans le cadre du bilan des consommations d'énergie finale ont été complétées afin de prendre également en compte les émissions de gaz à effet de serre effectuées en dehors du territoire (Scope 3).

Transit : Ont été prises en compte les émissions liées au transport de

marchandises sur le territoire, mais également depuis leur lieu de départ/jusqu'à leur destination finale pour les marchandises importées/exportées. Les données de la base SITRAM ont également été utilisées pour cette estimation.



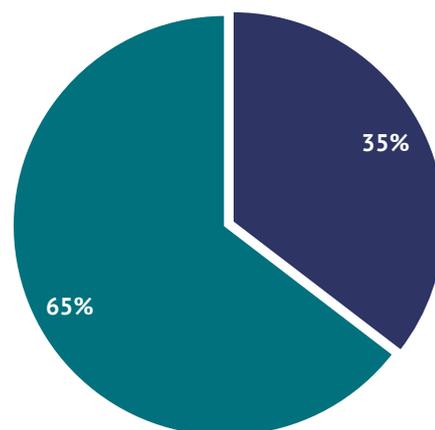
Déplacement de personnes : Aux déplacements des résidents pris en compte dans le bilan énergétique viennent s'ajouter les déplacements des visiteurs. Par manque d'informations, les émissions de GES liées aux déplacements des touristes n'ont pas pu être estimées. Cependant, les déplacements des personnes travaillant sur le territoire

mais résidant à l'extérieur ont pu être estimés grâce aux données du diagnostic du plan de mobilité de Questembert Communauté et Arc Sud Bretagne. Les hypothèses sur les distances parcourues sont identiques à celles utilisées pour les travailleurs résidents sur le territoire.

Les résultats du secteur

Le secteur des transports est responsable sur le territoire de l'émission d'environ 78 000 tCO₂e, soit 21% du bilan global. Les émissions de ce secteur sont liées à l'utilisation d'énergie pour effectuer le transport (carburant ou électricité), mais également à la fabrication de cette énergie et à la fabrication des véhicules utilisés. La construction des routes ou autres équipements n'est pas inclus.

Le graphique suivant représente la répartition de ces émissions entre le transport de marchandises et de personnes :



■ Fret ■ Déplacements de personnes

Figure 77 : Répartition des émissions de GES liées au secteur des transports

Près des 2/3 des émissions du secteur des transports sont liées aux déplacements des personnes.

Zoom sur le transport de personnes

Le graphique suivant représente la répartition des émissions de GES liées au transport de personnes :



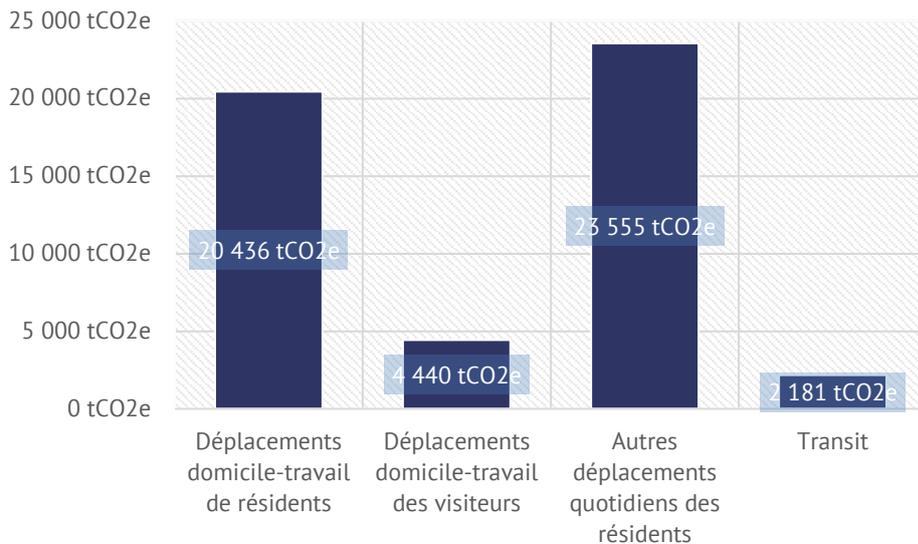


Figure 78 : Répartition des émissions de GES liées aux déplacements de personnes

Les déplacements des 1 800 travailleurs extérieurs ne pèsent que pour 9% des émissions de GES, 4% pour le transit, 40% pour les déplacements domicile-travail et enfin 47% pour les déplacements quotidiens des personnes (loisirs, santé, éducation, achats, etc.).

Le graphique suivant représente pour chacun des modes de transport utilisés, les émissions de GES associées aux déplacements des résidents :

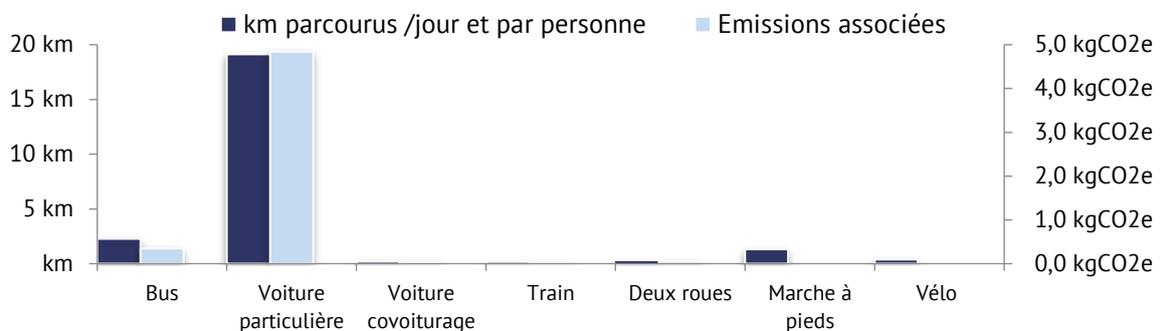


Figure 79 : Répartition des émissions domicile-travail des résidents par mode de transport

Comme vu lors du bilan énergétique, la voiture est le premier mode de transport utilisé par les résidents du territoire. C'est aussi celui qui a un impact carbone par km le

plus élevé. Afin d'illustrer ceci, le graphique suivant montre les émissions de GES liées au déplacement d'une personne sur 1km selon différents modes de transport :



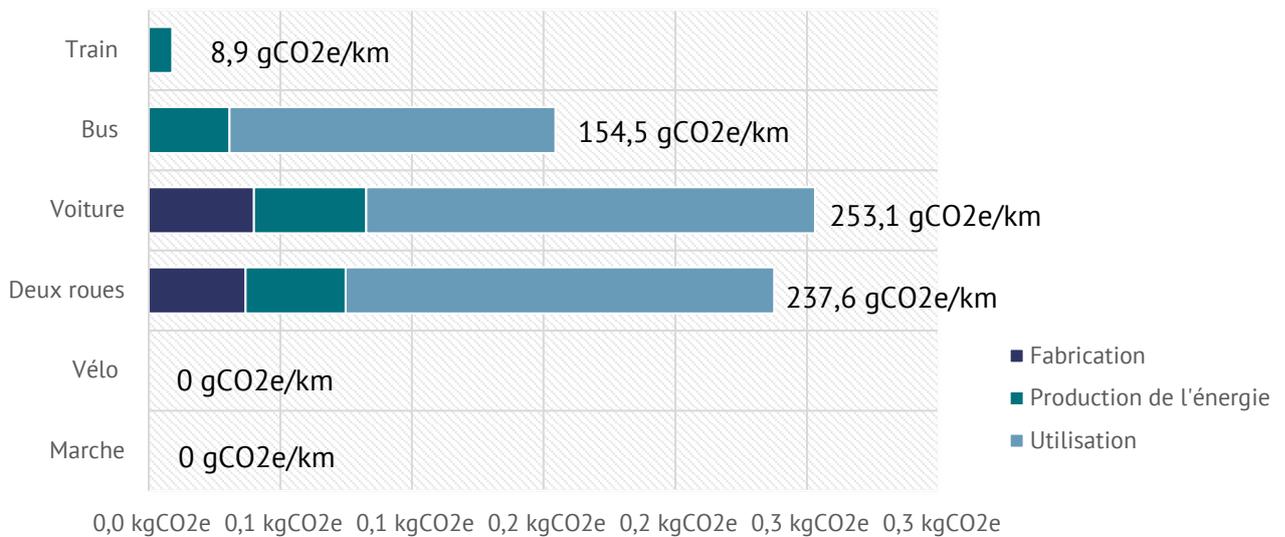


Figure 80 : Emissions liées à l'utilisation de différents moyens de transport sur 1km pour 1 passager

Les émissions liées à la pratique de la marche et du vélo sont nulles. Les émissions liées à la fabrication des trains, bus et vélos sont supposées nulles car le rapport entre le nombre de kilomètre parcouru et/ le nombre d'utilisateurs est très grand en comparaison aux émissions liées à la

fabrication des véhicules : une fois réparties, ces émissions sont proches de 0. Les émissions liées à l'utilisation du train sont nulles car celui-ci consomme de l'électricité.

Les voitures et les deux-roues à moteur thermique sont les deux modes de transport les plus impactants, suivi par le bus.

Zoom sur les déplacements de marchandises

Le graphique suivant représente la répartition des émissions de GES liées au transport de marchandises :

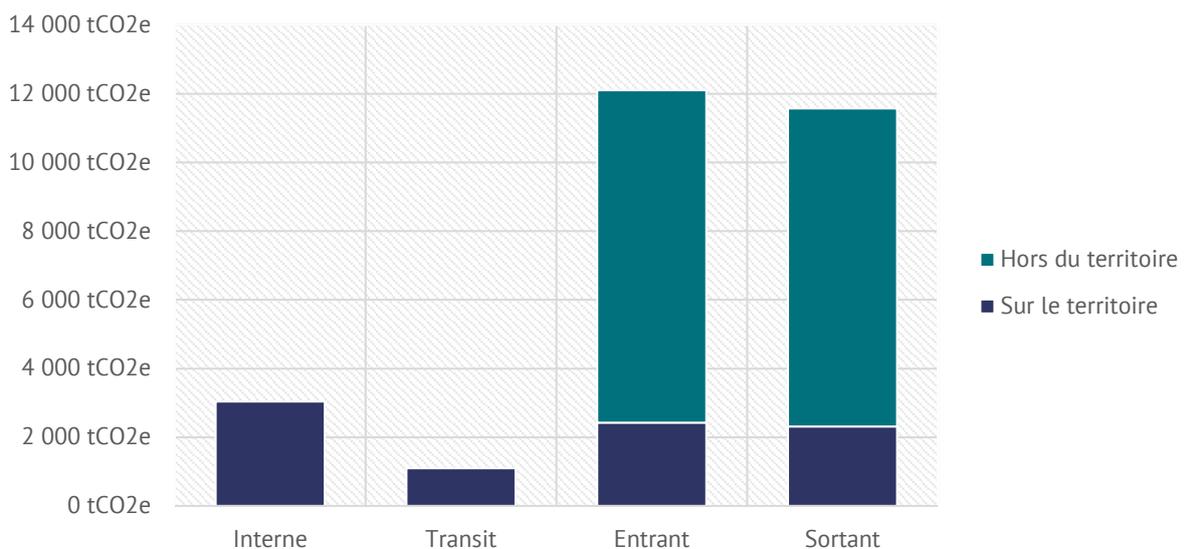


Figure 81 : Répartition des émissions de GES liées au transport de marchandises



La majorité des émissions a lieu à l'extérieur du territoire pour permettre son

approvisionnement et l'exportation des marchandises (68%).

Les pistes d'action pour réduire les émissions de GES du secteur des transports

Actions globales

Pour compléter les actions de réduction des consommations d'énergie, d'autres pistes sont à explorer :

- Développer les carburants alternatifs, dont les émissions de GES sont moindres (électricité, bioGNV, huiles de friture usagées) ;
- Favoriser l'autopartage, afin de permettre aux personnes de ne pas acheter leur propre voiture et ainsi réduire les émissions liées à la fabrication ;
- Privilégier les achats de véhicules d'occasion.

5.1.2.4. L'Alimentation

Les données utilisées

Ce poste prend en compte les émissions engendrées par la production de denrées alimentaires consommées sur le territoire. Ces denrées peuvent être produites ou non sur le territoire. Ce poste est un double compte assumé avec les secteurs agricoles, industriel et fret.

Ce poste prend en compte les émissions :

- De la production agricole des produits (consommations énergétiques et émissions non énergétiques liées à l'élevage et à la

culture qui sont présentées plus en détails dans le poste Agriculture de ce rapport),

- La transformation industrielle des produits,
- Leur acheminement jusqu'au territoire.

À défaut de données réelles, l'hypothèse retenue considère que les habitants de la collectivité mangent trois repas par jour : un végétarien le matin et un repas normal le midi et le soir.

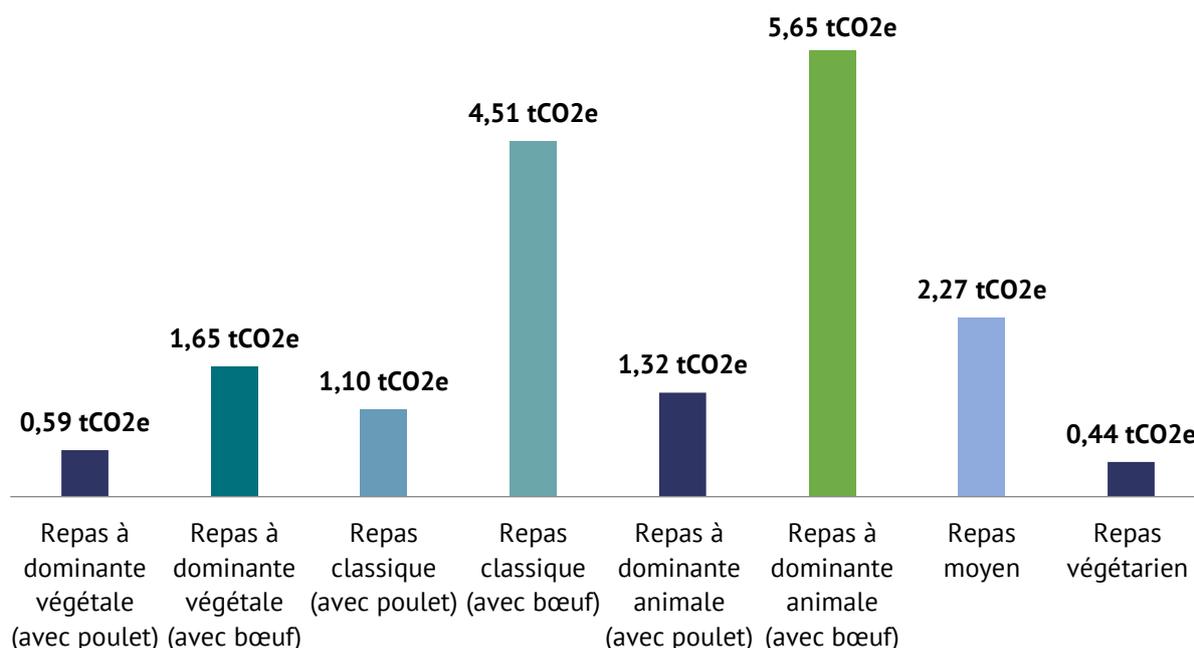
Les résultats du secteur

Les émissions liées à l'alimentation sur le territoire sont de **42 ktCO₂e**, ce qui équivaut à **11%** du bilan global du territoire.

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



Figure 82 : Impact carbone pour un repas selon les différents types de repas, Source : Bilan Carbone, facteurs d'émissions



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

Les pistes d'action pour réduire les émissions de GES liées à l'alimentation

Actions globales

Les émissions de gaz à effet de serre liées à l'alimentation sont présentées ici à titre indicatif. En effet, elles permettent d'illustrer le fait que l'impact de l'agriculture et des industries agro-alimentaires sont

imputables à la fois aux producteurs, mais également aux consommateurs.

Des actions peuvent être menées par la collectivité pour sensibiliser les résidents et lutter contre le gaspillage alimentaire. Ces actions sont détaillées dans le [paragraphe traitant de l'agriculture](#).

5.1.2.5. Le secteur résidentiel

Les données utilisées

Afin d'estimer les consommations d'énergie et les émissions de GES liées au secteur résidentiel, différentes sources de données ont été utilisées :

Emissions d'origine non énergétique : Pour le secteur résidentiel, ces émissions sont dues aux fuites de fluides frigorigènes des équipements de climatisation. Ces fluides sont en réalité des gaz à effet de serre dont le pouvoir de réchauffement climatique est jusqu'à 22 000 fois supérieur à celui du CO₂.

Pour les communes du territoire, l'INSEE n'indique pas le nombre de résidences principales équipées d'une climatisation. N'ayant pas de données plus récentes, les estimations de l'Inventaire National Spatialisé datant de 2012 ont été utilisées, en supposant que ces émissions sont restées constantes.

Emissions d'origine énergétique : les données du bilan énergétique ont été utilisées.



Les résultats du secteur

Le secteur résidentiel est responsable en 2014 de l'émission de **33 ktCO₂e**. Ceci représente 9% du bilan.

Le graphique suivant représente la répartition de ces émissions :

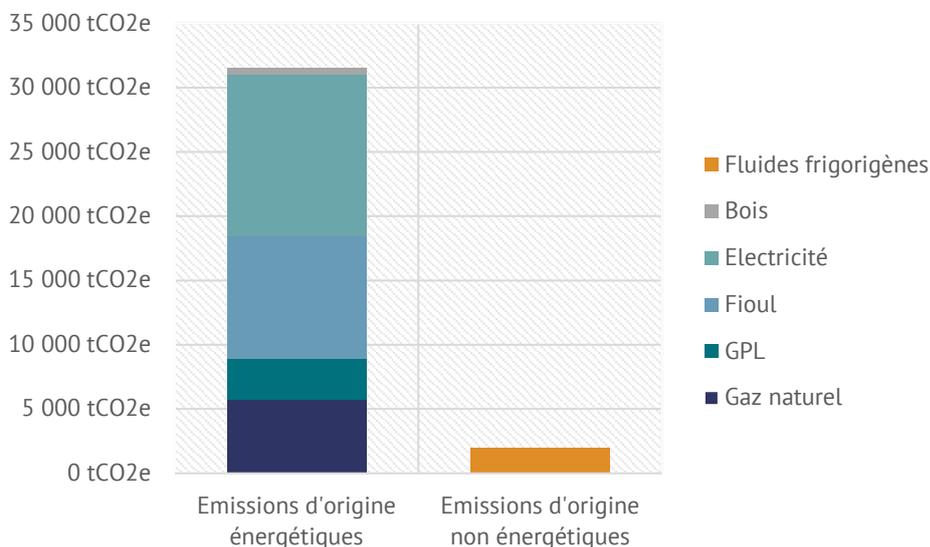


Figure 83 : Répartition des émissions du secteur résidentiel en 2014, Source : E6

94% des émissions du secteur résidentiel sont liées aux consommations d'énergie.

Le graphique suivant représente les émissions de gaz à effet de serre par source d'énergie en fonction de la consommation

Zoom sur les consommations d'énergie

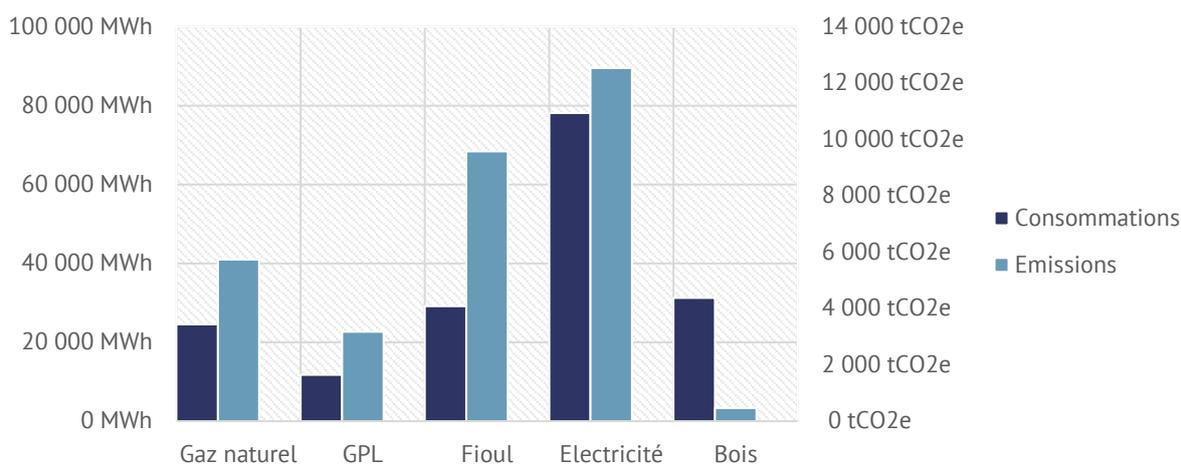


Figure 84 : Répartition des émissions de GES du territoire par source d'énergie en fonction de la consommation en 2014, Source : E6



Le fioul est la source d'énergie la plus émissive (0,33 kgCO₂e/kWh), suivi par le GPL (0,27) et le gaz naturel (0,23). Le facteur d'émissions de l'électricité est quant à lui relativement faible : de l'ordre de 0,07 kgCO₂e/kWh en moyenne, il est de 0,16 kgCO₂e/kWh pour le secteur résidentiel du territoire. Ceci s'explique par le fait que l'électricité produite pour assurer les besoins en chauffage l'hiver vient en partie

des centrales à charbon française, qui sont démarrées pour compléter les centrales nucléaires. Enfin, on retrouve le bois dont les émissions associées sont de 0,02 kgCO₂e/kWh. La faiblesse de ce facteur d'émission est liée au fait que les émissions de GES lors de la combustion du bois sont considérées nulles car c'est du carbone qui va être à nouveau stocké lorsque l'arbre repoussera.

Les pistes d'action pour réduire les émissions de GES liées au secteur résidentiel

Actions globales

La réduction des consommations d'énergie du secteur va avoir un effet immédiat sur ses émissions de GES. La conversion d'une énergie par une autre (fioul vers bois, gaz vers biogaz) permet également de réduire les émissions.

Un travail peut également être réalisé sur la construction : la future réglementation pour la construction neuve de 2020 (RE 2020)

introduit un critère d'émissions de gaz à effet de serre. En effet, la RT2012 ne régissait que les consommations d'énergie de ventilation, chauffage, climatisation, éclairage, eaux chaudes sanitaires. Dès 2020, les émissions de gaz à effet de serre générées pour la construction du bâtiment et de ses composants et équipements ainsi que lors de son utilisation seront soumises à des seuils.

5.1.2.6. Le secteur industriel

Les données utilisées

Le périmètre du secteur industriel prend en compte :

- les consommations énergétiques nécessaires à l'activité : électricité et combustibles de chauffage dans les structures ;
- les émissions non énergétiques liées à l'activité, à la combustion sur site ou aux fuites de fluides frigorigènes.

Les consommations d'énergie du secteur utilisées sont celles calculées dans le cadre du bilan énergétique.

Pour les émissions liées aux fuites de fluides frigorigènes, les données de l'Inventaire National Spatialisé ont été retenues. Ces données datent de l'année 2012, l'hypothèse retenue est de considérer qu'elles étaient constantes entre 2012 et 2016, faute de données plus récentes.

Les résultats du secteur

Le secteur industriel a émis en 2014 **20 ktCO₂e**, soit 5% du bilan global du territoire.

Le graphique suivant représente la répartition de ces émissions :



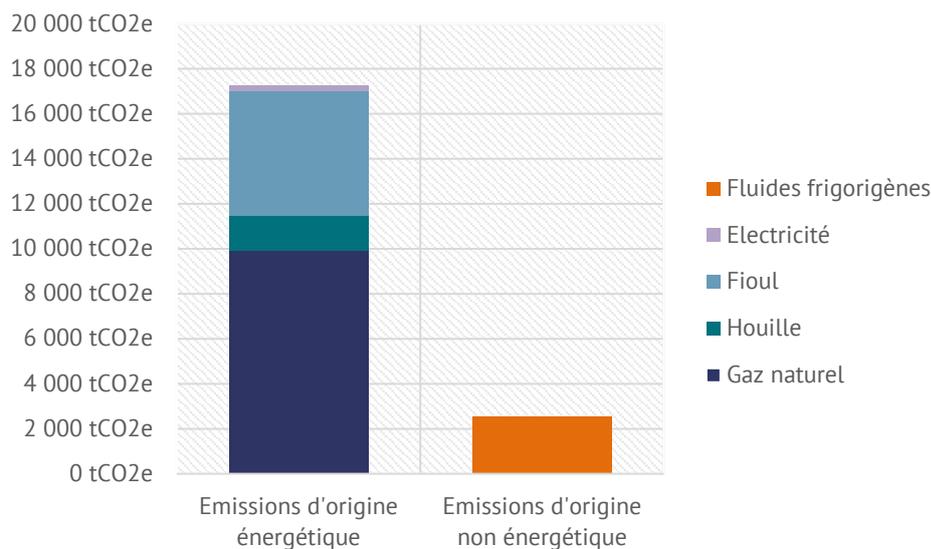


Figure 85 : Répartition des émissions de GES sur le territoire liées au secteur industriel, Source : E6, 2014

87% de ces émissions sont liées aux consommations d'énergie.

Les pistes d'action pour réduire les émissions de GES liées au secteur industriel

Actions globales

L'ensemble des pistes d'action qui ont été évoquées dans la partie [Bilan énergétique du secteur](#) peuvent permettre la réduction des émissions de GES par la réduction des consommations d'énergie. .

En complément, des actions sur le choix des énergies (choix du bois énergie plutôt que

du fioul par exemple) peuvent venir compléter l'effort.

Enfin, des actions sur la climatisation peuvent également être mises en place : sensibilisation sur l'impact des appareils, construction de quartiers bioclimatiques, etc.

5.1.2.7. L'urbanisme

Les données utilisées

Les émissions associées aux constructions ainsi que l'entretien des infrastructures de toute nature sur le territoire sont représentées au sein de ce secteur. Les émissions comptabilisées ici rendent compte de l'activité de construction ayant lieu sur le territoire et qui concerne les maisons individuelles, les immeubles de logements ou de bureaux.

Pour évaluer l'impact lié à la construction de bâtiments en 2014, la base de données

Sit@del2, donnant les surfaces construites année après année en fonction de l'usage a été utilisée. Les bâtiments construits au cours des 10 dernières années amortis sur 10 ans ont été sélectionnés. À défaut d'informations sur le mode constructif, l'hypothèse retenue considère que tous étaient en structure béton.

Faute de donnée, l'impact de la construction de voiries n'a pas été évalué.



Les résultats du secteur

Les émissions associées à ce poste sont de **18 ktCO₂e**, ce qui équivaut à **5% du bilan global du territoire**.

Le graphique suivant présente la répartition des émissions de gaz à effet de serre en fonction des différents types de bâtiments construits :

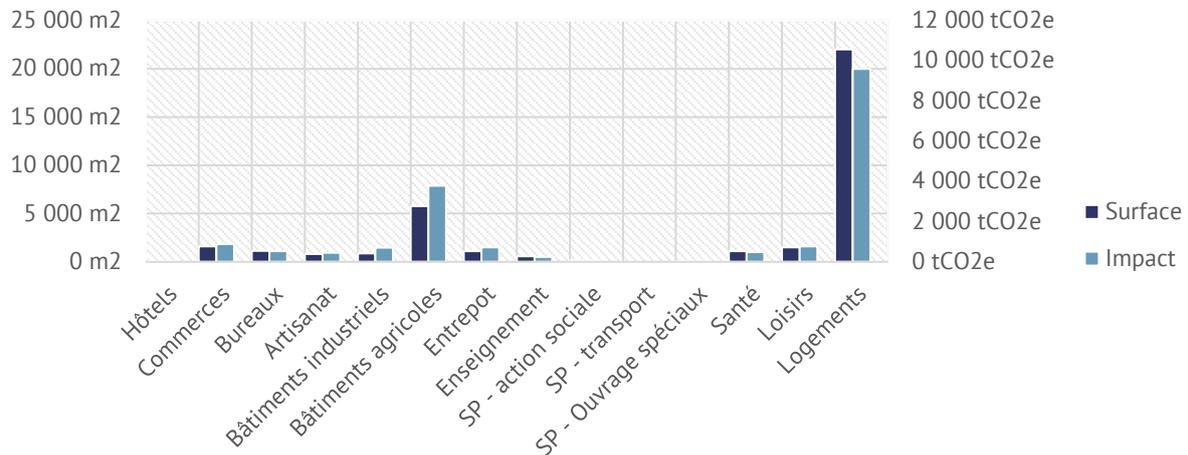


Figure 86 : Répartition des surfaces construites et de l'impact carbone associé en 2014, Source : E6

Légende : SP – service public

La majorité des bâtiments construits annuellement sur le territoire sont des logements (60% des m² construits, 22 000

m² par an) et des bâtiments agricoles (16%, 6 000 m²).

Les pistes d'action pour réduire les émissions de GES liées à l'urbanisme

Actions globales

Des actions peuvent être menées par les EPCI pour prendre en compte l'impact carbone lors de la construction des bâtiments: utilisation de matériaux biosourcés, de matériaux recyclés, intégration des énergies renouvelables à la construction, implication d'artisans locaux, etc.

L'ensemble des bâtiments soumis à la RT2012 devront bientôt respecter des seuils en matière d'émissions de GES liées à leur construction. Il s'agit de la nouvelle réglementation du bâtiment neuf: la RE 2020.

5.1.2.8. Le secteur tertiaire

Les données utilisées

Le périmètre du secteur tertiaire prend en compte :

- les consommations énergétiques nécessaires à l'activité : électricité et

combustibles de chauffage dans les structures ;

- les émissions non énergétiques liées aux fuites de fluides frigorigènes des



équipements de production de froid des structures.

Pour déterminer les émissions de GES du secteur, les données du bilan énergétique ont été utilisées.

Les résultats du secteur

Le secteur tertiaire est responsable de l'émission de **8 ktCO₂e en 2014**, soit 2% du bilan.

N'ayant pas de données plus récentes, les estimations de l'Inventaire National Spatialisé datant de 2012 ont été prises en compte, en supposant que ces émissions sont restées constantes, pour estimer les émissions de GES liées aux fuites de fluides frigorigènes des installations tertiaires du territoire.

Elles sont réparties de la manière suivante :

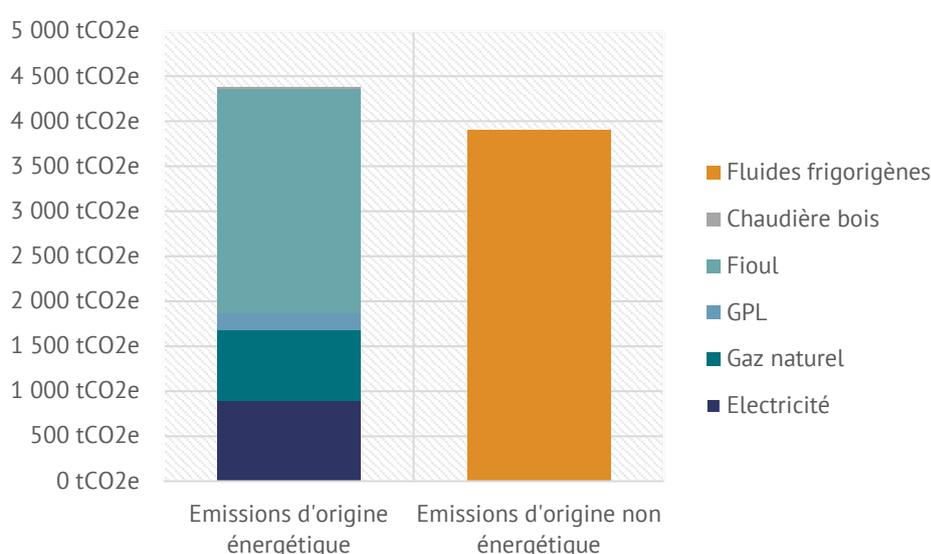


Figure 87 : Répartition des émissions de GES du secteur tertiaire en 2014, Source : E6

53% de émissions sont liées aux consommations d'énergie et 47% à la

production de froid (climatisation, chambres froides, congélateurs, etc.).

Les pistes d'action pour réduire les émissions de GES liées au secteur tertiaire

Les actions liées au bâtiment sont les mêmes que pour le secteur résidentiel.

5.1.2.9. Les déchets

Les données utilisées

Le secteur des déchets est divisé en deux parties dans le Bilan Carbone® : le traitement et l'élimination des déchets sur le territoire (approche directe) ou produits par le territoire mais traités à l'extérieur (approche indirecte) et la fabrication des futurs déchets.

Pour estimer la quantité de déchets produits sur le territoire par type et mode de traitement, le rapport d'activité de l'année 2016 de la communauté de communes a été utilisé.

Grâce aux statistiques de l'outil, les émissions de gaz à effet de serre du



traitement des différents déchets (verre, carton, papier, ordures ménagères, etc.) ont été estimées.

Les statistiques incluses dans l'outil Bilan Carbone® pour estimer l'impact de la production des plastiques, verres, papiers et métaux consommés sur le territoire ont été utilisées.

Les résultats du secteur

Le secteur des déchets a généré en 2014 **6400 tCO₂e**, soit 2% du bilan global. Parmi

ces émissions, 69% sont liées à la fabrication des déchets, et 31% à leur traitement.

Zoom sur la fabrication des futurs déchets

Le graphique suivant représente l'impact lié à la fabrication des déchets par type en fonction de la quantité :

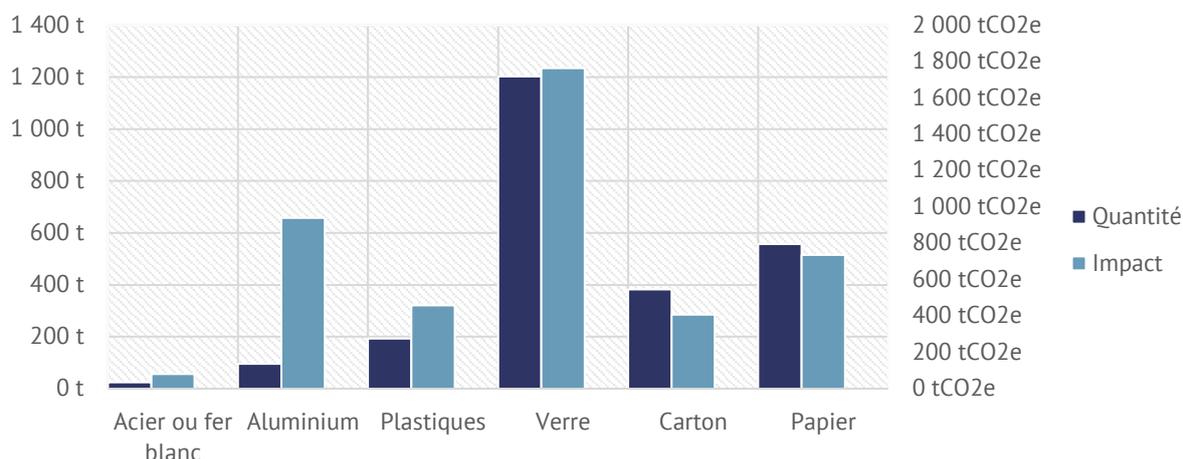


Figure 88 : Répartition de l'impact lié à la fabrication des futurs déchets sur le territoire, Source E6, 2014

La production d'aluminium est la plus impactante par rapport à la quantité extraite. Ceci est dû à l'extraction de minerais. L'utilisation d'aluminium recyclé permet de réduire de 95% cet impact (513 kgCO₂e/t contre 9 827 kgCO₂e/t).

Le graphique suivant représente, pour chacune des matières présentées ci-dessus, la comparaison entre l'utilisation d'une matière première neuve et d'un produit recyclé :



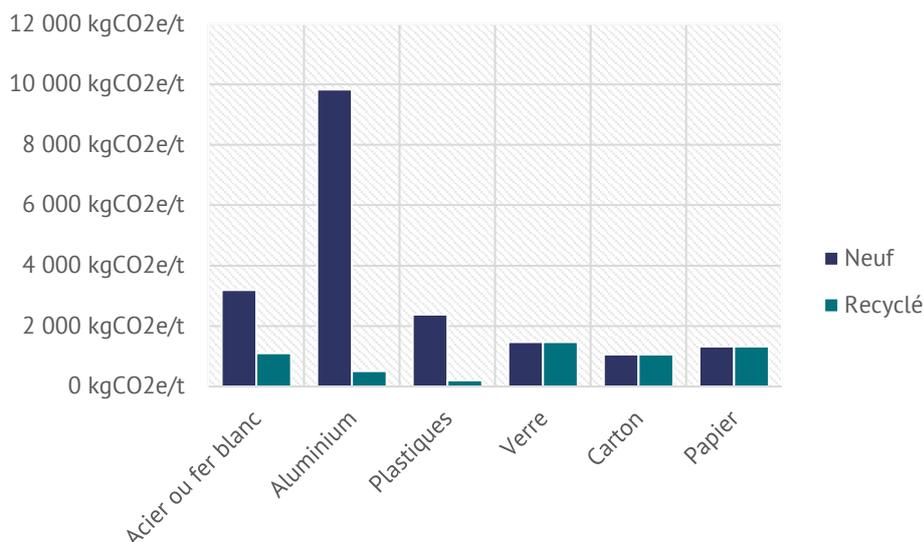


Figure 89 : Ecart entre la fabrication d'emballages à partir de matériaux recyclés ou non, Source : Base Carbone de l'ADEME

Zoom sur le traitement des déchets

Il existe sur le territoire trois moyens principaux de traiter les déchets : le recyclage pour les métaux, le verre, le plastique, le papier et le carton ; la valorisation organique pour les ordures ménagères et l'enfouissement pour les refus de tri et les encombrants.

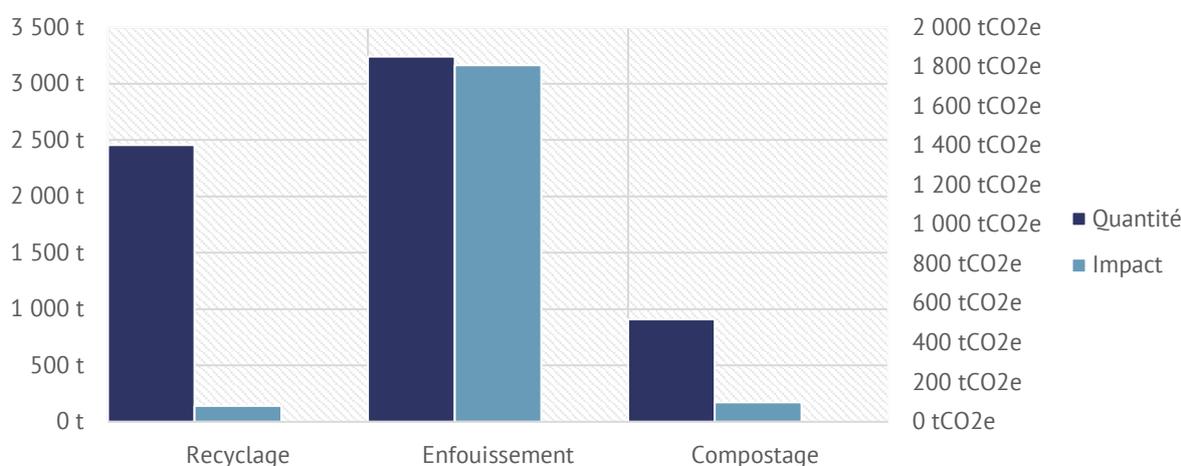


Figure 90 : Répartition des émissions de GES sur le territoire selon le type de traitement des déchets et leur quantité, Source E6, 2014

Les pistes d'action pour réduire les émissions de GES liées aux déchets

Actions globales

Afin de réduire l'impact du secteur déchets, il faut sensibiliser les habitants et les entreprises sur les pratiques d'achat responsable et le recyclage, les démarches d'économie circulaire sur le territoire (par exemple : réparation, réutilisation, etc.) ainsi

que travailler sur la thématique du gaspillage alimentaire. Pour ce faire, il pourrait être intéressant de s'inspirer de ce qui a été réalisé sur les territoires labellisés « territoires zéro déchet- zéro gaspillage ». Cependant, il peut être noté que la



production d'ordures ménagères est faible sur le territoire par rapport aux moyennes nationales.

5.1.2.10. La production d'énergie

Les données utilisées

Les données utilisées sont les données de production d'énergie renouvelable (EnR) fournies par le SDEM 56. Les émissions liées à la production de chaleur issue de bois

énergie ne font pas partie de ce poste car elles ont été intégrées directement au secteur consommateur.

Les résultats du secteur

L'impact lié à la production d'énergie sur le territoire est très faible : **231 tCO₂e en**

2014, soit 0,06% du bilan. Elles sont réparties de la manière suivante :

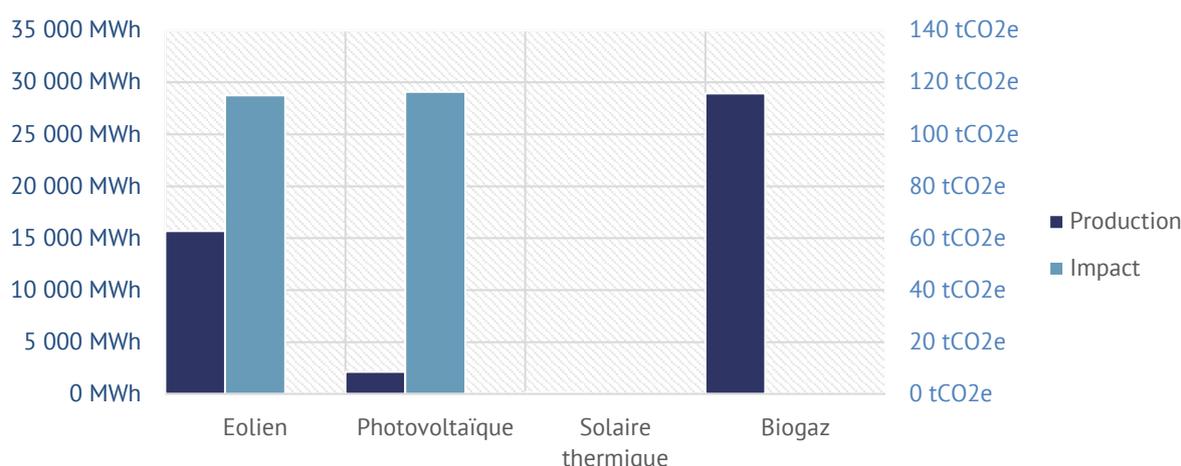


Figure 91 : Emissions de GES liées à la production d'énergie, Source : E6, 2014

Les émissions liées au biogaz sont nulles car le facteur d'émission liée à la fabrication de biogaz n'est pas disponible dans la base Carbone de l'ADEME.

5.1.3. Le BEGES de territoire

Dans le cadre de ce diagnostic Plan Climat, le bilan des émissions de gaz à effet de serre de territoire a été réalisé en utilisant la méthode Bilan carbone®, et ainsi estimer les émissions de GES ayant lieu à l'extérieur du territoire mais pour servir celui-ci, ceci a

vocation de sensibilisation. Cependant, afin de respecter le périmètre de la SNBC et du SRCAE, la stratégie de territoire ne sera quantifiée que par rapport aux scopes 1 et 2 du bilan (émissions directes de GES ayant lieu sur le périmètre géographique du



territoire, et émissions indirectes liées à la production de chaleur de réseau et

d'électricité consommés sur le territoire). En voici une représentation graphique :

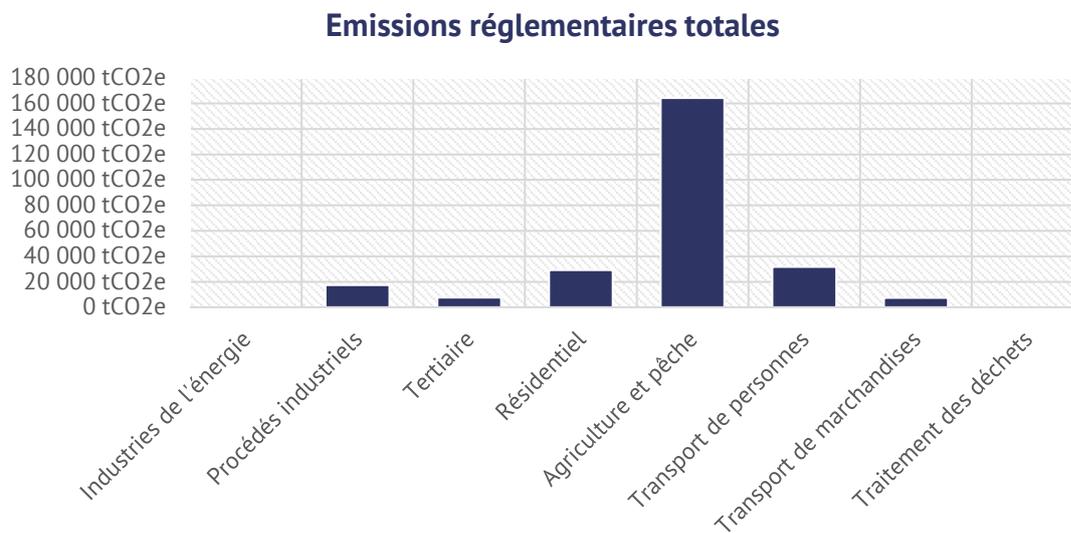


Figure 92 : BEGES du territoire de Questembert Communauté - 2014

Ce bilan représente 69% du Bilan Carbone®.



5.2. Etude de la séquestration carbone du territoire

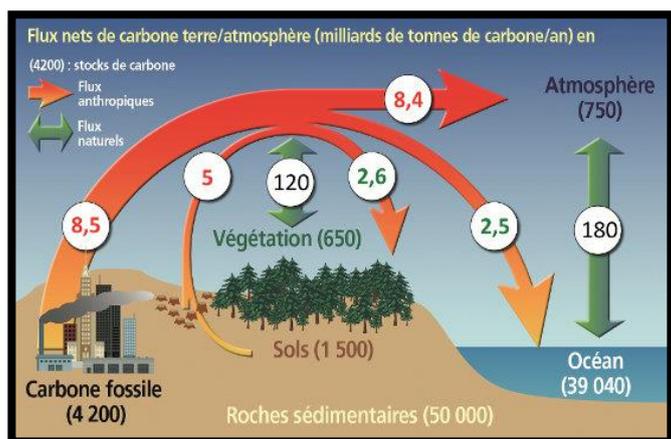
5.2.1. Contexte

5.2.1.1. La séquestration carbone en bref

Comment fonctionne la séquestration

Le dioxyde de carbone (CO₂) est le principal gaz à Effet de Serre (GES) associé aux émissions anthropiques. A l'échelle mondiale, ce sont près de 32 milliards de tonnes de CO₂ qui ont été émises en 2013 par la consommation de nos réserves fossiles (pétrole, gaz, charbon). Par le mécanisme de l'effet de serre, le dioxyde de carbone entraîne le réchauffement de notre planète, d'où l'importance de mieux maîtriser ce gaz.

Figure 93 Flux nets de carbone



De par la combustion de nos réserves fossiles, du CO₂ est dispersé dans notre atmosphère.

Notre écosystème qui nous entoure atténue de manière naturelle ses impacts en captant plus d'un tiers des émissions via le phénomène de la photosynthèse. Trois éléments assurent cette séquestration naturelle, le sol, les végétaux et les océans.

La séquestration du carbone est aujourd'hui au cœur de beaucoup de recherches avec notamment des études de séquestration et de stockage artificiel en milieu géologique.

L'arbre, acteur pour le climat

L'arbre, pilier naturel de captation du CO₂

Les arbres qui nous entourent jouent un rôle majeur dans la séquestration du carbone atmosphérique. Ils représentent un puits de carbone de par le stockage qu'ils induisent dans la partie visible de l'arbre mais également les racines stockent tout autant dans le sol.

Leur fonctionnement

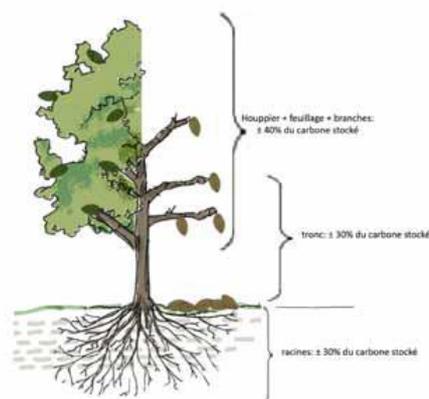


Figure 94 Répartition moyenne du carbone stocké dans un arbre

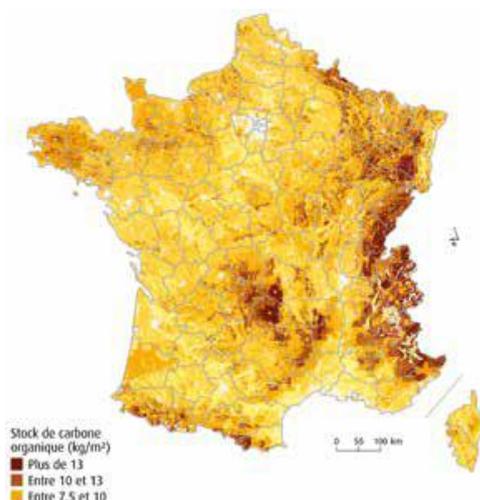
Pendant toute sa croissance, l'arbre absorbe pour croître le CO₂, le stocke sous la forme de carbone et libère du dioxygène (O₂) : il respire. Ce mécanisme appelé **photosynthèse**, lui permet d'emprisonner le carbone dans ses branches, son tronc et ses racines. Le devenir de ce carbone ainsi séquestré varie selon le choix de la fin de vie de l'arbre.

Il est possible de calculer la capacité de stockage de chaque essence d'arbre en fonction du diamètre de son tronc et de son âge d'exploitation.



De par ces racines, l'arbre planté sur des sols imperméabilisés permet d'augmenter l'infiltration en profondeur et donc par conséquent le stockage de ces sols.

Le sol, un puit de carbone sous nos pieds



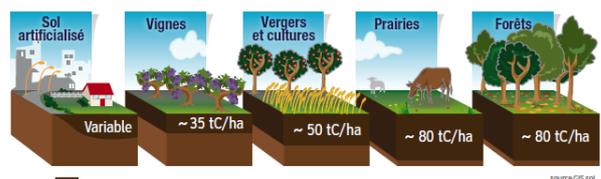
Les matières organiques de nos sols séquestrent deux à trois fois plus de carbone que nos végétaux. Le sol constitue ainsi le réservoir à carbone le plus important de notre écosystème.

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

Le niveau de stockage dépend en grande partie de l'affectation donnée au sol. La cartographie ci-contre met en exergue le fait que l'Homme a un impact significatif sur la capacité de séquestration en carbone de son sol. En effet, plus un sol se retrouve « artificialisé » par celui-ci, plus sa capacité de stockage est réduite.

Ainsi, cinq types d'affectation ont été établis dans cette étude. Chacune de ces affectations est associées à un facteur d'émissions issu d'une moyenne française.

Figure 95 Variation des stocks de carbone organique selon l'affectation des sols en France



L'importance de préserver les sols riches en carbone

Lorsqu'un terrain est artificialisé, les sols déstockent du carbone et provoquent un changement d'affectation.

Ces « émissions » associées à ces changements d'affectation peuvent prendre différentes formes :

- **Surfaces défrichées :** Les forêts ou prairies converties en une autre affectation qui mécaniquement diminue la capacité de stockage des sols ;
- **Surfaces artificialisées en moyenne au cours de la dernière décennie :** Les terres converties par l'Homme afin de construire des infrastructures ;
- **Surfaces imperméabilisées :** Certaines surfaces artificialisées par l'Homme peuvent être considérées comme provoquant une perte de carbone plus importante, comme par exemple pour les surfaces goudronnées.

Dans la partie précédente, il est mis en évidence le fait que les arbres, par le processus de la photosynthèse, séquestrent du CO₂. Par le principe réciproque, lorsque l'on brûle un arbre, le carbone qui était stocké se restitue à l'atmosphère. Mais, il est possible de ne pas réinjecter dans l'atmosphère ce carbone en le stockant dans des produits issus de la filière forêt bois, comme par exemple dans une maison à ossature bois.

Ce mode de consommation par le biais de matériaux biosourcés assure un cycle de vie durable et moins carboné tout en ayant des matériaux de bonne qualité.



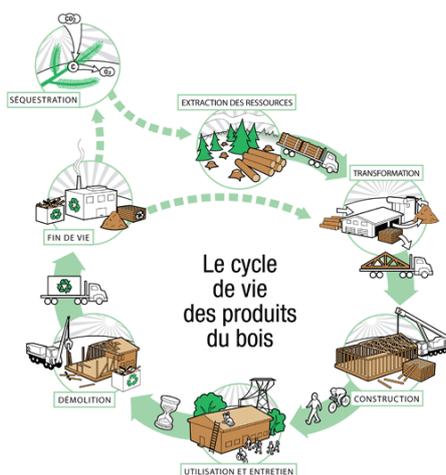


Figure 96 Cycle de vie des produits bois

Source : www.compensationCO2.ca

La valorisation des produits bois est valable à une seule condition, gérer de manière durable nos forêts.

Effets de substitution

Comme évoqué dans la partie précédente, brûler du bois émet du CO₂, mais il est important de s'intéresser à la finalité de ces émissions de GES. Brûler du bois permet de produire de la chaleur et ainsi de se substituer à d'autres sources de production de chaleur plus « carbonées ». Il est ainsi important de valoriser ces effets de substitution afin de prendre en compte le recours aux produits et énergies biosourcés. Dans cette catégorie, plusieurs postes ont été identifiés :

- **Produits bois finis pour les effets dits de («substitution matériaux») :** Lorsque l'on substitue l'utilisation d'un matériau pour un matériau bois ;
- **Bois énergie brûlé par les ménages («substitution énergie») :** Lorsque l'on consomme du bois afin de se substituer à un autre mode de chauffage (cheminée) ;
- **GWh de chaleur produite, dans les secteurs industriels, collectifs et tertiaires («substitution énergie») :** Lorsque l'on consomme du bois afin de se substituer à un autre mode de chauffage (chaudière à granulats) ;
- **Electricité fournie au réseau à partir de biomasse solide («substitution énergie») :** Energie dégagée par combustion de

matériaux solides comme le bois et ensuite transformée en électricité à l'aide d'une turbine ;

- **Electricité fournie au réseau à partir de biogaz («substitution énergie») :** Energie dégagée par combustion de matériaux d'origine organique et ensuite transformée en électricité à l'aide d'une turbine. Ce biogaz s'obtient par fermentation de matières organiques en l'absence de dioxygène.

Le stockage du carbone par pompage

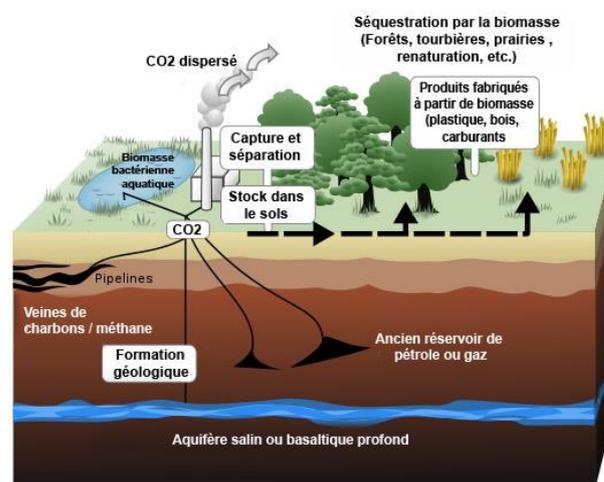


Figure 97 Schéma du stockage carbone par pompage

De façon non naturelle, des dispositifs permettent de capter le CO₂ par le biais de station de pompage. Ce gaz est ensuite compressé, puis injecté via des gazoducs dans les sous-sols avec la propriété de ne pas laisser repartir le CO₂ dans l'atmosphère. Ces « poches carbonées » peuvent être par exemple d'anciens réservoirs de pétrole et de gaz, des mines de sel ou de charbon non utilisées, des lacs souterrains... En bref, n'importe quel réservoir géologique étanche.

L'avantage est de moins perturber le climat avec une émission de CO₂ constante.



Mais cette façon non naturelle de stockage de carbone possède ces désavantages.

Tout d'abord, cette technologie reste très peu développée et n'incite pas au développement d'énergie dites « alternatives ». De plus, ce processus requiert une énergie afin de capter et stocker.

L'initiative 4 pour 1 000

Cette initiative internationale lancée par la France lors de la COP21 consiste à démontrer que l'agriculture et en particulier les sols agricoles peuvent jouer un rôle important pour la sécurité alimentaire et le changement climatique.

L'idée est qu'une croissance annuelle du stock de carbone dans les sols de 0,4% par

an permettrait de stopper l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère liée aux activités humaines. L'agriculture apparaît alors comme un moyen de lutter contre les changements climatiques. Cette augmentation de la quantité de carbone dans les sols contribuerait à stabiliser le climat mais également à assurer la sécurité alimentaire.

Les mesures qui en ressortent sont :

- *Réduire la déforestation ;*
- *Encourager les pratiques agroécologiques qui augmentent la quantité de matière organique dans les sols répondant à l'objectif de 4‰ par an.*



5.2.1.2. Les données intégrées

Dans le cadre de cette étude, l'analyse est découpée en six catégories, répartie ensuite par poste d'émission :

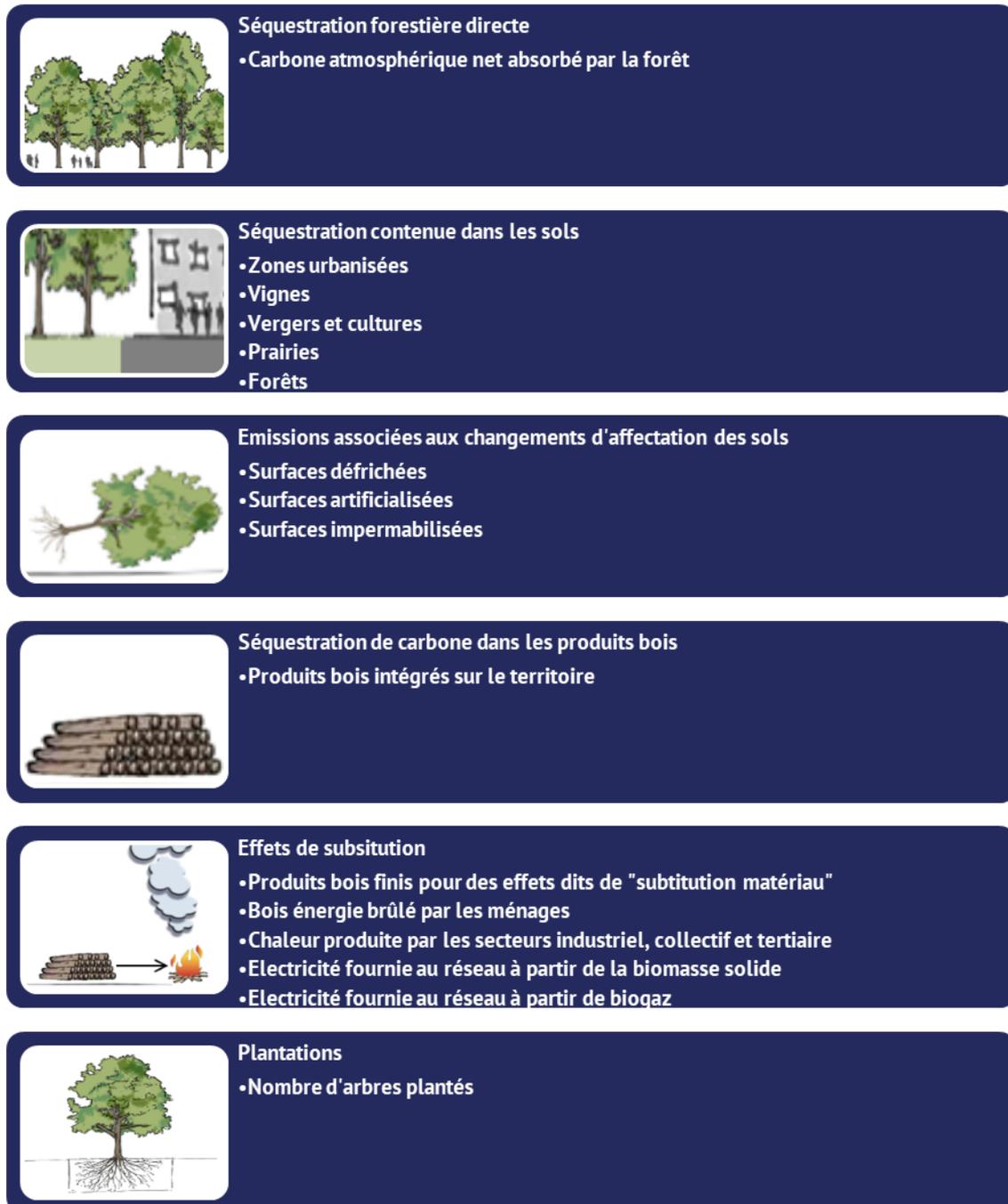


Figure 98 : Listing des données intégrées

Après avoir quantifié et estimé les données d'entrée avec la Communauté de communes

de Questembert, les données sont converties à l'aide d'un facteur d'émissions



afin d'obtenir une valeur exprimée en tCO₂e.

Avertissement

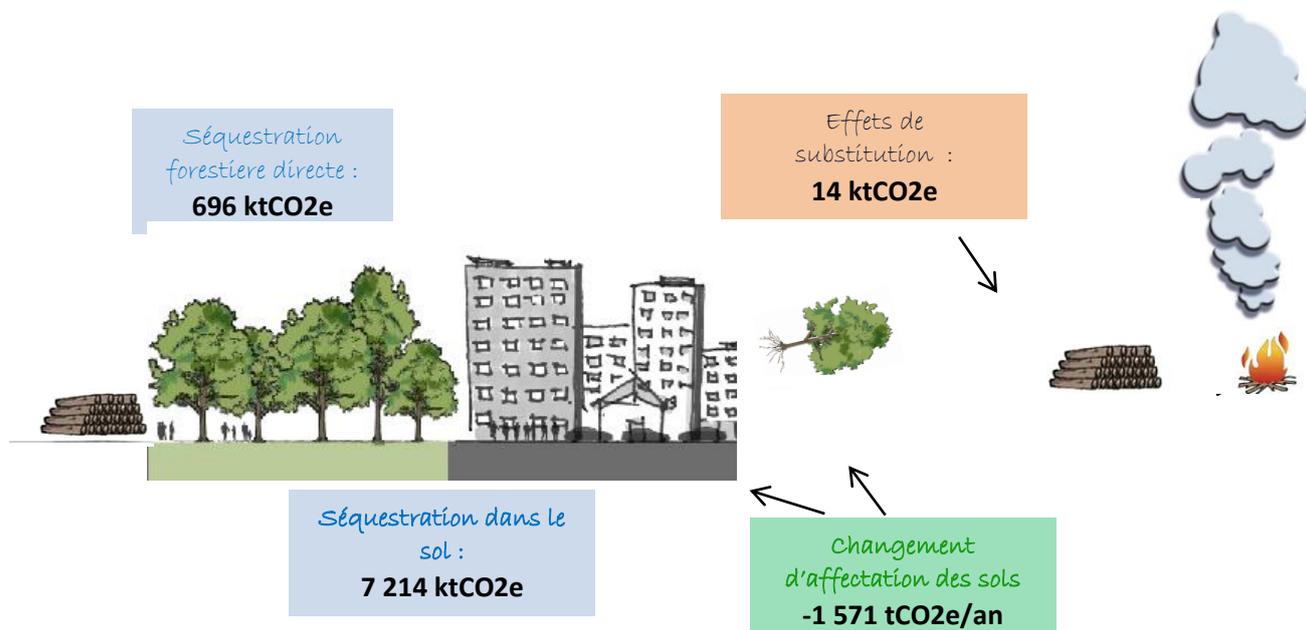
Les résultats présentés doivent être considérés avec précaution compte tenu de l'incertitude sur certaines données ou du manque de facteurs de séquestration (des hypothèses et estimations ont été réalisées pour évaluer les stocks dans les grandes familles de surface présentes sur le territoire).

5.2.2. Les résultats de l'étude

5.2.2.1. Synthèse

Le schéma suivant met en avant :

- **le capital carboné du patrimoine de la Communauté de communes de Questembert (bleu) :** Il représente le carbone séquestré dans les sols et les végétaux. C'est le capital initial du territoire.
- **Le carbone relâché par les changements d'affectation des sols**
 - sur un an (vert) :* Modification des sols par défrichage, mise en friche, artificialisation et imperméabilisation des sols.
 - **Les effets de substitution (orange) :** Ce taux de CO₂e représente la quantité d'émissions de CO₂e évitée par l'utilisation de matière moins carbonée.



La partie relative au stockage par les produits bois et les arbres plantés artificiellement n'a pu être traitée faute de données disponibles.



5.2.3. Patrimoine et capital carboné

Surfaces occupées et grandes familles

L'ensemble de la surface de la Communauté de communes de Questembert a été ventilée selon les différentes typologies caractéristiques du territoire.

Le territoire se ventile de la manière suivante :²⁶

	Typologie	Part occupée	Surface occupée
	Zone urbanisée ouverte	3%	1 012 ha
	Zone urbanisée fermée	1%	180 ha
	Vergers et cultures	60%	19 844 ha
	Prairies	18%	5 754 ha
	Zone forestière	18%	5 933 ha
	Zones humides	0,3%	102 ha

Tableau 38 : Patrimoine carboné

La somme de cette répartition surfacique est égale au total de la surface du territoire (32 825ha). Les valeurs correspondent aux données du PLUi hors zones humides. Selon le code de l'environnement, les zones humides représentent 2 939ha. Cependant

les valeurs du PLUi sont à prendre avec précautions puisque certaines parcelles peuvent intégrer différentes typologies de sol (la surface totale du territoire serait de 34 069 ha).

²⁶ Source : CC Questembert



C'est pourquoi l'étude a été réalisée avec les données de Corine Land Cover. Le projet d'aménagement du PLUi sera pris en compte pour les études des évolutions.

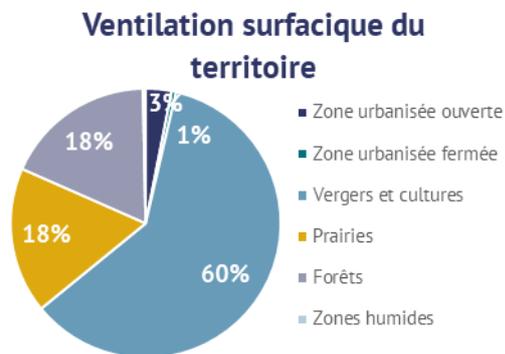


Figure 99 Ventilation surfacique du territoire

Le territoire est caractérisé par 5 typologies de sol :

- Des surfaces de culture (60% du territoire) ;
- Les forêts (18%) ;
- Les prairies (18%).
- Les zones urbanisées ouvertes (3%) ;
- Les zones urbanisées fermées (1%) ;
- Les zones humides (0,3%).

Capital carboné du territoire

Celui-ci est séquestré dans les sols et les végétaux. Voici la répartition de ce stockage :

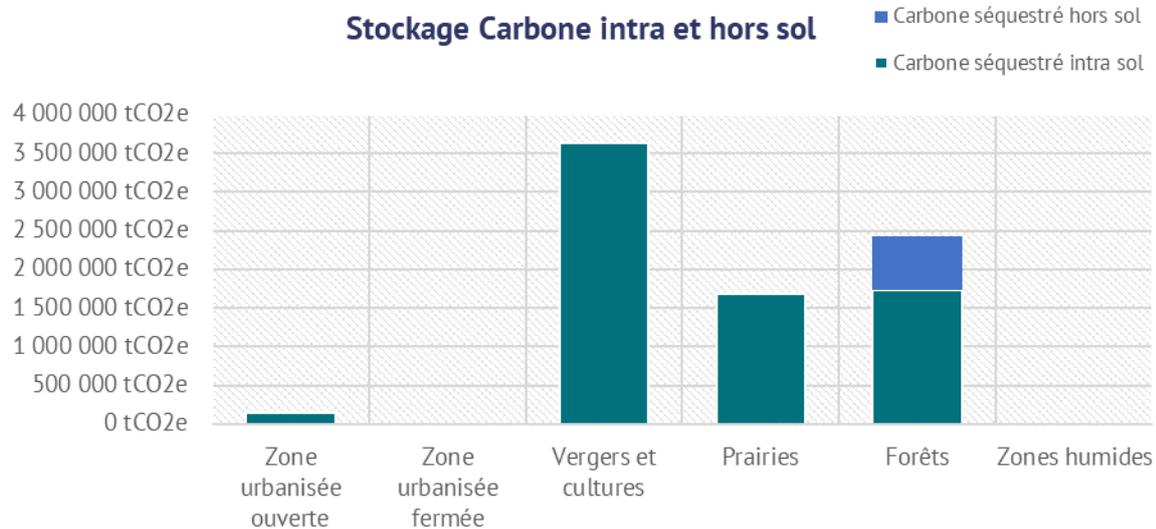


Figure 100 : Ventilation du stockage carbone sur le territoire

Deux typologies de séquestration sont constatées : **intra sol** et **hors sol** (séquestré par les forêts uniquement).

La hiérarchie observée est la suivante :

- Les vergers et cultures stockent le plus de carbone : **3 638 ktCO2e** (intra sol et houppier) ce qui équivaut à **46%** du stock actuel.
- Les forêts stockent **2 436 ktCO2e** soit **31%**.



- Les prairies stockent **21%** ce qui équivaut à **1 688 ktCO₂e**.

- Les zones urbanisées stockent **148 ktCO₂e** soit **2%** du stock total.

En résumé

Pour résumé, Questembert communauté est un territoire qui doit la majeure partie de son stock carbone à la présence de forêts et de cultures. En effet, les forêts présentent un fort facteur de séquestration et les cultures représentent 46% de la ventilation surfacique du territoire.

Le territoire a donc un facteur moyen de séquestration de **220 tCO₂e/ha** sur son territoire.

Ci-contre un graphique permettant de comprendre où se situe le facteur moyen de séquestration du territoire par rapport aux facteurs des autres typologies.

Le territoire a un facteur intéressant en termes de stockage carbone.

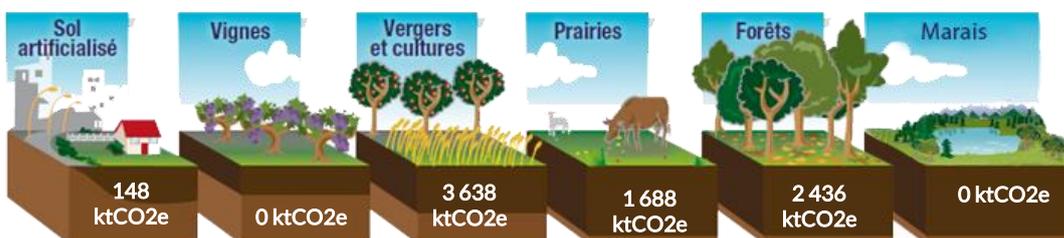
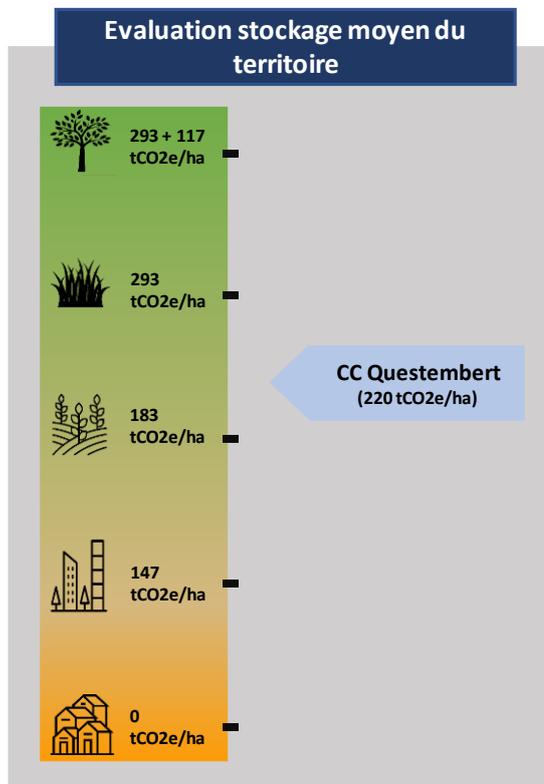


Figure 101 Présentation graphique de la répartition du stock carbone du territoire



Voici une représentation graphique des parts de stockage carbone selon la typologie de sol :

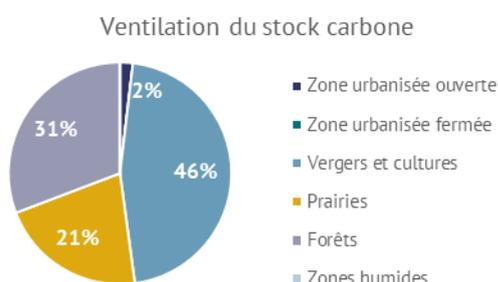


Figure 102 Part du stock carbone par typologie de sol

5.2.3.1. Changement d'affectation des sols

Le changement d'affectation des sols implique un stockage/déstockage du carbone. Cette partie a pour vocation d'étudier les variations observées sur une

année. Une évaluation sur une durée temporelle plus importante peut par la suite être exprimée. Les principaux changements de typologie de sol observables 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

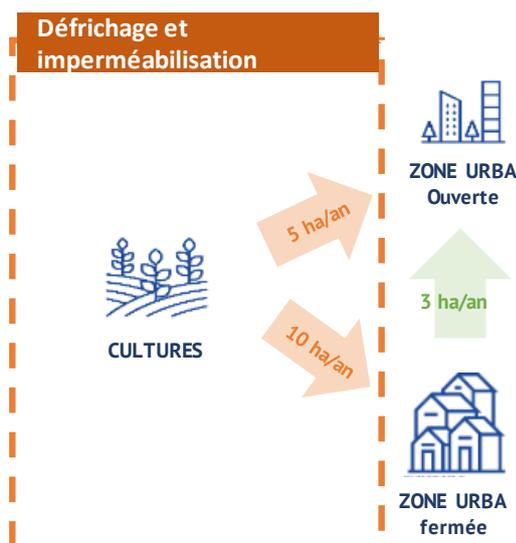
Le déstockage carbone provient :

- **Du défrichage :** Le déstockage provient, d'une part, du passage des forêts vers des cultures et, d'autre part, du passage des prairies vers des cultures.
- **De l'imperméabilisation des surfaces :** Ce déstockage provient de la création de surfaces telles que des routes, autoroutes, parkings, etc.
- **De l'artificialisation des surfaces :** il s'agit de l'étalement des zones urbaines sur les cultures ou sur les forêts.

Voici les évolutions observées sur une année :

Les émissions du déstockage présentées ci-dessous proviennent de la variation sur une année des différentes zones.





La communauté de communes de Questembert apparaît comme un territoire en urbanisation.

Les flux présentés sont repris dans le graphique ci-dessous :

Figure 103 Présentation des flux de changement d'occupation des sols sur l'année 2012

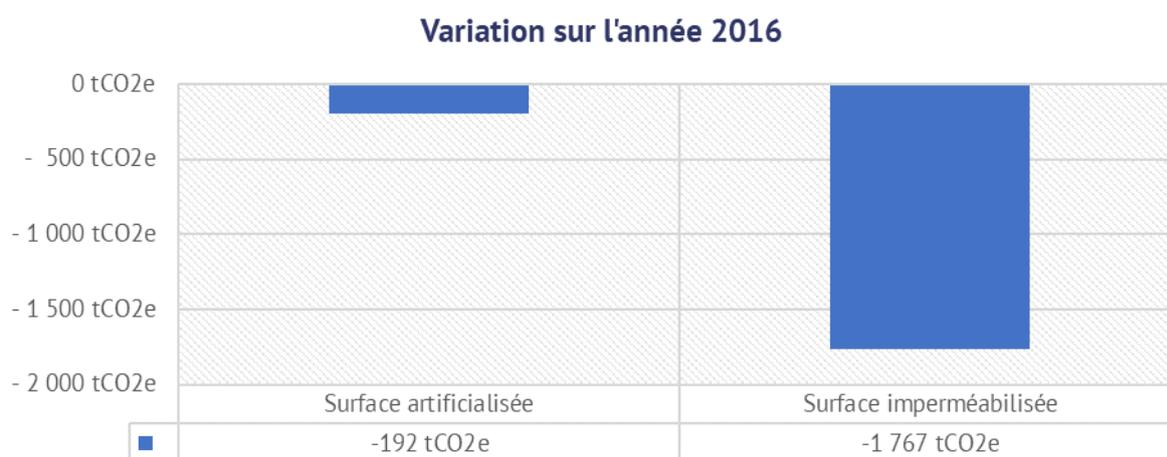


Figure 104 Présentation graphique du stockage et déstockage carbone du territoire sur l'année 2012

5.2.3.2. Evolution

Les différentes évolutions présentées ont comme année de référence 2017 suite aux données transmises. L'évolution est évaluée sur 1 an, 5 ans et 10 ans.

L'objectif de cette partie est d'estimer les évolutions de stockage ou de déstockage carbone à prévoir grâce aux prévisions surfaciques et aux enjeux énoncés dans les documents d'urbanisme (principalement Le Plan Local d'Urbanisme intercommunal).

Les calculs ont été effectués selon l'hypothèse suivante :

Les évolutions annuelles du territoire ont été évaluées sur 2006 à 2012 et les données ont été extraites de la base de données « Corine Land Cover ».

Le Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) est un document de planification et un outil de gestion du développement territorial et urbain. Les schémas directeurs



d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) fixent sur 6 ans les orientations qui permettent d'atteindre les objectifs en matière de « bon état » des eaux.

L'analyse des enjeux présents dans ces documents d'urbanisme permet d'évaluer de façon grossière les futures évolutions de stockage ou de déstockage carbone.

Pour Questembert Communauté, durant les prochaines années, l'enjeu principal est de freiner l'extension sur les territoires agricoles par une réhabilitation des logements vacants.

Une forte plantation des haies bocagères permettant de redensifier certains secteurs est également observée.

Le SDAGE consacre un chapitre entier sur la préservation des zones humides. Il rappelle ainsi que les zones humides jouent un rôle fondamental à différents niveaux. En effet, les zones humides jouent un rôle important dans la préservation de la ressource en eau, la régulation de l'épuration et la prévention des crues.

Globalement, les enjeux qui ressortent de ces documents d'urbanisme sont les suivants :

- *Maintenir une agriculture d'ouverture*
- *Construire de nombreuses infrastructures linéaires*

- *Mettre un terme à l'étalement urbain non maîtrisé*

- *Maintenir du bocage dense, identitaire du territoire, facteur de biodiversité et producteur de biomasse*

- *Maintenir des grands boisements et préserver les petits bois*

- *Valoriser la nature en ville*

- *Préserver des zones humides proches des cours d'eau et des zones humides servant de zone tampon vis-à-vis des pollutions diffuses*

- *Préserver, renforcer les continuités écologiques du territoire et les prendre en compte dans les futures opérations urbaines*

Les résultats d'artificialisation et d'imperméabilisation des surfaces permettent de guider l'estimation de l'évolution des surfaces du territoire.

Evolution surfacique linéaire

Des estimations surfaciques ont été réalisées sur le territoire de manière linéaire vis-à-vis des années précédentes. Cette évolution met en évidence de minimes augmentations des zones urbanisées et des prairies au profit des cultures et des forêts. Ces évolutions impliquent des conséquences sur le déstockage en carbone du territoire.

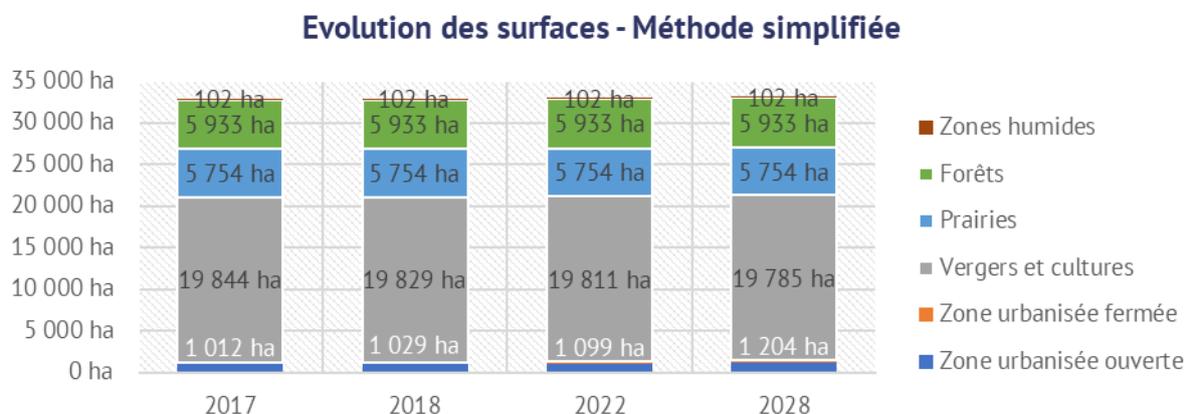


Figure 105 Evolution à long terme de l'affectation des sols du territoire



Dans le cas où une évolution de ce type est observée, le tableau ci-dessous renseigne le carbone stocké ou déstocké par les effets de

changement d'affectation sur les périodes suivantes : 1 an, 5 ans et 10 ans.

Typologie de réaffectation	Année actuelle 2018		Année 2022		Année 2027	
	Surfaces	Emissions/stock	Surfaces	Emissions/stock	Surfaces	Emissions/stock
Artificialisation						
Surfaces de prairies artificialisées	0 ha	0 tCO2e	0 ha	0 tCO2e	0 ha	0 tCO2e
Surface de culture artificialisée	5 ha	-192 tCO2e	26 ha	-959 tCO2e	47 ha	-1 918 tCO2e
Total artificialisation	5 ha	-192 tCO2e	26 ha	-959 tCO2e	47 ha	-1 918 tCO2e
Imperméabilisation						
Surfaces forêts imperméabilisées	0 ha	0 tCO2e	0 ha	0 tCO2e	0 ha	0 tCO2e
Surfaces prairies imperméabilisées	0 ha	0 tCO2e	0 ha	0 tCO2e	0 ha	0 tCO2e
Surfaces de culture imperméabilisées	10 ha	-1 767 tCO2e	48 ha	-8 836 tCO2e	87 ha	-17 672 tCO2e
Surfaces urbanisées ouvertes imperméabilisées	0 ha	0 tCO2e	0 ha	0 tCO2e	0 ha	0 tCO2e
Total imperméabilisation	10 ha	-1 767 tCO2e	48 ha	-8 836 tCO2e	87 ha	-17 672 tCO2e

Tableau 39 Présentation des effets du changement d'affectation des sols à long terme sur le stockage et déstockage carbone

En résumé

- En 1 an le territoire déstockera 1 959 tCO2e par l'artificialisation et l'imperméabilisation des cultures ;
- En 5 ans, le territoire déstockera 9 795 tCO2e par l'artificialisation et l'imperméabilisation des cultures ;
- En 10 ans, il déstockera 19 590 tCO2e.

Une évolution de typologies de zones urbanisées fermées en zones urbaines ouvertes permet de **restocker 388 tCO2e sur une année**. Cette évolution correspond à 3 ha sur une année, qui doit être due à l'abandon de certaines activités qui se retrouvent en friche.

La variation totale observée sur le territoire induit un déstockage de **1 571 tCO2e chaque année**.

Ces évolutions sont donc à titre indicatif. L'évolution de la répartition surfacique est différente d'année en année. Cependant,

cela permet d'avoir une vision exagérée des tendances du territoire.

Evolutions surfaciques selon les enjeux des documents d'urbanisme

Des estimations surfaciques ont été étudiées en fonction des enjeux décrits dans le PLUi et le SDAGE. Le PLUi propose 160 hectares ouverts à l'urbanisation en tant que projet d'aménagement.

Les études de prévisions réalisées ci-dessus proposent une évolution en fonction de facteurs de 2006 à 2012. Ainsi, la surface agricole urbanisée représente 16 ha/an. Ce chiffre correspond au projet. Ainsi, 1 959 tCO2e seront déstockés par an à cause de ce projet.



5.2.3.3. Les effets de substitution

Une certaine quantité de CO₂e est préservée grâce aux postes de substitution suivants :

- *GWh de chaleur produite, dans les secteurs industriels, collectifs et tertiaires (« substitution énergie ») ;*

- *Electricité fournie au réseau à partir de biogaz (« substitution énergie »).*

Ci-dessous un tableau résumant les quantités de GWh de chaleur produite et d'électricité fournie.

Tableau 40 : Production de chaleur et d'électricité (« substitution d'énergie »)

Poste	Facteurs d'évitement	Source	Qté	Source	Carbone évité
GWh de chaleur produite, dans les secteurs industriels, collectifs et tertiaires (« substitution énergie »)	265 tCO ₂ e/GWh	ADEME	32 GWh		8 493 tCO ₂ e
Electricité fournie au réseau à partir de biogaz (« substitution énergie »).	605 tCO ₂ e/GWh	ADEME	9 GWh		5 445 tCO ₂ e

Les facteurs d'émissions représentent les émissions de CO₂e évitées.

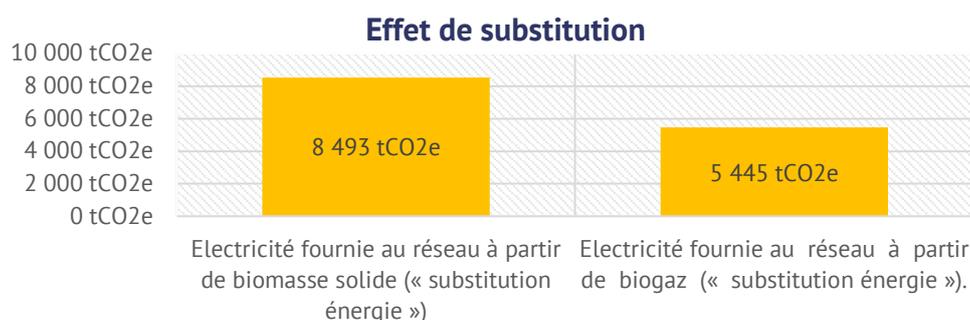


Figure 106 Quantité de carbone préservé par l'utilisation de bois énergie

Un total de **13 938 tCO₂e** évitées sur une année est comptabilisé.

5.2.4. Le potentiel de développement

5.2.4.1. La mise en place d'actions pour lutter contre l'étalement urbain.

L'étalement urbain de la Communauté de Communes de Questembert doit être accompagné d'actions qui limiteront ou cadreront cet étalement urbain de manière durable et responsable de l'environnement.

Voici différentes actions pouvant être mises en place :

- *Intégrer les politiques d'urbanisme et les documents cadres des objectifs du Plan Climat ;*
- *Travailler sur la densité, la compacité, la mixité et d'autres facteurs pour lutter contre l'étalement urbain. Le centre de ressources sur l'urbanisme durable permet d'accompagner les porteurs de projet ;*
- *Définir les trames vertes et bleues avec une articulation autour différentes échelles territoriales. Ces dernières*



assurent la protection des habitats de certaines espèces animales et des systèmes végétaux fragilisés par les développements urbains ;

- Renforcer les objectifs en matière de consommation d'espace en protégeant le foncier agricole, forestier et naturel ;
- Etudier l'impact des orientations d'aménagement inscrites dans les documents de programmation.

- Des guides méthodologiques permettent d'accompagner les porteurs de projet dans une Approche Environnementale de l'Urbanisme (AEU) ;
- Réhabiliter les friches urbaines afin de permettre leur réutilisation ;
- Tenir compte de l'impact paysager et de la qualité des sols dans chaque opération d'aménagement.

5.2.4.2. Remplacer progressivement les surfaces imperméabilisées par des surfaces «respirantes»

Une limitation de la progression de l'imperméabilisation/artificialisation des sols est une réponse qui se développe de plus en plus, elle commence par recourir à des revêtements perméables, reprendre les espaces non utilisés de la ville pour les transformer en espace vert (le Canada utilise la neige pour observer les espaces non utilisés et les transformer), l'examen des taxes et subventions, ...

A noter que les surfaces imperméabilisées ont été intégrées en tant que surfaces artificialisées, une meilleure caractérisation des surfaces permettraient une meilleure évaluation.

Ci-dessous une présentation succincte des taxes et subventions limitant l'imperméabilisation/l'artificialisation :

Taxe : Le versement pour sous-densité

Cette taxe facultative peut être mise en place sur certain secteur ou parcelle, elle s'applique à la construction ne respectant pas un seuil minimal de densité. Encore peu utilisée par les communes, elle a pour but de lutter contre l'étalement urbain.

Taxe : La taxe d'aménagement

Cette taxe cible les projets de construction. Basée sur la surface de plancher (correspondant au m² intérieur sans tenir compte des murs) et non sur la totalité de la surface artificialisée. Elle varie considérablement d'une commune à l'autre et ne représente qu'une taxe peu incitative.

Taxe : La taxation des logements vacants

Cette taxe a l'avantage de lutter contre l'étalement urbain mais aussi de favoriser l'accès au logement.

Taxe : La taxe pour la gestion des eaux pluviales urbaines.

Elle permet de taxer directement les surfaces imperméabilisées et donc de favoriser les espaces de pleine terre et les revêtements perméables. Ainsi, cela permet une meilleure infiltration des sols et un développement de la biodiversité. Cette taxe a pourtant été supprimée en 2015.

Externalité négative : Le prêt à taux « 0 »

Le prêt à taux « 0 », favorisant la maison individuelle, est par conséquent une cause favorisant l'étalement urbain.

Subvention : moyen positif d'action

Les subventions éco-conditionnelles permettraient à des projets de voir le jour en comblant un manque de moyen au niveau des communes (puisque celles-ci peuvent provenir de la Région, des Départements ou encore d'agences spécialisées). Elles permettent de plus un dialogue et d'instaurer des négociations autour de projets.



5.2.4.3. Développer le bois-construction sur le territoire

Construire en bois n'est pas encore un domaine très soutenu en France. Pour inverser cette tendance, il est nécessaire de sensibiliser et informer le grand public et l'ensemble des acteurs concernés (artisans, élus et services, constructeurs, etc). Cette action permet de prolonger le stockage de CO2 de la forêt et d'éviter l'emploi de matières qui peuvent se révéler énergivore. D'autres actions peuvent être mises en œuvre telles que :

- *Travailler avec des structures spécialisées sur le bois-construction ou les éco-matériaux ;*

- *Réaliser une opération de construction/rénovation de son propre patrimoine pour sensibiliser et montrer l'exemple.*
- *Accompagner des acteurs pour soutenir différentes démarches, accompagner la modernisation et la commande publique.*
- *Renforcer l'accompagnement et la mise en relation des acteurs de la filière bois.*

Il est à noter qu'une création de filière bois-construction permet de valoriser la ressource locale et générer des emplois locaux.

5.2.4.4. Développer la production d'électricité et de chaleur à partir de biomasse

Bien sûr, ce développement doit suivre le plan d'implantation énergétique qui demande :

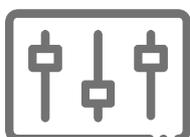
Un suivi et des indicateurs de contrôle permettraient d'évaluer la performance des chaudières biomasse.

La sensibilisation



Il est possible de réaliser une campagne d'information auprès des agriculteurs et des propriétaires de forêts de l'intérêt des cultures énergétiques mais aussi sur leur consommation.

Le contrôle



Engager une programmation énergétique du territoire.

L'optimisation



Développer l'efficacité énergétique en mesurant les économies et en les optimisant. Cela doit passer par la réduction des consommations des ménages, développer la compétitivité des entreprises en soutenant les travaux d'économie d'énergie, prôner l'éco-responsabilité,...



L'utilisation d'énergie renouvelable



Elaborer un suivi des consommations et un plan pluriannuel d'optimisation de l'utilisation de

l'énergie des chaudières biomasse serait intéressant.



5.3. Etude des vulnérabilités du territoire aux changements climatiques

5.3.1. Contexte

5.3.1.1. Le changement climatique : explications et constat global

«Changement climatique», «réchauffement climatique», «dérèglement climatique», «changement global» sont autant d'expressions devenues courantes et préoccupantes dans l'esprit des hommes du 21ème siècle. Ce sujet mobilise, depuis les années 1980 et plus encore aujourd'hui, tous les Etats du monde autour de grands événements tels que les Conférences des Parties (COP).

Depuis des milliards d'années, notre planète évolue, les habitants qui la peuplent et son climat aussi. La composition chimique et gazeuse de l'atmosphère a connu des variations permanentes, induisant des ères climatiques plus ou moins chaudes, froides et ainsi plus ou moins adaptées à la florescence des milieux et d'espèces vivantes. Or, il est maintenant reconnu qu'il existe un « réchauffement climatique », anormal qui concerne la Terre entière et se manifeste sur l'ensemble des écosystèmes par le biais de différents impacts (Chevillot, 2016).

Ce qui change, c'est la vitesse de réchauffement, dû en partie à l'accroissement brutal de l'effet de serre, lui-même provoqué par la libération de gaz à effet de serre dans l'atmosphère qui en sont responsables (dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄) et autres gaz au pouvoir d'effet de serre plus ou moins important et long). Parallèlement, cela entraîne une série de facteurs augmentant le rythme de réchauffement (fonte des neiges, glaciers, banquises réduisant l'albedo des surfaces terrestres par exemple). Après avoir atteint ce que nous pourrions qualifier de point de «

rupture thermique » dans les années 1980-1990 (Scheffer et Al. 2003 ; Hoegh-Guldberg et John, 2010 ; Soletchnik et Al. 2017), nous voilà engagés dans une spirale à priori irréversible. D'après de nombreuses études, l'accélération du réchauffement climatique est désormais attribuée à l'homme. Le poids démographique ainsi que l'accroissement exponentiel de nos activités durant l'ère industrielle ont largement concouru à l'émergence des déséquilibres climatiques actuels et jusqu'alors jamais observé depuis plusieurs millions d'années (GIEC, 2014 ; Chaalali et al. 2013 ; Hoegh-Guldberg et John, 2010).

« Ce réchauffement global impacte les services écosystémiques vitaux pour le bien être des hommes : en augmentant la vulnérabilité des écosystèmes, en provoquant des ruptures drastiques dans leur fonctionnement et en poussant ces écosystèmes à la limite de leur résilience » (Schroter et al. 2005 ; Gobberville et al. 2010; Doney et al. 2012 d'après Soletchnik, 2017).

Bien évidemment, ce qui change dans le climat n'est pas uniquement la température de l'air ou de l'eau (rivières, fleuves et océans). Ce changement global implique alors une redistribution des précipitations et donc des débits fluviaux, la modification des courants marins, des perturbations dans les logiques saisonnières, des changements dans les régimes de vents et de tempêtes. De ce fait, le changement climatique est susceptible de se manifester de manière très différente selon les zones géographiques et les échelles considérées. Il agit aussi bien au



niveau cellulaire des organismes qu'au niveau des grands systèmes bioclimatiques. Il est alors indispensable d'appréhender et

de se projeter sur la façon dont les territoires seront affectés par ces changements (GIEC, 2014).

5.3.1.2. Définitions des différents concepts de vulnérabilité

Avant même d'engager une discussion autour des politiques territoriales d'adaptation au changement climatique, il semble nécessaire de rappeler quelques notions afin de poser le cadre général de la problématique. Il faut ici bien différencier les concepts d'impacts, ou d'aléas, provoqués par le changement climatique, des concepts de risque et de vulnérabilité ou encore des notions d'atténuation et d'adaptation au changement climatique.

Atténuation et Adaptation

Bien que les définitions de ces deux notions diffèrent, elles doivent être considérées comme complémentaires. Les politiques d'adaptation au changement climatique ne doivent être que le volet inséparable et complémentaire de l'atténuation. Mener une politique d'adaptation dépourvue d'un volet ambitieux de limitation des émissions de GES deviendrait illusoire, et s'apparenterait alors de « s'adapter pour continuer à faire comme avant ».

Pour rappel, voici deux définitions d'usage :

- **Atténuation du changement climatique** : les moyens mis en œuvre contribuant à la réduction et la limitation des émissions de GES dans l'atmosphère et contribuant à la protection ou l'amélioration des puits et réservoirs des GES (OCDE, 2010). ^[L]_[SEP]
- **Adaptation au changement climatique** : c'est « l'ajustement dans les systèmes naturels ou humains en réponse aux stimuli ou aux effets climatiques, actuels et attendus, qui modèrent les nuisances ou exploitent les opportunités bénéfiques. Différents types d'adaptations se distinguent, incluant l'anticipatrice, l'autonome et la planifiée. » (GIEC, IPCC, 2007). L'ADEME en donne une autre

définition, pour le moins semblable : « l'ensemble des évolutions d'organisation, de localisation et de techniques que les sociétés doivent opérer pour ^[L]_[SEP] limiter les impacts négatifs du changement climatique ou pour en maximiser les effets bénéfiques. »

Exposition, Sensibilité, Vulnérabilité

L'exposition est le degré auquel un système, milieu ou territoire est exposé à des variations climatiques significatives sur une certaine durée. L'étude de l'exposition consiste alors à évaluer l'ampleur des variations climatiques auxquelles le territoire devra faire face, ainsi que la probabilité d'occurrence de ces variations et/ou aléas. L'exposition comprend l'ensemble de la population et du patrimoine susceptibles d'être affectés par un aléa. Il s'agit par exemple de la population, des bâtiments et infrastructures situés en 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.

La sensibilité se rapporte à la propension d'un système (naturel ou anthropique), d'une activité ou d'une population à être affecté, favorablement ou défavorablement, par la manifestation d'un aléa ou une évolution climatique plus graduelle. Il est également nécessaire de prendre en compte le fait que ces systèmes, activités ou populations pourront être affectés à la fois par des impacts/effets directs et indirects (évolutions graduelles et effet « cascade » qu'elles entraînent sur certains aléas). Enfin, il faut bien souligner que la sensibilité d'un territoire est largement fonction de paramètres socioéconomiques, démographiques et politiques. Par exemple,



La sensibilité de deux territoires aux mêmes caractéristiques géographiques et climatiques peut être tout à fait différente. En fonction de la densité de population, des activités qui s'exercent sur le territoire et la manière dont ce dernier est géré et protégé contre d'éventuelles crises ou aléas, la sensibilité peut être accrue ou affaiblie (ADEME, 2015).

La vulnérabilité est à rapprocher de celui du « risque » dont l'utilisation est plus ancienne. Les réflexions sur le risque se sont progressivement penchées sur les facteurs du risque et c'est ainsi qu'a émergé la notion de vulnérabilité. Cette dernière était alors définie comme « le degrés d'exposition au risque ». Cette définition trop réductrice a fait l'objet d'une reconceptualisation intégrant un principe de réciprocité des processus physiques et humains. C'est-à-dire que si l'aléa climatique exerce une influence directe sur le milieu ou le fonctionnement de la société, les activités

humaines ont en retour un impact sur la gravité de cette dernière ou sur la probabilité qu'un impact se déclenche. Etudier la vulnérabilité oblige ainsi la prise en compte des interrelations entre environnement et société, ainsi qu'une vision dynamique de ces dernières (Magnan, 2009).

La définition qui semble le mieux éclairer ce concept est alors celle proposée dès 2001 par le GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) : la vulnérabilité y est entendue comme « le degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation ».

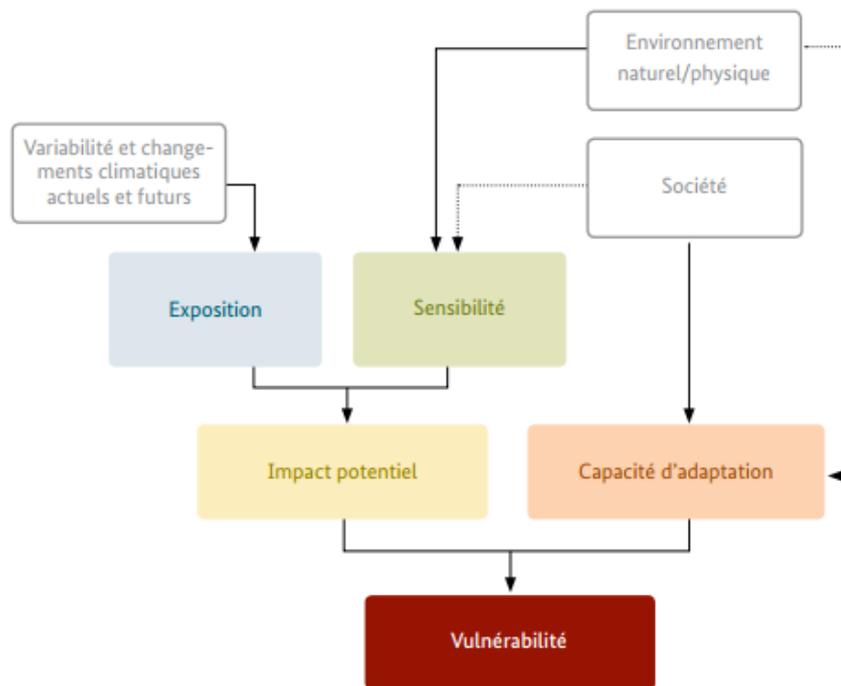


Figure 107 : Illustrations des concepts et composants associés à la vulnérabilité (Frieztzsche et Al. 2015, ADEME, 2015)



5.3.1.3. Le diagnostic de vulnérabilité

Qu'est ce que le diagnostic de vulnérabilité ?

Le diagnostic de vulnérabilité évalue les conséquences (négatives mais également positives) observées et attendues du changement climatique sur les milieux naturels, les activités économiques, les ressources et les populations du territoire à court, moyen et long terme. C'est l'étape essentielle précédant la construction d'une stratégie d'adaptation devant prévenir les impacts potentiels, limiter leur coût, tirer parti des opportunités locales et sensibiliser les acteurs du territoire.

Tirer parti des opportunités du changement climatique : exemple ?

Il est essentiel que Questembert Communauté profite des évolutions climatiques pour valoriser certaines activités ou ressources :

- L'allongement de la saison estivale peut étendre la période touristique (fréquentations hors-saison) et dynamiser le territoire : création d'emplois, attraction d'actifs, etc.
- L'augmentation des températures hivernales peut améliorer le confort thermique des habitants et réduire la consommation énergétique.
- Les évolutions climatiques permettront à l'agriculture de se diversifier avec de

nouvelles cultures (cépages, fruits et légumes méridionaux).

Les leviers de la future stratégie d'adaptation locale

Les politiques territoriales à l'échelle de Questembert Communauté ou du département intègrent souvent la notion de changement climatique et ses effets potentiels dont il faudra tenir compte à l'avenir (exemple : PPRN (plan de prévention des risques naturels), SCOT, etc.). Pour cette stratégie, voici les orientations à suivre :

- Améliorer la connaissance des impacts du changement climatique sur les activités (agriculture), ressources et milieux ;
- Intégrer le changement climatique dans les politiques publiques et stratégies portées par les collectivités, les communes et les partenaires du territoire ;
- Expérimenter ou porter des actions à court terme visant à réduire la vulnérabilité immédiate de certaines activités, milieux et ressources (mesures «sans-regret») ou anticiper le climat futur ;
- Sensibiliser et communiquer sur les effets locaux du changement climatique.

5.3.2. Etat des lieux des risques naturels sur Questembert Communauté

5.3.2.1. Vulnérabilités actuelles au climat

L'objectif de cette partie est d'identifier les sensibilités et les vulnérabilités des éléments structurant le territoire au climat.

Les épisodes de conditions climatiques extrêmes de type inondation, tempête, canicule ou sécheresse ont affecté la Région



de la Bretagne ainsi que le territoire de la Communauté de Communes de Questembert, à plusieurs reprises, à des intensités variables. L'étude de ces

événements de grande ampleur et facilement perceptible permet de mettre en exergue les éléments exposés et leurs vulnérabilités passées et actuelles.

5.3.2.2. Historique des aléas naturels sur le territoire

La communauté de communes de Questembert (QC) est un territoire déjà soumis aux risques naturels, essentiellement au risque d'inondations. D'autres risques naturels sont présents sur QC : sécheresse, tempête et mouvements de terrain.

Des dispositifs visant la connaissance, la prévention et l'information sur les risques ont été mises en place. Toutefois, des progrès restent à accomplir dans différents domaines : la connaissance des aléas et risques, le renforcement des démarches de

régulation et de coordination des services de l'Etat et des outils de concertation avec les élus locaux et les citoyens.

Actuellement, ces risques naturels n'ont que quelques conséquences sur le territoire. Le principal est le risque inondation. Un tour d'horizon des principaux événements climatiques passés montre clairement que des aléas variés ont touché le territoire de la Bretagne au cours des dernières années, et le territoire de Questembert Communauté en a subi les conséquences.

5.3.2.3. Le risque inondation

Chaque cours d'eau, du plus petit torrent aux grandes rivières, collecte l'eau d'un territoire plus ou moins grand, appelé son bassin versant. Lorsque des pluies abondantes et/ou durables surviennent, le débit du cours d'eau augmente et peut entraîner le débordement des eaux.

Plusieurs facteurs interviennent dans ce phénomène :

- L'intensité et la répartition des pluies dans le bassin versant.
- La pente du bassin et sa couverture végétale qui accélèrent ou ralentissent les écoulements.
- L'absorption par le sol et l'infiltration dans le sous-sol qui alimentent les nappes souterraines.
- Un sol saturé par des pluies récentes n'absorbe plus.
- L'action de l'homme : déboisement, feux de forêts qui rendent le sol plus propice

au ruissellement. L'imperméabilisation, due au développement des villes : l'eau ne s'infiltré plus et surcharge les systèmes d'évacuation.

- D'une manière générale, les obstacles aux écoulements de crue.

La Communauté de communes de Questembert se situe dans le Morbihan sur un territoire marqué par les Landes de Lanvaux, composé par un paysage au relief vallonné orienté Est-Ouest au réseau hydrographique omniprésent.

La rivière « l'Arz » présente sur le territoire, traverse 6 communes d'Est en Ouest. Par cette situation, le territoire de QC est soumis au risque d'inondation.

Le phénomène d'inondation a marqué la fin du XXème siècle. La succession des crues catastrophiques de ces dernières décennies a rappelé que le problème touchait un nombre élevé de communes du bassin de l'Oust.



Sur le territoire de QC, les crues ont trois origines principales :

- Les orages d'été qui provoquent des pluies violentes et localisées ;
- Les perturbations orageuses d'automne ;
- Les pluies océaniques qui occasionnent des crues en hiver et au printemps.

La vulnérabilité du territoire de QC aux risques d'inondations reste assez faible, mais la vulnérabilité future pourrait être renforcée et dépendra des choix

urbanistiques et paysagers qui devront réduire la sensibilité des secteurs exposés à ces aléas.

La carte ci-dessous recense le nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles pour l'aléa inondation par commune entre 1989 et 2015, à partir de la base GASPARG (inventaire national des arrêtés de catastrophes naturelles).

Sur le territoire de Questembert Communauté, les arrêtés sont majoritairement courts pour des catastrophes de types inondations et coulées de boue.

Aléa: INONDATIONS

Questembert Communauté

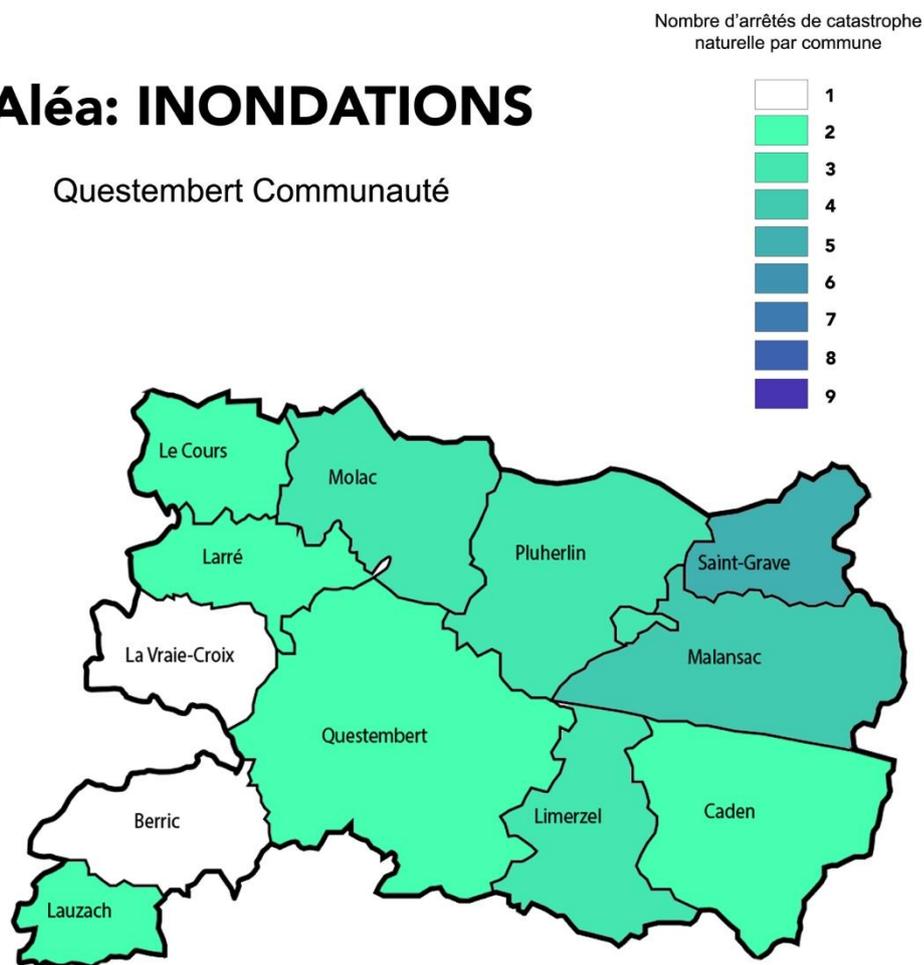


Figure 108 : Carte des aléas inondation sur Questembert Communauté, Base GASPARG - traitement ACPP

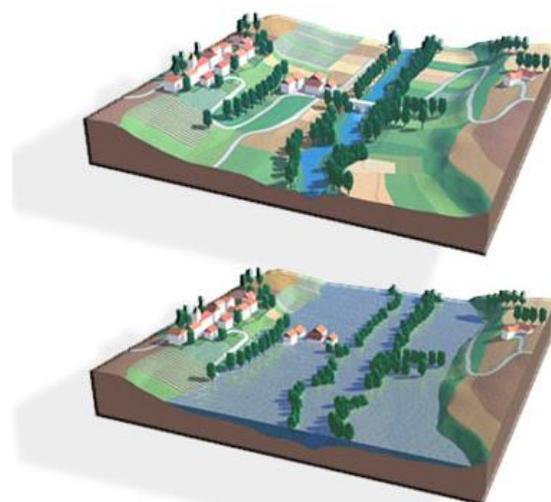
L'augmentation du débit d'un cours d'eau entraîne l'augmentation de la vitesse d'écoulement de l'eau, de sa hauteur et des dégradations dont l'ampleur est également fonction de la durée de l'événement.

Les types d'inondation :

- Par débordement direct : le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur.



- Par débordement indirect : les eaux remontent par effet de siphon à travers les nappes alluviales, les réseaux d'assainissement, etc.
- Par stagnation d'eaux pluviales ou ruissellement : liée à une capacité insuffisante d'infiltration, d'évacuation des sols ou du réseau de drainage lors de pluies anormales. Ces inondations peuvent se produire en zone urbanisée, en dehors du lit des cours d'eau, lorsque l'imperméabilisation des sols et la conception de l'urbanisation et des réseaux d'assainissement font obstacle à l'écoulement normal des pluies intenses (orages,...).



le risque inondation

schéma issu du site www.prim.net

Figure 109 : Inondation par débordement direct (Source : www.prim.net)

Le territoire de la communauté de communes de Questembert est plus particulièrement touché par des inondations par débordement direct. Une inondation peut avoir lieu quand une rivière déborde. Le cours d'eau sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur alors il envahit des vallées entières.

Comme le montre la carte des arrêtés de catastrophes naturelles, les communes de Malansac et Saint-Gravé sont les plus

touchées du territoire face à ce risque inondation. Les dégâts matériels et humains causés par ce type d'évènements sont peu importants comptes tenus de la faible urbanisation des zones concernées mais fortement contraignants.

Face aux inondations, qui constituent le premier risque naturel de QC, un des meilleurs moyens de prévention contre ce risque est d'éviter d'urbaniser les zones qui y sont exposées.

Actuellement le Programme d'actions de prévention des inondations (PAPI), les documents de l'AZI (Atlas des Zones Inondables) et les 2 PPRi auquel est soumis le territoire définissent des zones inconstructibles et des zones constructibles sous réserve de respecter certaines prescriptions. La loi réglemente l'installation d'ouvrages susceptibles de provoquer une gêne à l'écoulement des eaux en période d'inondation.



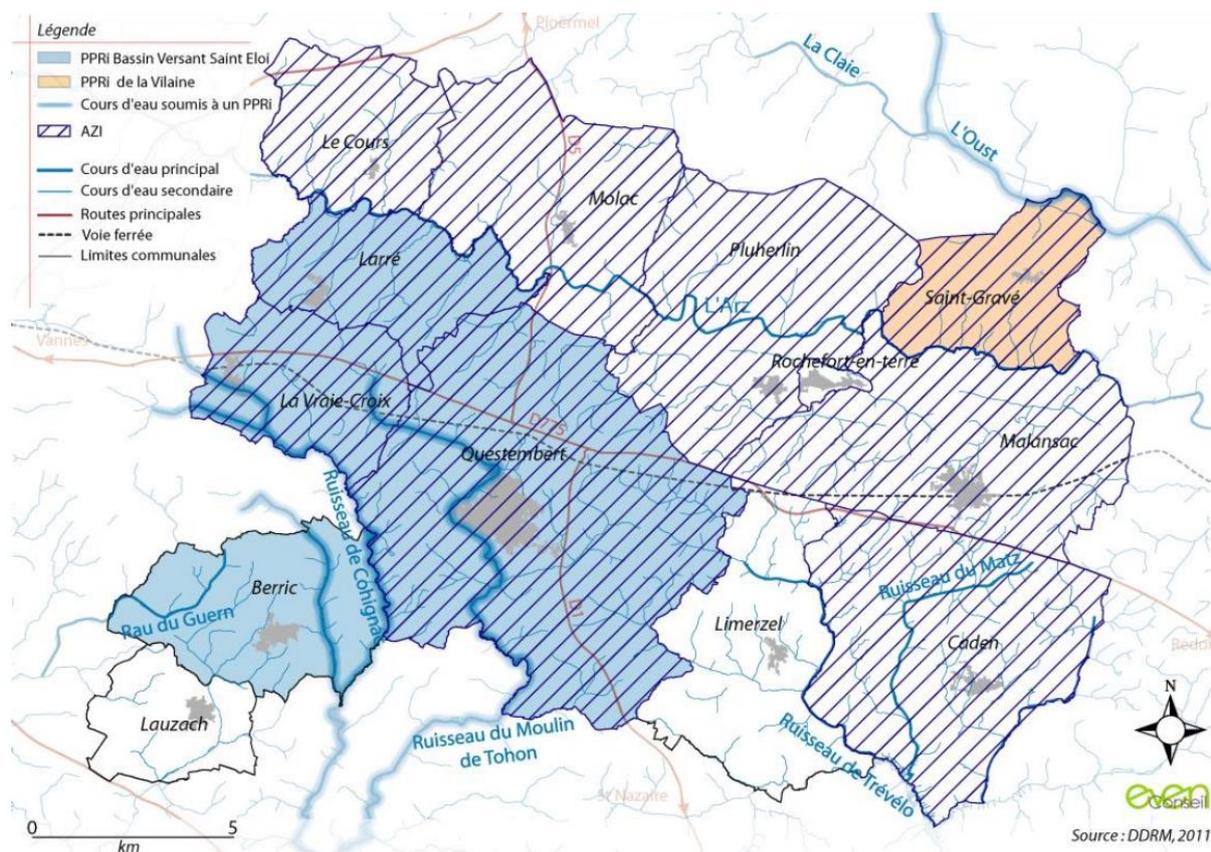


Figure 110 : Zonage réglementaire du risque inondation sur le territoire (source : PLUi de Questembert Communauté)

5.3.2.4. Un changement climatique à venir, rapide et d'ampleur

A l'échelle planétaire

Dans le contexte mondial, le constat sur le réchauffement climatique est alarmant. En effet en « 2017, le réchauffement global a atteint + 1 °C (± 0,2 °C) par rapport à la période préindustrielle et que les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique provoquent une hausse moyenne des températures de l'ordre de 0,2 °C par décennie à l'échelle de la planète. À ce rythme, le seuil de 1,5 °C de réchauffement devrait être atteint dès 2040. »

Aussi, le GIEC, dans son dernier rapport publié en 2014, présente qu'une hausse de 1,5°C de la température aurait de « lourdes conséquences sur le climat mondial : les vagues de chaleur et les fortes précipitations seraient plus fréquentes dans de nombreuses régions du globe, les sécheresses plus fréquentes par endroit. Les calottes groenlandaises et antarctiques

seraient possiblement déstabilisées, avec une possible élévation massive du niveau de la mer. »

L'évolution du climat mondial est fonction des émissions ou concentrations de gaz à effet de serre et d'aérosols dues aux activités humaines. Pour réaliser des projections climatiques, il faut donc émettre des hypothèses sur l'évolution de la démographie mondiale et des modes de vie à travers la planète. De fait, pour analyser le changement climatique à venir, les experts du GIEC ont utilisé une nouvelle approche. Ils ont défini « quatre trajectoires d'émissions et de concentrations de gaz à effet de serre, d'ozone et d'aérosols, ainsi que d'occupation des sols baptisés RCP (« Representative Concentration Pathways » ou « Profils représentatifs d'évolution de concentration »). »



Ainsi, grâce à ces RCP, les climatologues, hydrologues, agronomes, économistes etc... travaillent pour la première fois en parallèle.

Le graphique ci-dessous présente l'évolution du forçage radiatif de 4 profils d'évolution des concentrations des gaz à effet de serre (RCP) à l'horizon 2300. Ils sont identifiés par un nombre, exprimé en W/m^2 (puissance par unité de surface), qui indique la valeur du forçage considéré. Plus cette valeur est élevée, plus le système terre-atmosphère gagne en énergie et se réchauffe.

Ce graphique intègre, aux nouveaux scénarios RCP, les scénarios A2, A1B et B1 utilisés pour les rapports 2001 et 2007. On remarque que l'ensemble de ces scénarios se recouvre partiellement jusqu'en 2100 (période couverte par les anciennes versions). La nouvelle approche, utilisant les RCP, permet de couvrir une période plus importante : jusqu'à 2300. Le profil RCP 8.5 est le plus extrême (pessimiste) et considère une croissance continue des émissions. Il est un peu plus fort que le scénario le plus marqué utilisé dans les simulations du rapport du GIEC 2007 (A2). Les profils RCP 6.0 et RCP 4.5 correspondent sensiblement et respectivement aux scénarios A1B et B1. Enfin, le profil RCP 2.6 est sans équivalent dans les anciennes propositions du GIEC. En effet, sa réalisation implique, et c'est une nouveauté importante, l'intégration des effets de politiques de réduction des émissions susceptibles de limiter le réchauffement planétaire à $2^{\circ}C$.

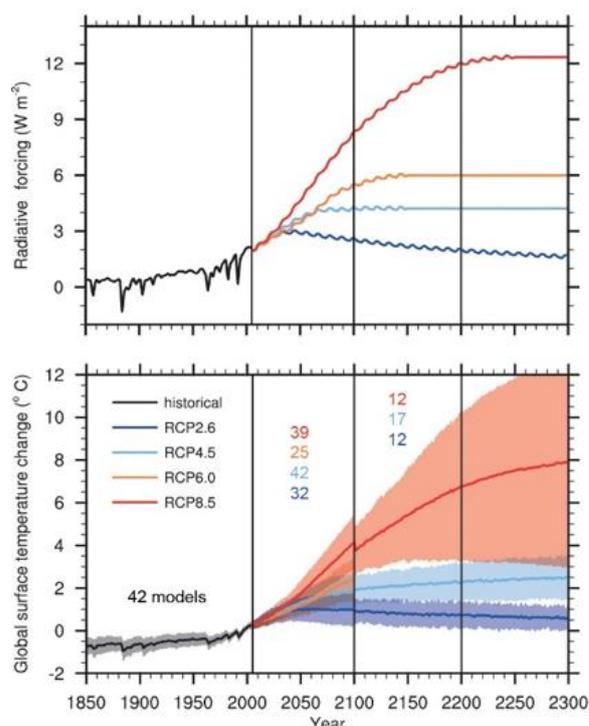


Figure 111. Évolution du bilan radiatif de la terre ou « forçage radiatif » en W/m^2 sur la période 1850-2250 selon les différents scénarios. (GIEC)

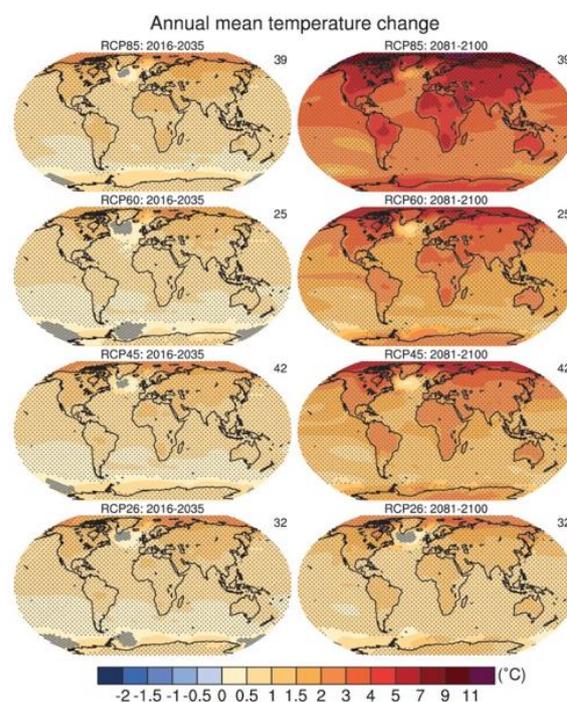


Figure 112. Projections à l'échelle mondiale de l'évolution du climat entre 2016-2035 et 2081-2100 suivant les 4 profils RCP. (GIEC)

La figure ci-dessous montre les projections régionalisées du réchauffement climatique jusqu'en 2100. Cette nouvelle approche tient compte de nombreux aléas climatiques (modifications des régimes et direction des



vents, modification des précipitations, du taux d'ensoleillement, de certains phénomènes extrêmes, de l'élévation du niveau des océans...) tout en prenant également en compte l'effet des nouvelles

politiques climatiques sur la réduction d'émission de gaz à effet de serre, et de tenir compte des évolutions du contexte socio-économique depuis la fin des années 1990

A l'échelle nationale

En France, des simulations récentes prévoient également de fortes modifications des climats nationaux pour la fin du XXIe siècle (scénarios A2 et B2 du GIEC) :

Ces modifications se traduisent par 2 points marquants :

- En été, un réchauffement marqué et une diminution des précipitations sur les régions méditerranéennes. Le risque de sécheresse sur le sud de la France, l'Espagne et l'Italie devrait être accru.
- En hiver, une nouvelle répartition des précipitations sur toute la façade atlantique.

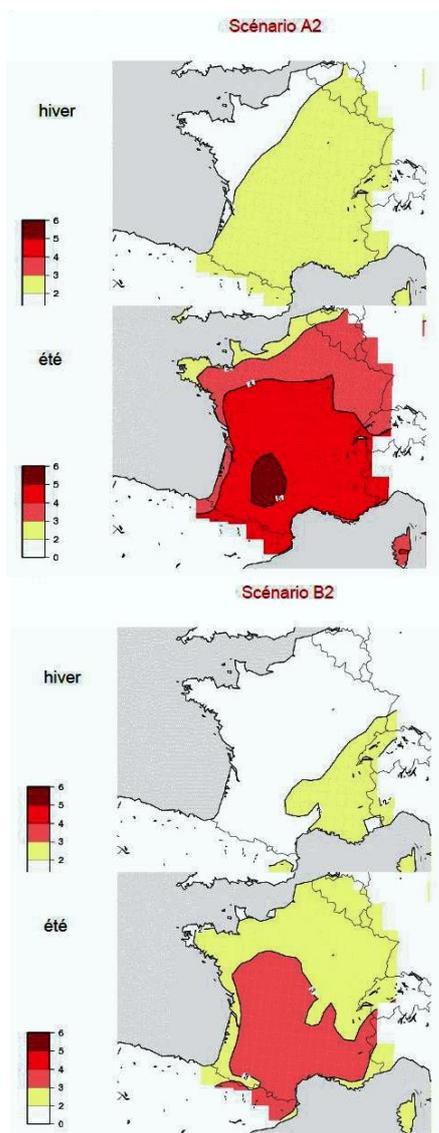


Figure 113 : Prévisions d'écart de température en France Métropolitaine entre la fin du 21e et la fin du 20e siècle, en été et en hiver, selon les scénarios A2 et B2 (écart entre la période 2070 et 2099 et la période de référence 1960-1989) (Source : Météo France)

A l'échelle de Questembert Communauté

Les modèles suivants permettant d'analyser l'évolution du climat ont été tirés de deux documents différents :

- Le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) de la Bretagne ;
- La « Stratégie d'Adaptation au changement climatique dans le Grand Ouest » datant d'Avril 2013 et réalisé par Artelia.

Ils permettent de dégager des tendances claires d'évolution du climat sur le territoire d'étude et doivent néanmoins être utilisées avec précaution, de nombreuses restrictions s'appliquant quant à la précision temporelle des paramètres présentés. Il est en effet difficile de reproduire précisément la variabilité naturelle du climat dans les simulations et les données ne peuvent pas toujours être utilisées brutes. Dans ces scénarios l'évolution des températures et des précipitations (étant les éléments climatologiques ayant le plus d'influence sur ce territoire) sont principalement étudiées, et ceci, à trois horizons temporels différents, 2030, 2050 et 2080.



Le climat breton

De façon générale, la Bretagne, bordée par la Manche au nord et l'océan Atlantique à l'ouest et au sud, est sous l'influence d'un régime « océanique tempéré », caractérisé par des hivers doux et des étés sans excès. L'influence océanique sur le climat breton est plus particulièrement due aux courants atmosphériques atlantiques plutôt qu'aux courants marins. Associée à la position particulière de la péninsule bretonne sur le rail des perturbations atlantiques, l'influence océanique se traduit par un ciel changeant, des températures généralement douces et sans excès, une certaine humidité, des pluies généreuses et des vents souvent soutenus.

La partie ouest de la Bretagne est globalement plus arrosée, les zones vallonnées l'étant par ailleurs bien plus que le littoral, quelle que soit la période de l'année. Les cumuls annuels sont répartis pour deux tiers sur la saison de recharge (d'octobre à mars) et pour le tiers restant sur la saison d'étiage (d'avril à septembre), avec des variabilités interannuelles.

Pour autant, cela n'exclut pas l'apparition d'événements extrêmes. Les sécheresses sont possibles, de même que des tempêtes destructrices ou les inondations, les orages et les coups de chaleur.

Les modèles climatiques étudiés

Trois types de scénarios ont été modélisés, du plus optimiste au plus pessimiste. Ils permettent de se rendre compte des changements attendus et d'en déduire les conséquences qui vont toucher le territoire :

- **RCP 2.6** : Considéré comme le scénario le plus optimiste, en termes d'émissions de GES, il décrit un pic des émissions suivi par un déclin. Il décrit un monde avec un pic de la population mondiale en milieu du siècle suivi par un déclin. Un effort serrait à faire pour une prise en compte d'une évolution rapide des structures économiques et environnementales.

- **RCP 4.5** : Considéré comme le scénario intermédiaire – médian, avec une stabilisation de nos émissions de GES. Il suppose une croissance économique rapide avec l'accent sur une orientation des choix énergétiques équilibrés entre les énergies fossiles et les énergies renouvelables et nucléaires. Une supposition également portée sur le développement de nouvelles technologies plus efficaces.
- **RCP 8.5** : Considéré comme le scénario le plus pessimiste, prévoyant une croissance de nos émissions de GES. Il décrit un monde très hétérogène, caractérisé par une forte croissance démographique associée à un faible développement économique et un lent progrès technologique.

Suivant les scénarios, des projections sont établies à l'horizon court (2030), moyen (2050) et long (2080). Les cartes présentées sur la page suivante présentent les anomalies de température et de précipitation à prévoir sur la région bretonne.

Changements à l'échelle régionale

Une augmentation significative des températures moyennes annuelles pour la Bretagne est attendue d'ici 2100 entre + 2 et + 5°C selon le scénario, avec des hivers devenant plus doux et des étés plus chauds. Celle-ci est d'autant plus importante que l'horizon temporel s'éloigne et que le taux de gaz à effet de serre augmente.

L'effet régulateur de l'océan resterait significatif avec moins de fortes chaleurs estivales près de la côte septentrionale et moins de gel en hiver tout au long du littoral. La convergence de l'ensemble des modèles sur l'augmentation des températures à l'échelle du globe est assez bonne. Les étés 1976 et 2003 les plus chauds avec près de 27°C de température maximale moyenne, tout à fait inhabituelle dans la période passée, deviendraient communs à partir de l'horizon 2050 selon les résultats du



scénario « médian » d'émissions futures de gaz à effet de serre (4.5).

La faible différence entre les horizons 2030 et 2050 souligne l'importance à ces échéances de l'impact de la variabilité climatique naturelle qui masque pour partie la tendance plus lente au réchauffement d'origine anthropique.

Concernant les pluies moyennes annuelles, le changement est beaucoup moins significatif. Les simulations ARPEGE Climat penchent vers une diminution progressive de la quantité annuelle des précipitations en Bretagne (sauf pour le scénario 8.5 à partir de 2050 qui a tendance à augmenter les pluies annuelles). Cette baisse des précipitations est à interpréter avec une grande prudence compte tenu de la grande incertitude sur les simulations de pluie à cette échelle. Selon ces simulations, la baisse des pluies moyennes d'été sur la Bretagne est à peu près régulière au fil du temps

(même selon le scénario 8.5 après l'horizon 2050). En hiver, les simulations gardent les pluies moyennes à peu près constantes sur la Bretagne.

Il convient de noter que des simulations conduites par l'institut Pierre Simon Laplace avec le modèle LMDZ semblent indiquer une légère hausse des précipitations, y compris en été.

Cependant, malgré ces incertitudes sur l'évolution des précipitations estivales (en légère baisse ou en légère hausse selon les modèles), l'augmentation des températures sur toute l'année, y compris lors de la période de croissance des végétaux, conduira à une hausse de l'évapotranspiration et donc un risque accru de sécheresse estivale.



**Anomalie de température maximale quotidienne : écart entre la période considérée et la période de référence [°C],
Météo-France/CNRM2014 : modèle Aladin de Météo-France**

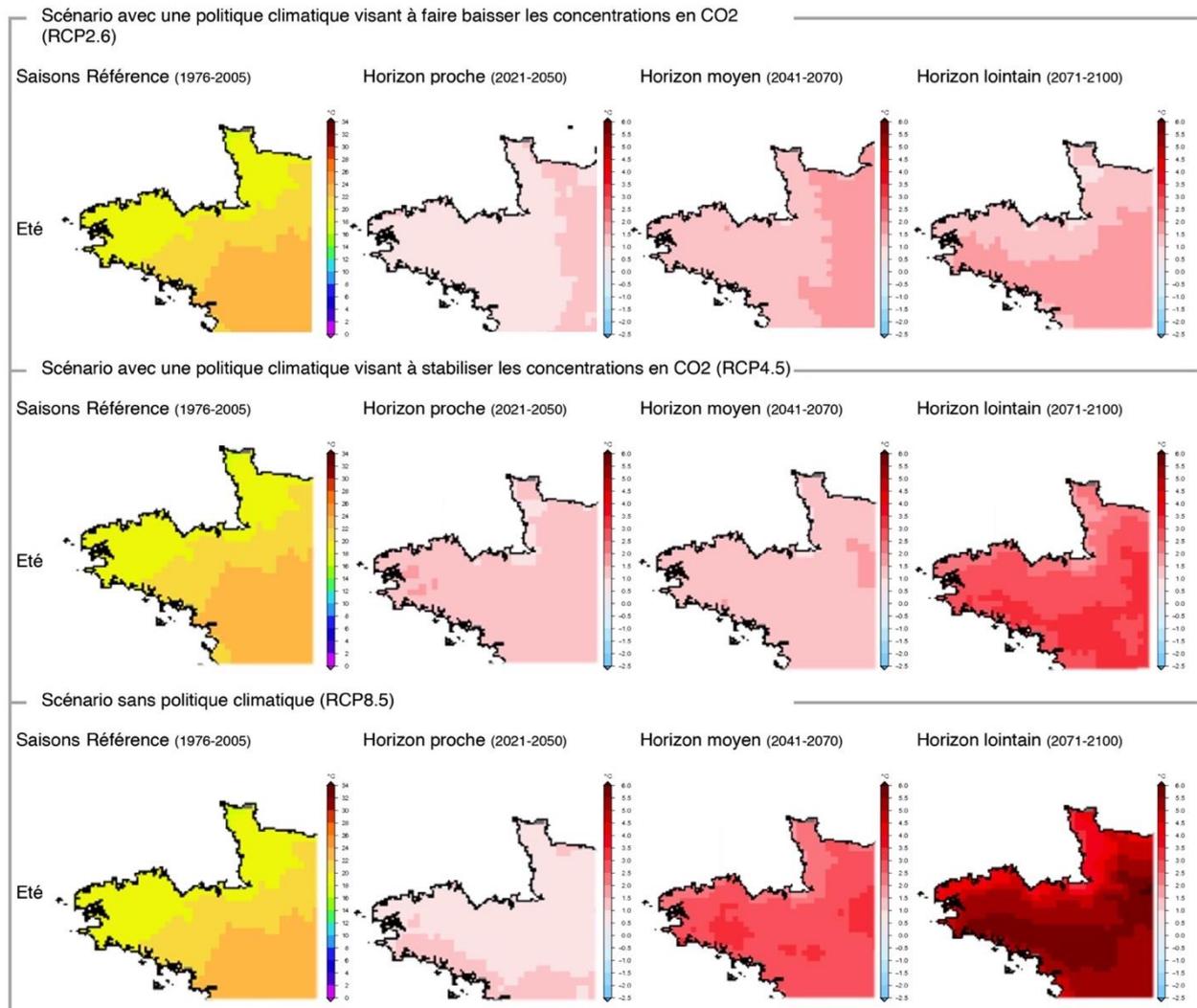


Figure 114: Anomalies des températures sur la Région Bretagne (Source : Météo-France – CNRM – modèle Aladin)



5.3.3. Conséquences primaires du changement climatique

Les conséquences primaires du changement climatique sont celles qui relèvent de grandeurs physiques (température, taux de précipitation, vitesses de vent, etc.). Il s'agit des phénomènes météo que l'on craint de voir s'exacerber dans les décennies qui viennent.

Dans ce contexte, la communauté de communes, de par sa situation

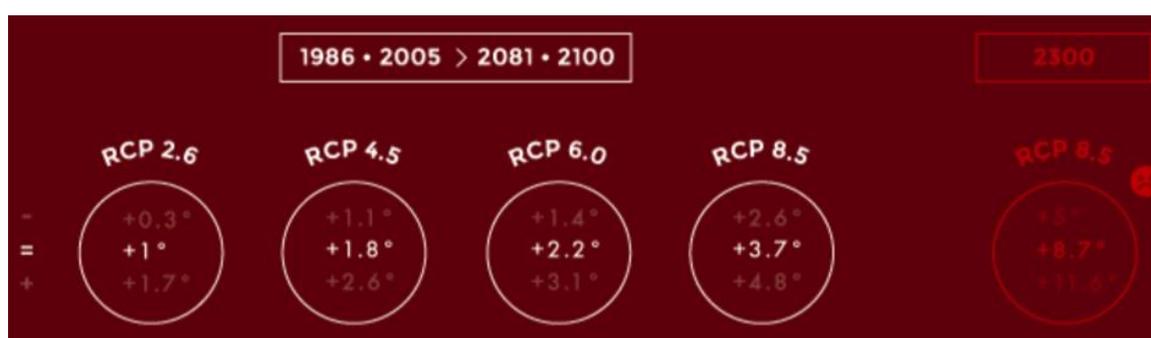
géographique, est soumise, avec une probabilité croissante, au changement de son régime de précipitations pluvieuses et à l'élévation des températures notamment l'été, avec un risque de phénomènes caniculaires et de sécheresses.

Plusieurs de ces impacts sont possibles à l'échelle du territoire.

5.3.4. Augmentation des températures

L'augmentation des températures de l'air, moyennes et extrêmes, compte parmi les forçages climatiques les plus importants à prendre en compte. L'expertise du GIEC est formelle et de moins en moins discutable : la température moyenne du globe continuera de croître durant les prochaines décennies, indépendamment de toutes les mesures qui seront prises en matière d'atténuation. Ces mesures pourront certes limiter la hausse, mais elles n'infléchiront pas la courbe ou n'inverseront pas la tendance. Tous les scénarios d'émissions de GES proposés par le GIEC, y compris le plus optimiste (2.6), prévoient une évolution de la température moyenne de +0,3 à +0,7°C à l'échelle du globe entre 2016 et 2035. A l'horizon 2100,

seul le scénario le plus optimiste d'émissions (2.6) pourrait nous faire atteindre l'objectif annoncé durant la COP21 de limiter le réchauffement global à +2°C par rapport au niveau seuil de 1850. Autrement, les scénarios 4.5 et 8.5 qui ont été retenus pour les prévisions climatiques futures de cette étude, conduiront à un réchauffement d'en moyenne +1,1 à +4,8°C par rapport à la moyenne 1986-2005 (et donc jusqu'à +5,5°C par rapport à 1850). Les évolutions de la température seront toutefois variables selon les régions du globe et pourront également se manifester par l'accroissement des extrêmes chauds (jours estivaux, vagues de chaleur, canicules) et froids (GIEC, 2014).



A l'échelle de la Bretagne et de Questembert Communauté, les prévisions climatiques futures sont rendues possibles grâce aux données du modèle de prévision « Aladin » développé par Météo-France. Ce modèle permet d'étudier les évolutions futures d'un grand nombre d'indicateurs climatiques relatifs à la température et aux précipitations (moyennes, écarts à la

moyenne, anomalies etc.), selon les différents scénarios d'émissions du dernier rapport du GIEC de 2014. Un outil de visualisation gratuit est disponible sur le site internet Drias-Climat.fr.



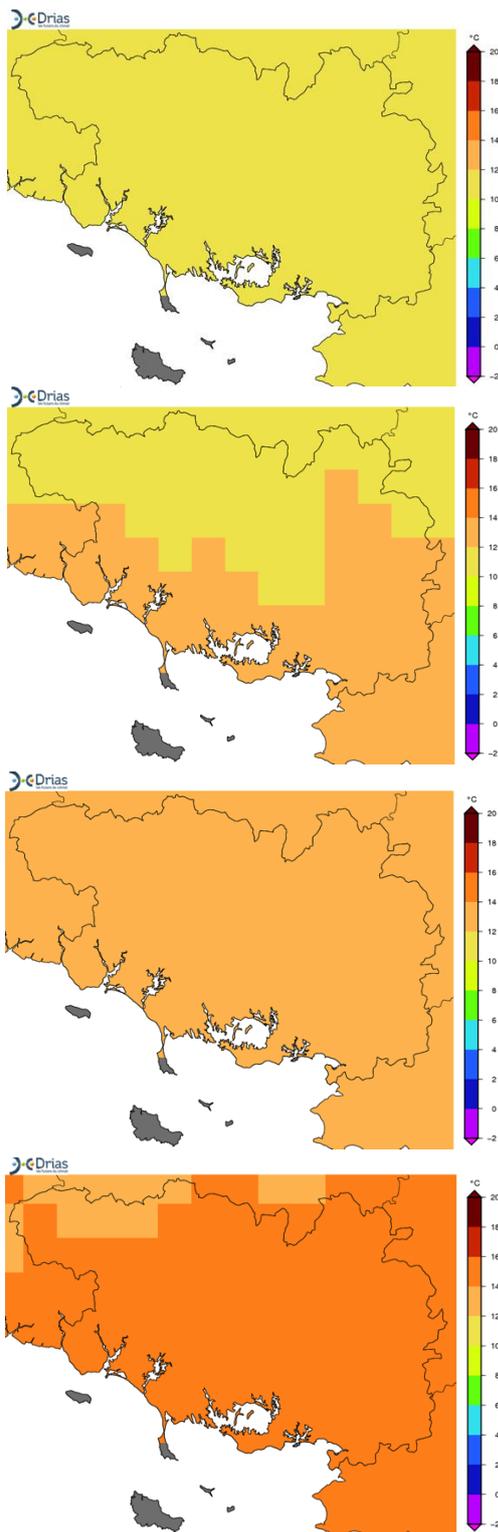


Figure 47 : Cartes d'augmentation de la température moyenne en Bretagne à l'horizon 2100. Carte 1 : Période de référence de 1976 à 2005. Carte 2, 3, 4 : selon les scénarios RCP 2.6, 4.5, 8.5 (Drias-climat.fr, 2018)

Voici, selon ce modèle, l'augmentation de la température moyenne journalière jusqu'à l'horizon 2100, par rapport à la période 1976-2005. Voici les résultats du modèle en

se référant à la maille correspondant à Questembert Communauté :

Référence : 11,2°C	2050	2070	2100
RCP 2.6	12,0°C (+0,8)	12,1°C (+0,9)	12,2°C (+1,0)
RCP 4.5	12,1°C (+0,9)	12,2°C (+1,0)	13,2°C (+2,0)
RCP 8.5	12,1°C (+0,9)	13,1°C (+1,9)	14,8°C (+3,6)

Figure 48 : Evolutions des températures moyennes journalières de QC, estimées à partir du modèle Météo- France Aladin jusqu'en 2100 (Drias-Climat.fr, 2017)

Les données présentées dans ce tableau et cette carte révèlent que les températures moyennes journalières augmenteront de façon significative, selon les scénarios retenus, à partir de la moitié du 21ème siècle sur le Morbihan.

Toujours suivant les données du modèle « Aladin », voici plusieurs évolutions remarquables :

- Le nombre de journées estivales (température maximale égale ou supérieure à 25°C), pourrait augmenter de 8 à 12 jours/an pour l'horizon 2050, par rapport au 22 jours/an estimé sur la période de référence.
- Une augmentation significative du nombre de jours anormalement chauds (où la température maximale atteinte en journée est supérieure à +5°C par rapport à la normale). Selon les scénarios, le nombre passe de 26 jours/an (référence) à 40-74 jours/ à l'horizon 2050, et à 46-136 jours/an à l'horizon 2100.
- A l'inverse, les journées anormalement froides (température minimale de la journée inférieure de +5°C par rapport à la normale) seront amenées à fortement diminuer à l'horizon 2100, pour les scénarios (24 jours/an pour la période de référence à 15-4 jours/an). (Drias-Climat.fr)



5.3.5. Une nouvelle répartition du régime de précipitation

Même si de nombreux progrès ont été effectués en matière de modélisation climatique, le paramètre des précipitations semble être l'un des plus complexes à prévoir. En effet, l'évolution des précipitations à des échelles plus ou moins fines, laisse place à beaucoup d'incertitude et de variabilité. Dépendant des modèles climatiques et des scénarios d'émissions de GES utilisés, les signaux concernant l'évolution de ce paramètre ne sont jamais vraiment forts et significatifs.

A l'échelle nationale, le quatrième volume du Rapport Jouzel (2014) révèle que les volumes de précipitations pourraient, jusqu'à l'horizon 2100, connaître une progressive augmentation durant les mois d'hiver (+9 à +76mm, selon les modèles et scénarios) et une diminution lors des mois d'été (- 15 à -35mm). Il est donc difficile d'estimer si le cumul annuel des

précipitations va augmenter ou diminuer. Cependant, il est possible d'avancer une nouvelle répartition des précipitations avec des hivers plus humides et des étés plus secs.

Enfin, bien que les prévisions n'annoncent pas d'évolutions très marquées des cumuls, le nombre de jours de pluie annuel, diminue progressivement selon les deux scénarios, jusqu'à -5 j/an (RCP 4.5) et -10 j/an (RCP 8.5) en 2100. La diminution la plus forte s'opère à l'horizon 2070-2100.

La variabilité des résultats proposés par différentes études, utilisant différents modèles et différentes échelles, rend complexe l'appréhension des tendances. Néanmoins, la possible diminution, même faible, du volume des précipitations annuel à l'horizon 2100, peut sans doute suffire à augmenter le niveau d'exposition du territoire morbihannais.

5.3.5.1. Une augmentation des phénomènes de sécheresse

L'évolution des sécheresses (saisonnalité, durée, intensité) est l'un des effets les plus préoccupants du changement climatique. En effet, il s'agit d'un forçage climatique déterminant pour la préservation des ressources en eau, des milieux et des activités (agriculture, ostréiculture, tourisme). Alors qu'une intensification des sécheresses des sols s'opère lentement depuis plusieurs décennies en Bretagne, il semble aujourd'hui difficile de prévoir avec certitude l'évolution de ce phénomène aux échelles plus fines (Jouzel, 2014 ; GIEC, 2014; Najac et Al. 2010 ; Soubeyroux et Al. 2013).

Le SRCAE de la Bretagne (2013), prévoit une augmentation de la sensibilité du

territoire aux sécheresses. A cette échelle, les évolutions les plus significatives se feront sentir entre l'horizon 2050 et 2100, où selon les scénarios, même les plus optimistes, le temps passé en état de sécheresse pourrait atteindre 40 à 80%. Dans cette région, une telle augmentation s'expliquerait avant tout par les évolutions très significatives de l'intensité et du temps passé en sécheresse agricole. Les sécheresses météorologiques seront susceptibles de s'intensifier davantage au cours de la fin du 21ème siècle (Soubeyroux et Al. 2013).

Le modèle Aladin, quant à lui propose des résultats plus nuancés pour la zone d'étude. En effet, sur la maille correspondant au



Morbihan, les périodes de sécheresse (entendues comme le nombre de jours consécutifs sans précipitations) pourraient passer de 26 jours/an pour la période 1976-2005 à 35 jours/an à l'horizon 2100, selon le pire scénario (RCP 8.5). Cette augmentation ne semble pas très significative. Toutefois, elle ne renseigne alors que de la sécheresse météorologique et pas les sécheresses agricoles.

En étudiant de plus près l'évolution de l'indice sécheresse d'humidité des sols (SSWI), correspondant à la sécheresse agricole, par les modèles météo-France et CLIMSEC, il est possible de déduire une forte transformation de l'humidité des sols : quel que soit le scénario, le sol passe d'une humidité « normale » pour les années de référence à un sol « extrêmement sec » pour les horizons moyen et lointain.

La sécheresse des sols sera donc un élément à prendre en compte dans l'adaptation du territoire au changement climatique.

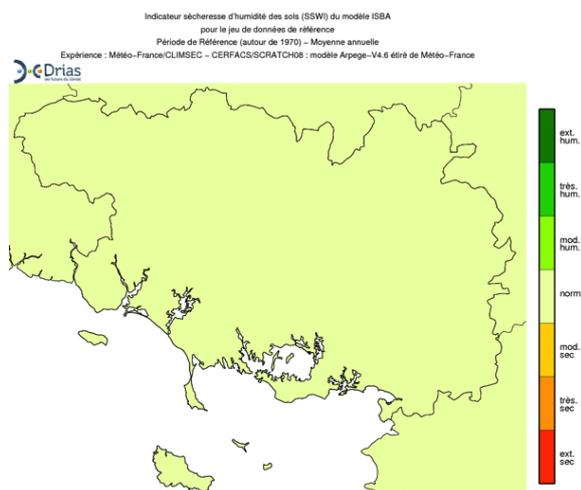
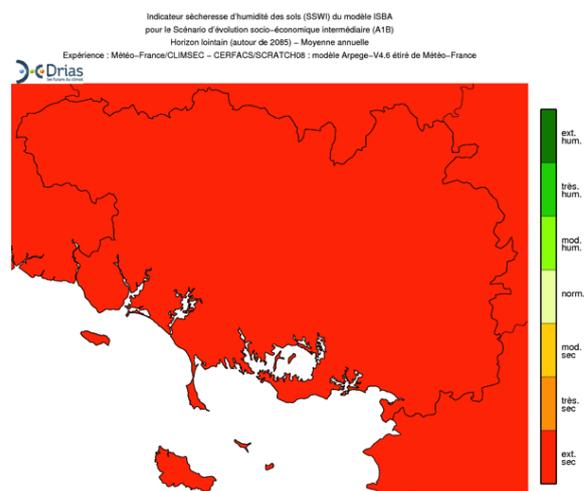
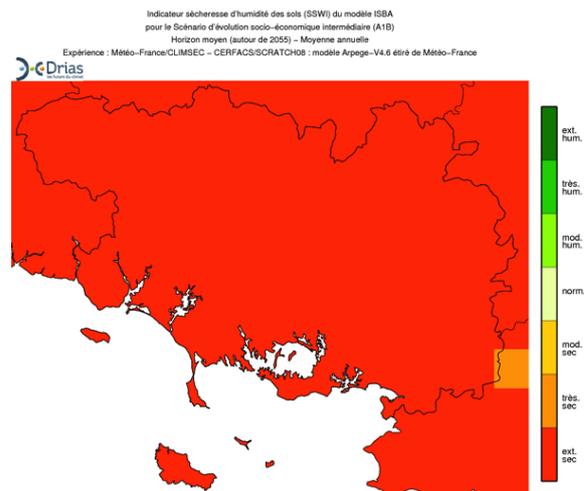


Figure 48 : Évolutions de l'indice d'humidité des sols (SWI) à du Morbihan jusqu'à l'horizon 2100 (Drias-climat.fr)

5.3.5.2. Conséquences aux phénomènes climatiques extrêmes : Tempêtes, vents et orages violents

Il est encore très difficile de prévoir l'évolution des tempêtes et des vents violents. Les modèles de prévisions utilisés

dans différentes études à l'échelle nationale n'ont, jusqu'alors, pas montré de tendance notable à ce sujet. Bien qu'une des craintes



liées au changement climatique soit l'augmentation du nombre et de l'intensité des tempêtes et des vents violents, il ne semble pas y avoir de preuves scientifiques d'une évolution future. En effet, si les modèles météorologiques actuels permettent de simuler avec précision des événements extrêmes passés comme les tempêtes Martin ou Xynthia, leur usage pour prévoir l'avenir des tempêtes (fréquence et intensité) est encore très incertain.

Le rapport intermédiaire du GIEC sur les événements extrêmes (novembre 2011) ne fait que confirmer cette incertitude. Il insiste sur l'augmentation importante des dégâts liés aux événements extrêmes, mais cette augmentation est due à l'accroissement de la vulnérabilité des territoires (par l'accroissement des biens et des personnes dans les territoires sensibles).

5.3.6. Conséquences directes du changement climatique

5.3.6.1. Conséquences sur la ressource en eau

La disponibilité en eau sera mise à mal avec le changement climatique, avec un effet de ciseau entre une demande qui augmente, notamment en agriculture, et une ressource moins abondante, notamment à l'étiage.

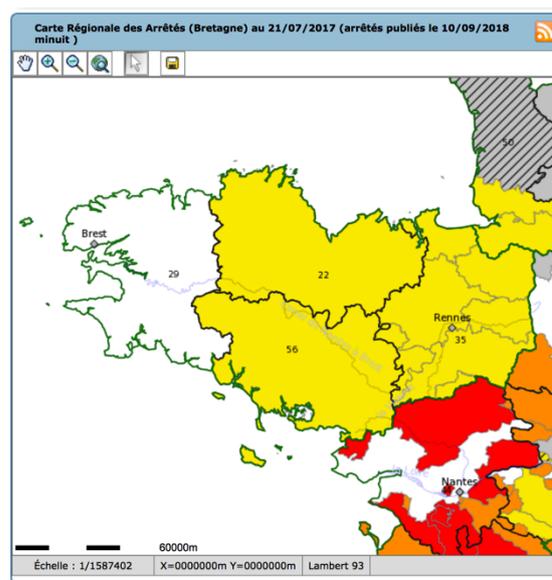
- Baisse de la disponibilité de la ressource
- Diminution de la qualité de l'eau
- Dégradation de la qualité des écosystèmes
- Évolution de la demande
- Réserves en eau dans le sol

L'eau est et deviendra de plus en plus une ressource rare à protéger. La préservation de la qualité de l'eau est donc un enjeu majeur tant pour l'environnement que pour l'Homme. Dans cette optique, il est important de comprendre les facteurs qui peuvent l'altérer. Les inondations et les sécheresses apparaissent comme des moteurs majeurs quant à la disponibilité de l'eau.

Le département du Morbihan se trouve, toutefois, rarement en situation d'alerte renforcée ou de crise, au regard de la disponibilité en eau de surface. Certaines alertes de restriction d'eau ont eu lieu, notamment au cours de l'été 2017.

Cependant, ce phénomène risque de s'accroître avec le changement climatique.

Les variations des précipitations auront tout de même un impact sur le débit des cours d'eau et les milieux humides (une diminution de 20% à 25% par rapport au passé est envisageable). La qualité des nappes phréatiques peut également être affectée et les phénomènes de pollution de l'eau peuvent apparaître. La sécheresse et le manque de disponibilité en eaux potables pourraient rendre la situation difficile pour les populations locales et le tourisme.



Légende de la carte

- ◆ Principales villes
 - ∩ Cours d'eau
 - ∩ Régions
 - ∩ Départements
- Restrictions spécifiques aux eaux superficielles
- Vigilance
 - Alerte
 - Alerte renforcée
 - Crise

Figure 49 : Restrictions spécifiques aux eaux superficielles de la Bretagne de Juillet 2017 <http://propluvia.developpement-durable.gouv.fr>

En 2017, le SDAGE Loire-Bretagne a réalisé une étude de vulnérabilité de son bassin face au changement climatique. Il en ressort que le territoire apparaît comme faible à moyennement vulnérable sur sa disponibilité en eau du fait d'une forte exposition à la baisse des débits d'étiage sous l'effet du changement climatique.

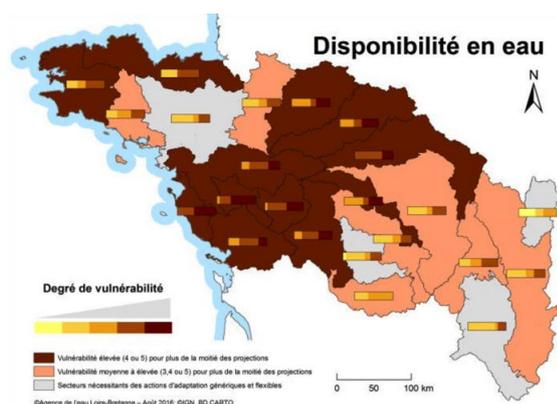


Figure 50 : Vulnérabilité des bassins au changement climatique (SDAGE Loire-Bretagne)

D'autre part, plusieurs facteurs non associés au climat influencent les ressources en eau douce. Elles sont fortement touchées, tant en termes de quantité que de qualité, par l'activité humaine, à savoir l'agriculture et les changements d'affectation des terres, la construction et la gestion des réservoirs, les

émissions de polluants et le traitement de l'eau et des eaux usées. Le territoire, possède peu d'activité agricole irriguée, ce qui est un atout dans un contexte de changement climatique sur la ressource en eau. Cependant, l'artificialisation peut provoquer d'autres dégâts sur le territoire.

Le territoire de Questembert Communauté compte de nombreuses activités économiques ou touristiques en lien étroit avec la ressource en eau. Parmi les plus importantes, on peut noter la présence de l'agriculture ou encore du tourisme. En période estivale, alors que le territoire augmente sa population, les besoins en eau augmentent pour le secteur agricole. L'ensemble du territoire morbihannais est donc touché.

Plusieurs causes peuvent dégrader la qualité et la quantité de la ressource en eau sur QC :

- Les pollutions dues au ruissellement d'eau pluviale^[SEP]
- Les pratiques agricoles et usage des produits phytosanitaires^[SEP]
- Les autres pratiques ayant une forte pression sur la ressource, tel que les activités touristiques
- La multiplication des périodes d'étiage^[SEP]
- La dégradation des fonctionnalités des milieux aquatiques
- La multiplication de déchets flottants
- La dégradation de la continuité écologique
- Des projets d'aménagement urbains dégradant les nappes de surface

5.3.6.2. Conséquences sur les activités économiques

Les cultures végétales

Le territoire de Questembert Communauté est morcelé entre des prairies, des cultures fourragères et des cultures céréalières. Ce manque de diversification peut porter

préjudice lorsqu'il s'agira de s'adapter aux effets du changement climatique. De nombreuses conséquences pourront donc être observées sur ces cultures :

- Modification du cycle de croissance



- Évolution des rendements
- Problématique des besoins en eau
- Sensibilité des cultures
- Impact sur la qualité

Impact sur la phénologie :

L'ensemble des espèces cultivées subira une avancée de la phénologie. Pour le blé par exemple, un avancement de la date de floraison d'environ 15 à 20 jours est attendu pour la fin du siècle et de 15 à 30 jours pour la récolte. D'autre part, moins représentés, les fruitiers seront encore plus soumis au risque de gel des fleurs ou des jeunes fruits. Des anomalies physiologiques de la phénologie des bourgeons causées par des satisfactions insuffisantes des besoins en froid pourraient être observées. On observe de plus en plus ces phénomènes sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Évolution des rendements :

Les principaux impacts sur les prairies seraient une hausse de la production hivernale et du début de printemps et un possible avancement des mises en herbes surtout si les sols sont profonds.

Apparaîtrait également une augmentation de la variabilité interannuelle du rendement fourrager.

Concernant les grandes cultures de céréales (blé, colza, maïs, sorgho...), le rendement est peu affecté par le changement climatique où il s'accroît très légèrement malgré l'augmentation des jours chauds et du stress hydrique qui est compensé par l'élévation de la teneur en CO₂ de l'atmosphère. Cette production, même sommairement améliorée, reste soumise à une grande variabilité interannuelle.

Problématique des besoins en eau :

Malgré l'anticipation des stades phénologiques, la nouvelle répartition de la pluviométrie pourrait provoquer une détérioration du confort hydrique, affectant davantage le rendement. Les fortes

sécheresses, ainsi qu'une réduction de la disponibilité de la ressource en eau auront des impacts sur le rendement et la qualité de la production.

Le graphique ci-dessous, montre les conséquences de l'été 2006 caniculaire sur les rendements des cultures sur l'ensemble de la Région voisine des Pays de la Loire. On observe notamment une baisse de rendement de plus de 10% du Maïs de fourrage par rapport à la moyenne établie entre 2001 et 2005.

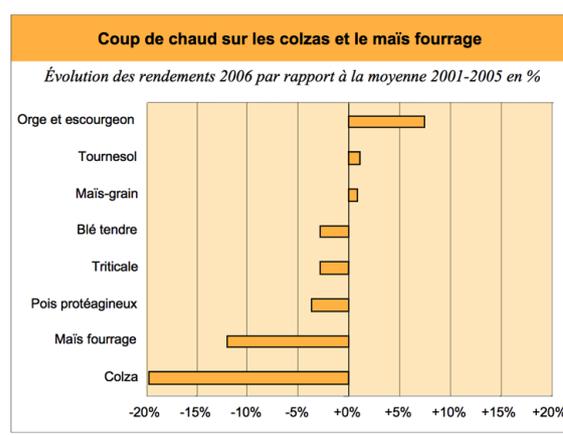


Figure 51 : Evolution des rendements 2006, par rapport à la moyenne 2001-2005 en % sur la Région des Pays de la Loire (source : Agreste Pays de la Loire- Mars 2007)

Impacts des bio-agresseurs :

Les bioagresseurs des plantes sont connus pour avoir des impacts variables sur les cultures en fonction des variations de conditions climatiques interannuelles. On imagine donc que le changement climatique aura un impact majeur sur le fonctionnement des pathogènes et sur leur agressivité vis-à-vis des différentes cultures.

Cependant, les pertes liées aux maladies semblent diminuer, jusqu'à -25%. La culture du sorgho paraît être favorisée par le changement climatique par rapport à celle du maïs qui est plus fragile.

Impacts sur la qualité :

Au-delà des effets sur le calibre des fruits, des modifications des rythmes de



croissance pourraient avoir des conséquences sur des aspects majeurs de la qualité des fruits. Pour les céréales présentes sur le territoire, on observe déjà une tendance à la diminution du nombre d'épis par pied.

Les particularités des sols varient localement et les bilans hydriques ont démontré que le sud de la Bretagne sera plus vulnérable aux sécheresses.

Toutefois, l'augmentation des températures et la diminution du nombre de jours de gel devraient entraîner une amélioration des rendements pour certaines productions, mais également dans certains cas, une modification de la distribution des pollinisateurs, des insectes ravageurs et de leurs prédateurs naturels, ce qui pourra avoir des effets négatifs sur la production végétale.

L'élevage

L'élevage est majoritairement présent sur Questembert Communauté. Il est globalement extensif en ce qui concerne les bovins utilisant les surfaces de pâture.^{[1][2]} L'élevage de bovins laitiers est prépondérant ainsi que les élevages hors sol de porcs.

L'augmentation des températures annuelles moyennes pourrait induire une baisse de productivité des exploitations d'élevage. Le stress thermique pourrait induire une augmentation des maladies parasitaires affectant directement la santé animale et par conséquent la productivité.

Hormis la problématique des conséquences du réchauffement climatique sur les cultures fourragères, d'autres conséquences peuvent être notées :

- vulnérabilité de l'élevage liée à la sensibilité de l'alimentation animale à la variabilité climatique ;
- surmortalité de l'élevage par coup de chaud avec des bâtiments agricoles non adaptés ;
- Tension sur la ressource en eau ;

Cependant, une augmentation de la durée de la végétation des prairies est observée,

pouvant être favorable à l'élevage mais contrebalancée par les effets de sécheresse.

Selon CSEB (2012), l'agriculture bretonne ne devrait subir, ni de dégradation, ni d'amélioration générale des possibilités de culture mais il faut plutôt s'attendre à ce qu'un ensemble de facteurs dont elles dépendent soit modifié comme par exemple, les ressources en eau.

La Sylviculture

La sylviculture est présente sur le territoire, certaines conséquences sont donc à prendre en compte pour les acteurs économiques de la sylviculture face au changement climatique :

- Baisse de la productivité
- Impact sur la croissance des arbres
- Dépérissement des forêts
- Baisse de l'entretien des forêts (privées)
- Impacts des ravageurs et maladies
- Augmentation des incendies et tempêtes

Globalement, dans un premier temps, la sylviculture se portera bien : la photosynthèse sera stimulée par l'augmentation du CO₂ atmosphérique (environ 40 %, plus élevé chez les feuillus que chez les résineux), la saison de croissance se trouvera allongée grâce aux températures plus élevées. A l'inverse, si les valeurs de températures dépassent les 2-3°C supplémentaires alors la tendance s'inversera surtout si une sécheresse des sols s'installe. Cependant, il existe une forte variabilité en fonction de la localisation, des sols et des stress hydriques et thermiques.

Les événements extrêmes changent quelque peu la donne :

- Les fortes pluies inondent et érodent les sols ;
- Les périodes de sécheresse et les canicules rendent les arbres plus sensibles au feu de forêt et à la dessiccation. L'effet diffère entre les feuillus et les conifères ;
- Les tempêtes peuvent casser ou déraciner les arbres, comme en 1999 ;



- Les ravageurs et maladies semblent remonter vers le nord.

En Bretagne, les forêts ne seront pas complètement changées avec des espèces méditerranéennes mais il existe un gradient est-ouest où les peuplements de l'ouest souffriront moins que celles de l'est. Les pins maritimes qui couvrent environ 32 000 ha dans le département ont une aire de répartition qui semble indiquer une relative facilité de cette essence à s'adapter à un climat plus chaud. En revanche d'autres essences, comme les chênes pédonculés sont beaucoup plus sensibles aux modifications du climat. Les faibles ressources bretonnes en eau fragiliseront encore davantage les cultures sylvicoles.

Le Tourisme

D'après Morbihan tourisme, le Morbihan est le 5^{ème} département touristique français avec 4,8 millions de touristes se répartissant en 33 millions de nuitées (32,6 millions en 2008) et 1,5 milliard d'euros de chiffres d'affaires dont 25% en tourisme d'affaires. Il représente 6% des emplois dans le département.

L'ICT (Indice Climato-Touristique) est un indicateur qui prend en compte plusieurs paramètres : température maximale et moyenne, humidité relative, précipitations, durée d'ensoleillement, vitesse du vent. Si dans le passé et aujourd'hui la Bretagne sud a un score Excellent, il pourrait se dégrader dès 2030-2050 pour atteindre «Très bon» en 2080-2100.

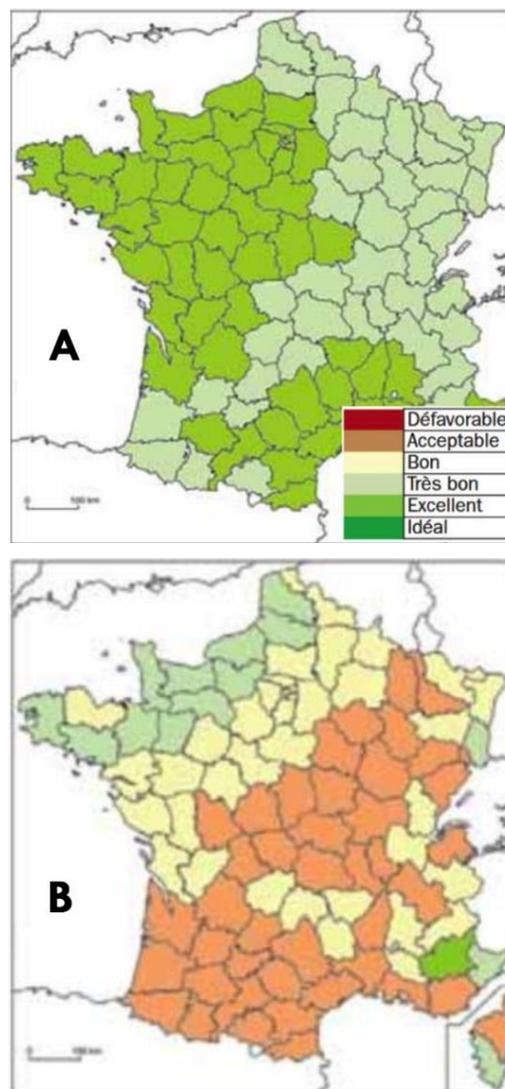


Figure 52 : ICT des mois de juillet et août 1980-2000 (A) et 2080-2100 (B) (ONERC)

Il y aura donc plusieurs impacts du changement climatique sur le tourisme :

- Les impacts climatiques directs, (températures, les précipitations, etc), qui pourraient modifier les conditions d'attractivité des destinations. Globalement, les facteurs climatiques directs ont plus un impact sur la localisation des flux que sur leur volume.
- Les impacts indirects via l'environnement. Le tourisme est très dépendant des ressources environnementales locales. Par conséquent, une grande diversité de changements environnementaux consécutifs au changement climatique pourrait avoir des effets marquants sur le tourisme : pertes de biodiversité, baisse de la ressource en eau, perte de valeur



esthétique des paysages (algues...), changements dans les productions agricoles, élévation du niveau de la mer, érosion du littoral et disparition des plages, risques naturels, impacts sanitaires sont autant d'exemples. Ici encore, les impacts pourraient être profonds et entraîner une redistribution des flux, sans toutefois changer le niveau de la demande globale.

– Les impacts des politiques d'atténuation sur les déplacements touristiques : augmentation des coûts de transports et changement des comportements de voyages. Les destinations lointaines sont particulièrement concernées, et

globalement on peut s'interroger sur l'impossibilité de maintenir le rythme de croissance du secteur.

– Les impacts généraux du changement climatique sur les sociétés. Dans un contexte de changement climatique non contrôlé, avec des risques pour l'économie et la stabilité politique, le budget « vacances » des ménages risque évidemment de souffrir et la demande de globalement diminuer.

L'ONERC considère cependant que la dégradation du confort climatique en été sera moins marquée au Nord-Ouest de la métropole.

5.3.6.3. Conséquences sur le risque feux de forêt

Forêts de Brocéliande, Lanouée et Quénécan au nord, landes de Lauvaux d'est en ouest et massif alréen au sud, le département du Morbihan présente une surface boisée relativement importante (120 000 hectares) dans une région plutôt pauvre en arbres (la Bretagne a un taux de boisement de 14 %, contre 31 % sur le plan national (chiffres du Centre régional de la propriété forestière (CRPF) Bretagne Loire-Atlantique). Plus qu'ailleurs, des résineux sont présents libérant des essences favorisant la propagation du feu.

Ce qui est appelé "feu de forêt" est en fait tout incendie qui se déclare et se propage dans toutes les zones boisées (forêts, landes, broussailles, friches...). Les bois et forêts couvrent plus de 19% du territoire morbihannais, les landes environ 2,4%, ce qui constitue autant de zones vulnérables au risque de feu de forêt. L'importance et la nature de la végétation (comme par exemple les pins maritimes qui couvrent environ 32 000 ha dans le département) ainsi qu'un climat ensoleillé relativement sec en été, sont autant de paramètres qui augmentent la rapidité de propagation du feu.

Ceci pourrait expliquer que le Morbihan fait partie des départements où l'on recense le plus de départs de feux (en moyenne 120 départs de feu par an depuis 1976). Il est

placé avec un risque de niveau 4 sur une échelle de 1 à 5 au niveau national (Préfecture du Morbihan, 2009), le niveau 5 étant le plus élevé. Le Morbihan est le 9^{ème} département français en termes de nombre de départs de feux et le 21^{ème} en termes de surface parcourue par le feu (avec environ 30 fois moins de surface parcourue par le feu que le premier, suivant les moyennes annuelles 1992-2005). Mais pour ces deux paramètres, il est le premier département de la moitié nord de la France.

L'abandon des usages agricoles des landes et les plantations de conifères (espèces très pyrophiles) ont entraîné une augmentation progressive du risque de feu de forêts à partir de 1950 (Morvan, 1991).

En 1976, la surface incendiée dans le Morbihan dépassait celle de la Provence (262 départs de feu pour 3 771 ha parcourus par le feu dont environ 2 000 hectares dans la forêt de Molac).



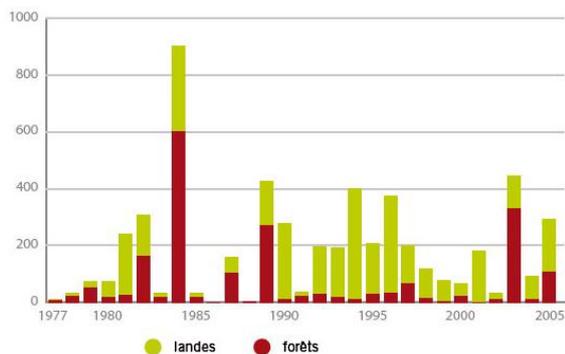


Figure 52 : Evolution des surfaces parcourues annuellement par le feu dans le Morbihan (Source : BD Gaspar)

En 1984, c'est le massif forestier de Pinieux à Sérent qui a subi des dommages importants avec environ 450 hectares parcourus par le feu. Des incendies importants ont également eu lieu lors de périodes propices : sécheresse et grands vents en 1989, 1990, 1996 et 2003.

Il existe trois formes de feu en fonction de la végétation : des feux de sol, des feux de surface et des feux de cimes. La structure du groupement végétal joue un rôle important dans le risque de départ de feu et dans la propagation de l'incendie (Forgeard, 1986). La grande majorité des feux est due à des actes de malveillance.

Dans le département du Morbihan, 86 communes ont un risque de feu de forêt connu dont 18 sont comprises dans des zones particulièrement sensibles (selon arrêté préfectoral du 21 février 2008).

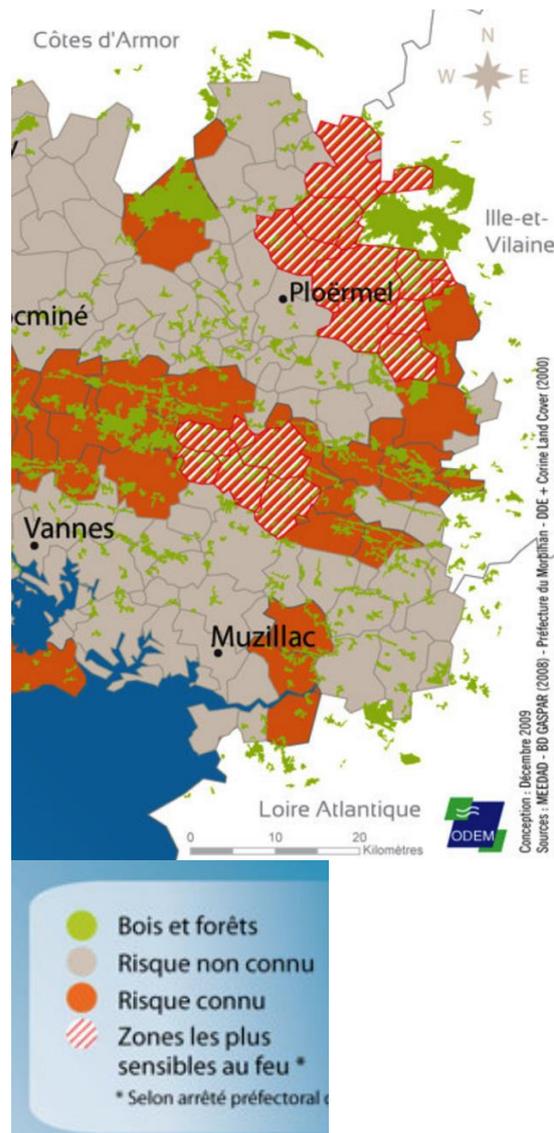


Figure 52 : Risque de feu d'espaces naturels dans le Morbihan (BD Gaspar – Dpt 86)

Les augmentations des températures et des épisodes de sécheresse, rendent Questembert Communauté fortement vulnérable au risque d'incendies de forêts dans un contexte de changement climatique.

5.3.6.4. Conséquences sur la santé humaine

Une équipe du GIEC, dirigé par Jean-Pierre Besancenot a étudié le lien entre le réchauffement climatique et les effets sur la santé. La figure ci-dessous a été élaborée au cours de cette étude :



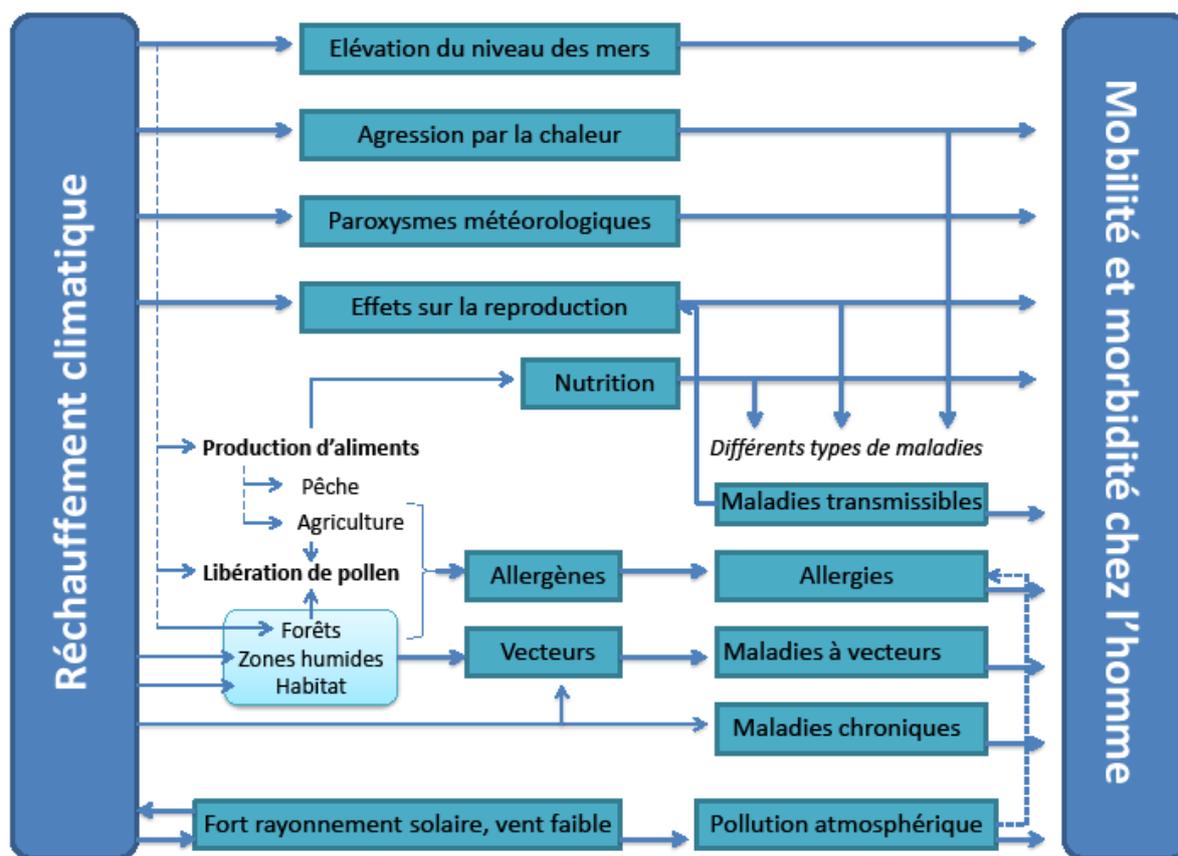


Figure 54: Schéma récapitulatif des principaux mécanismes d'impact du réchauffement climatique sur la santé humaine (Source : JP Besancenot)

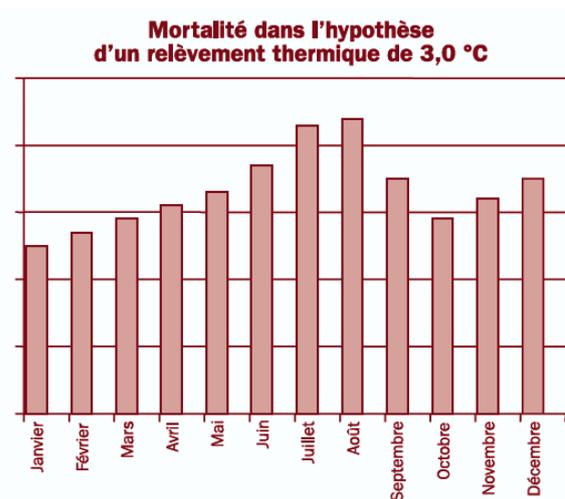
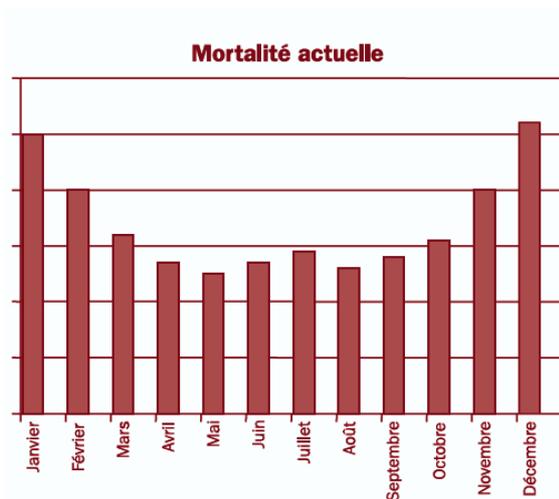
La chaleur, la pollution atmosphérique, la présence accrue de pollens, l'arrivée de nouvelles maladies et la dégradation de la qualité nutritionnelle de nos repas sont des conséquences du réchauffement climatique qui affecteront notre santé.

Comme le montre cette figure, le réchauffement climatique agit par plusieurs mécanismes sur notre santé et ceci, pas toujours de manière directe. L'agression par la chaleur est la plus connue, comme constaté lors de la canicule de l'été 2003 qui a occasionné environ 14 800 décès en excès

par rapport aux années précédentes, soit une surmortalité de 55% par rapport à la mortalité habituelle. A une échelle plus locale la Bretagne a fait partie des régions où la surmortalité, bien que significative, a été la plus basse : de l'ordre de 20% par rapport à la mortalité habituelle avec 264 décès supplémentaires pendant la période de canicule. (source: Surmortalité liée à la canicule d'août 2003 - Rapport de l'Inserm).

Une analyse plus poussée a étudié le lien entre la température et le taux de mortalité. J.P. Besancenot en rend compte dans les diagrammes ci-après.





Source : Besancenot, 2004.

Figure 55 : Évolution attendue du rythme saisonnier de la mortalité en France en cas de réchauffement (Source : Besancenot, 2004)

Ces graphiques montrent la répartition au cours des mois de l'année de la mortalité autour de la moyenne annuelle.

A gauche, l'histogramme se rapporte à la période actuelle : on remarque que la mortalité a surtout lieu l'hiver (à cause du froid) alors que dans un scénario de réchauffement, à partir de 3°C d'augmentation (histogrammes à droite), un renversement aurait lieu : la mortalité augmenterait en été à cause des épisodes caniculaires. Cela montre que ce sont bien les jours de forte chaleur et les canicules qui sont les plus à craindre car ils fragilisent les organismes.

Il faut également être attentif à d'autres problématiques :

La pollution atmosphérique à l'ozone tout d'abord, dont les pics ont généralement lieu les jours de forte chaleur, peut entraîner des gênes ou des maladies respiratoires. De plus, ces problèmes pulmonaires seront accrus car les végétaux libéreront plus de pollen les jours de forte chaleur.



Figure 56 : Les végétaux libéreront plus de pollen les jours de forte chaleur

Par ailleurs, les changements climatiques laissent augurer l'apparition de nouvelles maladies inconnues jusqu'alors sous nos latitudes ou encore l'augmentation de certaines maladies déjà connues. Par exemple, JP Besancenot pense que le risque de légionellose va s'intensifier.

Enfin, notons que si les impacts sur l'agriculture sont trop prégnants, il faut s'attendre à une baisse de la qualité nutritionnelle de nos repas et donc un affaiblissement de la santé générale.

D'autres éléments peuvent encore altérer le confort de vie et impacter la santé humaine. Ces différents éléments sont synthétisés dans le tableau de la page suivante.



Effets possibles des changements climatiques	Risques sanitaires
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la fréquence et de la gravité des vagues de chaleur - Réchauffement général mais conditions plus froides possibles dans certaines régions 	<ul style="list-style-type: none"> - Maladies et décès liés à la chaleur - Troubles respiratoires et cardio-vasculaires - Changement dans la répartition des maladies et de la mortalité dues au froid
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la fréquence et de la violence des orages, augmentation de la gravité des ouragans, et autres formes de temps violent - Fortes pluies causant des glissements de terrains et des inondations - Élévation du niveau de la mer et instabilité du littoral - Accroissement des sécheresses dans certaines régions - Perturbations sociales et économiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Décès, blessures et maladies imputables aux orages violents, inondations... - Dommages sociaux et émotionnels, santé mentale - Pénuries d'eau et de nourriture - Contamination de l'eau potable - Hébergement des populations et surpopulations dans les centres d'hébergement d'urgence
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la pollution atmosphérique - Augmentation de la production de pollens et de spores par les plantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Exacerbation des symptômes de l'asthme, des allergies - Maladies respiratoires et cardio-vasculaires - Cancers - Décès prématurés
<ul style="list-style-type: none"> - Contamination de l'eau potable et de l'eau utilisée à des fins récréatives - Proliférations d'algues et augmentation des concentrations en toxines dans les poissons et fruits de mer - Changement des comportements liés aux températures les plus chaudes 	<ul style="list-style-type: none"> - Éclosions de souches de micro-organismes, amibes et autres agents infectieux d'origine hydrique - Maladies liées à la nourriture - Autres maladies diarrhéiques et intestinales
<ul style="list-style-type: none"> - Changement de la biologie et de l'écologie de vecteurs de maladies (y compris la répartition géographique) - Maturation plus rapide des agents pathogènes dans les insectes et tiques vecteurs de maladies - Allongement de la saison de transmission des maladies 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de l'incidence des maladies infectieuses à transmission vectorielle indigène - Émergence de maladies infectieuses
<ul style="list-style-type: none"> - Appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique - Changements dans la chimie de l'atmosphère de l'ozone stratosphérique - Accroissement de l'exposition aux ultra-violets 	<ul style="list-style-type: none"> - Cancers de la peau, cataractes, dommages des yeux - Troubles divers du système immunitaire

Figure 57: Tableau des risques pour la santé liés au changement climatique (Source : Institut de Veille Sanitaire)



5.3.6.5. Conséquences sur la biodiversité et les écosystèmes

Avec le changement climatique, les écosystèmes souffrent et plusieurs conséquences peuvent apparaître :

- Fragilisation / risques de disparition de certains milieux
- Adaptation ou disparition de certaines espèces animales et végétales
- Prolifération d'espèces envahissantes
- Migration des espèces

Si la température moyenne augmente de 2 à 3°C, la biodiversité peut chuter de 20 à 30%. Les écosystèmes terrestres, mais également les écosystèmes marins: la saturation de l'océan en CO₂ provoque une augmentation de son acidité, ce qui menace des pans entiers de la faune aquatique. Les simulations montrent par ailleurs que les végétaux risquent de migrer. Par exemple, le hêtre, le pin sylvestre et l'épicéa risquent de disparaître du territoire français.

L'augmentation du risque incendie aura d'importantes conséquences sur la biodiversité et les écosystèmes.

A contrario, l'extension des aires de répartition de certains ravageurs s'observe comme par exemple la chenille processionnaire. Par ailleurs, de nouveaux ravageurs apparaissent. On parle de maladies émergentes ou de maladies invasives.

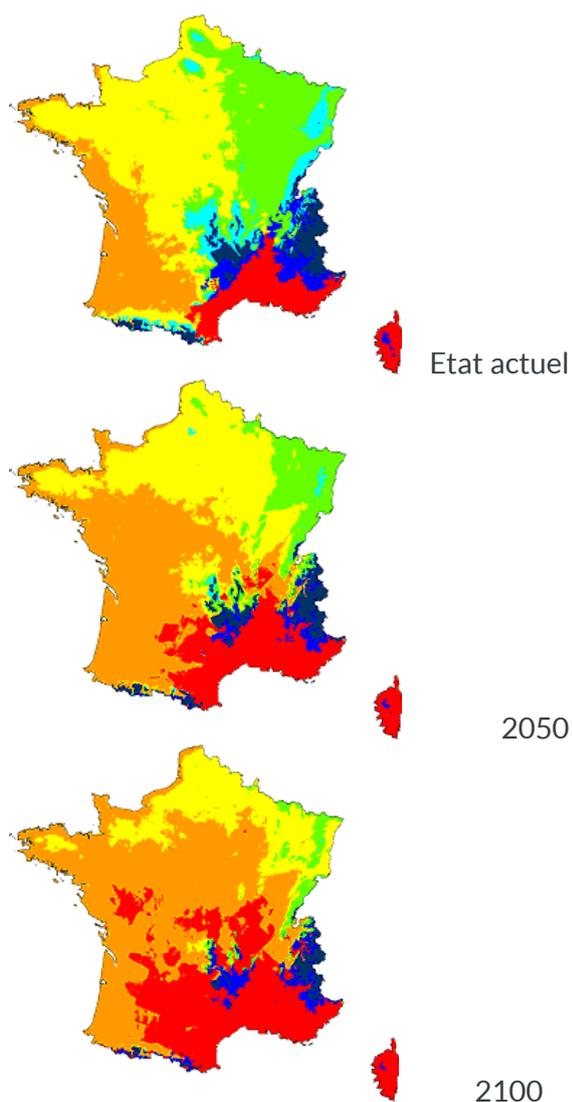


Figure 58 : Migration de nombreuses espèces faunistiques, et extension des aires de répartition de certains ravageurs (comme la chenille processionnaire) font partie également des conséquences sur la biodiversité du territoire.

La figure ci-dessous, présente l'évolution potentielle des grands domaines biogéographiques, c'est-à-dire les grands équilibres flore/climat tels qu'ils sont «vus»

par la composition en essence des forêts françaises. S'il n'est pas possible d'attribuer une espèce à un domaine de façon univoque, il est possible de séparer le territoire national en cinq grands ensembles : le domaine méditerranéen, le domaine sud-atlantique, le domaine nord-atlantique, le domaine nord-est et le domaine montagnard qui peut être décliné plus finement en trois niveaux. Les résultats sur les groupes d'espèce montrent une extension des paysages vers des caractéristiques plus méditerranéennes (extension des couleurs rouge et orange) et une régression des caractéristiques nord-est et montagnaises (couleurs vert et bleu). Comme pour les espèces, l'impact des méthodes de régionalisation est très fort.





Les essences végétales vont migrer par le réchauffement climatique et le changement des environnements. Ainsi, le hêtre, le chêne et le pin vont doucement disparaître du Sud-ouest pour migrer vers le Nord de la France. Questembert Communauté ne devrait pas être soumise à une grande évolution et garder son cortège végétal dans le temps.

Figure 59 : Aires de répartitions des groupes végétaux / migrations des essences végétales (Source : CLIMATOR 2012).

5.3.7. Synthèse de la vulnérabilité sur le territoire de Questembert Communauté

Cette étude permet de définir les secteurs du territoire de QC, les plus vulnérables au changement climatique en croisant son exposition future et sa sensibilité. Les quatre principaux enjeux du territoire sont :

- les inondations dues aux événements exceptionnels (orages violents et tempêtes) se multiplieront avec le changement climatique. D'importants dégâts socio-économiques pourraient affaiblir le territoire et ses activités.
- La ressource en eau sera de plus en plus rare. Une tension s'exercera entre agriculteurs et particuliers autour de cette ressource dont la qualité baissera.
- Le risque d'incendies de forêts augmentera avec les hausses de température et l'allongement des phénomènes de sécheresse, les habitations à proximité des massifs forestiers seront de plus en plus vulnérables.



- Sur l'économie locale (agriculture et sylviculture) fortement sensible à la ressource en eau et aux sécheresses plus importantes, ainsi qu'au phénomène de retrait-gonflement des argiles qui viendra accentuer les dégâts sur les espaces agricoles et les habitats.

4 principaux enjeux

- Les **inondations** dues aux événements exceptionnels (orages violents et tempêtes) se multiplieront avec le changement climatique. D'importants dégâts socio-économiques pourraient affaiblir le territoire et ses activités.
- La **ressource en eau** sera de plus en plus rare. Une tension s'exercera entre agriculteurs et particuliers autour de cette ressource dont la qualité baissera.
- Le **risque d'incendies** de forêts augmentera avec les hausses de température et l'allongement des phénomènes de sécheresse, les habitations à proximité des massifs forestiers seront de plus en plus vulnérables.
- Sur l'économie locale (agriculture et sylviculture) fortement sensible à la ressource en eau et aux sécheresses plus importantes, ainsi qu'au phénomène de retrait-gonflement des argiles qui viendra accentuer les **dégâts** sur les espaces agricoles et les habitats.



Cartographie de synthèse des vulnérabilités de la communauté de communes de Questembert Communauté face au changement climatique

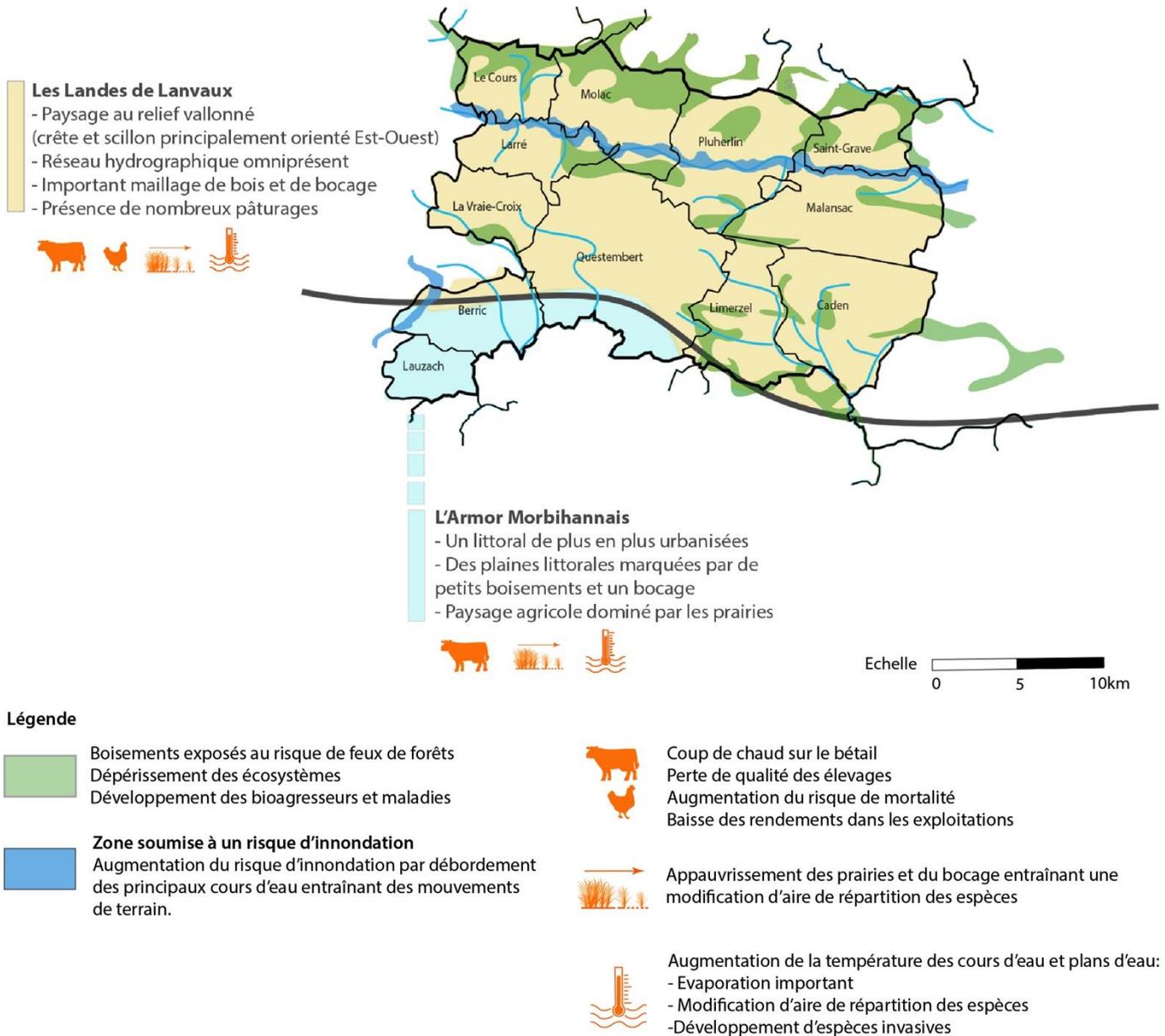


Figure 59 : cartographie de synthèse des vulnérabilités de Questembert Communauté au changement climatique





E6-Consulting

23 quai de Paludate

33800 BORDEAUX

05 56 78 56 50 – Contact@e6-consulting.fr

www.e6-consulting.fr