# Schéma Régional

# Climat Air Énergie de Bretagne

*2013 - 2018*

Vu pour être annexé à l'Arrêté préfectoral du 4 novembre 2013 portant approbation du Schéma Régional du Climat, de l'Air, et de l'Energie de Bretagne

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
PRÉFET DE LA RÉGION BRETAGNE

Région BRETAGNE

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Le Président du
Conseil régional de Bretagne
Pierrick MASSIOT

Le Préfet de la région Bretagne,
Préfet d'Ille-et-Vilaine
Patrick STRZODA

# PRÉAMBULE

Les thématiques du climat, de l'énergie et de la qualité de l'air traitées dans le présent schéma font partie des enjeux majeurs du XXI$^{ème}$ siècle. Notre société va devoir composer avec les effets du dérèglement climatique, avec la raréfaction des énergies fossiles ou fissiles et avec la nécessité de protéger l'air que nous respirons.

Les émissions anthropiques de gaz à effet de serre sont largement reconnues comme responsables de la hausse de la température moyenne de la planète et de la modification de la mécanique climatique. Depuis les années 1970, les résultats de tous les modèles climatiques de la communauté scientifique mondiale, synthétisés par les travaux du GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), convergent sur un point : un réchauffement global d'origine anthropique dans les cent prochaines années est inévitable. La rapidité du réchauffement devrait être sans égale dans l'histoire du climat. Si la température de la planète a largement varié à l'échelle géologique, jamais cela ne s'est produit dans un temps aussi bref. La question qui nous est posée est celle de la maîtrise de cette montée en température afin de limiter les impacts négatifs du réchauffement climatique.

Il nous faut par conséquent développer des actions dites d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) couplées à des actions dites d'adaptation qui doivent nous permettre d'anticiper ce changement climatique et ses conséquences sur les ressources, les milieux et les conditions de vie. Cela implique une profonde évolution de nos modes de vie et de nos modèles de développement économique, ce qui nécessite notamment de limiter notre dépendance aux énergies fossiles.

La situation climatique de la planète que nous connaissons aujourd'hui est clairement liée à un modèle de développement économique né avec la révolution industrielle. Cette révolution s'est appuyée sur la transformation techniquement avancée des énergies fossiles, d'abord le charbon, puis le pétrole et le gaz, très fortement producteurs de gaz à effet de serre au moment de leur combustion.

Si l'un des enjeux des sociétés modernes est bien de contenir les pollutions tout au long de la chaîne de production, force est de constater qu'il ne permettra pas à lui seul de répondre à l'ensemble de la problématique posée. Les conditions d'une production moins impactante pour l'environnement sont du reste loin d'être réunies, car bien que le monde ait de plus en plus conscience de l'urgence climatique, la croissance de la demande énergétique mondiale se poursuit en consommant des énergies fossiles non renouvelables.

Une demande d'hydrocarbures à la hausse, une offre de plus en plus difficile à ajuster, l'effet ciseau redouté par les économistes et les géologues commence à produire ses effets. Le « laisser-faire » qui conduirait à des scénarios de rupture aux conséquences incertaines n'est pas acceptable d'autant plus qu'un découplage entre le développement économique et l'utilisation des énergies carbonées est tout à fait possible et doit être envisagé. La transition énergétique vers des modèles plus durables qui consomment moins et mieux est à notre portée à la condition de nous donner le temps et les moyens de l'essor des énergies renouvelables, de l'efficacité technique et technologique, de la maîtrise énergétique qui passe par une approche plus sobre des usages.

# PRÉAMBULE

Cette tâche, pour complexe qu'elle puisse déjà paraître, ne peut ignorer le paramètre de la qualité de l'air. L'Organisation Mondiale de la Santé estime que l'espérance de vie en France est réduite de plus de 9 mois à cause de la pollution atmosphérique. Le Plan régional pour la Qualité de l'Air adopté en 2009, suivi en 2010 du Programme Régional Santé Environnement, ont mis en avant les enjeux bretons en termes de qualité de l'air. L'intégration de cette problématique dans une approche climat-énergie est une nouvelle étape dans sa prise en compte. Les polluants issus de la diversité des activités humaines sont nombreux, qu'il s'agisse par exemple de l'ammoniac émis par les activités agricoles ou encore du soufre émis par l'industrie. Tout comme pour l'énergie, notre volonté d'agir sur la qualité de l'air nous conduit à considérer le spectre large des activités humaines.

Face à ces enjeux et à leur complexité, le Schéma régional climat, air, énergie (SRCAE) constitue un maillon charnière de l'action publique. L'échelle régionale le positionne entre les grandes décisions internationales et nationales qui fixent les cadres généraux de l'action de lutte contre le changement climatique, et les actions opérationnelles dans les territoires. Le SRCAE joue le rôle de courroie de transmission entre les échelles de décision et d'action. Il organise le passage « du global au local », donnant corps à cette expression consacrée ; il s'agit ainsi de conjuguer l'approche stratégique et la mise en œuvre tactique. L'élaboration du SRCAE a été confiée à l'État et au Conseil régional. Mais c'est pour qu'il puisse jouer pleinement ce rôle que nous avons souhaité mener ce travail dans le cadre d'une large concertation.

Le SRCAE s'inscrit dans le temps long du climat et de l'énergie, en fixant des objectifs et des orientations aux horizons 2020 et 2050. L'objectif 2050 constitue un véritable défi dans la mesure où la précision se perd avec le temps. Pourtant, cet objectif est un impératif. Autant il est concevable de tracer des objectifs pour 2020 car les paradigmes socio-économiques devraient rester stables, autant il faut accepter que ce ne sera plus du tout le cas en 2050. Cette perspective de 2050 est un appel à libérer la pensée, à envisager de nouveaux modèles socio-économiques, à construire la transition qui nous permettra d'éviter l'incertitude des « ruptures » en les devançant.

Trente-sept années nous séparent de 2050. Pour se donner une idée de ce que peuvent représenter trente-sept ans, il suffit de revenir en arrière, en 1976 : le premier choc pétrolier provoquait la sortie des Trente Glorieuses ; la population mondiale était deux fois moins importante qu'aujourd'hui ; les deux blocs s'affrontaient dans la guerre froide ; etc. Quant au quotidien des Français, le phénomène périurbain commençait et la télévision couleur était encore confidentielle. Que sera le monde dans 37 ans ? Difficile de le dire. Pour autant, ce premier SRCAE, qui sera actualisé régulièrement, est un outil capable d'entamer cette nécessaire projection pour devenir acteurs de notre futur.

Comme tous les territoires, la Bretagne devra faire face aux problématiques du climat, de l'air et de l'énergie. Mais elle présente des particularités que ce schéma met en évidence et avec lesquelles les orientations ont été composées. Péninsule géographique et électrique, la Bretagne a choisi de se saisir des enjeux climatiques, énergétiques et de qualité de l'air pour engager la croissance verte, la « Glaz économie », cette économie verte et bleue.

Le contexte énergétique breton, que l'on peut résumer à une croissance forte de la consommation électrique et à une très faible production locale, a mobilisé depuis longtemps les acteurs de notre territoire. Préalablement au SRCAE, le Pacte électrique breton, signé en décembre 2010, a été élaboré sur la base d'une réflexion partagée. Il définit un plan d'action cohérent face à la spécificité électrique bretonne. Il y avait urgence à voir aboutir ce plan d'action, dont le mode d'élaboration traduit une autre spécificité de notre région : la capacité de ses acteurs à se mobiliser autour d'un enjeu régional, ici au sein de la Conférence bretonne de l'énergie formalisée en janvier 2010. A plusieurs égards, le Pacte électrique breton fait figure de première pierre de ce SRCAE. Désormais, avec le SRCAE, nous franchissons une nouvelle étape : au-delà de la transition électrique, la Bretagne engage sa transition énergétique.

# PRÉAMBULE

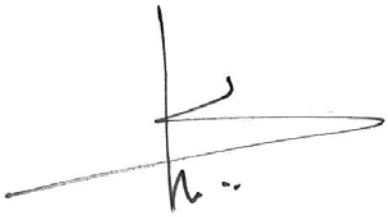
En s'engageant pleinement à répondre aux enjeux énergétiques, climatiques et de qualité de l'air, la Bretagne se place comme un territoire pionnier, volontaire et accueillant pour les éco-activités. Cette mobilisation, qui s'appuiera comme toujours sur la richesse et la force de propositions de nos territoires, doit permettre à la Bretagne d'être au rendez-vous de cette nouvelle mutation, de ce tournant qui concerne le monde dans sa globalité. La Bretagne, qui joue déjà un rôle reconnu au niveau international, dispose des potentiels pour relever le défi et apparaître comme un des moteurs de cette transition énergétique et climatique.

La dynamique est aujourd'hui engagée avec le développement des énergies marines, le déploiement de la méthanisation ou encore avec l'émergence de solutions de mobilité décarbonée. Le Schéma régional climat, air, énergie s'inscrit donc dans le prolongement d'une dynamique déjà à l'œuvre, et qu'il doit permettre d'amplifier. La mobilisation et l'implication dès à présent de tous les territoires et de tous les acteurs, privés comme publics, est la condition sine qua non de l'atteinte des objectifs ambitieux que nous nous sommes fixés.

Le Président du
Conseil régional de Bretagne

Pierrick MASSIOT

Le Préfet de la région Bretagne,
Préfet d'Ille-et-Vilaine



Patrick STRZODA

# SOMMAIRE


PRÉAMBULE 3

1 - CONTEXTE CLIMAT AIR ÉNERGIE 9

Atténuer et s'adapter au changement climatique 10
Anticiper la raréfaction des énergies fossiles 17
Améliorer la qualité de l'air 19

2 - MÉTHODE : CO-ÉLABORATION PARTICIPATIVE DU SRCAE 23

Intégrer la transversalité du climat, de l'énergie et de l'air dans les politiques publiques 24
Une co-élaboration partenariale 26
La consultation du projet de SRCAE 28
Continuer la démarche partenariale pendant les cinq ans d'application du SRCAE 28

3 - BILAN CLIMAT AIR ENERGIE EN BRETAGNE 29

Bilan énergétique : consommations et productions en Bretagne 30
Population et énergie : sensibilité sociale et accès à l'énergie 47
Bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) et impacts du changement climatique 49
Pollution atmosphérique et qualité de l'air 66

4 – POTENTIELS D'ÉVOLUTION : ÉCONOMIES D'ÉNERGIE, RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES, DÉVELOPPEMENT DES ENR 81

Potentiels sectoriels d'économies d'énergie et de réduction des émissions de GES 82
Potentiels de développement de la production d'énergies renouvelables (EnR) 97

5 - SCÉNARIOS ET ORIENTATIONS POLITIQUES 109

Bilan global des potentiels de réduction des consommations d'énergie et des émissions de GES 110
Orientations générales 115

6 - FICHES ORIENTATIONS 119

ANNEXES 177

GLOSSAIRE ET ACRONYMES 217

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES 224

TABLES DES ILLUSTRATIONS 227

# 1

# CONTEXTE CLIMAT, AIR, ENERGIE


Atténuer et s'adapter au changement climatique 10
Anticiper la raréfaction des énergies fossiles 17
Améliorer la qualité de l'air 19

# Atténuer et s'adapter au changement climatique

## L'activité humaine émet des gaz à effet de serre qui changent le climat

La compréhension des interactions entre l'homme et l'atmosphère s'est considérablement étoffée depuis la création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en 1988. Le GIEC publie régulièrement des rapports (1990, 1995, 2001, 2007 et 2013)[1] qui améliorent la connaissance du climat et de son évolution. Ces travaux permettent d'affirmer que le réchauffement observé au cours des cinquante dernières années est bien dû aux activités humaines.

Par ailleurs, le réchauffement climatique provoque des dérèglements multiples (précipitations, événements extrêmes, etc.) qui expliquent que le terme « changement climatique » est désormais utilisé. Le GIEC le définit depuis 2007 comme les changements à long terme des valeurs moyennes, accentués par les activités humaines.

Le Conseil scientifique de l'environnement de Bretagne a rendu en 2012 une étude sur le changement climatique en Bretagne[2] qui présente les conséquences possibles du changement climatique.

Sans activité humaine, le climat évolue selon une variabilité naturelle qui, par exemple explique que certaines années sont plus ou moins chaudes ou sèches. De même, l'effet de serre est un processus naturel, dû à la présence de gaz à effet de serre (GES) contenus dans l'atmosphère. Le schéma 1 illustre le parcours dans l'atmosphère de l'énergie reçue du soleil et la manière dont, naturellement, elle engendre un effet de serre.

Les principaux GES contribuant à l'effet de serre sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone ($CO_2$), le méthane ($CH_4$), le protoxyde d'azote ($N_2O$), l'ozone et quelques autres gaz présents dans l'atmosphère en faibles quantités, qui sont recensés par le GIEC et qui sont pris en compte dans le bilan des GES du présent schéma[3]. Grâce à l'effet de serre, la température moyenne sur Terre est d'environ 14°C.

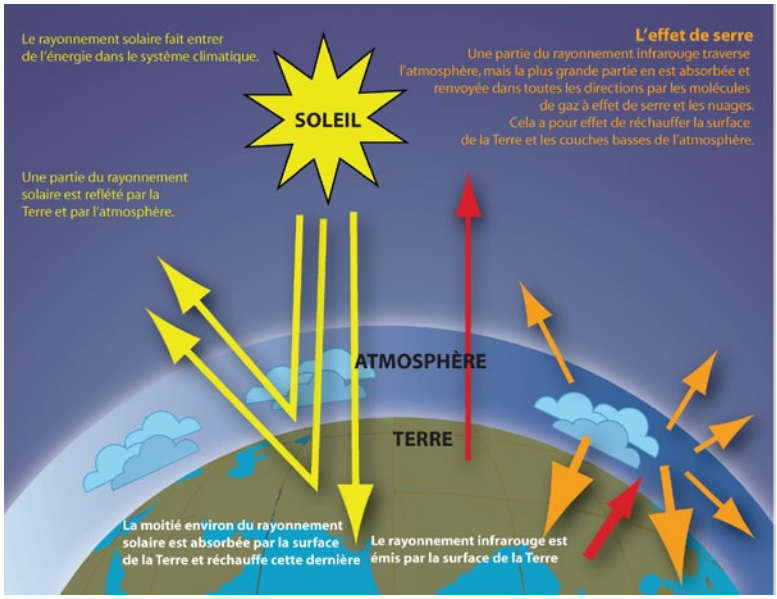



***Schéma 1 - Représentation de l'effet de serre naturel***

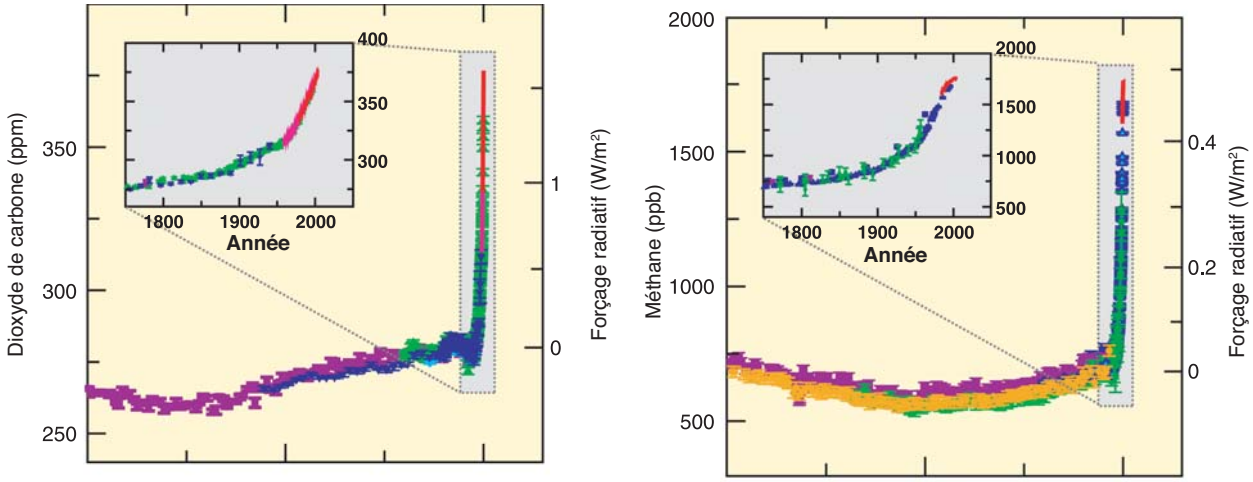
***(Trenberth et al., 2007)***

*1 Le SRCAE de Bretagne n'intègre pas les données livrées par le rapport du GIEC annoncé pour septembre 2013, qui devrait être complété par d'autres documents dans les mois qui suivent, car l'écriture du SRCAE de Bretagne a été arrêtée en août 2013. Pour autant, la mise en œuvre du SRCAE prendra bien évidemment en compte les évolutions scientifiques, qu'elles soient internationales, nationales ou encore régionales, conformément à l'orientation n° 30.*

*2 Gaëlle ROUSSEL, « Quelles sont les connaissances actuelles sur le changement climatique de l'échelle globale aux échelles régionales ? », Conseil scientifique de l'environnement de Bretagne, 2012.*

*3 Dioxyde de carbone ($CO_2$), Vapeur d'eau ($H_2O$), Méthane ($CH_4$), Protoxyde d'azote ($N_2O$), Dichlorodifluorométhane ($CCl_2F_2$), Chlorodifluorométhane ($CHClF_2$), Tetrafluorométhane ($CF_4$), Hexafluorure de soufre ($SF_6$).*

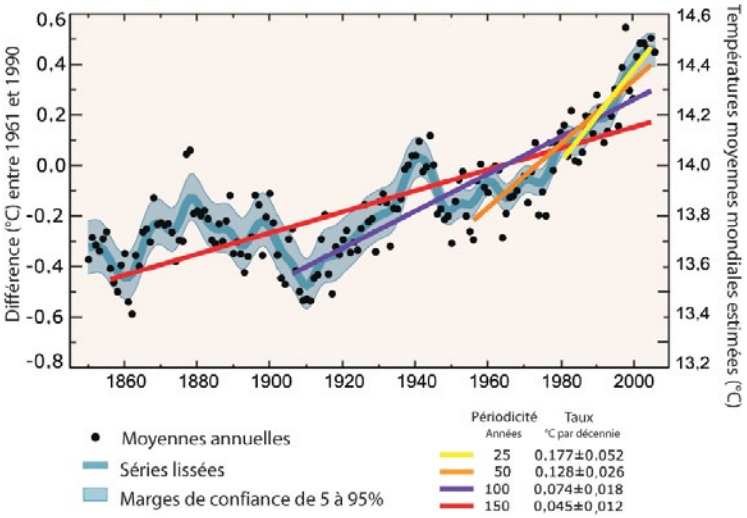
Les concentrations de GES évoluent dans le temps, mais à partir de l'époque industrielle, leur taux d'accroissement a été sans précédent depuis plus de 10 000 ans (Graphique 1). Les activités humaines, en particulier l'utilisation de combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz, etc.), la déforestation et les pratiques agricoles, ont fortement contribué à accroître les concentrations en GES, intensifiant l'effet de serre naturel et provoquant le réchauffement de la planète.




***Graphique 1 - Evolution des GES depuis 10 000 ans, pour le Dioxyde de carbone ($CO_2$ à gauche) et le méthane ($CH_4$ à droite)***

*(GIEC 2007)*

Selon le rapport du GIEC de 2007, la température moyenne de l'air, à l'échelle mondiale, a augmenté de 0,74°C entre 1906 et 2005 (Graphique 2). De plus, parmi les douze dernières années (1995-2006), onze années figurent parmi les plus chaudes depuis 1850.



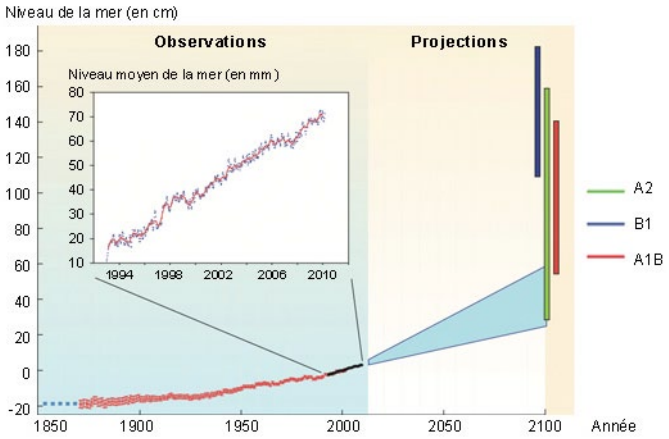

***Graphique 2 - Moyenne annuelle mondiale des températures relevées (points noirs).***

*(GIEC, 2007)*

Cette hausse des températures est à l'origine d'une élévation du niveau des océans. Les observations des marégraphes, depuis deux à trois siècles, montrent que le niveau des océans s'est élevé de 12 à 22 cm au cours du XX$^{e}$ siècle. Depuis la fin des années 90, les satellites altimétriques mesurent un rythme d'élévation moyen de 3,2 millimètres par an, soit une hausse deux fois plus rapide qu'au cours des 50 dernières années (Graphique 3).

Cette élévation de la mer renforcera la vulnérabilité du littoral et affectera les marées à la pleine mer et en accentuera les conséquences des surcotes, ce qui pourra accroître les risques de submersions marines lors de tempêtes.

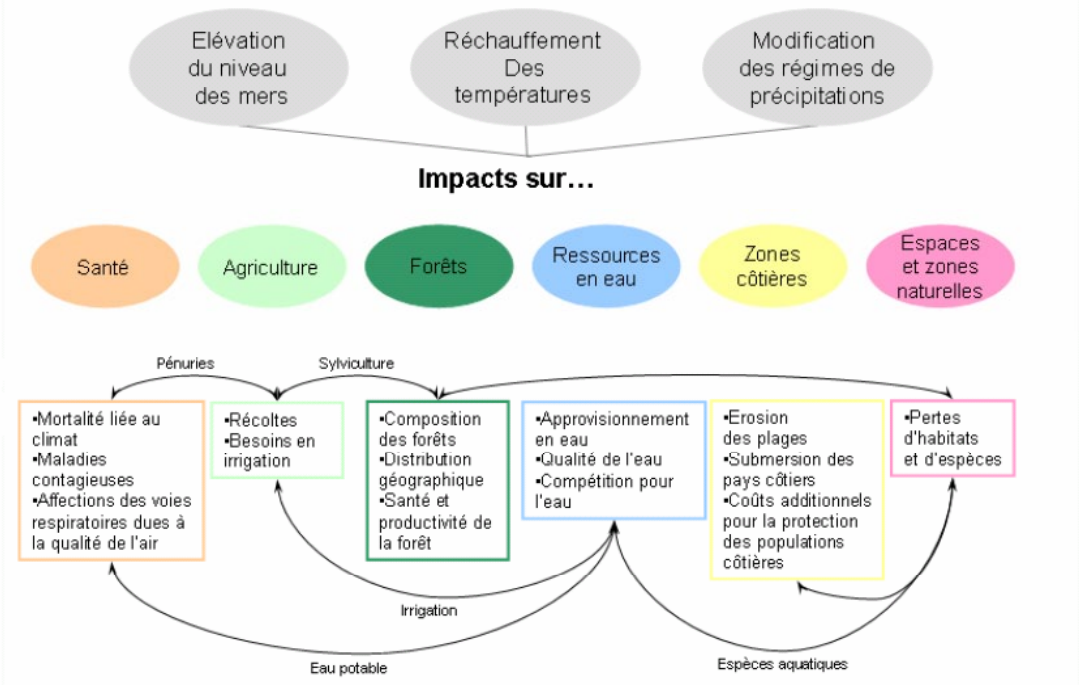
Les observations effectuées sur tous les continents et dans la plupart des océans montrent qu'une multitude de systèmes naturels est touchée par les changements climatiques régionaux, en particulier par la hausse des températures (coraux, poissons, ours polaires...). Il est probable que la résilience de nombreux écosystèmes sera annihilée durant ce siècle en raison d'une combinaison sans précédent de changements climatiques « rapides » et de perturbations connexes (inondations, sécheresses, feux incontrôlés, insectes, acidification des océans, etc.), notamment.




***Graphique 3 - Evolution du niveau de la mer moyen global entre 1850 et 2100.***

***(GIEC, 2007)***

***Les pointillés bleus représentent les estimations faites à partir des études géologiques.***
***La courbe rouge représente le niveau de la mer observé par les marégraphes.***
***La courbe noire représente le niveau observé par les satellites.***




***Graphique 4 - Les effets du changement climatique selon le GIEC (2007)***

Plusieurs aspects de la santé sont concernés, dont la mortalité associée à la chaleur en Europe (2003), les vecteurs de maladies infectieuses dans diverses régions ou encore les allergies aux pollens aux latitudes moyennes et élevées de l'hémisphère Nord. L'ensemble des effets du changement climatique sont illustrés dans le Graphique 4 (p12).

## La lutte contre le changement climatique s'organise à l'échelle internationale

L'action coordonnée au niveau international contre le changement climatique commence au Sommet de la Terre de Rio en 1992. En 1997, lors de la formulation du **Protocole de Kyoto**, l'objectif était de limiter le réchauffement climatique à 2°C d'ici 2100, niveau reconnu comme le maximum tolérable pour la communauté humaine. Pour la France, cela se traduit par une stabilisation de ses émissions par rapport à 1990, soit +0 %. Toutefois, avec le non-respect des objectifs par les pays développés et émergents et les difficultés à s'accorder sur des niveaux tolérables d'émissions, cet objectif ne sera atteignable qu'à la condition qu'une mobilisation volontariste, immédiate, pérenne et partagée soit engagée.

Lors de la conférence de Copenhague, la Convention cadre des Nations-Unies pour le changement climatique tente de promouvoir un nouveau protocole de Kyoto. Il prévoit notamment :

- un objectif de stabilisation de l'accroissement de la température moyenne de + 2° C d'ici à la fin du siècle, soit le niveau recommandé par le GIEC ;
- des financements de la part des pays développés pour les politiques climatiques d'atténuation et d'adaptation des pays en développement ;
- des engagements volontaires de réduction d'émissions de GES à l'horizon 2020.

Au cours des trois conférences suivantes, quelques avancées ponctuelles sont enregistrées, portant notamment sur un fonds pour la sauvegarde des forêts et sur un fonds d'adaptation. La conférence de Durban s'achève sur un objectif d'élaboration d'un nouveau protocole dont le texte devrait être présenté en 2015 avec un objectif de ratification pour 2020. 2015 est une date attendue ; la France a d'ailleurs déposé sa candidature pour que la conférence se tienne sur son sol.

Le **Protocole de Kyoto** est adopté le 11 décembre 1997 par 184 pays et entré en vigueur le 16 février 2005. Il fixe à ses signataires, des objectifs nationaux visant à réduire collectivement les émissions de gaz à effet de serre de 5,2 % entre 2008 et 2012 par rapport à 1990, soit à un niveau permettant de limiter la hausse de la température moyenne terrestre et ainsi lutter contre le changement climatique. Cet objectif se décline différemment selon les pays compte-tenu de leurs perspectives de croissance économique, de la ventilation des différentes formes d'énergie et de leur structure industrielle. Pour la France, l'objectif est une stabilisation de ses émissions au niveau de 1990.

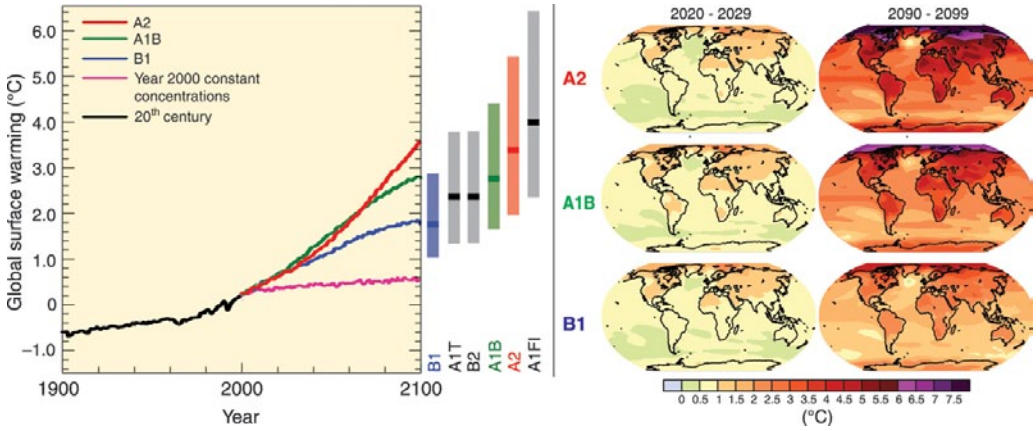
## Selon le GIEC, une augmentation des températures de plus de 2°C serait catastrophique

En 2007, le GIEC mettait en exergue qu'une augmentation de la température de plus de 2°C entraînerait une accélération de l'augmentation de la température globale. Certains processus s'emballeraient, comme le rejet dans l'atmosphère du méthane contenu dans les sols gelés des hautes latitudes ou du fond des océans, ce qui aurait pour conséquence d'accentuer encore le réchauffement. Celui-ci deviendrait incontrôlable et ses effets seraient sérieusement problématiques pour les générations futures. Pour respecter la limitation du réchauffement à 2°C, il faut que l'émission totale sur la période 2000-2050 ne dépasse pas 1 000 à 1 500 milliards de tonnes. Seule une orientation volontariste de la part des décideurs permettrait de respecter cette limite.

Le GIEC livre une modélisation climatique qui permet d'éclairer sur les choix politiques à mettre en œuvre pour contenir la hausse des températures à moins de 2°C supplémentaires. Cette modélisation repose sur des hypothèses d'évolution des émissions des principaux gaz à effet de serre à partir de scénarios socio-économiques. Les scénarios sont regroupés en quatre familles (A1, A2, B1 et B2). Le graphique 5 présente l'évolution des températures moyennes globales en fonction des quatre scénarios.

Le graphique montre que seul le scénario B1, très volontariste, permettrait de stabiliser les températures à plus de 2°C. Pourtant, les mesures d'émissions montrent que les activités humaines émettent encore plus que le scénario le plus pessimiste. Cela signifie que l'effort à engager doit être particulièrement exigeant et constitue un défi à plus d'un titre.

L'option d'un modèle de transition vers une économie bas carbone est la seule permettant de limiter les effets du dérèglement climatique.




***Graphique 5 – Evolution des températures moyennes globales selon les scénarios du GIEC***

***(GIEC, 2007)***

***Le graphique de gauche présente l'évolution de la température selon les quatre scénarios jusqu'en 2100. L'année 2007 est l'année de référence.***

***Les cartes à droite montrent la répartition de l'augmentation de la température sur la surface du Globe : les hautes latitudes vont connaître la plus grosse augmentation de température ; les continents seront plus chauds que les océans.***

## Lutter et s'adapter immédiatement au changement climatique est financièrement gagnant

En 2006, l'économiste anglais Nicholas Stern publie le premier rapport économique sur le changement climatique commandé par un gouvernement. Les 700 pages du rapport mettent en évidence que la lutte contre le changement climatique coûte moins cher que les dégâts engendrés par le changement climatique à terme.

Pour limiter la hausse des températures à 2°C, Stern indique qu'affecter 1 % du PIB chaque année suffit. Si cet effort n'est pas mené, alors, plus tard, les effets du changement climatique pourraient réduire de 5 % par an le PIB, c'est-à-dire engendrer la décroissance.

Selon Stern, l'effort doit être engagé le plus rapidement possible et tenu dans le temps.

## L'Europe fixe des règles fortes de lutte contre le changement climatique

Les pays développés d'Europe et d'Amérique du Nord ont à assumer une responsabilité historique puisque la plupart des GES dans l'atmosphère sont de leur fait. Pourtant, les responsabilités évoluent car l'Asie est devenue le plus gros émetteur de GES, et en particulier la Chine, qui devient le pays le plus émetteur avec 29 % du total du $CO_2$ émis dans le monde. Ainsi, en 2011[4], chaque Américain émet 17,3 tonnes de $CO_2$ chaque Européen 7,5 tonnes et chaque Chinois, 7,2 tonnes.

Il faut toutefois indiquer que l'Europe démontre que croissance économique et réduction des émissions de GES ne sont pas antinomiques. Le fléchissement des émissions depuis 2005 est le fruit d'efforts importants pour engager une transition vers une économie bas-carbone, bien distincte des réductions d'émissions causées par la baisse d'activité économique liée à la crise de 2008. L'Union européenne a formalisé cet effort dans **le paquet Énergie Climat** qui fixe l'objectif des « 3 x 20 » pour 2020, dont 20 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Afin d'atteindre l'objectif de réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre, la directive européenne 2003/87/CE a établi un système communautaire d'échange de quotas d'émissions de $CO_2$ (SCEQE). Mis en place en 2005, ces quotas concernent un certain nombre d'entreprises des secteurs de la production d'énergie, de l'industrie manufacturière et des services, et le secteur de l'aviation à partir de 2012. Les émissions de ces secteurs couverts par le SCEQE devront être réduites de 21 % entre 2005 et 2020.

Le **Paquet Énergie Climat** est adopté le 12 décembre 2008 par les 27 pays membre de l'UE et est entré en vigueur en juin 2009. Il propose une série de mesures afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'Union européenne entre 1990 et 2020, les « 3 x 20 » en 2020 :

- 20 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre (- 14% pour la France) ;
- amélioration de 20 % de l'efficacité énergétique ;
- 20 % d'énergies renouvelables (23 % pour la France).

*4 Etude de l'Agence néerlandaise d'évaluation environnementale de juillet 2012, in « En 2011, un Chinois a émis autant de $CO_2$ qu'un Européen », Le Monde, 18 juillet 2012.*

**Le Facteur 4** désigne l'objectif qui consiste à diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre de la France à l'horizon 2050. Cet objectif a été successivement inscrit dans la « Stratégie nationale de développement durable » en juin 2003, dans le « Plan climat » de juillet 2004 puis dans la « Loi de programme fixant les orientations de sa politique énergétique » (Loi POPE) en juillet 2005, avec confirmation en 2007 dans le Grenelle de l'environnement.

## La France fait preuve de volontarisme

Consciente de l'ampleur des enjeux liés au changement climatique, la France se dote d'une réglementation volontariste. En 2005, la loi du 13 juillet 2005, dite « loi POPE » confirme l'objectif du **Facteur 4** à 2050. Et, en 2009, la loi du 3 août, dite **Grenelle 1** précise les objectifs intermédiaires à suivre pour engager la transition vers une économie bas-carbone compatible avec le Facteur 4.

Si l'atténuation du changement climatique est impérative, il apparait évident que, même si l'augmentation des températures est stabilisée à 2°C, les sociétés devront s'y adapter. La création de l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) en 2001, puis l'adoption de la Stratégie nationale d'adaptation en 2006 ont marqué le début de l'action au niveau national. L'adaptation au changement climatique, inévitable, est inscrite dans le **Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC)** officialisé en 2011 par le ministère de l'Écologie et du Développement durable.

Le **Plan national d'adaptation au changement climatique** est présenté par le Ministère de l'environnement le 20 juillet 2011. Composé de 202 recommandations, ce document repose sur deux piliers principaux : l'atténuation de l'impact sur l'environnement et l'adaptation du pays aux changements climatiques en cours. Il devra notamment être décliné dans les schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) prévus par la loi Grenelle 2 et dans les Plans climat-énergie territoriaux (PCET).

**La loi du 3 août 2009, dite « Grenelle 1 »** fixe les grandes orientations en matière de lutte contre le changement climatique à l'horizon 2020 :

- réduire, dans le domaine des transports, les émissions de gaz à effet de serre de 20 % d'ici 2020 par rapport à 2005, afin de les ramener à leur niveau de 1990 ;
- réduire les consommations d'énergie du parc de bâtiments existants d'au moins 38 % d'ici 2020 par rapport à 2005 ;
- dans le secteur agricole, accroître la maîtrise énergétique des exploitations afin d'atteindre un taux de 30 % d'exploitations agricoles à faible dépendance énergétique d'ici 2013 ;
- porter à 23 % en 2020 la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale.

L'objectif du Facteur 4 est rappelé.

**La loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, dite « Grenelle 2 »**, correspond à la mise en application des engagements de la loi Grenelle 1. Plus technique, elle contient 248 articles qui déclinent des mesures dans six chantiers majeurs, à savoir bâtiments et urbanisme, transports, énergie et climat, biodiversité, risques, santé et déchets, gouvernance. Cette loi déploie un champ réglementaire dans les territoires pour relayer et décliner de manière opérationnelle la lutte contre le changement climatique. Ainsi, les Schémas régionaux climat, air, énergie (SRCAE) doivent définir des orientations, les Plans climat-énergie territoriaux (PCET) constituent des outils opérationnels de la lutte et de l'adaptation au changement climatique pour les collectivités de plus de 50 000 habitants. Enfin, les documents d'urbanisme comme les Schémas de cohérence territoriale (SCoT) et les Plans locaux d'urbanisme (PLU) doivent intégrer les dimensions climat et énergie.

# Anticiper la raréfaction des énergies fossiles

L'énergie est au cœur des grands enjeux de développement depuis l'ère industrielle. L'expansion économique se fonde sur une consommation énergétique toujours croissante de ressources fossiles, principales sources d'émission de gaz à effet de serre d'origine anthropique. En raison de l'épuisement des ressources qui conduisent à la hausse tendancielle des prix de l'énergie, la mutation de notre modèle de développement économique est nécessaire pour nous diriger vers une économie bas carbone, voire décarbonée.

## L'épuisement des ressources

La production d'énergie est issue de sources renouvelables ou épuisables (pétrole, charbon, gaz et uranium). Ces dernières assurent l'essentiel de la production mondiale. En France, plus de 70 % de la consommation d'énergie finale est d'origine fossile, responsable d'environ 70 % des émissions de gaz à effet de serre totales. Outre l'inéluctabilité de l'épuisement de ces ressources, la raréfaction de celles-ci, l'inégalité de leur répartition géographique et les tensions géopolitiques qui en découlent créent des situations possibles de pénurie.

## Un prix de l'énergie fossile de plus en plus élevé

La croissance de la consommation d'énergie a été très importante durant les Trente Glorieuses (taux de croissance annuel moyen de l'ordre de 7 %). Depuis les chocs pétroliers de 1973 et de 1979, la lutte contre le changement climatique, mais aussi les pays émergents qui s'engagent dans un développement sur le même modèle carboné et non durable que les pays industrialisés, se pose la question de l'évolution de la consommation énergétique.

L'une des conséquences des incertitudes sur l'accès aux ressources énergétiques épuisables est la volatilité des prix. Les récentes fluctuations à la hausse du prix du baril de pétrole dans un contexte géopolitique tendu en témoignent.

L'augmentation spectaculaire du prix du baril de pétrole des dernières années (Graphique 6) confirme l'entrée dans une ère où les énergies fossiles sont durablement chères et rappelle la vulnérabilité des territoires, des populations et des économies face aux chocs affectant l'approvisionnement énergétique. En effet, les prix du gaz et du charbon, certes dans une moindre mesure pour ce dernier, sont déterminés par le prix du baril de pétrole au point d'en suivre les évolutions. Malgré l'incertitude inhérente au fonctionnement des marchés, un point fait consensus aujourd'hui : le temps d'une énergie bon marché et abondante est révolu.

*Graphique 6 - Évolution du prix du baril de pétrole en dollar au cours des dix dernières années*

Fondamentalement, les prix tendent à s'accroître en raison :

- d'une augmentation de la demande énergétique mondiale, due à la croissance démographique et économique, notamment dans les pays émergents ;
- d'un plafonnement de la production des ressources fossiles pétrolières ;
- d'un accroissement du coût marginal d'extraction du baril de pétrole.

S'il est courant de séparer les énergies selon leurs coûts de production, la montée tendancielle du prix du pétrole tend à rendre de plus en plus compétitives les énergies renouvelables, surtout si l'on prend en compte les coûts complets d'exploitation (recherche, exploitation, gestion des pollutions) des énergies fossiles épuisables.

## Maîtriser les consommations et favoriser les énergies renouvelables

La réduction des émissions de gaz à effet de serre issues de la combustion des énergies fossiles implique la maîtrise de la demande d'énergie et la promotion des énergies renouvelables. A ce titre l'Union Européenne a élaboré :

- la directive énergies renouvelables du 21 juillet 2001 qui fixe les objectifs suivants :
  - 12 % de la consommation intérieure brute d'énergie, toutes sources confondues, d'origine renouvelable en 2010,
  - 22 % d'électricité d'origine renouvelable en 2010 pour l'Union Européenne des quinze (UE-15),
- des réglementations en faveur de l'efficacité énergétique.

Plus récemment, en décembre 2009, le Parlement européen a adopté le paquet « énergie-climat » ou objectif « 3x20 » d'ici 2020 et par rapport à 1990 visant à, notamment :

- porter à 20 % la part des énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale ;
- réduire de 20 % les émissions de gaz à effet de serre ;
- accroître l'efficacité énergétique de 20 %.

# Améliorer la qualité de l'air

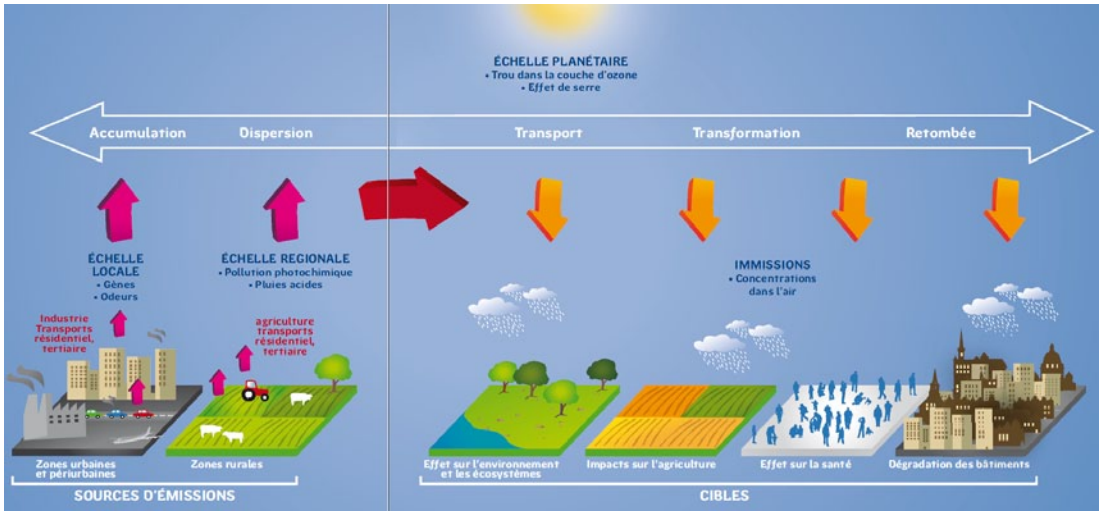



***Schéma 2 - Échelles de pollutions atmosphériques***

## L'amélioration de la qualité de l'air implique une approche globale

La pollution atmosphérique s'appréhende à trois échelles territoriales (Schéma 2) :

- **La pollution globale**, à l'échelle planétaire, appauvrit la couche d'ozone et engendre le réchauffement climatique dû aux émissions de gaz à effet de serre, principalement le gaz carbonique ($CO_2$).
- **La pollution à l'échelle régionale**, s'observe dans des zones situées de quelques dizaines à plusieurs centaines de kilomètres des sources de pollution. Cette pollution mobile peut se concrétiser par des pluies acides ou des épisodes de pollution par particule couvrant simultanément plusieurs pays.
- **La pollution à l'échelle locale**, ou pollution de proximité, existe à proximité des sources d'émissions (industries, trafic, centre-ville,) dans un rayon de quelques kilomètres.

Globalement, la pollution atmosphérique est une notion complexe et difficilement mesurable dans sa totalité. Aux classiques et réglementaires polluants mesurés en France, considérés comme des indicateurs de la qualité de l'air (dioxyde de soufre, oxydes d'azote, particules en suspension, ozone, monoxyde de carbone, composés organiques volatils et plomb) se sont ajoutées progressivement d'autres substances telles que les organochlorés (dioxines et furanes), les hydrocarbures aromatiques (polycycliques/monocycliques), les métaux lourds et gaz à effet de serre même si ces derniers ne sont pas des polluants au sens strict du terme.

Les sources émettrices de polluants dans l'atmosphère peuvent être d'origine anthropique (domestique, industrie, agriculture, transports, etc.) ou naturelle (volcans, phénomènes climatiques et météorologiques qui provoquent ou accentuent les pollutions). La qualité de l'air constitue un enjeu primordial pour la santé humaine et l'environnement. La pollution de l'air a également des impacts sur le patrimoine, le bien-être, les rendements agricoles, etc.

Difficilement appréhensible car invisible dans la plupart des cas, il a fallu attendre que la pollution atmosphérique se concrétise par des phénomènes de grande ampleur tels que des épisodes de smog ou de pluies acides pour qu'une réelle prise de conscience voit le jour. Les effets néfastes de la pollution atmosphérique ont été mis en évidence par des études épidémiologiques. Certaines personnes sont davantage sensibles, comme les 3,5 millions français asthmatiques ou les 50 000 personnes atteintes d'une insuffisance respiratoire grave.

La pollution de l'air est très liée à l'effet de serre car ces deux phénomènes sont souvent provoqués par les mêmes molécules issues de l'activité humaine. Les ef-

fets imbriqués font que la lutte contre la pollution et le réchauffement doit être coordonnée dans une même démarche. Ainsi, certains polluants qui dégradent la qualité de l'air localement ont également un impact sur l'effet de serre. Il s'agit notamment de l'ozone et des particules. À l'inverse, certaines manifestations du changement climatique ont un impact sur la pollution atmosphérique. La hausse moyenne de la température et des pics de température extrême accentuent par exemple la formation d'ozone.

En règle générale, les actions visant à réduire les émissions de GES entraînent généralement une réduction des émissions de polluants atmosphériques et inversement. Il existe pourtant des contre-exemples, comme l'utilisation de la biomasse dont la combustion produit un bilan carbone quasiment nul mais qui émet fortement des particules, en particulier dans certains contextes comme les foyers ouverts.

## Une action cadre européenne

Mis en place en Europe dans les années 1990, les réseaux de surveillance de la qualité de l'air, gérés par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) en France, ont largement participé à la connaissance et la compréhension des phénomènes de dégradation de la qualité de l'air.

Partant de ces observations, une quantification des impacts sanitaires a pu être réalisée. Près d'un tiers des citadins européens sont exposés à des concentrations excessives de particules en suspension dans l'air. Ces particules figurent parmi les polluants les plus nocifs pour la santé humaine, car elles pénètrent dans certaines parties sensibles du système respiratoire.

Concernant la qualité de l'air, le programme CAFE (Un air pur pour l'Europe) a défini en 2005 une nouvelle stratégie qui complète les législations européennes pour permettre d'atteindre des « niveaux de qualité de l'air exempts d'incidences négatives et de risques notables en termes de santé humaine et d'environnement ». Cette stratégie propose des objectifs de qualité de l'air et des mesures pour les atteindre à l'horizon 2020. Les différentes directives européennes ont été conçues en tenant compte des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et déterminent des seuils à ne pas dépasser pour une vingtaine de polluants en fonction de leur impact sur la santé. En 2008, une nouvelle Directive européenne sur la Qualité de l'Air est adoptée. Elle fixe un cadre commun en termes de valeurs limites, de surveillance des polluants, d'information du public et de planification des actions de réduction. Parmi, les objectifs fixés pour 2020, une réduction en zone urbaine de 20 % par rapport à la situation 2010 des particules $PM_{2,5}$ est fixée. Enfin, la Directive européenne oblige les États d'informer le public sur les niveaux de pollution rencontrés.

Les valeurs limites européennes sont exigeantes. Les seuils prenant en compte la connaissance des impacts sur la santé sont abaissés régulièrement. La Commission a engagé une procédure de contentieux à l'encontre de plusieurs pays, dont la France, pour non-respect de ces normes.

## 20 ans de règlementation nationale aboutissent à une amélioration de la qualité de l'air

Dans le cas des pollutions industrielles, le contrôle, l'amélioration des processus industriels, la désindustrialisation ont permis une baisse rapide et significative des émissions. Pour la pollution automobile, les bénéfices dus à l'amélioration du parc de voitures (pots catalytiques, réduction des consommations, renforcement des contrôles techniques, etc.) sont minimisés par l'augmentation du trafic.

En France l'inventaire des émissions dans l'air montre que pour la plupart des substances mesurées, les émissions ont été fortement réduites au cours des vingt dernières années. Ce résultat est le fruit de la mise en œuvre d'une réglementation européenne et nationale.

En application des Directives européennes, la France est ainsi tenue de mesurer des polluants sur l'ensemble de son territoire et d'informer la population en cas de dépassement des valeurs seuils. Pour encadrer les concentrations en polluants atmosphériques, la réglementation définit :

- des objectifs de qualité et des valeurs cibles et limites pour garantir que les niveaux d'exposition chronique restent acceptables ;

- des seuils de recommandation - information et d'alerte, pour permettre au Préfet de déclencher des mesures spécifiques en cas de pic de pollution. Lorsque les niveaux de pollution dépassent des seuils définis au niveau européen, les préfets peuvent engager des actions pour réduire les émissions et prévenir l'exposition de la population.

Plus spécifiquement, la France a fixé, dès 1996, le cadre de la réglementation nationale pour la pollution atmosphérique.

Enfin, le Grenelle de l'environnement prévoit, notamment, l'élaboration d'un plan visant à réduire les émissions de substances dangereuses pour la santé et l'environnement telles que les particules, la mise en œuvre de mesures afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur et l'instauration des SRCAE.

La France a ainsi mis en place en juillet 2010 le Plan Particules qui vise une baisse de 30 % de la concentration en particules à l'horizon 2015 par des actions dans les secteurs de l'industrie, du chauffage domestique et tertiaire, des transports, de l'agriculture et en cas de pic de pollution.

**Le code de l'Environnement** impose des objectifs et des obligations en matière de surveillance de l'air ainsi que la mise en œuvre d'outils de planification :

- **Le Plan régional de la qualité de l'air (PRQA)** (articles L222-1 à L222-3 du Code de l'environnement), élaboré par le Conseil régional ;
- **Le Plan de protection de l'atmosphère (PPA)**, dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants. Ils sont élaborés sous la responsabilité du Préfet et préconisent des mesures locales pour garantir la qualité de l'air. En Bretagne, seule l'agglomération de Rennes est concernée. Le PPA de l'agglomération rennaise a été adopté par arrêté préfectoral du 9 juin 2005 et en cours de révision ;
- **Le Plan de déplacement urbain (PDU)**, obligatoire dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants. Il définit les principes de l'organisation des transports de personnes et de marchandises ainsi que de la circulation et du stationnement dans le périmètre urbain.

# 2

# MÉTHODE : CO-ÉLABORATION PARTICIPATIVE DU SRCAE


Intégrer la transversalité du climat, de l'énergie et de l'air dans les politiques publiques 24

Une co-élaboration partenariale 26

La consultation du projet de SRCAE 28

Continuer la démarche partenariale pendant les cinq ans d'application du SRCAE 28

## 2 Méthode : Co-élaboration participative du SRCAE

**Pour lutter contre le changement climatique et s'y adapter, faire transiter le modèle énergétique vers une société bas carbone et améliorer la qualité de l'air, une action dans les territoires doit être engagée. L'échelle régionale permet de définir des enjeux et de coordonner une action publique planifiée, cohérente, permettant une mobilisation des acteurs. La loi Grenelle 2 prévoit la réalisation conjointe entre le Préfet de région et le Président du Conseil régional du schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE).**

**La loi Grenelle 2 a également renforcé certains dispositifs locaux pour une meilleure appropriation des problématiques énergie-climat dans les territoires, via :**

- **les Plans climat-énergie territoriaux (PCET) rendus obligatoires pour les collectivités locales de plus de 50 000 habitants. Ils devront être compatibles avec les orientations du SRCAE,**
- **les documents d'urbanisme : Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) et Plan Local d'Urbanisme (PLU) qui doivent s'ouvrir à une meilleure prise en compte des thématiques du climat, de l'énergie et de l'air.**

# Intégrer la transversalité du climat, de l'énergie et de l'air dans les politiques publiques

Le schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie représente un élément essentiel de la territorialisation du Grenelle de l'environnement. Le décret du 16 juin 2011 en détaille le contenu et les modalités d'élaboration.

L'objectif de ce schéma est de définir des orientations régionales aux horizons 2020 et 2050 pour satisfaire cinq objectifs :

- réduire les émissions de gaz à effet de serre,
- maîtriser la demande énergétique,
- développer les énergies renouvelables,
- s'adapter au changement climatique,
- améliorer la qualité de l'air.

Le SRCAE constitue un document de planification ambitieux car il impose de placer l'action publique dans le temps du climat, de l'air et de l'énergie. L'horizon 2050 appelle à envisager le cadre du schéma comme la première pierre d'une transition majeure. Le SRCAE porte une transversalité qui doit être reprise par des approches sectorielles pour qu'elles intègrent leur contribution à la transition vers une économie verte et bleue, et participent, ensemble, à évoluer en cohérence dans un dessein commun. Le SRCAE a donc vocation à constituer un document de référence sur l'intégration des enjeux climatiques, énergétiques et de pollution de l'air à prendre en compte de manière plus globale par les décideurs publics et acteurs du territoire.

Les actions qui découlent du SRCAE relèvent des collectivités territoriales au travers des plans de protection de l'atmosphère (PPA) et des plans climat-énergie territoriaux (PCET) qui devront être compatibles avec les orientations fixées par le SRCAE. A leur tour, les PCET seront pris en compte dans les documents d'urbanisme tels que les schémas de cohérence territoriale (SCoT), les plans locaux d'urbanisme (PLU), etc. (Schéma 3 - p25).

En Bretagne, le SRCAE a été élaboré conjointement par les services de l'État, de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) et du Conseil régional. Il constitue un cadre stratégique partagé par l'ensemble des acteurs régionaux.

Le SRCAE se substitue au Plan Régional de Qualité de l'Air (PRQA), institué par le code de l'environnement. Le schéma ne porte pas sur l'air intérieur ni sur la pollution de l'air par les pesticides, abordés par le Programme Régional Santé Environnement (version 2). Le SRCAE constitue également la déclinaison locale du Plan Particules.

Le SRCAE constitue un document d'orientations générales sur lequel s'appuieront nombre de documents qui devront soit être compatibles, soit prendre en compte ses orientations. Par-delà la hiérarchie normative, il s'agit de donner corps à une ambition volontaire qui se veut à la hauteur du défi déterminé par le climat, l'énergie et l'air. Ainsi, le SRCAE de Bretagne se veut dynamique et évolutif, porté par une gouvernance territoriale et partenariale sans laquelle la transition vers une société bas carbone ne trouvera pas sens.

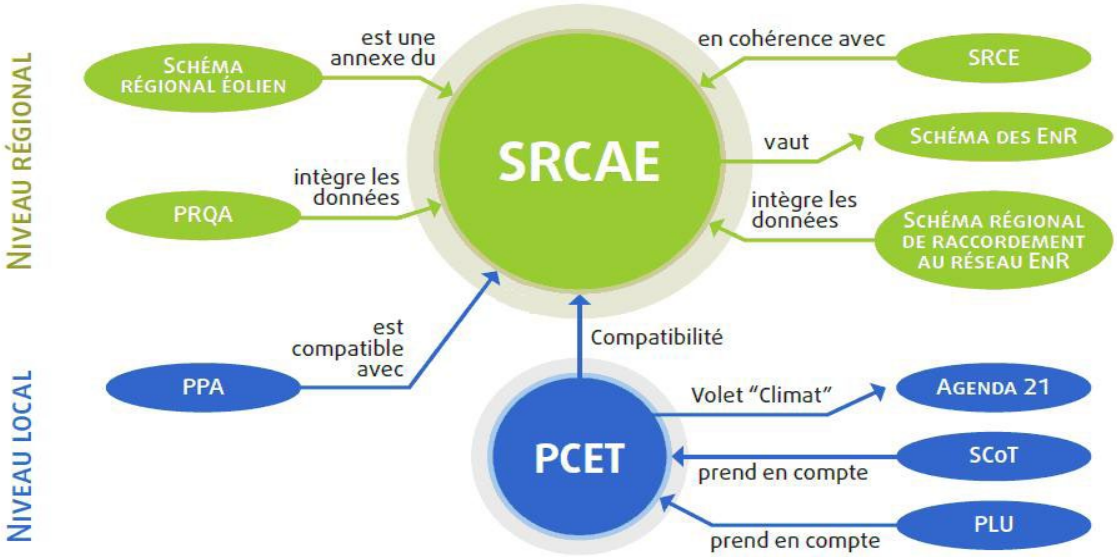



***Schéma 3 – Hiérarchie normative autour du SRCAE***

# Une co-élaboration partenariale

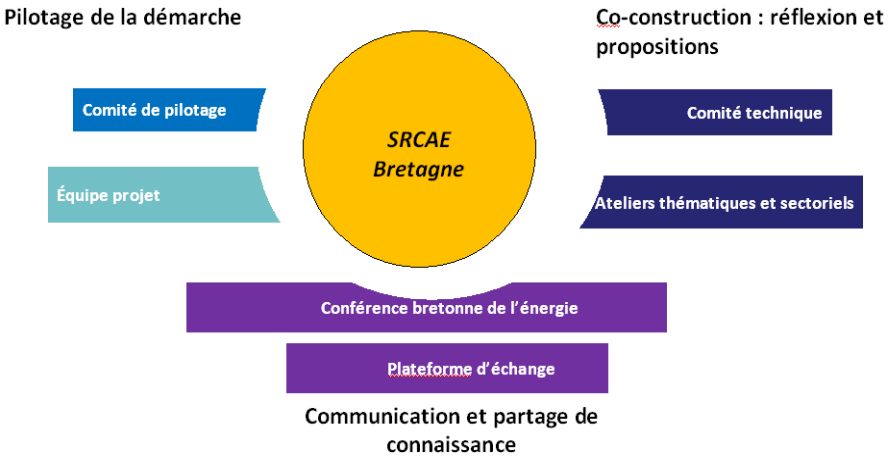



***Schéma 4 - Organisation du projet de SRCAE***

Initiée en novembre 2011, l'élaboration du schéma s'est appuyée sur une organisation de projet permettant la co-élaboration entre l'Etat en région et le Conseil régional de Bretagne (Schéma 4).

- Un niveau décisionnel formalisé par un **comité de pilotage** co-présidé par la Secrétaire générale pour les affaires régionales et le Conseiller régional, Président de la commission environnement délégué à l'énergie et au climat.
- Un niveau opérationnel sous forme d'une **équipe projet** constituée des services de la DREAL, de la Direction régionale de l'ADEME et du Conseil régional avec l'appui technique du CETE de l'Ouest et l'appui organisationnel et d'animation du prestataire RCT.
- La volonté d'un schéma partagé avec l'ensemble des partenaires concernés par les thématiques s'est traduite, à chaque phase d'élaboration du projet, par les réflexions et les contributions techniques d'un **comité technique** composé de près de 150 structures publiques et privées.

La Conférence bretonne de l'énergie, co-pilotée par le Préfet de région et le Président du Conseil régional de Bretagne, est l'instance de concertation du schéma. Celle-ci a été ouverte à l'ensemble des structures partenaires du comité technique ayant participé à la construction du schéma.

L'élaboration du schéma a suivi un calendrier en trois phases au cours desquelles une démarche participative a été systématiquement engagée :

- **La phase de définition de l'état des lieux** a été close les 28 et 29 février 2012 par quatre ateliers thématiques pour compléter les éléments relatifs à l'état des lieux et aux enjeux climat, air et énergie, et les leviers d'amélioration et les potentiels régionaux :
  - Bâtiments résidentiels et tertiaires ;
  - Transports et mobilité ;
  - Activités économiques (industrie, pêche, tourisme) ;
  - Agriculture et forêts.

  Cette première phase s'est achevée par un comité technique le 29 février au cours duquel une restitution des travaux en ateliers a été effectuée.
- **La phase de scénarisation prospective** a permis de construire des scénarios sur la base d'hypothèses clés pour les secteurs du bâtiment, de l'agriculture et des transports, principaux consommateurs d'énergie et émetteurs de GES. De même, une scénarisation a été effectuée pour disposer des marges de développement des énergies renouvelables. Ensuite, l'agrégation des scénarios a permis de construire des scénarios globaux pour la Bretagne en matière d'évolution des consommations énergétiques et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Pour fournir des éléments de cadrage et des perspectives, six ateliers thématiques se sont tenus, du 25 mai au 21 juin 2012, avec quelques techniciens reconnus pour leur expertise et de diverses structures, fournissant ainsi une diversité des approches :

- Bâtiment et résidentiel ;
- Mobilités et aménagement ;
- Agriculture et forêt ;
- Transition vers une économie faiblement émettrice de gaz à effet de serre (économie bas-carbone) ;
- Energie renouvelable ;
- Adaptation.

Ces ateliers ont fourni des éclairages qui ont permis de consolider la méthodologie et la construction des scénarios. Ainsi, l'équipe projet, renforcée par le concours de quelques techniciens d'autres structures compétentes sur les thématiques, a permis de fournir des scénarios suffisants.

Ce travail a été présenté en Comité technique le 27 juin 2012, au cours duquel les décideurs ont été conviés pour la première fois.

- **La phase de définition des orientations** a commencé les 10 et 11 septembre 2012 avec quatre ateliers thématiques composés de techniciens reconnus pour leur expertise et de diverses structures :
  - Transition vers une économie bas-carbone ;
  - Gouvernance ;
  - Urbanisme et aménagement ;
  - Qualité de l'air.

Ces ateliers ont permis de compléter et finaliser la préparation des orientations.

Les orientations ont été présentées, le 8 octobre 2012 dans le cadre d'une Conférence bretonne de l'énergie élargie, par le Préfet de région et le Président du Conseil régional. Au cours de cette Conférence, le Préfet de région et le Président du Conseil régional se sont exprimés pour une mobilisation ambitieuse propre à répondre aux objectifs du scénario volontariste.

Enfin, tout au long de l'élaboration, certains partenaires ont apporté des contributions écrites qui ont permis d'enrichir l'élaboration du schéma.

Sur la base de ce travail, le projet de schéma régional climat, air, énergie a été rédigé et soumis à la validation des préfets de département de Bretagne le 22 novembre 2012 et du Conseil régional à l'occasion de sa session des 13 et 14 décembre 2012.

Le SRCAE comprend, en annexe, le Schéma régional éolien dont les travaux d'élaboration ont débuté en 2010. Il identifie les zones du territoire régional favorables au développement de l'énergie éolienne en précisant les communes concernées. Il a été approuvé par arrêté préfectoral du 28 septembre 2012.

# La consultation du projet de SRCAE

Une fois arrêté, le projet de SRCAE a été soumis à consultation des collectivités et organismes d'une part, et mis à disposition du public d'autre part. Ces deux procédures concomitantes ont été lancées le 26 décembre 2012. Le décret laisse au Préfet de région et au Président du Conseil régional le soin de définir la durée de mise à disposition du public. Pour faciliter l'appropriation des thématiques complexes développées dans le présent schéma et favoriser les expressions des Bretonnes et des Bretons, ils ont décidé de porter à près de trois mois la durée de mise à disposition. Ainsi, la consultation publique s'est achevée le 15 mars 2013. Conformément aux termes du décret, le projet de schéma a été transmis aux partenaires et collectivités de Bretagne et mis à la disposition du public simultanément, à la Préfecture de région, dans les préfectures et les sous-préfectures, ainsi qu'au siège du Conseil régional et dans ses antennes de Brest, Rennes, Saint-Brieuc et Vannes. Le document a également été mis en ligne sur les sites internet de la Préfecture de région, de la DREAL et du Conseil régional.

Par-delà les obligations réglementaires, le Comité de pilotage du SRCAE a souhaité accompagner cette consultation formelle pour maintenir la dynamique de participation et de contribution qui s'est affirmée au cours de l'élaboration. C'est la raison pour laquelle un document de présentation de huit pages a été élaboré, mis en ligne et distribué. De même, quatre rencontres ont permis d'échanger avec les partenaires et les collectivités : à Saint-Brieuc le 15 février 2013, à Vannes le 19 février 2013, à Carhaix-Plouguer le 20 février 2013, et à Saint-Malo le 1er mars 2013. Enfin, une présentation des études menées par Météo-France et le Conseil scientifique de l'environnement, sur lesquelles repose une partie du projet de SRCAE, a été effectuée le 13 février 2013 à Rennes.

Les avis et contributions collectés à l'issue des procédures de consultation et mise à disposition ont été denses et intéressants, au point de décider le Comité de pilotage réuni le 5 avril 2013 de reporter à la fin d'année 2013 la date d'approbation du schéma. En s'attachant à respecter le cadre strict de la procédure de consultation, l'équipe projet a analysé les centaines d'avis recueillis et a identifié la suite pouvant être donnée à ceux-ci. A l'issue de cette analyse, le projet de SRCAE a bénéficié de compléments et de précisions permettant de le consolider.

Certaines contributions sont suffisamment étayées pour approfondir certaines thématiques et préfigurer des actions. Elles montrent l'intérêt et la motivation des acteurs pour la mise en œuvre du schéma.

# Continuer la démarche partenariale pendant les cinq ans d'application

Au cours de l'élaboration, la participation a été sans cesse croissante, montrant que les thématiques du climat, de l'air et de l'énergie mobilisent. La consultation a confirmé cette motivation et de nombreuses expressions mettent en avant le besoin de construire une gouvernance dynamique qui pérennise l'implication et la contribution des acteurs. Les échanges ont révélé un besoin de continuer la réflexion, la collaboration, pour contribuer à croiser les démarches et les retours d'expérience afin de mettre en œuvre une réponse adaptée aux enjeux. Force est de constater que les incertitudes scientifiques sur le climat, les inconnues sur le devenir des ressources énergétiques et le futur lointain du schéma ont amené les acteurs à plaider pour continuer la démarche commune au-delà de l'approbation afin de disposer d'éléments d'éclairages qui ne pourront être obtenus que dans le temps.

Paradoxalement, dans le même temps, l'urgence pour la Bretagne de disposer d'un SRCAE a été souvent exprimée, notamment de la part des collectivités engagées dans un Plan climat-énergie territorial (PCET), afin de fournir un cadrage global, une méthode sur des thématiques nouvelles, sensibles et complexes, qui nécessitent des éclairages experts. Pour répondre à cette demande, et parce que les orientations du SRCAE ne pourront pas être engagées sans une appropriation des partenaires et des territoires, le besoin de structurer une gouvernance spécifique a été mise en exergue, et en particulier au cours de la dernière série d'ateliers de septembre 2012, et conforté dans le cadre de la consultation. Ainsi, la pertinence d'une collaboration partenariale avec les acteurs s'est confirmée pour que le SRCAE ne soit pas que celui de l'échelon régional, mais bien celui de toutes les composantes de la Bretagne.

# 3

# BILAN CLIMAT, AIR, ENERGIE EN BRETAGNE


Bilan énergétique : consommations et productions en Bretagne 30

Population et énergie : sensibilité sociale et accès à l'énergie 47

Bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) et impacts du changement climatique 49

Pollution atmosphérique et qualité de l'air 66

# 3 Bilan climat, air, énergie en Bretagne

**Cette partie présente un état des lieux de la région Bretagne dans les domaines de l'énergie, du climat et de la qualité de l'air. Les données ont été fournies essentiellement par l'observatoire de l'énergie et des gaz à effet de serre (GIP Bretagne Environnement - OREGES).**

**Le schéma a intégré les réflexions du Pacte électrique breton.**

# Bilan énergétique : consommations et productions en Bretagne

## Résumé


La consommation d'énergie en Bretagne, relativement stable depuis 2000, est dominée par les produits pétroliers (carburants et fioul) suivis de l'électricité et du gaz.

Alors que les produits pétroliers font l'objet d'une tendance de consommation à la baisse, les consommations d'électricité et de gaz augmentent.

Le bâtiment est le premier secteur consommateur d'énergie (45 %), devant le transport (34 %), l'industrie (12 %), puis dans de moindres proportions, l'agriculture et la pêche.

En 2010, les moyens de production thermique et électrique installés en Bretagne ont fourni 8,3 % des besoins régionaux en énergie. En hausse régulière depuis une dizaine d'années, cette production bretonne est issue à 87 % de sources renouvelables.

La production d'énergies renouvelables est en forte hausse depuis le début des années 2000 ; elle représente 9,9 % de la consommation d'énergie en Bretagne. La production de chaleur d'origine renouvelable provient du bois, du solaire thermique et du biogaz. La production d'électricité d'origine renouvelable est également en forte hausse, tirée notamment par l'éolien terrestre.


## La consommation d'énergie en Bretagne

La consommation d'énergie finale s'est établie à 7 202 ktep en 2005 et à 7 199 ktep (83 715 GWh) en 2010 soit 4,4 % de l'énergie finale en France pour 5,1 % de la population (Figure 1).

La consommation finale corrigée du climat atteint 6 913 ktep en 2010. Elle présente une certaine stabilité depuis 2000 et s'inscrit dans la tendance nationale (Figure 2 - p31).

Les produits pétroliers (carburant et fioul) constituent la première énergie consommée en Bretagne avec 50 % de la consommation devant l'électricité (26 %) et le gaz naturel (17 %).

La consommation d'origine renouvelable s'élève à 9,9 % avec le bois comme première source (58 %) suivi par les agrocarburants (21 %) et l'électricité (18 %).

Depuis 2000, le charbon enregistre la plus forte baisse (- 36 %). Les produits pétroliers affichent également une tendance à la baisse (-10 %), observée principalement dans le bâtiment et l'industrie. A l'opposé, l'électricité et le gaz naturel se développent (+ 18 % et + 6 %) dans le même temps.

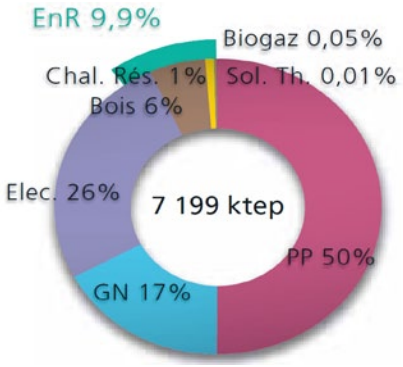



***Figure 1: Bilan de la consommation finale d'énergie en 2010 (non corrigée du climat)***

***Corrigé ou non corrigé du climat : les consommations d'énergie sont pour une part sensible au climat. Afin d'analyser les évolutions des consommations, une correction climatique est appliquée aux secteurs « résidentiel – tertiaire » et « Industrie ».***

***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

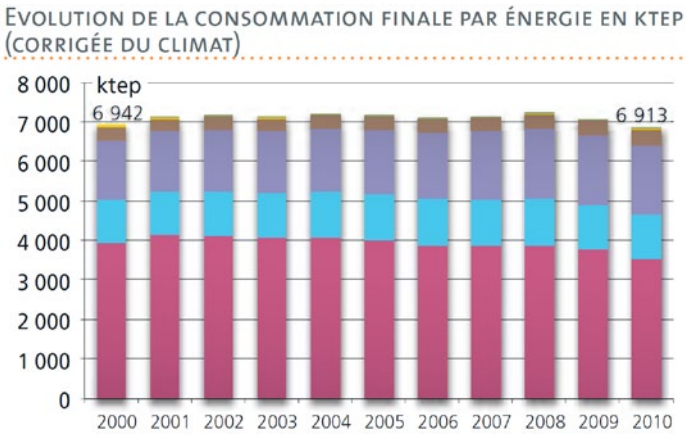



***Figure 2 : Consommation finale en Bretagne par énergie 2000-2010***

***Corrigé ou non corrigé du climat : les consommations d'énergie sont pour une part sensibles au climat. Afin d'analyser les évolutions des consommations, une correction climatique est appliquée aux secteurs « résidentiel – tertiaire » et « industrie ».***

*Source GIP Bretagne Environnement, OREGES*

La modélisation des consommations permet de les territorialiser par pays (Figure 3). Les Pays de Rennes, Cornouaille et de Brest totalisent 35 % des consommations d'énergie de la Bretagne en 2005. L'intensité énergétique par habitant est la plus forte dans les pays ruraux dotés d'un habitat dispersé et plus ancien. Le Pays du Centre-Ouest-Bretagne a une intensité de 37,5 MWh/habitant mais ne représente que 2 % de la consommation bretonne d'énergie. Les Pays de Brest et des Vallons de Vilaine ont la plus faible intensité, 21,2 MWh/hab.

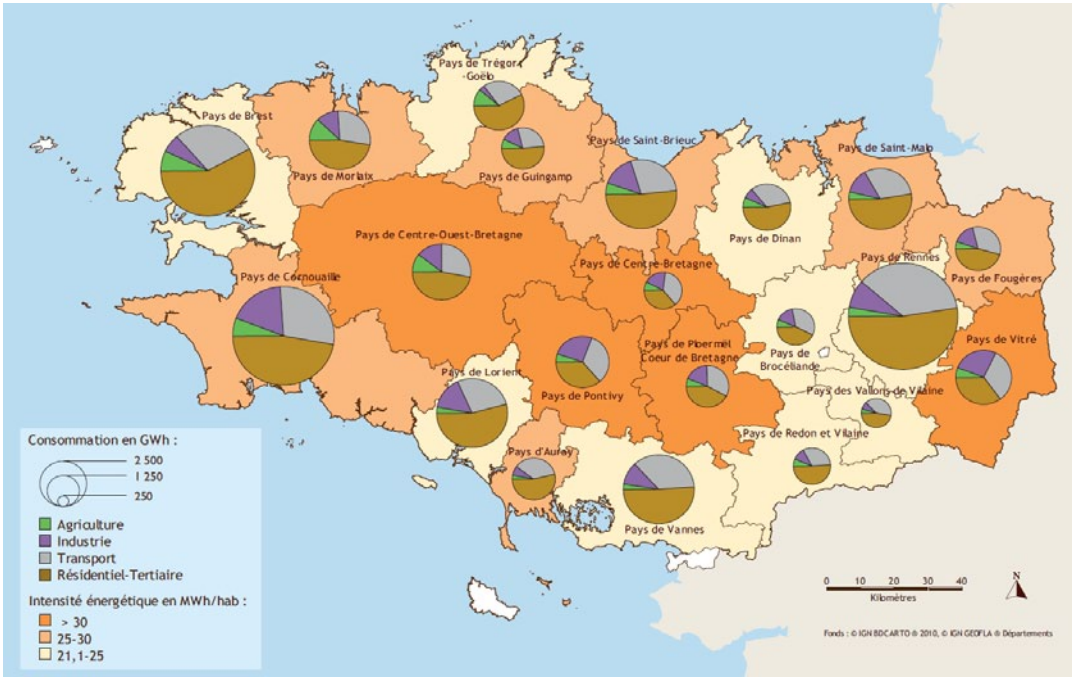



***Figure 3 : Consommation d'énergie finale par secteur et intensité énergétique des Pays en 2005***

*Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES*

## Les consommations d'énergie par secteur

Le parc des bâtiments résidentiel et tertiaire est le premier secteur consommateur d'énergie finale en Bretagne (45 %) devant les secteurs des transports (34 %), de l'industrie (12 %) et de l'agriculture et de la pêche (9 %). Par rapport aux moyennes sectorielles nationales, la Bretagne se distingue par la part significative des consommations du secteur agricole et la part moindre du secteur industriel, ce qui reflète bien la structure économique régionale (Figure 4).

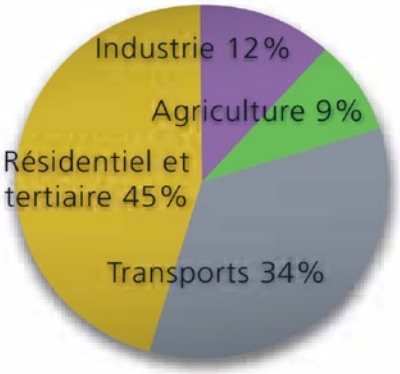



***Figure 4 : Répartition par secteur de la consommation finale d'énergie en 2010***
***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

### Le secteur des bâtiments (résidentiel-tertiaire)[5]

Le secteur résidentiel et tertiaire est composé de l'habitat, individuel et collectif, et des activités de services tels que les bureaux, les hôpitaux et les commerces. Dans ce secteur, les besoins énergétiques concernent principalement le chauffage, l'eau chaude sanitaire et l'électricité et dépendent de l'état du parc et des comportements spécifiques à chaque activité (habitat, travail).

#### Le parc résidentiel

Le parc résidentiel régional est composé de 1,6 million de logements, soit une surface de 152 millions de m². Le parc est dominé par l'habitat individuel qui avec 1,2 million de logements représente 77 % du parc soit une part bien supérieure à la moyenne nationale qui est de 57 %.

L'essentiel du parc individuel est privé (88 %) et constitué de résidences principales (81 %). La part des propriétaires occupants est importante avec 64 % des résidences principales (55 % en France). Le taux de résidence secondaire avoisine les 13 % (9 % en France), avec des taux plus importants en zones littorales.

Le parc de l'habitat collectif comprend 375 250 logements, soit 23 % du parc total résidentiel. Le parc locatif social représente environ 155 000 logements, soit 10 % du parc.

La répartition du parc par période de construction est assez homogène : 53 % des résidences principales bretonnes ont été construites avant 1975, année de la première réglementation thermique, et 9 % sur la période 2000-2005.

Le parc de logements bretons peut être classé en 20 typologies architecturales mises en évidence dans le rapport de la cellule économique de Bretagne. Les principales typologies architecturales regroupent les pavillons post 1968-2005 (688 700 logements), les pavillons de banlieues (223 840) et les maisons de bourg (139 750).

Les logements construits en Bretagne représentent en moyenne 7 à 8 % de la production nationale par an, ce qui est supérieur au poids démographique de la région. Les flux de constructions neuves se sont concentrés dans les principales aires urbaines et sur les zones littorales mais aussi dans

5 *Les informations et les analyses développées dans la partie Résidentiel-Tertiaire sont issues des travaux conduits par la Cellule économique de Bretagne avec le cabinet Energies Demain et qui ont donné lieu à l'élaboration des deux études suivantes : « Construction et développement durable en Bretagne : la rénovation des logements existants » (2009) et « Le parc tertiaire en Bretagne : état des lieux des consommations d'énergie et gisement associés » (2011).*

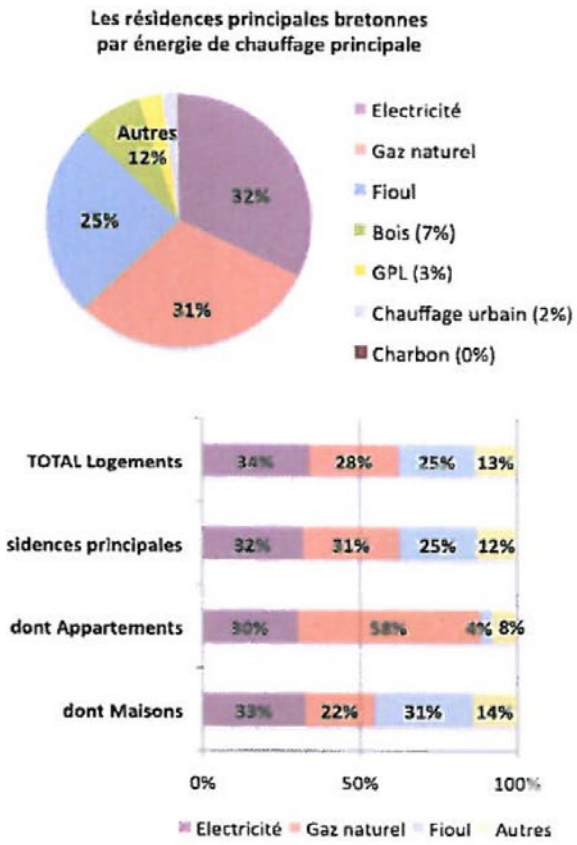



***Figure 5 / Figure 6 - Les résidences principales bretonnes par énergie de chauffage principal et par type de logement***
*Source : Cellule économique de Bretagne, données 2005*

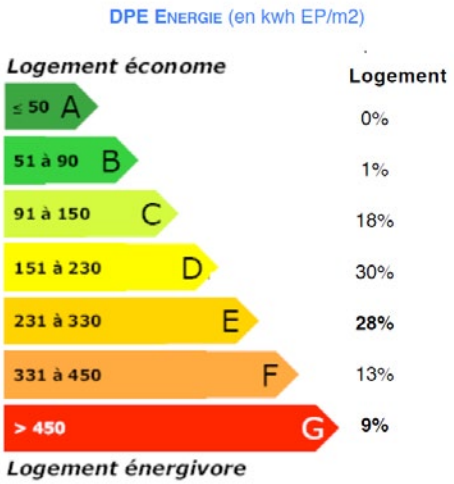



***Figure 7 : Performance énergétique du parc régional de logements***
*Source : Cellule économique de Bretagne, données 2005*

les territoires périurbains et ruraux. Au cours des dernières années, malgré un essoufflement de la demande et de l'activité chantier depuis 2006, la demande pour les maisons individuelles, et plus particulièrement en secteur diffus, reste ainsi soutenue avec 80 % des logements individuels autorisés.

### Les consommations d'énergie du parc résidentiel

Le secteur résidentiel a consommé 2 316 ktep en 2005 et 2 400 ktep en 2010, soit 75 % des consommations d'énergie du secteur résidentiel-tertiaire et 33 % des consommations régionales (Figures 5 et 6).

Ces consommations sont très majoritairement consacrées au chauffage des logements avec 1 850 ktep soit 77 % des consommations du résidentiel devant l'eau chaude sanitaire (ECS), la cuisson, l'éclairage et les usages spécifiques de l'électricité.

L'électricité (32 %), le gaz naturel (31 %) et le fioul (25 %) sont les principales énergies consommées pour le chauffage des résidences principales qui constituent 90 % du parc.

En termes d'énergie primaire, la consommation moyenne d'une résidence principale est plus élevée en Bretagne qu'en France (+1,7 %) du fait d'une part relative de logements énergivores chauffés à l'électricité plus élevée en Bretagne qu'au niveau national.

Les consommations énergétiques se concentrent dans les pavillons post-1968 (43 %), les pavillons de banlieues (21 %) et les maisons de bourg (13 %).

Bâti plus récemment, le parc social présente de meilleures performances énergétiques avec des consommations inférieures de l'ordre de 30 % en moyenne. Les logements sociaux sont chauffés principalement au gaz naturel (64 %), à l'électricité (17 %) et au chauffage urbain (10 %).

Le diagnostic de performance énergétique (DPE) renseigne sur la performance énergétique globale du bâtiment en évaluant sa consommation d'énergie primaire (étiquette énergie) (Figure 7). La majeure partie du parc breton (89 %) se situe entre les étiquettes de performance énergétique C et F. Les étiquettes énergie D (environ 30 % du parc), et E & F (42 %) sont les plus représentées.

Le taux de renouvellement du parc résidentiel breton est de l'ordre de 1,5 %. La réduction des consommations énergétiques des logements passe donc très largement par la réhabilitation du parc de logements existants.

### Le parc tertiaire

Le parc tertiaire régional d'une surface de 42 millions de m² représente environ 5 % du parc national et 25 % du secteur résidentiel-tertiaire régional. Chaque année, environ 1 million de m² de locaux tertiaires neufs sont construits.

Les principales branches d'activité en termes de surfaces chauffées sont l'Enseignement Recherche (26 % des surfaces), le Commerce (20 %), et la branche Bureaux Administration regroupant l'administration publique et les bureaux privés (15 % des surfaces chauffées).

Avec près de 26 millions de mètres carrés, le parc tertiaire privé totalise 63 % des surfaces et est majoritaire dans la plupart des branches d'activité considérées, sauf en Sport Culture Loisirs et Enseignement Recherche. Avec 15 millions de mètres carrés, le secteur public représente 37 % des surfaces chauffées du parc tertiaire (hors Transport).

La répartition des surfaces chauffées par période de construction met en exergue l'importance du parc construit avant toute réglementation thermique (1975). En Bretagne, 47 % des surfaces chauffées du parc tertiaire ont été construites avant 1980, 29 % entre 1981 et 1999 et 24 % sur la période plus récente 2000/2007. Cette répartition varie fortement selon les branches d'activité : la branche Enseignement Recherche présente un parc vieillissant (68 % des surfaces construites avant 1980) du fait notamment de l'importance et de l'ancienneté des locaux d'enseignement primaire et secondaire. Par ailleurs, la moitié des surfaces des branches Café Hôtel Restaurant et Habitat communautaire est antérieure à 1980.

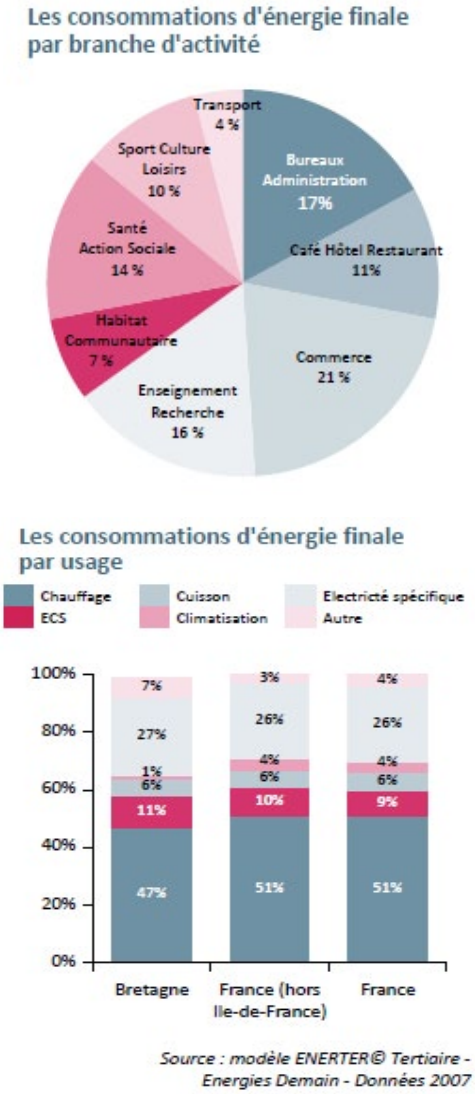
Le gaz de réseau est l'énergie la plus couramment utilisée, avec près de la moitié des surfaces chauffées du parc tertiaire (48 %). Le gaz de réseau équipe ainsi de façon massive les bâtiments du secteur public, particulièrement ceux des branches Sport Culture Loisirs (62 %), Santé Action Sociale (55 %) et Enseignement Recherche (54 %). Le chauffage électrique est très présent dans les établissements privés, notamment à usage commercial (42 %), du fait de l'utilisation massive de systèmes de chauffage décentralisés (commerces de petite taille) ou réversibles, permettant notamment l'usage de la climatisation.

### Les consommations énergétiques du parc tertiaire

La consommation du secteur tertiaire s'est élevée à 772 ktep en 2005 et à 800 ktep en 2010, soit 25 % du parc résidentiel-tertiaire et 11 % de la consommation finale régionale.

Ces consommations sont consacrées principalement au chauffage des bâtiments (47 %), aux usages spécifiques de l'électricité (27 %) et à l'eau chaude sanitaire (11 %).

Les deux principales énergies consommées sont l'électricité (46 % des consommations d'énergie finale) et le gaz de réseau (30 %).




*Source : modèle ENERTER© Tertiaire - Energies Demain - Données 2007*

***Figure 8 / Figure 9 - Les consommations d'énergie finale par branches d'activité et les consommations d'énergie finale par usages***
***Source : Cellule économique de Bretagne, données 2007***

La part du fioul s'établit à 18 % des consommations tandis que les autres combustibles (chauffage urbain, bois, GPL solaire ou autres) représentent un peu moins de 6 % de l'énergie consommée.

La répartition des consommations d'énergie finale par branche est proche de la structure surfacique du parc (Figure 8 - p34). Seule la part de la branche Enseignement Recherche est significativement éloignée de son poids surfacique (16 % des consommations d'énergie contre 26 % des surfaces du parc), du fait de la consommation totale relativement faible de ces établissements.

De façon unitaire (par unité de surface chauffée) (Figure 9 - p34), les bâtiments les plus énergivores sont ceux des branches Café Hôtel Restaurant, Transport et Sport Culture Loisirs. Les cafés, hôtels et restaurants présentent des consommations unitaires s'élevant à 388 kWhEF/m² par an, bien supérieures à celles des autres branches, notamment expliquées par des consommations de cuisson importantes (103 kWhEF/m² par an).

## Le secteur du transport (personnes et marchandises)

La Bretagne dispose d'un réseau d'infrastructures de transports efficaces et nombreuses : un millier de kilomètres de routes nationales et 50 km d'autoroutes, 1140 lignes ferroviaires exploitées dont 55 % électrifiées, 10 gares nationales et 117 gares ou haltes ferroviaires TER, 10 Aéroports, 4 ports d'intérêt national et 13 ports de commerce. Dans ce contexte, la mobilité des personnes connaît un développement soutenu et le transport routier de marchandises occupe une place majeure en lien avec les activités économiques régionales.

### La mobilité des personnes

La mobilité des personnes se répartit en deux types de mobilité : d'une part, quotidienne à l'échelle locale, soit environ 77 % des déplacements, et d'autre part, exceptionnelle à une échelle territoriale plus large et souvent hors-région, soit 23 % des déplacements.

#### *La mobilité quotidienne*

En Bretagne, la mobilité quotidienne des personnes représente près de 10 millions de déplacements locaux effectués par les 2,8 millions de résidents âgés d'au moins 6 ans. Chaque habitant parcourt une moyenne de 3,5 déplacements quotidiens (3,1 à l'échelle nationale) pour un total de 28,7 kilomètres parcourus en 56 minutes. Les trajets entre le domicile et le lieu de travail représentent 16 % des déplacements quotidiens et les trajets entre le domicile et un autre lieu s'élèvent à 53 % de l'ensemble des déplacements. Cette répartition par motif est très proche de celle constatée à l'échelle nationale.

Par leurs déplacements quotidiens domicile-travail, les actifs bretons parcourent en moyenne 15,7 km soit 1 km de plus que la moyenne nationale. En revanche, le temps de parcours moyen des actifs en Bretagne est moindre : 17,7 minutes contre 19,5 pour l'ensemble des régions hors Ile-de-France.

S'agissant des modes utilisés, la voiture est sollicitée pour réaliser 72 % des déplacements locaux les jours de semaine et à 86 % par les trajets domicile-travail. Cette proportion est plus élevée que la moyenne française en province (respectivement, 69,5 % et 80 %).

La marche à pied, deuxième mode de transport, représente en Bretagne, comme ailleurs en province, un cinquième des déplacements et seulement 7,1 % pour le domicile-travail.

L'utilisation des transports collectifs, des deux-roues et de la bicyclette est par contre sous-représentée sur le territoire breton. En outre, le covoiturage, regroupement de plusieurs passagers dans un véhicule pour un trajet commun, se développe au cours de ces dernières années et constitue une offre complémentaire dans la chaîne d'utilisation des transports collectifs : 15 aires de covoiturage sont dénombrées dans les Côtes d'Armor, 31 dans le Morbihan. En Ille-et-Vilaine, une demande sur quatre environ peut aujourd'hui être satisfaite dès l'inscription.

#### *La mobilité exceptionnelle*

La mobilité exceptionnelle qui porte sur un volume moindre de déplacements présente plusieurs spécificités. Chaque résident breton effectue une moyenne de 6,6 voyages longue distance (supérieurs à 80 km à vol d'oiseau du domicile) chaque année, plus que la moyenne française. Ces voyages annuels se répartissent en 5,1 voyages pour motif personnel (visite à des parents, à des amis, vacances, résidences secondaires, autres loisirs) et 1,5 pour motif professionnel (lieu de travail fixe et habituel très éloigné du domicile ou déplacements dans le cadre d'une mission, d'une réunion, d'un stage, etc.).

La voiture est le principal mode de transport pour ces déplacements, mais elle est toutefois nettement concurrencée par le train pour le motif professionnel, notamment pour les liaisons avec les autres régions françaises. Les voyages longue distance au départ de la Bretagne sont fréquemment intra-régionaux (43,5 %).

Le trafic de voyageurs tous trains des principales gares bretonnes connaît une forte augmentation de la fréquentation depuis le milieu des années 2000. La fréquentation des TER a augmenté de 55 % entre 2002 et 2011. Sur la même période, la population régionale a augmenté de 8 %.

Le trafic maritime de voyageurs en Bretagne représente plus de 5 % du trafic voyageurs total français. Le trafic avec les îles britanniques et anglo-normandes est en retrait ces dernières années et se situe bien en deçà des niveaux constatés jusqu'en 2005 (-21 % entre 2002 et 2009).

Enfin, la forte hausse du trafic aérien constatée jusqu'en 2000 s'est ralentie depuis cette date pour atteindre + 4 % entre 2000 et 2009. Les aéroports bretons génèrent un trafic annuel de près de 2 millions de passagers.

### Le transport de marchandises

Le transport de marchandises représente une activité en lien étroit avec les entreprises et notamment le secteur agro-alimentaire et agricole pour la Bretagne.

Pour l'année 2007, les entreprises du secteur du fret ont pris en charge un volume de marchandises de 177,2 Mt se répartissant selon les modes suivants :

- 93,3 % par la route : 22,4 Mt pour les produits agricoles et animaux vivants, 33,8 Mt pour les denrées alimentaires et fourrages et 2 Mt pour les engrais ;
- 5,2 % par la mer : 0,6 Mt pour les produits agricoles et animaux vivants, 2,2 Mt pour les denrées alimentaires et fourrages et 0,2 Mt pour les engrais ;
- 1,4 % par le ferroviaire : 1 Mt pour les produits agricoles et animaux vivants, 0,6 Mt pour les denrées alimentaires et fourrages et 0,03 Mt pour les engrais ;
- 0,05 % par l'aérien : 0,001 Mt pour les produits agricoles et animaux vivants, 0,095 Mt pour les denrées alimentaires et fourrages et 0,002 Mt pour les engrais.

Au total, 37 % de flux totaux de marchandises sont des produits agro-alimentaires. Ces produits génèrent de fortes contraintes sur les flux en raison de leur type (produits de la mer, primeurs, viandes, plats préparés...) qui imposent des délais et le respect des critères de fiabilité (frais, ultra frais, contraintes d'hygiène, de traçabilité) tout en maintenant la maîtrise du coût de transport.

L'essentiel du tonnage de marchandises emprunte la route. Les transports de marchandises sont à plus de 95 % routiers en Bretagne et concernent très majoritairement les flux intrarégionaux et limitrophes (importations et exportations). L'analyse en kilomètres totaux permet cependant de souligner l'importance du transport par voie maritime. Les distances totales parcourues par les marchandises sont près de 5 fois supérieures par voie maritime que par route.

### Les consommations énergétiques liées aux transports (personnes et marchandises)

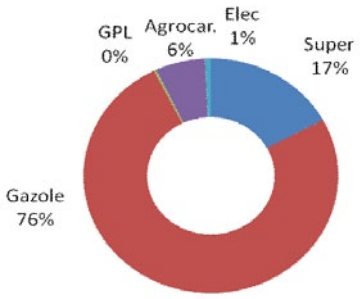



***Figure 10 - Mix énergétique du transport***
***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

La consommation des transports a atteint 2 450 ktep en 2005 et 2 373 ketp en 2010, soit 34 % des consommations régionales d'énergie finale. Les consommations et la contribution du secteur aux consommations globales sont globalement stables entre 2000 et 2010.

Les consommations d'énergie liées à la mobilité quotidienne représentent environ 1 200 ktep soit plus de 50 % des consommations. Les consommations des activités de fret s'élèvent à 780 ktep soit 33 % de la consommation des transports. Enfin la mobilité exceptionnelle porte sur 380 ktep soit 13 % des consommations d'énergie.

Le gazole est le carburant le plus consommé avec 1 800 ktep soit 76 % des consommations. La part des agrocarburants livrés en mélange avec le super et le gazole est estimée à 6 % des carburants consommés (Figure 10).

Les consommations du mode routier (hors transport en commun) sont prépondérantes avec 87 % des consommations d'énergie pour le transport des voyageurs et 50 % pour le transport des marchandises.

## Le secteur de l'agriculture et de la pêche

### L'agriculture, activité économique structurante

L'agriculture tient une place importante en Bretagne, tant sur l'utilisation de son territoire, qu'en production agricole ou agroalimentaire.

En 2010, la surface agricole utile (SAU) occupe 63 % de la superficie totale du territoire régional et situe la région au 6ème rang national pour la SAU. Les surfaces agricoles sont soumises à une forte pression foncière induite en partie par le dynamisme démographique de la région.

La Bretagne se positionne au premier rang des régions françaises en potentiel de production brute (12 %). Première région française pour les productions animales (21 % des cheptels nationaux), 70 % des exploitations ont une activité spécialisée dans l'élevage et 60 % de la SAU est consacrée aux cultures destinées à la production d'alimentation animale.

La Bretagne est également une région légumière de premier plan (86 % des surfaces nationales de choux-fleurs, 83 % des surfaces nationales d'artichauts, 26 % de la production nationale de tomates sous serre).

Sur le plan économique, la part de l'emploi agricole (emplois directs), environ 5 % de l'emploi régional, reste une des plus élevées en France (3 %) et participe à hauteur de 8 % à l'emploi agricole national. Par ailleurs, les industries agroalimentaires bretonnes, implantées depuis longtemps sur le territoire, concentrent en 2008 un tiers de l'emploi industriel régional.

La richesse réalisée par l'agriculture et les industries agro-alimentaires (IAA), mesurée par la valeur ajoutée, représente 6 % du PIB régional, soit un taux deux fois plus élevé que celui de la France métropolitaine.

En 2010, environ 10 % des exploitations bretonnes commercialisent leurs produits en circuit court et 6 % pratiquent l'agriculture biologique. Avec 3,2 % de la SAU régionale en 2010, la Bretagne est la 6ème région française pour la SAU bio ainsi que pour le nombre d'exploitations. 11 % des installations aidées concernent l'agriculture biologique.

### Le secteur de la pêche

Établie sur deux fenêtres maritimes, la Manche et l'Atlantique, forte d'environ 3 000 kilomètres de linéaire côtier (42 % du littoral français), la Bretagne est une région de grande tradition maritime. Elle bénéficie d'une grande variété de milieux marins et fournit 51 % de la pêche maritime française en valeur marchande. Parmi les activités traditionnelles, la pêche maritime est particulièrement prégnante en Bretagne puisqu'avec 29 % de la flotte française et 30 % de l'effectif de marins français, la région fournit 35 % de la pêche maritime française.

### Les consommations énergétiques de l'agriculture et de la pêche

Le secteur agricole et de la pêche a consommé 720 ktep en 2005 et 605 ktep en 2009, dont près de la moitié d'électricité (47 %) et pour un tiers de fioul (Figure 11).

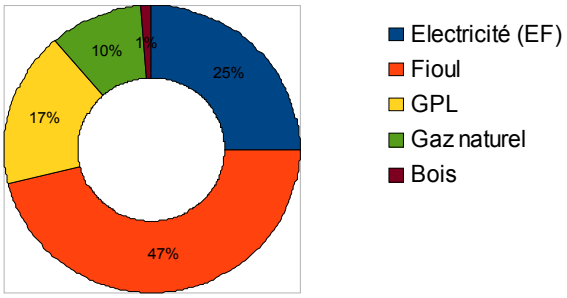



***Figure 11 – Consommation énergétique par type d'énergie de l'agriculture en 2005***
***Source : GIP Bretagne Environnement, Ener'GES***

La consommation du secteur agricole connaît une tendance nette à la baisse depuis 2005 (-19 %) et atteint en 2010 9 % de la consommation régionale finale. En effet, des efforts importants sont déjà menés en matière de réduction des consommations :

- d'énergies directes par la mise en place d'équipements dans le cadre du Plan de Performance Énergétique (PPE), du programme Éco Énergie Lait ou encore dans le cadre du Plan Végétal Environnement (PVE) serres énergie ;

- d'énergies indirectes (par la réduction de la fertilisation minérale ou la baisse de l'indice de consommation en élevage).

Les bâtiments d'élevage constituent le premier poste de consommation (46 % en énergie finale, dont 52 % d'électricité). Les 56 % restant se partagent pour moitié entre les consommations des serres et des engins agricoles. Ceux-ci consomment exclusivement du fioul. La consommation des serres est dominée par le gaz naturel (67 %).

En 2010, le secteur de la pêche représente 1 % de la consommation d'énergie finale bretonne avec une consommation de 54 ktep de fioul. Ce secteur présente une vulnérabilité particulière en raison du poids des prix du carburant pouvant aller jusqu'à 47 % du chiffre d'affaires (Etude Coopération maritime, 2012).

## Le secteur industriel

***Un tissu de PME-PMI orienté vers l'industrie agro-alimentaire***

L'industrie régionale représente 5,1 % des établissements industriels en France et 5,2 % des emplois en France fin 2010.

Organisé autour de PME-PMI représentant environ 18 000 emplois dans 13 200 établissements, l'industrie bretonne se singularise par le poids de l'agroalimentaire soit près de 25 % des établissements industriels. Le secteur a connu un essor considérable depuis vingt-cinq ans en se spécialisant dans la transformation des protéines animales (viandes, poissons, lait), la production légumière et l'alimentation animale.

Les activités métaux mécaniques (construction automobile, navale, équipements industriels, travail des métaux, ...) sont également fortement représentées.

La construction navale, aéronautique et ferroviaire se démarque en Bretagne avec près de 512 établissements, soit 13,4 % du total national. L'industrie navale Grand-Ouest représente 3/4 des emplois nationaux et Brest est le premier port français de réparation navale.

### Les consommations d'énergie de l'industrie

L'industrie a consommé 940 ktep en 2005 et 846 ktep en 2010. Après une hausse de 13 % de 2000 à 2007, une décroissance est amorcée en 2008. La consommation en 2010 est inférieure de 7 % à celle de 2005 et représente 12 % de la consommation régionale d'énergie finale, ce qui en fait un secteur relativement moins énergivore qu'au plan national (20 %).

L'industrie bretonne se caractérise également par une forte consommation d'électricité soit 42 % (France : 29 %) et de gaz soit 38 % (France : 34 %) et une consommation plus modeste, voire faible, de produits pétroliers avec 19 % (France : 15 %) et de charbon avec 2 % (France : 15 %).

La part du fioul qui représentait 20 % de la consommation en 2000, est divisée par deux en 2010, remplacée par le gaz et l'électricité. Le bois, la chaleur réseau et le biogaz contribuent aux 5 % des énergies renouvelables consommées.

Les industries agro-alimentaires (IAA) ont consommé 64 % de l'énergie du secteur industriel. L'industrie du lait et de la viande totalisent 35 % de la consommation de l'industrie.

## Le secteur du tourisme

La Bretagne est la quatrième région touristique en France et la première pour les séjours mer. Le tourisme est un secteur incontournable de l'économie régionale avec 4,6 % des emplois de la région et jusqu'à 7 % des emplois salariés régionaux en pleine saison estivale (5ème rang des régions françaises).

L'activité hôtelière concentre près de la moitié des emplois et connaît une forte concurrence des maisons secondaires. Le parc de maisons secondaires représente 13 % des résidences bretonnes en 2009 et 86 % se situent sur les communes littorales.

La part du tourisme dans les consommations d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre est également fortement induite par les transports (traité dans la partie transport).

Le tourisme est un secteur transversal dont les consommations et émissions sont intégrées dans les secteurs du bâtiment (résidentiel et tertiaire) et des transports. Aucun bilan énergétique sectoriel régional n'est disponible actuellement. Un travail mériterait d'être développé.

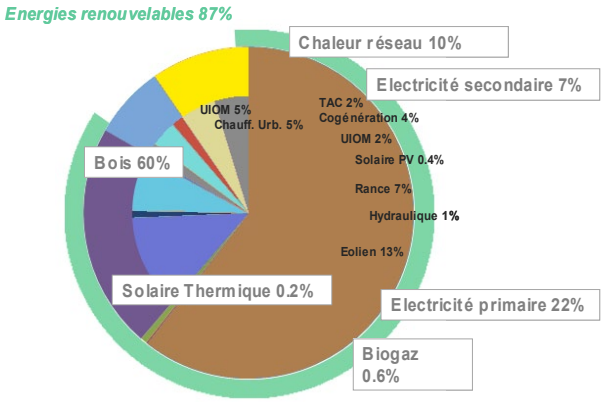



***Figure 12 : Part de chaque énergie dans la production régionale d'énergie finale en 2010***
***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

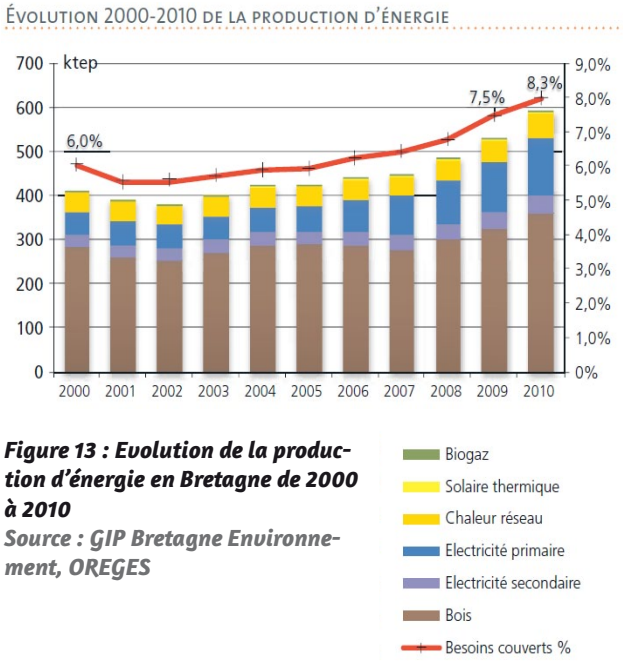



***Figure 13 : Evolution de la production d'énergie en Bretagne de 2000 à 2010***
***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

## La production d'énergie en Bretagne

En 2010, les moyens de production thermique et électrique installés en Bretagne ont fourni 594 ktep d'énergie finale aux consommateurs bretons, soit 8,3 % des besoins régionaux (92 % de l'énergie est importée) (Figure 12). En hausse régulière depuis une dizaine d'années, cette production régionale est issue à 87 % de sources renouvelables et à 13 % de sources non-renouvelables, et se répartit en 420 ktep de chaleur (70 %) et 174 ktep d'électricité (30 %) (Figure 13).

### La production régionale d'énergie non renouvelable

La production thermique et électrique conventionnelle ou non renouvelable s'est élevée à 77 ktep d'énergie finale soit environ 1 % de la consommation régionale en 2010. En Bretagne, seule l'électricité secondaire n'est pas entièrement d'origine renouvelable.

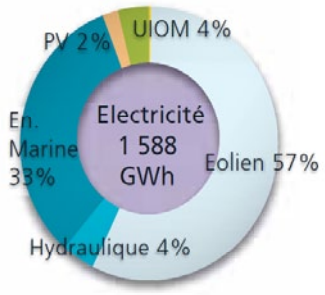
Cette production est issue de différents systèmes de production répondant à des usages spécifiques : les turbines à combustion pour la production électrique de pointe (puissance installée de 480 MW dans le Finistère en activité jusqu'en 2015), les groupes électrogènes (certains installés dans les îles non raccordées au réseau électrique), les unités de cogénération (entreprises, tertiaire) et les unités d'incinération d'ordures ménagères (alimentation de réseaux de chaleur).

L'entrée en service d'une centrale de production électrique cycle combiné gaz (CCG) d'une puissance de 420 MW est prévue à moyen terme.

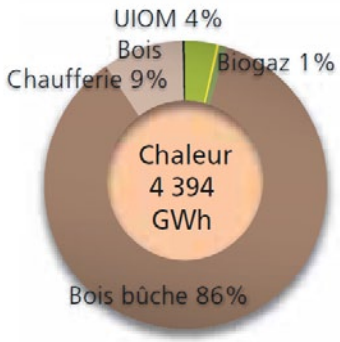
### La production régionale d'énergie renouvelable

Depuis une dizaine d'années, la production renouvelable régionale connaît un développement qui s'est accéléré récemment : + 46 % entre 2000 et 2010 et + 12 % entre 2009 et 2010 (Figure 14 - p40).

En 2010, la production thermique et électrique d'origine renouvelable a atteint 514 ktep (5 964 GWh) livrés au consommateur soit 7,1 % de la consommation régionale d'énergie finale. Ce ratio production renouvelable/ consommation finale demeure inférieur en Bretagne au taux moyen national qui est de 13 %.




*1 : Production électrique renouvelable en 2010*




*2 : Production thermique renouvelable en 2010*

***Figure 14 : Production électrique et thermique renouvelable par filière en Bretagne en 2010***
***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

La production de chaleur reste dominante avec 378 ktep (4 394 GWh) soit 74 % de la production renouvelable bretonne en 2010. Depuis 2000, la production thermique enregistre une progression qui se chiffre à + 27 % en dix ans. Dans ce contexte de progression, les dernières années ont été marquées par le développement des chaufferies collectives utilisant le bois-énergie, l'émergence des installations solaire thermique (individuel et collectif) et la progression des installations de production de biogaz. Le bois-bûche (chaufferie et insert individuel) demeure toutefois le vecteur le plus important avec 3 755 GWh produits, soit 85 % de la production thermique régionale renouvelable (Figure 14-2).

La production d'électricité a atteint 138 ktep (1 588 GWh), soit son niveau le plus élevé pour la Bretagne. Depuis 2005, la production électrique régionale a doublé grâce au développement de la production d'origine éolienne devenue en 2010 avec 78 ktep (905 GWh) la première source d'électricité renouvelable (60 %) devant la production de l'usine marémotrice de la Rance (45 ktep/523 GWh) qui ne représente plus que 34 % de la production électrique renouvelable régionale.

Il est à noter que les pompes à chaleur de type aérothermique et géothermique, du fait de la consommation électrique nécessaire à leur fonctionnement, ne sont pas prises en compte dans la production renouvelable dans le contexte breton de fragilité du réseau électrique.

Les estimations de la production effectuées pour l'année 2012 (Tableau 1) confirment la tendance à la forte augmentation en cours de la production électrique grâce à l'éolien terrestre et dans une moindre mesure à la production issue de la filière biogaz (méthanisation) qui connaît un décollage en Bretagne.

| | Filière | Productions en GWh en 2010 | Estimation des productions en GWh en 2012 | % de la consommation d'energie finale 2010 |
|---|---|---|---|---|
| ENR Electrique | Eolien terrestre | 905 | 1309 | 1,1% |
| | Eolien marin | 0 | 0 | 0,0% |
| | Photovoltaique | 29 | 110 | 0,0% |
| | Méthanisation | 4 | 36 | 0,0% |
| | Déchets (UIOM) | 79 | 79 | 0,1% |
| | Hydroelectricité | 66 | 66 | 0,1% |
| | Usine marémotrice de la Rance | 523 | 523 | 0,6% |
| **Total électricité** | | **1606** | **2123** | **1,9%** |
| ENR Thermique | Solaire thermique | 12 | 12 | 0,0% |
| | Méthanisation | 30 | 30 | 0,0% |
| | Déchets (UIOM) | 176 | 176 | 0,2% |
| | Bois bûche | 3755 | 3755 | 4,5% |
| | Bois (collectif) | 410 | 410 | 0,5% |
| **Total Thermique** | | **4383** | **4383** | **5,2%** |
| | ***Total*** | ***5 989*** | ***6 504*** | ***7,2%*** |

***Tableau 1 : Production renouvelable en Bretagne en 2010 (réalisée) et 2012 (estimée)***

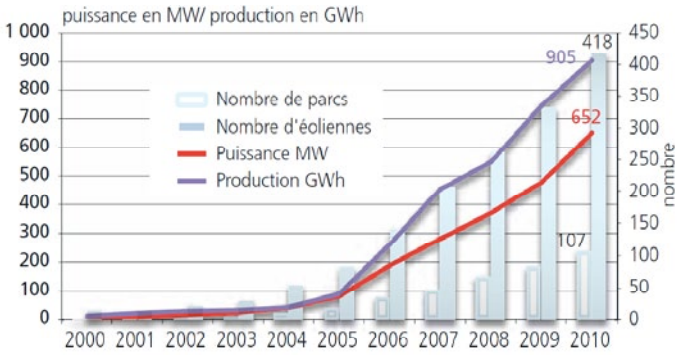



***Figure 15: Évolution du nombre, de la puissance et de la production d'électricité des éoliennes***
***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

### La production éolienne terrestre

L'énergie éolienne est produite à partir de la force du vent. Les éoliennes convertissent l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. La production électrique éolienne est une source d'énergie primaire qui ne subit aucune transformation.

En quelques années, la Bretagne est devenue la troisième région française en puissance installée et pour la production (Figure 15).

En 2010, la puissance installée s'est établie à 652 MW pour un parc total de 418 machines réparties sur 107 sites. La production électrique éolienne bretonne a atteint 905 GWh soit 11 % de la production éolienne nationale. Les premières estimations pour l'année 2012 font apparaître une poursuite de la croissance de la production autour de 1 300 GWh soit une augmentation de l'ordre de 40 %.

Fin 2011, les zones de développement éolien (ZDE) représentaient 1 525 MW de puissance maximale potentielle et 842 MW de projets de permis de construire en cours d'instruction. Les permis de construire autorisés comptabilisent 1 048 MW. Le schéma régional éolien (SRE), qui définit les zones favorables au développement de l'éolien est l'annexe du présent schéma.

Le développement de l'éolien connaît aujourd'hui un ralentissement sensible résultant du renforcement de la réglementation en 2010 : classement des éoliennes en ICPE, nécessité de construire des parcs de 5 mâts minimum, distance minimale de 500 m entre les éoliennes et les habitations. Ainsi entre 2009 et 2010, la puissance installée des parcs avait fait un bond de 37 % alors qu'il n'est que de 4 % entre 2010 et 2011.

### La biomasse

La biomasse désigne l'ensemble de la matière organique valorisable énergétiquement sous forme de production de chaleur et d'électricité à l'issue de la mise en œuvre de différents procédés :

- La combustion qui concerne le bois-énergie (valorisation thermochimique).
- La conversion des matières organiques en un biogaz permettant une production thermique et électrique, comme dans le cadre de la méthanisation (valorisation biochimique).

- La transformation chimique en vue de la production d'agrocarburant.

La biomasse est une source d'énergie renouvelable tant que sa consommation ne dépasse pas l'accroissement biologique.

*Le bois énergie*

La biomasse « bois-énergie » est la première ressource pour la production renouvelable en Bretagne avec une production de 359 ktep (4 165 GWh) en 2010.

Les différentes installations de combustion du bois-énergie exploitent soit le bois bûche au niveau de l'habitat individuel le plus souvent, soit le bois déchiqueté destiné aux chaufferies collectives dans plusieurs secteurs, soit encore le granulé bois qui se développe fortement par l'installation de poêles et chaudières dans l'habitat individuel et dans les petites et moyennes installations collectives.

*Les installations individuelles utilisant le bois bûche*

Le bois bûche est la première énergie renouvelable mobilisée en Bretagne avec une production thermique de 3 755 GWh en 2010. Issu à 85 % de la production locale (forêts et bocage), le bois bûche représente 86 % de la chaleur renouvelable et 63 % de l'ensemble de la production d'énergie renouvelable, chaleur et électricité confondues.

La production progresse légèrement depuis 2000, à l'image de l'augmentation du nombre de logements équipés en appareils de chauffage au bois, passés de 375 000 en 2001 à 405 000 en 2006 (Figure 16).

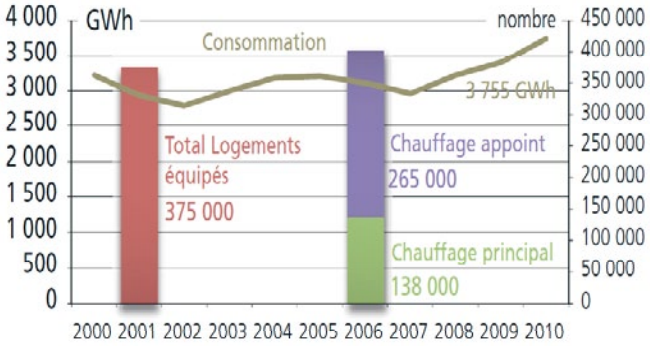



***Figure 16 : Consommation de bois bûche et logements équipés de chauffage au bois de 2000 à 2010***

***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

*Les chaufferies collectives et industrielles*

En 2010, 211 chaufferies au bois déchiqueté fonctionnent en Bretagne (32 en 2000). La puissance installée atteint 156 MW et la production 410 GWh, soit 7 % de la production renouvelable régionale.

Depuis 2000, avec l'appui des plans bois-énergie successifs, le nombre des chaufferies a fortement augmenté et la puissance cumulée a été multipliée par 4. Trois chaufferies urbaines au bois alimentent des réseaux de chaleur (Figure 17).

Le gisement de bois en Bretagne pour les chaufferies collectives a été estimé à environ 500 000 tonnes. Dans l'hypothèse de conditions technico-économiques favorables, ce gisement est susceptible d'être plus impor-

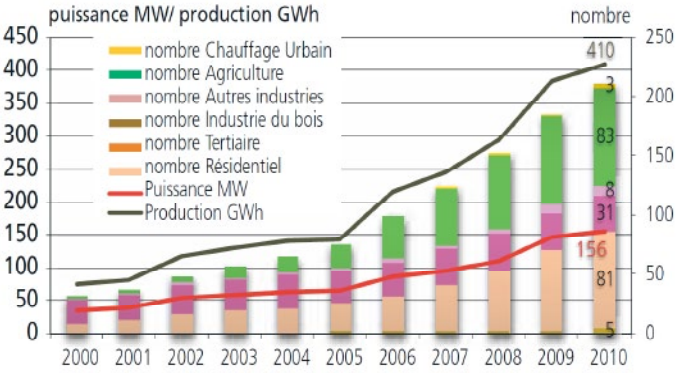



***Figure 17 : Puissance et production thermique des chaufferies collectives au bois de 2000 à 2010***

***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

tant sans affecter le renouvellement biologique de la ressource régionale.

Il convient de noter que suite à l'appel d'offre de la CRE (Commission de Régulation de l'Energie) une unité de cogénération-bois a été retenue à Rennes pour (10 MWé ) avec un plan d'approvisionnement local.

### *Le biogaz (méthanisation)*

La méthanisation de matières organiques est un processus naturel de fermentation qui produit un « biogaz » utilisé comme combustible. Le biogaz est une énergie renouvelable qui peut être valorisée sous différentes formes : pour alimenter un réseau de gaz ou une chaudière à gaz, comme carburant véhicule, pour alimenter un moteur qui produira par co-génération de l'électricité et de la chaleur valorisables (filière actuellement encouragée par le tarif d'achat de l'électricité).

En outre, les unités de méthanisation peuvent fonctionner en continu soit environ 8 000 heures par an, ce qui leur confère un intérêt particulier par rapport aux autres productions renouvelables intermittentes.

Fin 2011, la Bretagne compte 23 installations en service dont 14 installations en co-génération, pour une production thermique de 30 GWh et une production électrique de 36 GWh (Tableau 2).

| | 2009 | 2010 | 2011 |
|---|---|---|---|
| Nombre d'installations en fonctionnement | 1 | 14 | 23 |
| dont en cogénération | 1 | 6 | 14 |
| Puissance électrique installée (MW) | 0,4 | 1,4 | 4,5 |
| Production électrique (GWhé) | 0,9 | 4 | 36 |
| Puissance thermique installée (MW) | - | 5 | 9 |
| Production thermique valorisée (GWhth) | - | 30 | 30 |

***Tableau 2 : Bilan des installations de méthanisation***
***Sources : ADEME, AILE et OREGES, GIP Bretagne Environnement***

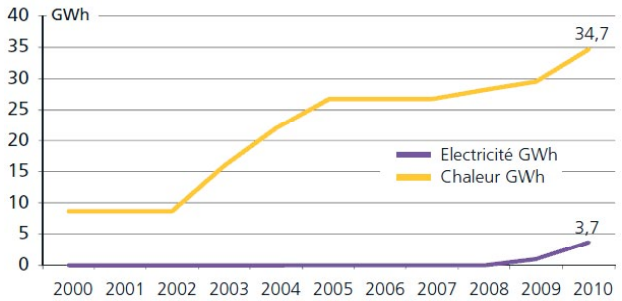



***Figure 18 : Production thermique et électrique par valorisation du biogaz de 2000 à 2010***
***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

Les unités de production électrique sont principalement des unités de « méthanisation à la ferme », de petite taille (100 à 530 KWe). Une unité de méthanisation dite « collective » existe à ce jour en Bretagne : l'unité Géotexia à Saint-Gilles du Mené (22) d'une puissance de 1,6 MWé (5 000 000 m³ de biogaz valorisé).

Le biogaz peut également être valorisé dans des unités dites « de collectivités ». Il peut s'agir de stations d'épuration (STEP), par digestion des boues. Début 2000, des stations d'épuration (STEP) ainsi que des industries se sont équipées pour valoriser la chaleur (Figure 18).

A ce bilan, s'ajoute la captation et la valorisation du biogaz de deux installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND), dits également centres d'enfouissements techniques de classe 2, mises en fonctionnement en 2011 pour une puissance installée de 2,6 MW.

### *Les cultures énergétiques*

Les cultures énergétiques correspondent à la production de biomasse à vocation énergétique sur des terres agricoles. La production de bois en forêt n'est pas considérée sous cette appellation. Les cultures énergétiques constituent une ressource d'énergie renouvelable qui peut être mobilisée de différentes façons (combustion, distillation, fermentation, gazéification ou pyrolyse) pour différentes applications (chaleur, électricité ou biocarburant).

La culture énergétique est réduite en Bretagne. Les rendements médiocres de la campagne 2007 et la suppression temporaire de l'obligation de geler des terres expliquent, en partie, ce désintérêt pour les cultures énergétiques.

En 2010, un peu plus de 1 000 exploitations produisent des agrocarburants, essentiellement des oléagineux (colza, tournesol,...), sur une surface totale d'environ 6 000 ha, ce qui représente 2 % de la surface destinée à cet usage en France, alors qu'en 2007, la Bretagne participait à hauteur de 4 % aux surfaces énergétiques nationales. La surface agricole utile (SAU) de colza énergétique a reculé. La part de la surface en colza énergétique dans la SAU des exploitations bretonnes s'élève en 2008 à 1 % alors que le même ratio au niveau national atteint 2,3 %.

Les autres cultures énergétiques (blé éthanol ou taillis à courte rotation comme le miscanthus) se développent peu.

On retrouve également quelques dizaines d'hectares de cultures lignocellulosiques destinées à alimenter des installations de combustion (intégrés dans la filière biomasse combustible) ainsi que quelques hectares de cultures utilisées en méthanisation (intégrés dans la filière biogaz).

## Le solaire photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque transforme le rayonnement solaire en électricité grâce à des cellules semi-conductrices intégrées à des panneaux installés sur des bâtiments ou posés au sol. Une puissance d'1 kW électrique (kWé) est obtenue à partir de 10 m² de panneaux solaires, et la surface totale de terrain nécessaire pour les centrales au sol est 2 à 3 fois supérieure.

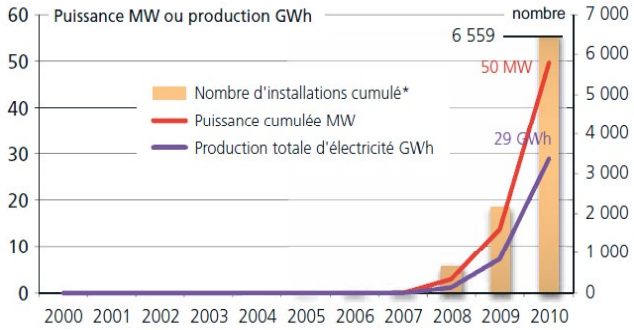



***Figure 19 : Nombre d'installations solaires photovoltaïques, puissance et production de 2000 à 2010***
***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

Fin 2010, la Bretagne comptait 6 559 sites en toiture en fonctionnement pour une puissance de 50 MWé et une production de 29 GWhé, soit 2 % de la production totale d'électricité renouvelable. Entre 2010 et fin septembre 2011, la puissance installée et le nombre d'installations ont doublé en Bretagne pour atteindre 5 % des installations en France (Figure 19).

Les installations sont localisées en majorité chez les particuliers, avec une puissance de l'ordre de 3 kWé. La Bretagne ne compte fin 2010 que 5 installations supérieures à 250 kWé. Cependant, 23 communes dépassent en cumul 250 kWé.

Le changement de réglementation du tarif d'achat de l'électricité et le moratoire décidé par le gouvernement en 2010 ont freiné la progression en puissance de l'énergie photovoltaïque en Bretagne comme en France. Le développement du photovoltaïque qui était de 265 % entre 2009 et 2010, est passé à 105 % entre 2010 et 2011.

## Le solaire thermique

Les panneaux solaires thermiques transforment le rayonnement solaire en énergie thermique, en captant la chaleur transmise par rayonnement sur un corps noir. Cette transformation est utilisée directement pour produire de l'eau chaude sanitaire ou chauffer un bâtiment.

En 2010, la Bretagne compte 5 500 installations dont 400 collectives soit 3 % des surfaces installées en France (installations de séchages agricoles incluses) pour une production d'environ 12 GWh de chaleur. Les installations individuelles chez les particuliers représentent 80 % des 36 000 m² de panneaux solaires thermiques installés (Figure 20 - p45).

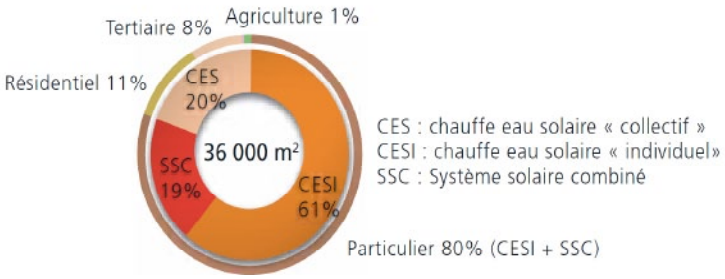



***Figure 20 : Répartition des surfaces installées fin 2010***
***Source : GIP Bretagne Environnement, OREGES***

Les installations couvrent essentiellement deux usages : d'une part, la production d'eau chaude sanitaire (ECS) avec les chauffe-eau solaires individuels (CESI) chez les particuliers et les chauffe-eau solaires (CES) en collectif (résidentiel, tertiaire, industrie ou agriculture), et d'autre part, le chauffage combiné avec l'ECS par les systèmes solaires combinés (SSC).

Après une forte croissance jusqu'en 2007, le nombre d'installations baisse chaque année. Cette tendance est nationale, voire européenne. Chez les particuliers, cette baisse s'explique par la conjonction de la baisse des aides régionales, de la crise économique, de la montée en puissance du solaire photovoltaïque et de la concurrence des offres thermodynamiques. A l'inverse, les installations collectives (hôtellerie, maisons de retraite,...) sont en hausse, notamment sur les bâtiments tertiaires, favorisées par les aides du CPER depuis 2006 et le Fonds Chaleur mis en place par l'ADEME en 2009.

### La valorisation énergétique des déchets

Les usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM) produisent de la chaleur et de l'électricité que l'on qualifiera de « renouvelable » pour moitié conformément aux hypothèses nationales. Cette ressource est disponible sur le très long terme et participe d'une démarche environnementale : moins d'émissions de $CO_2$, meilleure gestion des ressources, etc.

Dix des onze UIOM bretonnes valorisent l'énergie restituée par les déchets incinérés soit sous forme électrique (3 sites), soit sous forme de chaleur livrée au réseau (2 sites), soit les deux (5 sites).

Cette production représente 230 GWh livrés en 2010 dont 61 GWh d'électricité et 169 GWh de chaleur, soit au total 4 % de la production régionale renouvelable. La production d'énergie des UIOM a peu évolué au cours des dernières années.

La chaleur produite est utilisée à 70 % pour le chauffage urbain, 20 % par l'industrie et 10 % pour le chauffage des serres agricoles. Les UIOM autoconsomment environ 30 % de l'électricité totale produite sur les sites pour leur fonctionnement et particulièrement pour les équipements de traitement de leurs rejets.

### La production hydroélectrique

L'hydroélectricité récupère la force motrice des cours d'eau pour la transformer en électricité. On distingue les installations hydroélectriques « au fil de l'eau », qui font passer dans une turbine tout ou partie du débit d'un cours d'eau en continu, et celles nécessitant des réserves d'eau (« par éclusées » ou « de lac »).

Fin 2010, 39 MW étaient en fonctionnement, répartis sur 35 sites et produisant 66 GWhé. Les unités de production les plus importantes sont les barrages de Guerlédan (16 MW), Saint-Herbot (6,7 MW) et Rophemel (5 MW). On dénombre 27 installations d'une puissance inférieure à 1 MW, relevant de la « micro-hydroélectricité ».

Depuis 2000, la puissance installée a très peu évolué, les dernières installations étant de très petite puissance (< 100 KW). Après une chute importante de la production jusqu'en 2003 en raison d'un déficit hydraulique, la production a retrouvé un niveau normal.

La réglementation, qui s'est renforcée notamment sur le plan environnemental (objectif de continuité écologique), aura probablement des répercussions à la baisse pour cette filière.

### Les énergies marines

Les énergies marines sont définies par les technologies permettant de produire de l'électricité à partir des différentes forces et ressources du milieu marin. La mer constitue une source inépuisable d'énergies : les courants, les marées, les vagues et la houle, les échanges thermiques, les différences de salinité et bien sûr le vent.

Par sa situation géographique, la Bretagne est concernée par le développement de ces nouvelles filières de production, tant au niveau de la production que des enjeux industriels pour les entreprises régionales.

Depuis plus de quarante ans, la Bretagne produit de l'électricité à partir de l'énergie des marées grâce à l'usine de la Rance. Le marnage de 13,50 mètres y est l'un des plus forts au monde. Exploitée par EDF, l'usine a produit 523 GWh en 2010 soit l'équivalent des besoins résidentiels d'une ville comme Rennes (210 000 habitants).

Aujourd'hui la filière hydrolienne est en cours d'émergence en vue d'un futur développement à l'horizon 2030-2050. Dans cette optique, EDF prévoit de raccorder au réseau électrique un parc démonstrateur de quatre hydroliennes, installées au large de Paimpol et de Bréhat d'une capacité totale d'environ 2 MW. Ce site pré-industriel utilisera l'énergie des courants marins et permettra d'alimenter environ 2 000 foyers. L'objectif est de tester la technologie, d'en apprécier le potentiel de développement et l'impact sur l'environnement pour, le cas échéant, favoriser l'émergence d'une filière française. Ce site pilote représente une opportunité d'y adosser un site d'essais hydrolien français afin de favoriser l'émergence de cette nouvelle filière industrielle.

Enfin, dans le cadre du premier appel d'offres national éolien offshore lancé en 2011, une zone a été retenue au nord de la baie de Saint-Brieuc avec une puissance visée de 500 MW. Sélectionné au printemps 2012, le consortium Ailes Marines SAS lauréat rassemble Iberdrola, Areva, Technip, Neoen Marine et la Caisse des Dépôts et Consignations.

# Population et énergie : sensibilité sociale et accès à l'énergie

## Résumé

L'analyse de l'accès à l'énergie permet de mettre en évidence **l'occurrence de la précarité énergétique** en Bretagne, c'est-à-dire le fait que pour certains ménages, les charges liées au chauffage représentent plus de 10% de leurs revenus. En Bretagne, plus de 100 000 ménages propriétaires de leur logement seraient concernés par cette situation.

**Le coût des transports** peut venir renforcer cette précarité énergétique lorsque les ménages sont situés dans des zones rurales ou périurbaines dans lesquelles l'usage des voitures, notamment pour les déplacements dits « contraints » (de type domicile-travail), a peu d'alternatives.

## Précarité énergétique

La prise en compte de la précarité énergétique a évolué ces dernières années, sous l'impulsion de la loi du 12 juillet 2010 dite « loi Grenelle 2 » et du plan national de lutte contre la précarité énergétique en 2010, baptisé «Habiter Mieux». Ce programme prévoit sur la période 2010-2017, la réhabilitation des logements de 300 000 propriétaires modestes en situation de forte précarité énergétique, situés notamment en milieu rural.

La définition de la précarité énergétique est donnée par la loi Grenelle 2 : « est en situation de précarité énergétique au titre de la présente loi une personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat ».

La précarité énergétique résulte donc de la combinaison de trois facteurs principaux :

- des ménages vulnérables par la faiblesse de leurs revenus,
- la mauvaise qualité thermique des logements occupés,
- le coût de l'énergie.

Cette préoccupation s'est traduite par la récente création d'un observatoire national de la précarité énergétique (mars 2011) et par la mise en place, aux niveaux national et local, de mesures destinées à améliorer les performances thermiques des habitats.

En France, on considère que la précarité énergétique commence lorsque le taux d'effort des dépenses consacrées à l'énergie est supérieur à 10 %. Le taux d'effort énergétique correspond à la part des ressources consacrées par un ménage à ses dépenses d'énergie dans le logement. En 2006, il est en moyenne de 5,5 %, mais il est passé de 10 à 15 % pour les ménages modestes entre 2001 et 2006. Selon cette approche, 13 % des ménages français sont aujourd'hui en précarité énergétique avec un taux d'effort énergétique supérieur à 10 %. Il s'agit de ménages défavorisés, mais aussi de ménages modestes.

En Bretagne, plus de 100 000 propriétaires occupants auraient une facture énergétique à usage domestique excédant 10 % de leurs revenus annuels. 22 % des résidences principales bretonnes sont estimées énergivores (classées en étiquette DPE énergie de type facture en F ou G). La part de ces résidences principales énergivores est particulièrement élevée au sein des pays Centre-Ouest-Bretagne (38 %), Fougères, Redon (34 %) et Dinan (31 %).

## Vulnérabilité énergétique globale

Si l'on considère la précarité énergétique dans sa globalité et dans une perspective de plus long terme, une hausse des prix de l'énergie affectera à la fois les dépenses de chauffage mais également celles des déplacements de travail ou de loisirs notamment s'ils sont effectués en voiture individuelle. Il est alors question de vulnérabilité énergétique globale, définie comme « l'exposition des ménages à une hausse durable (structurelle ou cyclique) du coût de l'énergie et du poids de celle-ci dans les budgets de vie quotidienne / budgets d'activité ». Il s'agit d'une notion issue de l'interaction entre des ménages, leur situation économique et sociale, leur habitat dans ses dimensions économiques, techniques et sa localisation.

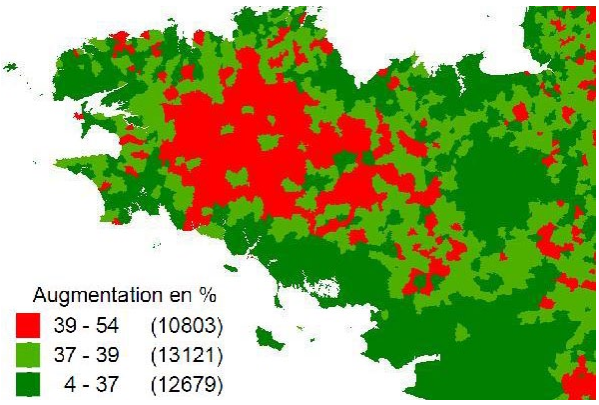



***Figure 21 : Augmentation en valeur relative du budget chauffage des ménages avec le scénario d'évolution des prix du fioul domestique (+ 58 %), du gaz naturel (+17 %) et du gaz propane (+23 %) – Source : CERTU***

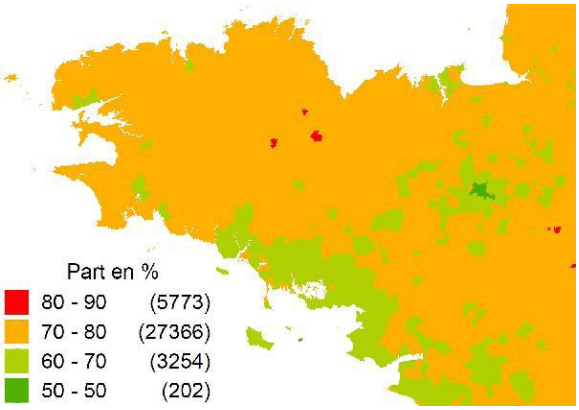



***Figure 22 : Part du budget chauffage dans le budget énergétique domestique total - Source : CERTU***

Le concept de vulnérabilité énergétique globale des ménages intègre également la volatilité des prix de certaines sources d'énergie et la capacité qu'ont les ménages à adapter leur consommation suivant la source d'énergie et le système de chauffage et d'eau chaude sanitaire. La sensibilité des territoires ou des ménages à des évolutions rapides de certaines énergies est variable.

En rapportant les évolutions des prix d'énergie aux caractéristiques de consommation des logements, le CERTU a identifié les espaces nationaux les plus marqués par une sensibilité budgétaire.

En région, le Centre Bretagne s'avère être le secteur le plus sensible à l'évolution des prix des énergies. Le coût du chauffage est supérieur de 40 à 55 % par rapport au budget moyen régional (soit par an entre 1 500 et 3 500 € de plus à payer pour les ménages) en raison de l'augmentation du prix du fioul domestique (+58 %), du gaz naturel (+17 %) et du gaz propane (+23 %). Ces espaces sont marqués par un parc de logements majoritairement ancien, des dépenses de chauffage généralement lourdes dans le budget énergétique et une dépendance à la voiture individuelle (Figures 21 et 22).

L'habitat a la double caractéristique de dépendre du prix de l'énergie à la fois pour son chauffage et pour les déplacements liés à l'accès au logement. Le lien entre habitat et déplacements est dépendant de la localisation de cet habitat. Des sensibilités différentes à la question de la vulnérabilité énergétique liée à l'habitat ou aux déplacements existent selon les territoires :

- l'espace urbain central, dense, bien desservi par les transports en commun (peu de déplacement induits), pose principalement la question de la vulnérabilité énergétique liée à l'habitat, car il accueille un habitat souvent énergivore ; (l'étude de la Cellule Économique de Bretagne (CEB) parle plutôt de quartiers anciens des années 50 à 70 qui ne sont pas forcément en espace urbain central) ;
- l'espace dit « de la banlieue aisée » (certains espaces périurbains des agglomérations) bénéficie en moyenne d'une situation plutôt favorable par rapport au risque de précarité énergétique, avec un habitat individuel plus récent et entretenu, et des habitants plutôt aisés qui, en règle générale, ont les moyens de leur mobilité ;
- l'espace dit « des marges métropolitaines modestes », en revanche, est un espace composé de petites communes périurbaines ou rurales plus ou moins éloignées des espaces urbains où vit une population aux revenus modestes, vieillissante, ou qui accueillent des familles modestes en périurbanisation. Il présente un degré non négligeable d'habitat ancien énergivore, et une dépendance forte à l'automobile : c'est un espace où la double vulnérabilité énergétique déplacement / habitat peut être présente et risquer de se transformer en « précarité ».

Des travaux récents portant sur les liens entre densités ou formes urbaines et consommations énergétiques ont permis de mettre en évidence que l'urbanisme détermine les consommations énergétiques d'un territoire sur une très longue période. Le développement urbain s'est longtemps construit sans se préoccuper de la mobilité. Aujourd'hui, il est nécessaire de penser la ville et la mobilité ensemble de manière cohérente afin d'infléchir les évolutions urbaines de ces dernières années : étalement urbain, spécialisation fonctionnelle et usage majoritaire de la voiture individuelle.

# Bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) et impacts du changement climatique


## Résumé

Le bilan des émissions de gaz à effet de serre régional est dominé par **l'agriculture (40 % du bilan régional)**, secteur qui se singularise par la prépondérance d'émissions de méthane et protoxyde d'azote, émissions dites non énergétiques. On retrouve également dans le bilan les émissions de gaz à effet de serre des **secteurs du transport et du bâtiment** (respectivement 26 % et 23 %) dont les émissions sont liées à l'énergie.

Par rapport à la répartition nationale des émissions de gaz à effet de serre, on note :

- la sous-représentation de la part due à l'industrie ;
- la sous-représentation de la part due à l'activité de production/transformation d'énergie ;
- la surreprésentation de la part due à l'agriculture ;
- le poids important du bâtiment résidentiel et du transport.

Les activités dont la production est directement dépendante du climat sont évidemment les premières concernées par le changement climatique, notamment **l'agriculture, la pêche et la forêt**. **L'élévation du niveau de la mer** sera également à prendre en compte dans les aménagements futurs car elle pourrait aggraver les phénomènes de submersion marine et l'érosion des côtes.

La **territorialisation** de ces enjeux sera nécessaire pour apporter une réponse appropriée.


Dans ce volet climat du SRCAE, seront abordées :

- les émissions de gaz à effet de serre du territoire régional, ce qui renvoie à la façon dont la Bretagne affecte le climat ;
- les conséquences du changement climatique en Bretagne ou comment la Bretagne sera affectée par le changement climatique.

Dans la perspective des orientations du schéma, ces deux volets renvoient aux deux axes indissociables d'une politique climatique ; l'atténuation et l'adaptation.

L'analyse des émissions de gaz à effet de serre du territoire régional contribue à la définition des orientations visant l'atténuation du changement climatique (réduction des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre), tandis que l'analyse des impacts du changement climatique constitue une base de réflexion à la définition des orientations d'adaptation aux effets du changement climatique.

## Bilan des émissions de gaz à effet de serre régional

### Bilan global

Les émissions de gaz à effet de serre sont issues de plusieurs sources :

- une grande proportion des émissions (chauffage, transport, éclairage etc.) est liée à la consommation d'énergie et au recours à des combustibles majoritairement fossiles qui génèrent des émissions de dioxyde de carbone ($CO_2$) ;
- une proportion moindre des émissions résulte de processus biochimiques. Les principaux gaz à effet de serre émis sont le méthane et le protoxyde d'azote. Le méthane résulte de la décomposition en conditions anaérobies de la matière organique. Le secteur agricole est le principal émetteur de méthane (élevages bovins) tandis que les émissions de protoxyde d'azote se produisent lors du cycle de nitrification/dénitrification, lorsque les apports d'azote dépassent les besoins des plantes. L'industrie émet également des halocarbures (gaz utilisés pour la climatisation et la réfrigération).

Pour faciliter l'analyse des résultats, les gaz à effet de serre peuvent être comparés entre eux, et ce sur la base de leur pouvoir de réchauffement, c'est-à-dire leur capacité à retenir dans l'atmosphère l'énergie (chaleur) renvoyée par la surface de la terre. Cette capacité dépend des caractéristiques propres au gaz, mais aussi à leur durée de séjour dans l'atmosphère. Certains gaz ont une capacité plus ou moins forte à retenir cette chaleur.

| Gaz<br>Formule | Concentration préindustrielle | Concentration actuelle | Durée de séjour | PRG à 100 ans |
|---|---|---|---|---|
| **Vapeur d'eau**<br>$H_2O$ | 3‰ | 3‰ | 1-2 semaines | 8 |
| **Dioxyde de carbone**<br>$CO_2$ | 278 ppm | 390 ppm | 15-200 ans | 1** |
| **Méthane**<br>$CH_4$ | 0.7 ppm | 1.7 ppm | 4 ans | 25 |
| **Protoxyde d'azote**<br>$N_2O$ | 0.275 ppm | 0.311 ppm | 120 ans | 298 |
| **Dichlorofluorométhane**<br>$CCl_2F_2$ | 0 | 0.503 ppb | 130 ans | 10900 |
| **Chlorodifluorométhane**<br>$CHClF_2$ | 0 | 0.105 ppb | 12 ans | 1800 |
| **Tetrafluorométhane**<br>$CF_4$ | 0 | 0.070 ppb | 50 000 ans | 6500 |
| **Hexafluorure de soufre**<br>$SF_6$ | 0 | 0.032 ppb | 3 200 ans | 22800 |

***Tableau 3 : Concentrations atmosphériques en GES, durée de séjour des GES dans l'atmosphère et pouvoir radiatif global sur 100 ans***

On parle alors de leur pouvoir de réchauffement (PRG - appelé aussi forçage radiatif) (Tableau 3). Par commodité, et puisqu'il est le gaz à effet de serre dominant, les émissions de gaz à effet de serre sont exprimées en tonnes équivalent $CO_2$. 100 ans est une durée communément admise pour évaluer le pouvoir de réchauffement des gaz. Ainsi, le méthane, même s'il a une durée de vie dans l'atmosphère de seulement 12 ans a un pouvoir de réchauffement de 25 ; cela signifie qu'émettre une tonne de méthane a le même impact sur le climat qu'émettre 25 tonnes de $CO_2$. Le protoxyde d'azote a quant à lui un pouvoir de réchauffement de 298.

Les émissions de gaz à effet de serre ne sont pas mesurées ; cela supposerait d'avoir des capteurs au-dessus de chaque émetteur. Elles sont calculées à partir de données d'activité (quantités de carburant/combustible consommées, nombre d'animaux) et de facteurs multiplicateurs dits facteurs d'émissions (x$TCO_2$/unité de carburant/combustible). Cette méthode de calcul permet d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre dans des délais raisonnables et à un coût modéré. Pour le SRCAE, les émissions de gaz à effet de serre ont été obtenues auprès de l'Observatoire Régional de l'Energie et des gaz à effet de serre (GIP Bretagne Environnement).

Les hypothèses principales sont :

- la prise en compte de l'impact GES des consommations énergétiques sur le territoire, y compris celui de la production d'électricité ;
- les émissions liées aux déchets sont affectées au lieu de production des déchets (ménages et entreprises) et non pas au lieu de traitement ;
- les émissions liées au déplacement et au transport sont affectées pour moitié au lieu de départ et pour moitié au lieu d'arrivée.
- les émissions de $CO_2$ du bois ou de la combustion de matière organique sont considérées comme nulles, car on fait l'hypothèse que ces émissions seront compensées par l'absorption des nouvelles forêts mises en place.

Le périmètre de la comptabilisation des gaz à effet de serre porte sur les gaz à effet de serre suivants qui sont pris en compte dans le Protocole de Kyoto : $CO_2$ (dioxyde de carbone), $CH_4$ (méthane), $N_2O$ (protoxyde d'azote) et les gaz fluorés (halocarbures) utilisés dans l'industrie. Le calcul des émissions de gaz à effet de serre porte sur les secteurs des bâtiments résidentiels et tertiaires, de l'agriculture, des transports de voyageurs, de la pêche, des déchets et du transport de marchandises.

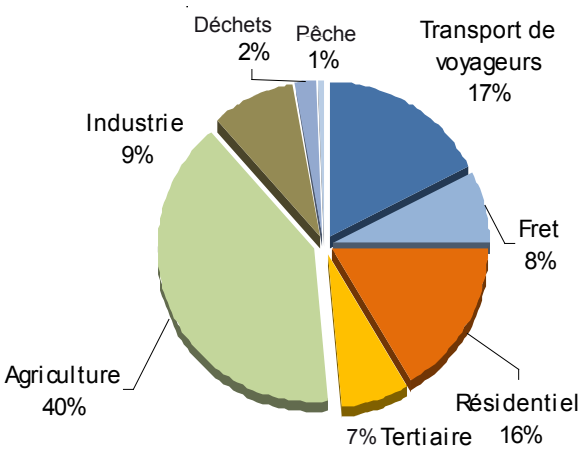



***Figure 23 : Répartition des émissions régionales***
*Source GIP Bretagne Environnement, Ener'GES*

En Bretagne, en 2005, année retenue comme année de référence de l'état des lieux dans le guide d'élaboration des SRCAE, en préalable à la définition des objectifs à 2020 (3 x 20), les émissions de gaz à effet de serre s'élèvent à 25,7 millions de tonnes équivalent $CO_2$ (Répartition par secteurs en Figure 23).

Comme mentionné en introduction de cette section, on remarque que le bilan des émissions de gaz à effet de serre est partiellement lié à celui des consommations énergétiques ; les secteurs résidentiel et tertiaire, ainsi que le transport représentant une proportion significative des émissions de gaz à effet de serre.

On retrouve ainsi les émissions du secteur du bâtiment et du transport, qui représentent respectivement 23 % et 26 % des émissions de gaz à effet de serre régionales. Toutefois, l'introduction des émissions de gaz à effet de serre non énergétiques fait de l'agriculture le secteur prépondérant d'émissions de gaz à effet de serre (40 % des émissions). Ainsi, seulement 55 % des émissions régionales sont liées à l'utilisation de l'énergie. 45 % sont liées aux processus non énergétiques.

La résolution des questions énergétiques, par les seules actions d'amélioration de l'efficacité énergétique et le déploiement des énergies renouvelables, non carbonées, ne suffit pas pour atteindre des objectifs de réduction d'émissions tel le Facteur 4. Il est indispensable de réduire les émissions non énergétiques, dont 88 % sont d'origine agricole, sous forme de $N_2O$ et $CH_4$, liées à la fertilisation des cultures et aux élevages.

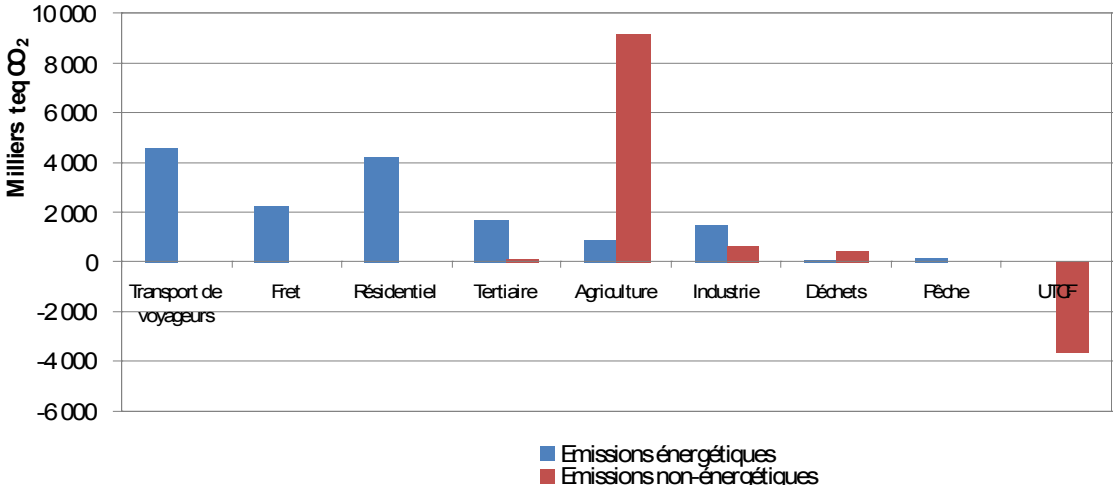



***Figure 24 : Répartition des émissions de gaz à effet de serre entre émissions énergétiques et non énergétiques***
***Source GIP Bretagne Environnement, Ener'GES***

Le reste des émissions non énergétiques provient de l'industrie et des déchets, mais dans une bien moindre proportion (Figure 24).

La réduction des émissions peut également être complétée par une conservation et une amélioration de la fonction puits de carbone des terres, soit dans les sols, soit dans la biomasse forestière et bocagère. En effet, les végétaux, plus particulièrement les arbres ont une capacité à fixer le carbone atmosphérique dans la biomasse. Ce carbone, dès lors qu'il est « séquestré » dans la biomasse, n'a plus d'effet sur le climat. La décomposition des végétaux amène également du carbone dans les sols. Seuls les mouvements de sols (labour, travail du sol) conduisent à l'oxydation de la matière organique des sols et donc à des émissions de dioxyde de carbone. On notera toutefois que la vitesse de stockage est beaucoup plus lente que celle de déstockage. Quelques années suffisent à relâcher le carbone séquestré au cours de plusieurs décennies. Le secteur de l'utilisation des terres et des forêts capte ainsi annuellement 3,8 $MtCO_2$.

En comparaison avec l'échelle nationale, la répartition des émissions régionales s'en distingue. On peut faire émerger quelques caractéristiques régionales qui singularisent la Bretagne et qui conditionneront la stratégie de réduction des émissions de gaz à effet de serre :

- la sous-représentation de l'industrie ;
- la sous-représentation de l'activité de production/transformation d'énergie ;
- la surreprésentation de l'agriculture ;
- le poids important du bâtiment résidentiel.

## Bilans sectoriels

Les bilans sectoriels sont décrits pour les secteurs de l'agriculture, du transport, du bâtiment et de la pêche. Pour les secteurs du transport et du bâtiment, les bilans sont très liés au bilan des consommations d'énergie. On pourra se référer à la première section du présent chapitre pour plus de détails sur ces secteurs.

### Agriculture

Les activités agricoles sont sources de trois gaz à effet de serre :

- méthane ;
- protoxyde d'azote ;
- dioxyde de carbone.

Le protoxyde d'azote est relâché principalement par les sols lorsque l'azote se trouve en excès par rapport aux besoins de la plante (voir annexe pour une explication détaillée du cycle de l'azote). Le protoxyde d'azote est

aussi issu de la réaction incomplète de nitrification – dénitrification qui se fait lors du stockage des effluents en bâtiments et notamment dans les bâtiments sur litières (Lagadec S. 2011 – Rapport ADEME 0974C0184). Lors de l'exploitation agricole, l'azote utilisé par les plantes est en quelque sorte exporté ; il sort du cycle naturel. La surfertilisation azotée permet de réintroduire de l'azote mais conduit souvent à accumuler des substances azotées dans les sols ; et donc à générer des émissions de protoxyde d'azote.

Le méthane est issu de la fermentation de matières organiques, animales ou végétales en l'absence d'oxygène. Il est fabriqué par des bactéries méthanogènes qui vivent en conditions anaérobies, c'est-à-dire sans oxygène. Le méthane se dégage naturellement des zones humides, qui sont des sols faiblement oxygénés. En lien avec l'agriculture et l'élevage, il se forme dans l'estomac et le tube digestif de nombreux animaux, notamment les ruminants. Il se forme également lors du stockage des déjections animales. Le traitement liquide des déchets est source de méthane et dans une moindre mesure de protoxyde d'azote ; le stockage sous forme solide est source principalement de protoxyde d'azote et dans une moindre mesure de méthane.

Enfin, le dioxyde de carbone est un gaz dont les émissions sont essentiellement liées à l'utilisation d'énergies fossiles (machines agricoles, tracteurs, bâtiments et serres). Des émissions proviennent des sols également et résultent de l'oxydation de la matière organique contenue dans les sols lorsque ceux-ci sont travaillés et retournés. Elles ne sont pas prises en compte dans l'inventaire des gaz à effet de serre. En revanche, le stockage de carbone dans les prairies permanentes et les forêts est comptabilisé.

L'agriculture représente 40 % des émissions de gaz à effet de serre régionales soit 10 Mteq $CO_2$. Cette proportion est comme nous l'avons vu plus importante qu'au niveau national et est liée à la forte présence d'activités agricoles sur le territoire breton. Ces émissions sont majoritairement non énergétiques (88 % sont des émissions de méthane et de protoxyde d'azote) (Figure 25).

Les émissions sont liées :

- aux élevages, essentiellement sous forme de méthane et dans une moindre mesure de protoxyde d'azote ;
- aux cultures : les apports d'azote, sous forme minérale et organique, dans les prairies et les cultures, génèrent des émissions de protoxyde d'azote.

**L'utilisation des terres, la forêt et le stockage de carbone**

Les sols des prairies permanentes et des forêts contiennent d'importantes quantités de carbone, qui peuvent être stockées durablement à condition que le sol ne fasse pas l'objet d'un travail conduisant à l'oxydation de la matière organique qu'il contient. La biomasse capte, elle aussi, du carbone en provenance de l'atmosphère pour sa croissance. La biomasse ligneuse, de par sa durée de vie, constitue un stock de carbone durable. Par ailleurs, les produits issus de l'exploitation de la biomasse ligneuse continuent, au cours de leur vie, à stocker du carbone.

Une forêt productive et en croissance retient davantage de carbone qu'une forêt pauvre, vieillie ou non gérée. Les travaux sylvicoles stimulent la pousse de l'arbre, tandis que l'exploitation forestière favorise le renouvellement des peuplements, ainsi que la mise en place d'un nouveau cycle de stockage de carbone : les activités

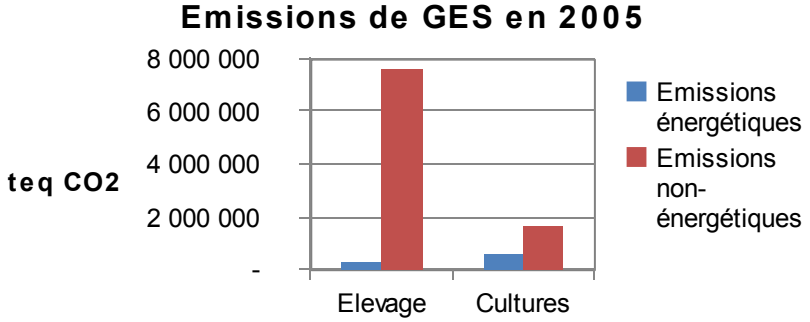



***Figure 25 : Répartition des émissions agricoles entre émissions énergétiques et non énergétiques***
*Source GIP Bretagne Environnement, Ener'GES*

forestières conduites dans une logique de gestion raisonnée et combinées à une utilisation durable des produits en bois renforcent le rôle de « puits de carbone » de la forêt.

En Bretagne, le secteur de l'utilisation des terres et de la forêt capte 3.8 Mt $CO_2$ annuellement. Ce chiffre est à prendre avec précaution compte tenu des incertitudes affectant la méthodologie employée. Cette capacité de stockage se partage entre :

- les forêts, dont la surface progresse régulièrement (même si elle ne couvre que 13 % du territoire régional) pour atteindre 357 000 ha en 2006 (contre 332 000 en 1998 et 227 000 en 1965) ; les forêts contribuent ainsi à 90 % de ce stockage ;
- les sols des prairies permanentes (les prairies temporaires ne stockent le carbone que temporairement) représentent les 10 % restants.

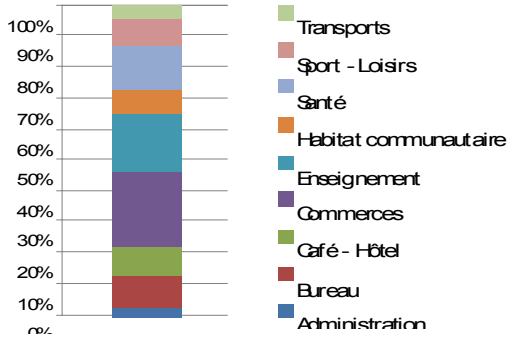



***Figure 26 - Répartition des émissions de GES par branche du secteur tertiaire en 2005***
***Source GIP Bretagne Environnement, Ener'GES***

## Bâtiment

Les émissions du secteur du bâtiment sont liées à la consommation d'énergie. En 2005, le secteur du bâtiment émet 6 Mteq $CO_2$, soit 23 % des émissions régionales de gaz à effet de serre. Les émissions du secteur du bâtiment sont analysées ici selon les usages des bâtiments résidentiels et tertiaires.

### *Le bâtiment résidentiel*

Les bâtiments résidentiels génèrent environ 70 % (4,2 Mteq $CO_2$) des émissions de gaz à effet de serre du secteur du bâtiment pris dans son ensemble, le chauffage étant, comme pour l'énergie, le poste d'émissions prépondérant.

Différents types d'énergies ont un contenu en gaz à effet de serre différent ; celui-ci sera nul pour le bois et plus fort pour le fioul, le gaz se situant à un niveau intermédiaire (les facteurs d'émissions utilisés dans Ener'GES sont ceux du Bilan carbone ® V7).

### *Le bâtiment tertiaire*

Le secteur tertiaire génère environ 30 % (1,8 Mteq $CO_2$) des émissions de gaz à effet de serre du secteur bâtiment breton. Trois branches concentrent un peu plus de la moitié des émissions : Commerce, Enseignement/Recherche et Santé (Figure 26).

Là encore les émissions sont dominées par le chauffage ; le gaz représentant près de la moitié du mix énergétique.

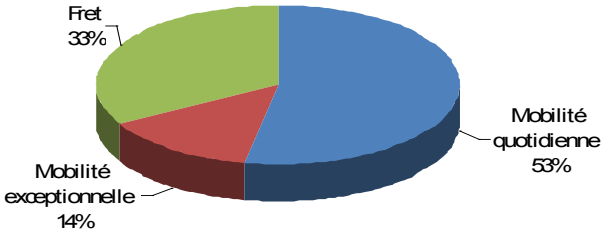



***Figure 27 – Emissions de gaz à effet de serre du transport en Bretagne***
***Source GIP Bretagne Environnement, Ener'GES***

### Transport

En 2005, les émissions de gaz à effet de serre générées par le secteur des transports s'élèvent à 6,8 Mt équivalent $CO_2$, soit 26 % des émissions régionales. Les 2/3 sont associées au transport des voyageurs (mobilité quotidienne et mobilité exceptionnelle) contre 1/3 au transport de marchandises (Figure 27 - p54).

Le bilan des émissions de gaz à effet de serre du transport est très lié à celui des consommations d'énergie. Les énergies carbonées (gazole et super) dominent largement le mix énergétique du secteur des transports. L'électricité et les agrocarburants, à faible contenu carboné, ne représentent que 7 % du mix énergétique du secteur des transports.

Les émissions liées au transport des voyageurs s'élèvent à 4,46 Mt $CO_2$ et représentent 17 % des émissions régionales. Le mode routier (hors transport en commun) domine largement et génère 90 % des émissions de gaz à effet de serre du transport des voyageurs.

Le transport de marchandises génère 2,26 Mteq $CO_2$.

### Autres

#### *L'industrie*

En 2005, les émissions de gaz à effet de serre générées par l'activité industrielle s'élèvent à 2 Mteq $CO_2$, soit 8 % des émissions régionales. 70 % des émissions sont d'origine énergétique. Les 30 % d'origine non-énergétique sont émis par les procédés industriels. A l'instar des consommations d'énergie, les industries agroalimentaires (IAA) sont les plus gros émetteurs de gaz à effet de serre de l'industrie.

#### *Les déchets*

Le secteur des déchets émet 2 % des émissions de gaz à effet de serre régionales (soit 517 kteq $CO_2$) et contribue notamment aux émissions non énergétiques (sous forme de méthane). Les modes de traitement des déchets influencent les émissions de gaz à effet de serre. La valorisation énergétique permet « d'éviter » des émissions (on les retrouve dans la production d'énergies renouvelables).

#### *La pêche*

Le secteur de la pêche représente 0,7 % des émissions régionales. Bien que ce secteur représente une petite proportion, au regard du bilan régional, il est extrêmement dépendant des énergies fossiles et intensif en gaz à effet de serre. En effet, les entreprises de pêche sont très dépendantes de technologies de propulsion basées sur le gazole. Néanmoins, les émissions varient selon la taille, l'âge et le type de navire (Figure 28).

#### *Le tourisme*

Le tourisme ne fait pas l'objet d'une analyse spécifique permettant d'identifier les émissions de gaz à effet de serre directement liées à cette activité. Les émissions liées au secteur du tourisme se retrouvent dans le transport et le bâtiment.

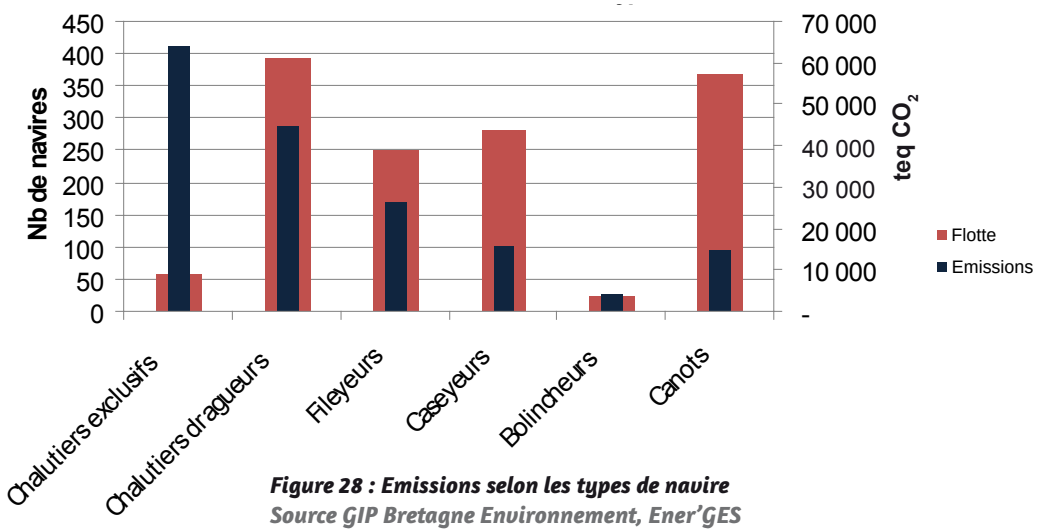



***Figure 28 : Emissions selon les types de navire***
***Source GIP Bretagne Environnement, Ener'GES***

## Les conséquences du changement climatique en Bretagne

Les aspects climatologiques décrits ci-dessous sont issus d'une étude de Météo France réalisée pour le Conseil régional de Bretagne. Les autres parties sont issues de travaux scientifiques traitant du changement climatique en Bretagne ou dans le grand ouest résumées dans un travail de synthèse entrepris par le Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne pour le Conseil régional. Tout au long de ce chapitre, il conviendra de garder en mémoire que tous les éléments décrits sont des évènements possibles, basés sur des scénarios d'évolution du climat futur, et non prévisionnels. Il convient donc de les interpréter avec prudence et de les envisager comme des tendances d'évolution potentielle, et ce d'autant plus que l'on s'intéresse à la maille géographique régionale.

### Aspects climatologiques

#### 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 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. Des contrastes territoriaux importants apparaissent dans la répartition des températures, des précipitations, du vent ou de la durée d'insolation, en raison :

- d'une influence océanique de moins en moins forte à mesure qu'on se déplace vers l'est ;
- d'une différence Nord-Sud sur les paramètres liés à l'insolation et aux températures ;
- de l'effet côtier, à échelle plus fine, sur le littoral et les îles et de l'effet du relief sur les collines des Monts d'Arrée et des Montagnes Noires.

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.

#### L'évolution des paramètres climatiques

A l'échelle mondiale, selon les experts du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), la hausse de la température moyenne d'ici 2100 pourrait être comprise entre 1,1 et 6,4°C[6], selon divers scénarios d'émissions de gaz à effet de serre prenant en compte la croissance économique, la croissance démographique et le progrès technologique. Ainsi, le GIEC a défini plusieurs scénarios d'émissions de gaz à effet de serre. Les scénarios A2, B1 et A1B ont été définis par le GIEC. B1 est qualifié de scénario optimiste, A1B de scénario médian et A2 de scénario pessimiste par rapport à l'évolution des émissions de gaz à effet de serre (GES) au niveau global. Sous les hypothèses du scénario A1B (scénario qui envisage des émissions moyennes de gaz à effet de serre), les simulations climatiques prévoient une augmentation de la température moyenne d'environ 3°C (entre 1,7 et 4,4°C) en 2100. Si les sociétés humaines ont, par le passé, eu à faire face à des changements climatiques, le réchauffement simulé pour le prochain siècle est remarquable par sa rapidité.

Les différents modèles s'accordent sur un certain nombre de tendances pour la fin de ce siècle :

- le réchauffement sera plus marqué sur les continents que sur les océans, le réchauffement maximal étant prévu pour les régions arctiques ;
- le cycle de l'eau va s'intensifier à l'échelle planétaire, ce qui implique un accroissement des précipitations moyennes sur les régions les plus humides et une diminution sur les régions les plus arides.

*6 4ème rapport du GIEC (novembre 2007) – Parution annoncée du premier volet du 5ème rapport du GIEC en septembre 2013.*

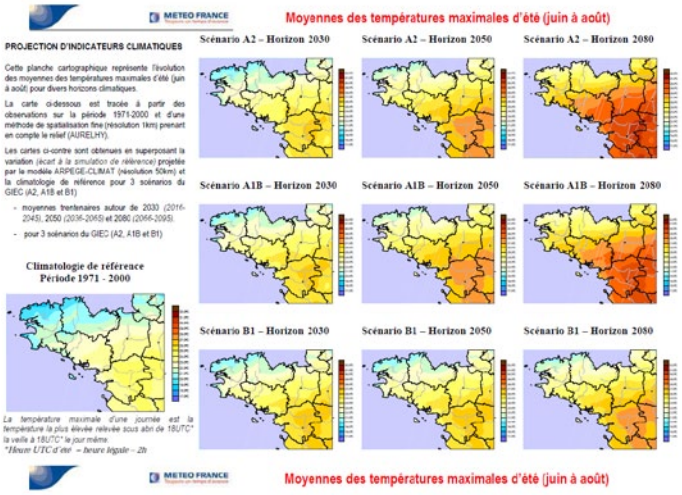



***Figure 29 : Moyennes des températures maximales d'été pour les scénarios d'émissions du GIEC en Bretagne*** *(GIEC, 2007)*
***Source : Météo-France***

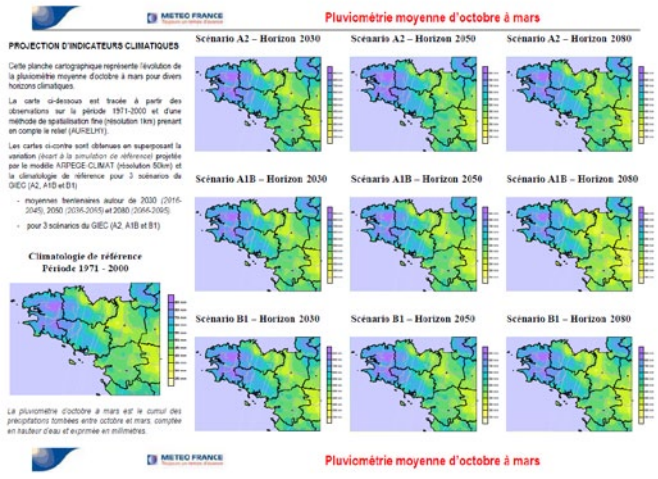



***Figure 30 : Moyennes des précipitations hivernales pour les scénarios du GIEC en Bretagne*** *(GIEC, 2007)*
***Source : Météo-France***

**En France**, les simulations prévoient en été un réchauffement marqué et une diminution des précipitations sur les régions méditerranéennes. En hiver, une augmentation des précipitations sur toute la façade atlantique est probable ; même si la frontière entre les zones où les précipitations augmenteront et celles où elles baisseront ne peut être délimitée avec précision. Une augmentation très nette du nombre de canicules est à prévoir. Les journées de très forte chaleur (température maximale supérieure à 35°C) devraient devenir beaucoup plus fréquentes à la fin du XXI$^{ème}$ siècle : en moyenne, de 20 à 40 journées.

**A l'échelle régionale**, les projections climatiques sont le résultat des simulations dites « RETIC » issues du modèle ARPEGE Climat de Météo-France[7].

Les résultats sont à interpréter avec prudence car il ne s'agit que d'une tendance d'un changement possible sur un ensemble de points de grille. Il faut bien garder à l'esprit qu'il ne s'agit que d'un « zoom » à l'échelle régionale de simulations du climat futur réalisées à l'échelle globale. Il faut considérer ces résultats en termes de tendances d'évolution du climat de la région. En effet, le recours au modèle ARPEGE seul ne permet pas aujourd'hui, de prendre en compte la diversité du climat de la Bretagne, comme par exemple le microclimat du Golfe du Morbihan.

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 (Figure 29). 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 (Figure 29). Les étés 1976 et 2003 les plus chauds avec près de 27°C de température maximale moyenne, tout à

*7 ARPEGE-Climat est un modèle climatique global développé par le Centre National de Recherche Météorologique (CNRM). Il dispose d'une maille étirée qui offre une résolution horizontale d'environ 50 km sur la france.*

fait inhabituelle dans la période passée, deviendraient commun à partir de l'horizon 2050 selon les résultats du scénario « médian » d'émissions futures de gaz à effet de serre (A1B).

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 B1 à partir de 2050 qui a tendance à augmenter les pluies annuelles). Le gradient entre les zones les plus sèches (bassin de Rennes, région de St-Brieuc...) et les plus arrosées (versants sud-ouest du relief breton) resterait identique (avec un facteur multiplicatif voisin de 2). 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 des échéances (même selon le scénario B1 après l'horizon 2050). En hiver, les simulations gardent les pluies moyennes à peu près constantes sur la Bretagne (Figure 30 - p57).

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 sécheresses estivales (Figures 29 et 30 - p57).

Compte tenu du manque de données et du caractère limité et parfois contradictoire des analyses, il n'existe pas de preuve indiscutable d'une augmentation durable et de grande ampleur de l'intensité et de la fréquence des tempêtes dans le nord-ouest de la France. Les effets des **tempêtes** locales devraient donc varier d'une région à l'autre, en fonction de l'exposition du site local et des changements possibles dans les trajectoires prédominantes des perturbations atmosphériques.

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). Les tempêtes pourraient toutefois à l'avenir avoir des conséquences plus graves, ne serait-ce qu'en raison d'un niveau de la mer plus élevé.

## Les conséquences sur l'agriculture et la forêt

### Conséquences sur l'agriculture

Les résultats sur les cultures sont issus du programme de recherche Climator (financé par l'Agence Nationale de la Recherche sur 2007-2010).

Les éléments qui entrent en ligne de compte pour évaluer l'impact du changement climatique sur les cultures sont :

- la hausse de la concentration atmosphérique en $CO_2$ qui a un effet plus ou moins positif sur la croissance des plantes selon leur capacité à le valoriser ;
- la hausse des températures qui génère moins de dégâts liés au gel et peut en revanche augmenter le nombre de jours échaudant ;
- l'évolution du bilan hydrique ; la sécheresse ayant en général un impact négatif sur les cultures ; l'ampleur de cet impact variant selon le type de culture.

Les résultats sont donnés pour les cultures suivantes, aux horizons 2030 (futur proche) et 2060 (futur lointain) ; toutes observées en Bretagne, à l'exception du sorgho (non cultivé en 2010 ; seulement 200 hectares en 2009) :

- blé tendre d'hiver : le blé tendre est une culture sensible aux stress thermiques et hydriques estivaux, qui valorise bien le $CO_2$ atmosphérique ;
- maïs : le maïs a un cycle de développement estival et est demandeur en eau, ce qui pourrait, a priori, le rendre assez sensible au réchauffement climatique ; d'autant plus qu'il valorise mal le $CO_2$ atmosphérique ;

- sorgho : le sorgho est lui aussi à cycle de développement estival. Il valorise assez mal le $CO_2$ atmosphérique et est assez peu demandeur en eau ;
- prairies : les prairies valorisent bien le $CO_2$ atmosphérique ; certaines sont bien adaptées aux milieux secs ; d'autres aux milieux plutôt humides ;
- colza : le colza se caractérise par un cycle hivernal qui lui permet d'éviter la sécheresse et de résister au manque d'eau grâce à un système racinaire profond. Il valorise le $CO_2$ atmosphérique.

| Rennes | Blé | Maïs | Colza | Tournesol | Sorgho | Fétuque |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Période FP/ Période PR | ~~0,149~~ | ~~0,161~~ | ~~0,059~~ | 1,013 | 2,161 | -0,68 |
| Période FL/ Période PR | ~~0,305~~ | ~~0,224~~ | ~~0,562~~ | 1,576 | 4,001 | -0,43 |

***Tableau 4 - Evolution des rendements des principales cultures aux futurs proche (FP) et lointain (FL) selon le scénario A1B (barré : évolutions non significatives) - PR : période de référence***

***(Programme Climaster cité dans CSEB, 2012)***

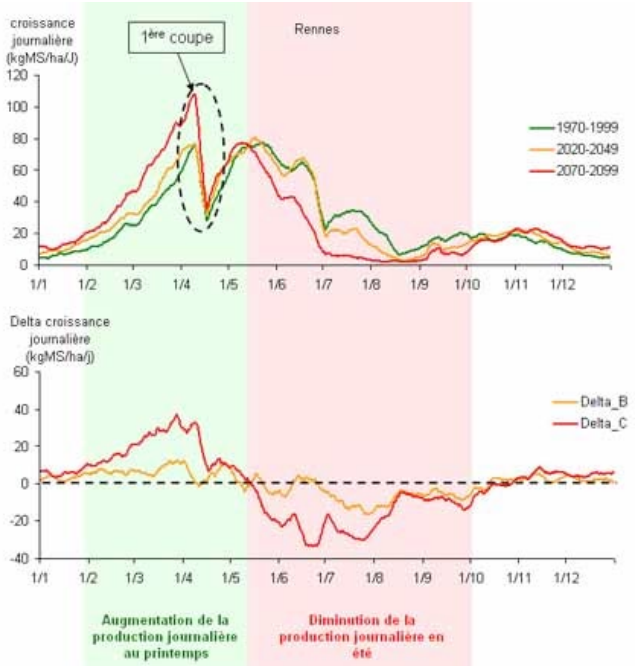



***Figure 31 : Production journalière (moyenne sur 30 ans) de fourrage à Rennes pour la fétuque élevée, pour trois périodes étudiées scénario A1B (Climaster, cité dans CSEB, 2012)***

Bien entendu, ces résultats sont à aborder avec la prudence qu'il convient et leurs limites concernant le lien entre changement climatique et évolution des paramètres climatiques à l'échelle régionale.

Les résultats des simulations climatiques indiquent, **dans le cadre du scénario étudié A1B** (dont on peut rappeler qu'il est un scénario intermédiaire de réchauffement climatique), un avancement des périodes de récolte pour toutes les cultures mentionnées. Cette anticipation des récoltes sera plus marquée dans le futur lointain (horizon 2060) ; et plus forte pour les espèces à cycle estival (maïs et sorgho).

En ce qui concerne les rendements, ceux-ci, dans le cadre du scénario étudié A1B, varient peu pour les cultures actuellement présentes en Bretagne (blé, maïs, colza) et augmentent pour celles qui sont peu présentes (sorgho) et diminuent pour la fétuque (Tableau 4) (Figure 31). On notera que la production fourragère serait affectée. Elle serait constante dans le futur proche pour subir ensuite une évolution plus marquée à la baisse. La production baisserait en été et augmenterait au printemps et en hiver. Cela indique que l'augmentation de la concentration en $CO_2$ pourrait compenser, au moins pour les cultures qui le valorisent bien, les effets négatifs liés à une augmentation du stress hydrique ou à une augmentation du nombre de jours échaudant.

Le stress hydrique dans le cadre du scénario étudié A1B devrait également augmenter, surtout pour les cultures de printemps. Cela pourrait engendrer des besoins en irrigation, notamment pour les cultures les plus demandeuses en eau.

La hausse générale des températures conduirait à une réduction des risques de dégâts causés par le gel automnal pour les cultures d'hiver et par le gel printanier pour les cultures de printemps. En raison de la hausse des températures estivales, des questions liées au confort animal se posent également.

Des travaux inventorient également les conséquences du changement climatique sur les sols, l'érosion et le stock de carbone. Ils ne seront pas repris ici tant l'influence du changement climatique est difficile à distinguer des autres facteurs, notamment les activités humaines et les changements d'affectation des sols.

Un ensemble d'éléments influençant les conditions d'exercice des activités agricoles sera modifié. On peut alors imaginer deux types de conséquences, selon l'ampleur du réchauffement climatique :

- des conséquences modérées impliquant des changements de pratiques (dates de semis ; dates de récoltes) ;
- des changements plus drastiques tendant à faire évoluer les systèmes.

Même si s'adapter au changement climatique ne revient pas à s'adapter aux conditions exceptionnelles d'une année, on peut rechercher dans la gestion (au coup par coup) des évènements extrêmes passés des éléments pouvant servir à la stratégie d'adaptation au changement climatique. Par exemple, lors de sécheresses, des actions internes de gestion de la situation de crise peuvent être conduites. Il s'agit d'actions visant à augmenter la production de fourrage sur l'exploitation. Des actions externes peuvent également être menées comme la mise en place d'assurances récoltes ou encore les achats de fourrage en provenance d'autres exploitations, voire régions. L'élaboration d'une stratégie, au-delà de cette gestion des crises au coup par coup, reviendrait à identifier une évolution climatique durable ; cette évolution nécessitant le passage d'une action au coup par coup à une action stratégique planifiée. Par ailleurs, il convient de garder en mémoire que les systèmes agricoles Bretons ne sont pas soumis uniquement au changement climatique en Bretagne. En effet, les élevages reposent en partie sur des importations de protéines en provenance d'autres régions du monde qui elles-aussi pourraient être impactées par le changement climatique global.

**Conséquences sur les forêts**

Concernant les forêts, celles-ci sont concernées par les mêmes facteurs de changement que les cultures ($CO_2$, températures et stress hydrique) :

- L'effet positif du $CO_2$ serait toutefois associé à l'augmentation des dépôts azotés en provenance de l'atmosphère qui a elle aussi un effet fertilisant ;
- Les températures caniculaires n'ont d'impact irréversible sur le fonctionnement foliaire qu'à partir de 40-45°C ;
- La sécheresse peut affecter la respiration et la croissance des arbres ; ce qui peut les fragiliser et les rendre sensibles à d'autres facteurs de stress.

Bien entendu, la longévité des forêts en fait un cas particulier, ne serait-ce que parce que les forêts qui subiront le climat de 2050 sont celles que l'on plante dès aujourd'hui.

Les résultats du projet CARBOFOR visant à estimer les conséquences du changement climatique sur les peuplements forestiers à l'échelle nationale indiquent une extension vers le nord des essences de type méditerranéen (chêne vert) accompagnée d'une régression des essences de type tempéré (hêtre). Certains pathogènes pourraient également progresser (encre du chêne, rouille du peuplier, chenille processionnaire). Les espèces les plus sensibles sont celles qui sont en limite sud de leur aire de répartition, ainsi que celles qui sont sensibles au manque d'eau. CARBOFOR montre au final que seules les forêts du sud et du sud ouest de la France seraient significativement affectées, dès 2050. Les forêts des autres régions seraient plutôt concernées à l'horizon 2100. Toutefois, ces résultats sont à nuancer dans la mesure où les résultats du projet CARBOFOR ont été publiés en 2004 en se basant sur le scénario A2 du GIEC. Il est unanimement reconnu que ce scénario est « optimiste », en termes d'émissions de gaz à effet de serre (Figure 32 - p61).

Des travaux plus récents visant à simuler les aires de distribution de 66 espèces ligneuses dans le grand ouest aux horizons 2020, 2050 et 2080 ont été conduits par le Conservatoire national de la biodiversité forestière (CNBF) dans le cadre du projet climaster, pour les scénarios A2 et B2. Les premiers résultats indiquent que les forêts feuillues atlantiques ne seront pas intégralement

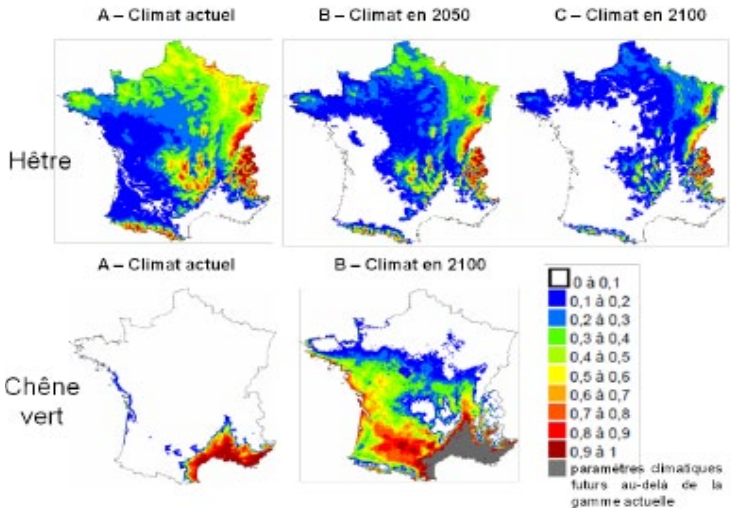



***Figure 32 : Analyse de la présence du hêtre et du chêne vert dans les futurs proche et lointain*** *(Programme CARBOFOR cité dans CSEB, 2012)*

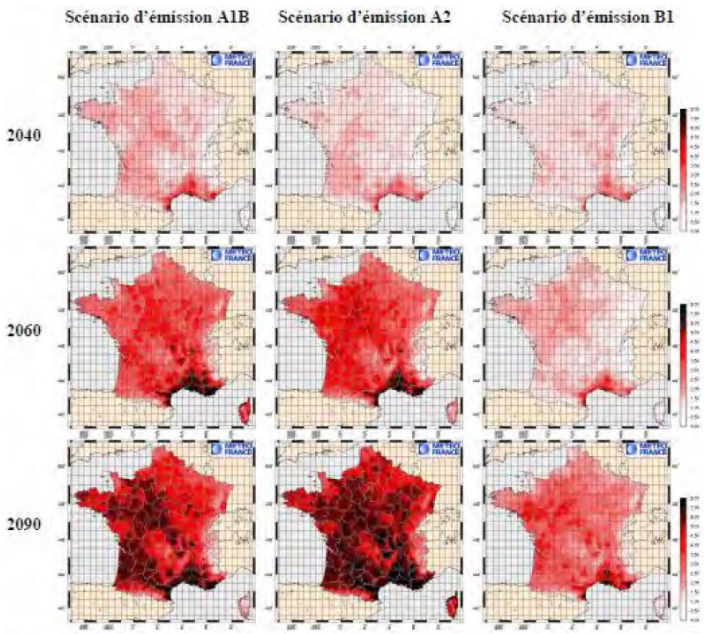



***Figure 33 : Carte d'anomalie d'IFM à trois horizons pour trois scénarios par rapport à la période de référence 1961-2000*** *(Chatry et al. cité dans CSEB, 2012)*

remplacées par des forêts de type méditerranéen ; mais qu'un gradient est/ouest, fonction de la pluviométrie se dessinera, les forêts les plus à l'ouest étant les moins affectées par le changement climatique.

Le chêne pédonculé, très représenté dans le bocage en Bretagne, craint les sécheresses estivales. Son avenir, de même que celui du hêtre, est très incertain au-delà de 2050. Le pin maritime et le châtaigner, qui sont des essences naturalisées d'introduction ancienne, devraient être peu affectés par le changement en Bretagne mais devront faire face à d'autres risques potentiels d'ordre sanitaires et d'incendie.

Les incendies sont un autre facteur de risques à prendre en compte dans la gestion future des forêts. La Bretagne est classée « à risque moyen » (règlement communautaire n°2158/92 du 23/07/1992) ou « à risque moyen à important » (source Ministère de l'intérieur - Direction de la sécurité civile) vis-à-vis des incendies. Les régions forestières les plus sensibles au risque d'incendie sont le département du Morbihan avec ses peuplements de pins maritimes, le quart sud-ouest de l'Ille-et-Vilaine et les landes du Finistère. Une étude interministérielle a montré que le risque d'occurrence d'un feu de forêt augmenterait dès 2040 selon 3 scénarios du GIEC, notamment dans le sud est de la France et dans l'ouest, y compris en Bretagne. Cette tendance se confirme et se renforce aux horizons 2060 et 2080. Ainsi, la surface des massifs forestiers à risque élevé ou très élevé devient significative en Bretagne pour la période 2031-2050 (Figure 33).

La nécessité de l'élaboration d'une stratégie d'adaptation pour la gestion des peuplements forestiers se pose avec d'autant plus de pertinence de par la durée de vie des arbres :

- sur les peuplements, on peut considérer que la transition s'opèrera avec des peuplements plus divers (structure d'âge différenciée, diversité des espèces) ;
- la gestion future des forêts devra également prendre en compte les nouveaux risques (pathogènes, incendies).

Par ailleurs, la forêt est un exemple intéressant où l'adaptation est indispensable au maintien de la fonction atténuation de la forêt. La fonction de séquestration de carbone, mais aussi celle de source de bois énergie et de matériau construction, sera maximisée à condition que la forêt soit adaptée aux conditions climatiques futures.

## Les conséquences sur la ressource en eau

Les conséquences sur la ressource en eau pourraient être de plusieurs ordres :

- le programme climaster indique, à partir de simulations conduites sur le bassin du Scorff, une baisse potentielle des débits, dès le futur proche, pour le scénario A1B ;
- la période d'étiage serait allongée ;
- les surfaces de zones humides diminueraient, notamment celles situées en amont des bassins versants ;
- possible dégradation de la qualité des eaux, mais ce dernier impact est particulièrement soumis à l'influence des activités humaines.

Ces résultats sont soumis à de nombreuses incertitudes, notamment celles relatives à l'évolution future des précipitations. Cependant, les mesures visant à préserver la qualité des eaux feront partie du registre des « mesures sans regret ». Quelle que soit l'ampleur du changement climatique, les sécheresses constituent un risque suffisamment important en Bretagne pour que les économies d'eau constituent une priorité.

## Les conséquences sur le milieu marin et côtier

### Les conséquences physiques du changement climatique

Le réchauffement de la planète observé depuis le début du 20ème siècle se traduit par une élévation de la température des océans (Figure 34). Une augmentation de plus de 1°C sur la période 1880-2000 a été observée au large de Plymouth et dans le Golfe de Gascogne. Bien entendu, l'inertie thermique des océans est considérable et le réchauffement des océans est beaucoup moins rapide et de moins grande ampleur que le réchauffement des continents. Les projections indiquent que cette tendance devrait se poursuivre au cours du 21ème siècle.

La conséquence immédiate de ce réchauffement est une dilatation des océans. Celle-ci conduit à une élévation du

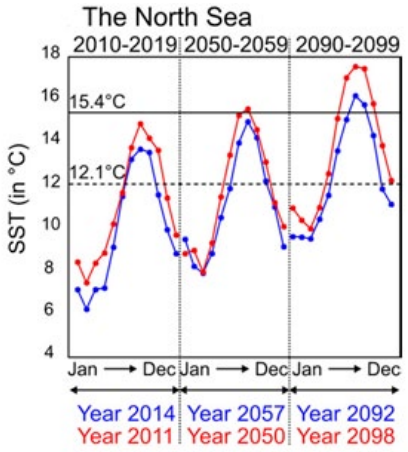



***Figure 34 : Evolution des températures de la mer du Nord à l'horizon 2100 selon le scénario A2***

*(Helahouet et al. Cité dans CSEB, 2012)*

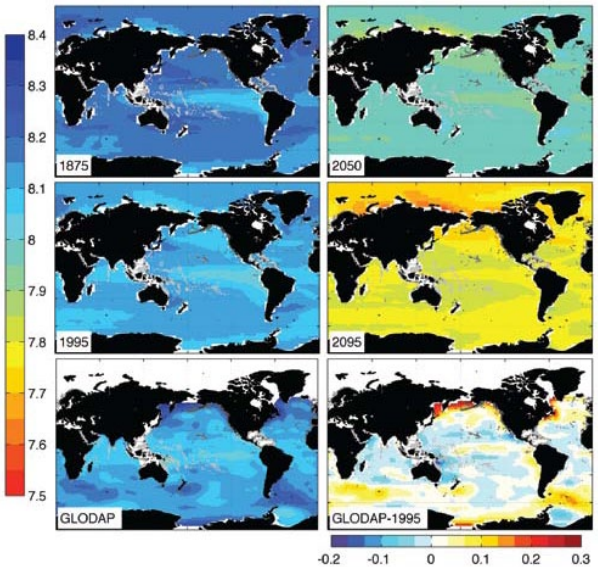



***Figure 35 : Projections du pH moyen à la surface des océans autour des années 1875, 1995, 2050 et 2095***

*(Feely et al. Cité dans CSEB, 2012)*

niveau de la mer (voir paragraphe spécifique). 50 % de l'élévation du niveau de la mer est due à la dilatation thermique des océans. Le reste provient de la fonte des glaces terrestres et des calottes polaires.

Enfin, l'accroissement des émissions de dioxyde de carbone qui est à l'origine du réchauffement climatique engendre une baisse du potentiel hydrogène océanique (pH). Avec l'augmentation de la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone prévue pour le siècle à venir, les océans vont s'acidifier (Figure 35 - p62).

**Les conséquences sur la biodiversité marine et côtière**

Le changement climatique, au travers de la hausse des températures pourrait avoir les conséquences suivantes sur la biodiversité marine :

- la limitation des ressources nutritives en raison d'une baisse quantitative et qualitative de la production primaire en Atlantique nord ;
- l'apparition de contraintes écologiques (modification des habitats) ;
- l'apparition de contraintes phrénologiques (décalage des périodes de reproduction) ;
- l'apparition de contraintes physiologiques (effets de la température sur les larves etc).

Ces changements occasionnent :

- des changements d'abondance locale et de répartition biogéographique des espèces de poisson. Par exemple, entre 1978 et 2005, une augmentation de l'abondance du Saint-Pierre, une espèce lusitanienne a été observée dans les mers proches de la Bretagne ;
- la plongée en profondeur des poissons. En corrélation avec une augmentation de la température, il a été observé que les poissons démersaux sont descendus de 3,6m par décennie en mer du Nord ;
- une évolution de la taille des poissons. En Manche occidentale, sur 1911-2007, une baisse continue de l'abondance et de la taille des grandes espèces et une augmentation de l'abondance des espèces de petite taille ont été corrélées à l'augmentation des températures ;
- des effets écosystémiques ; la migration de proies vers le nord peut engendrer des difficultés à se nourrir pour les espèces prédatrices (phénomène dit de mismatch qu'on a pu observer, en lien avec la montée des températures, entre les espèces de copépode et les larves de cabillaud).

Ces résultats restent toutefois basés sur des séries de données de durée trop courte pour pouvoir attribuer la modification observée à une ou des causes précises, notamment au changement climatique seul. Ces impacts peuvent en effet résulter de synergies et interagir avec d'autres pressions anthropiques (surpêche, urbanisation du littoral, dégradation des habitats, etc.) qui interagissent avec le changement climatique, en amplifient les effets et conduisent à une déstabilisation du fonctionnement des écosystèmes côtiers.

D'autre part, l'acidification des océans entraînerait des difficultés pour les organismes à coquille calcaire à constituer leur coquille. On peut supposer qu'à terme, l'« acidification » de l'océan représente également un risque majeur pour les ressources marines biologiques exploitables de Bretagne, même si actuellement, les observations restent incertaines concernant l'évolution de l'abondance des espèces calcifiantes.

S'il n'est à ce jour pas possible de dresser un bilan quantitatif des changements attendus, il n'en reste pas moins certain que des changements qualitatifs vont affecter les communautés marines en Bretagne. Les évolutions et les changements observés vont se poursuivre, affectant l'ensemble de la chaîne alimentaire, des producteurs primaires aux prédateurs, ainsi que l'exploitation des ressources vivantes. Les conséquences écosystémiques du réchauffement global et leurs répercussions sur les activités de pêche restent toutefois peu évidentes à caractériser à ce jour.

### La montée du niveau de la mer

Les projections d'élévation du niveau de la mer en lien avec le réchauffement climatique font l'objet de régulières mises à jour. Le dernier rapport du GIEC tablait sur une hausse comprise entre 18 et 59 centimètres. Ce phénomène est d'ailleurs une réalité d'ores et déjà observée. Ainsi, selon le rapport spécial de la mission Jean Jouzel (février 2012), au cours du 20ème siècle, le niveau de la mer se serait élevé à un rythme 5 fois supérieur

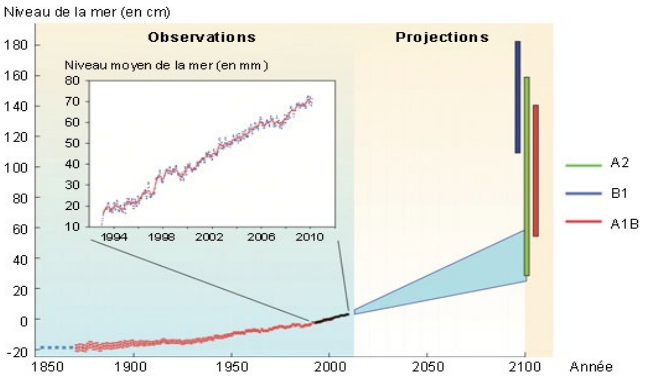



***Figure 36 - Projections de l'élévation du niveau marin selon plusieurs scénarios à l'horizon 2100*** *(Climobs cité dans CSEB, 2012)*

à celui des derniers millénaires (1,5 à 3 mm par an). A l'échelle de la Bretagne, le marégraphe de Brest indique la même tendance avec une accélération au cours des dernières décennies. Cette élévation serait due, selon une large majorité de scientifiques, au réchauffement climatique.

Le rapport de la mission Jouzel montre aussi que les observations récentes indiquent que nous nous situerions sur la fourchette haute des estimations du GIEC. Le rapport indique également que des études, se fondant sur les tendances récentes d'élévation du niveau de la mer, donnent des résultats allant jusqu'à 1m60 à l'horizon 2100. Bien entendu, l'ensemble de ces travaux est à prendre avec précaution. Il existe de nombreuses incertitudes, notamment sur le rythme de fonte des inlandsis et les travaux de projections devront être poursuivis (Figure 36).

Quoiqu'il en soit sur l'ampleur de l'élévation du niveau marin, on peut mettre en avant des conséquences multiples, qui seront plus ou moins grandes selon l'ampleur du réchauffement :

- l'érosion des côtes qui peut conduire à perdre du terrain et à affaiblir les ouvrages de protection, naturels ou artificiels ;
- la submersion par inondation de la zone côtière temporaire suite à un évènement extrême, notamment une surcote lors du passage d'une dépression. En conjonction avec de fortes vagues et de grandes marées, elle peut mettre en péril, de par sa soudaineté, les vies humaines ;
- la submersion par inondation progressive, sur le long terme, des côtes basses ;
- les intrusions salines dans les aquifères côtiers ;
- les dommages aux infrastructures portuaires ; l'élévation du niveau de la mer pourrait se traduire par une sollicitation plus forte des ouvrages portuaires. Pour conserver la fonction d'abri des ports, il a été montré qu'une élévation du niveau de la mer de 0,6 à 1m supposait de rehausser l'ouvrage de 2m pour conserver la même performance de franchissement.

En Bretagne, avec environ 3 000 kilomètres de linéaire côtier, la montée du niveau de la mer est une question préoccupante au regard du changement climatique. L'acuité du problème sera plus ou moins forte selon le type de côte et les problèmes d'évolution du trait de côte déjà observés. Ainsi, il convient de rappeler que selon le GIP Bretagne Environnement, 23,1 % du linéaire côtier est touché par l'érosion. Les secteurs les plus concernés sont les Côtes d'Armor et le Finistère. Il existe une grande hétérogénéité dans l'érosion des littoraux bretons, principalement due à une exposition différente aux phénomènes extrêmes, liée à leur nature et à leur orientation.

Comme le montre une étude du Conservatoire du Littoral sur l'évolution de son patrimoine à l'horizon 2100, en simulant une montée du niveau de la mer de 44 centimètres, l'érosion et le risque de submersion augmentent de façon significative sur le patrimoine actuel et futur du Conservatoire du littoral en Bretagne.

De nombreux projets de recherche ont traité de la question de l'impact du changement climatique sur diverses zones du littoral breton. Litto 3D permet de visualiser sur le Golfe du Morbihan les conséquences de l'élévation du niveau de la mer. La DREAL Bretagne pilote actuellement, avec le BRGM, l'élaboration d'un atlas des risques littoraux sur les départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes d'Armor et du Finistère. Un tel atlas a déjà été fait pour le département du Morbihan.

Les réflexions sur la montée du niveau de la mer sont à lier aux réflexions sur les risques actuels ; c'est une des conclusions du rapport de la mission Jouzel. Les tempêtes constituent un risque naturel qu'on peut considé-

rer comme suffisamment sérieux, au-delà des considérations liées à l'élévation du niveau marin, celui-ci étant une source d'aggravation des risques actuels. Ainsi, les documents de prévention des risques littoraux identifient les zones de submersion marine.

Outre les dommages potentiellement causés aux infrastructures, voire les pertes en vies humaines lors de tempêtes et d'évènements extrêmes, l'élévation du niveau de la mer est susceptible d'avoir des conséquences écologiques :

- l'accentuation de la pente des plages par l'érosion peut diminuer l'abondance de la méiofaune et de la macrofaune ;
- les changements de densité et d'abondance des espèces vont modifier les interactions entre organismes avec des conséquences sur le réseau trophique ;
- la montée des eaux peut dans certains cas augmenter la disponibilité de substrats verticaux ;
- l'érosion des côtes peut avoir des effets sur la prédation entre espèces.

## Changement climatique et milieux urbains

Les villes présentent une vulnérabilité particulière compte tenu d'une forte concentration de population et du regroupement d'infrastructures et de biens matériels sur leur territoire. Elles sont également très sensibles à toute évolution brusque de leur environnement naturel ou socio-économique.

Cette vulnérabilité dépend toutefois de multiples facteurs, dont l'urbanisme, le type d'habitat, les activités économiques locales, les infrastructures en place, l'existence d'infrastructure de protection, le niveau et les modes de vie des ménages.

Il n'y a pas d'étude régionale sur les conséquences du changement climatique en milieu urbain. Le rapport de l'ONERC sur les villes et l'adaptation au changement climatique dresse un inventaire des conséquences possibles du changement climatique spécifiques aux villes ;

- amplification de l'effet îlot de chaleur ;
- accroissement des problèmes de qualité de l'air ;
- effets sur la santé ;
- retrait gonflement des argiles ;
- risques de modification du cycle de l'eau ;
- dommages aux infrastructures littorales/portuaires.

La territorialisation de ces effets, dans les plans climat-énergie territoriaux (PCET) et les documents d'urbanisme, permettra de prendre en compte les spécificités de chaque ville.

Certains sols argileux peuvent gonfler et se tasser du fait de variations de teneur en eau. Un tassement non-uniforme peut occasionner d'importants dégâts aux bâtiments et infrastructures. C'est le phénomène de retrait-gonflement des argiles auxquels les aménagements sont sensibles. En Bretagne, actuellement, ce risque est relativement peu présent, compte tenu de la nature des sols. Toutefois, il existe des sols argileux et les travaux du BRGM visant à évaluer l'aléa sur les 4 départements montrent que ce risque varie de nul pour l'essentiel de la région à moyen pour certaines zones. Il est projeté que le changement climatique va provoquer une augmentation de ce phénomène. Les communes déjà touchées par le phénomène seront sensibles à cet impact du changement climatique.

En ce qui concerne les crues et les inondations, les incertitudes sur l'évolution des précipitations invitent à la plus grande prudence. On notera toutefois que la Bretagne est une des régions où la part des logements individuels exposés au risque d'inondations est faible.

Les impacts du changement climatique sur le tourisme peuvent être multiples. Le nord-ouest de la France pourrait être rendu plus attractif par un accroissement de l'inconfort thermique en été dans les régions du sud de la France. On pourrait également assister à une modification de la saisonnalité de la fréquentation touristique, celle-ci étant susceptible de se déplacer vers le printemps et l'automne. Le tourisme d'été pourrait aussi subir les conséquences d'une raréfaction de la ressource en eau.

# Pollution atmosphérique et qualité de l'air


## Résumé

L'examen des données disponibles sur la qualité de l'air en Bretagne fait apparaître un enjeu principal lié à la maîtrise de la pollution automobile. Cette problématique est accentuée au cœur des plus grandes agglomérations (dioxyde d'azote $NO_2$ et particules PM) où les valeurs réglementaires sont dépassées ou approchées de façon préoccupante.

Deux autres sujets doivent également faire l'objet d'une vigilance particulière :

- le poids des émissions de particules, et plus particulièrement les plus fines, émises par le chauffage résidentiel et tertiaire,
- la pollution atmosphérique due aux activités agricoles (ammoniac $NH_3$, protoxyde d'azote $N_2O$, ...).

Ces questions appellent une réponse adaptée à chaque territoire (enjeu plus ou moins important) et une mise en œuvre rapide (échéances réglementaires à 2015).


Les mesures de surveillance de la qualité de l'air réalisées par l'association Air Breizh depuis plus de quinze ans montrent que l'idée généralement partagée selon laquelle la qualité de l'air en Bretagne est bonne doit être tempérée.

Le SRCAE s'intéresse en priorité aux polluants dits « réglementés » pour lesquels il existe des valeurs limite et qui font l'objet d'un suivi par Air Breizh. Certains sujets en lien avec la qualité de l'air ne sont donc pas repris ici. Ils sont en outre déjà traités par d'autres plans. Ce sont en particulier :

- les pollens et la qualité de l'air intérieur qui font l'objet d'orientations dans le Plan régional santé environnement (PRSE),
- et les produits phytosanitaires qui sont traités par le plan Ecophyto 2018.

En termes d'effets sanitaires, on retiendra que les effets de la pollution sont de mieux en mieux connus. Les études montrent notamment que l'exposition de fond (sur la durée) est à l'origine d'un impact plus important que des épisodes de pollution ponctuels.

Par ailleurs, pour beaucoup des polluants considérés, il n'existe pas de niveau en dessous duquel on peut dire qu'il n'y aura pas d'effets. C'est notamment le cas pour les particules dont on sait également que plus elles sont fines, plus leurs effets vont être importants.

La démarche du SRCAE qui permet de fixer à l'échelle régionale des orientations s'inscrivant dans la durée a donc toute sa place dans la politique de lutte contre la pollution atmosphérique en complément des actions nationales (plan particules) et locales (Plan de protection de l'atmosphère et procédures de gestion des épisodes de pollution).

Pour préciser le bilan ci-après, on trouvera en annexe :

- une description du dispositif de surveillance mis en place par Air Breizh (voir annexe 6),
- un tableau récapitulatif des seuils réglementaires,
- pour chaque polluant réglementé, une description de son comportement, de ses impacts sanitaires et environnementaux et de l'évolution des émissions et des concentrations.

## Les polluants atmosphériques

Dans cette partie, les principaux polluants mesurés sont présentés, en particulier leurs effets sur la santé, sur l'environnement, ainsi que l'origine de leurs émissions et les concentrations rencontrées (immissions).

### Dioxyde d'azote ($NO_2$)

Le dioxyde d'azote se forme au contact de l'air, à partir du monoxyde d'azote (NO), majoritairement émis par les véhicules, les installations de chauffage et, plus généralement par toutes les installations de combustion où de hautes températures sont rencontrées. Il est à l'origine de pollutions relativement localisées.

### Effets sur la santé

Irritant pour les bronches, les principaux effets sur la santé du dioxyde d'azote sont une exacerbation des problèmes respiratoires (notamment pour les asthmatiques) ainsi qu'une diminution des fonctions respiratoires. En particulier, on a montré une corrélation entre l'augmentation des concentrations en $NO_2$ et la mortalité et les hospitalisations pour problème respiratoire.

### Effets sur l'environnement

Ses effets sont principalement l'acidification des milieux naturels, l'eutrophisation des eaux et la contribution à la formation d'ozone.

### Émissions

Le $NO_2$ est le marqueur de la pollution émise par le transport. Par rapport à la répartition moyenne française, on constate qu'en Bretagne la part imputable au trafic routier est bien plus prononcée que les parts liées à l'industrie ou à la production d'énergie (Figures 37 et 38).

Les émissions d'oxydes d'azote s'élèvent à 71 kt en Bretagne en 2005, soit, d'après le CITEPA, 5 % des émissions nationales.

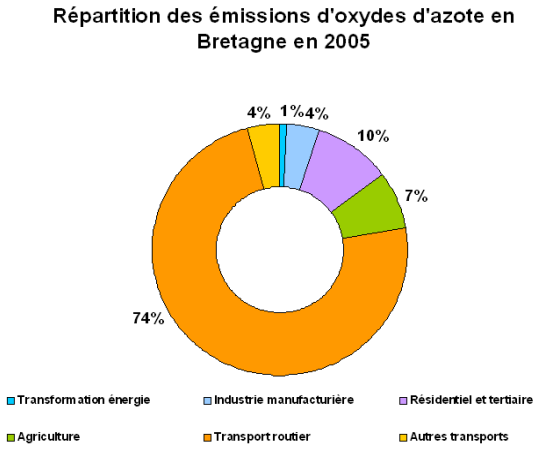



*Figure 37*
*Source : Air Breizh*

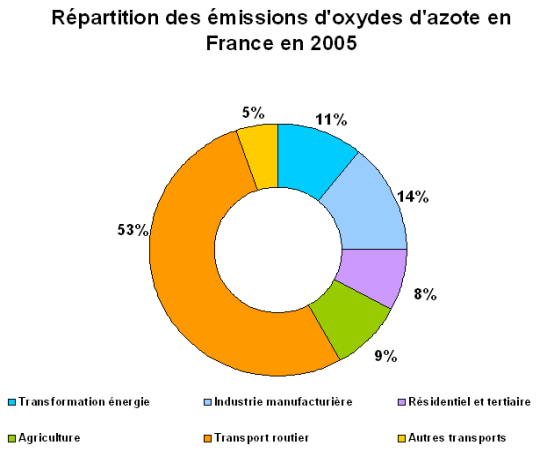



*Figure 38*
*Source : Air Breizh*

### Immissions

Les niveaux moyens rencontrés sont relativement stables entre 2005 et 2010. En particulier, la hausse du trafic routier a compensé les progrès obtenus sur les motorisations.

Toutefois, en milieu à forte densité urbaine, les concentrations moyennes annuelles en $NO_2$ sont proches ou dépassent (hypercentre de Rennes) la valeur limite réglementaire de 40 µg/m³ (qui a été abaissée régulièrement jusqu'à 2010). Cette situation justifie la révision en cours du plan de protection de l'atmosphère.

On constate également une augmentation des niveaux maximaux (Rennes, Brest, Lorient) sur lesquels il convient d'être vigilant (Figure 39 - p68).

Le seuil d'information et de recommandation du $NO_2$ est fréquemment dépassé en Bretagne depuis une dizaine d'années. Les dépassements sont principalement observés sur des sites trafics (Brest et Rennes), mais aussi sur des sites urbains (Lorient).

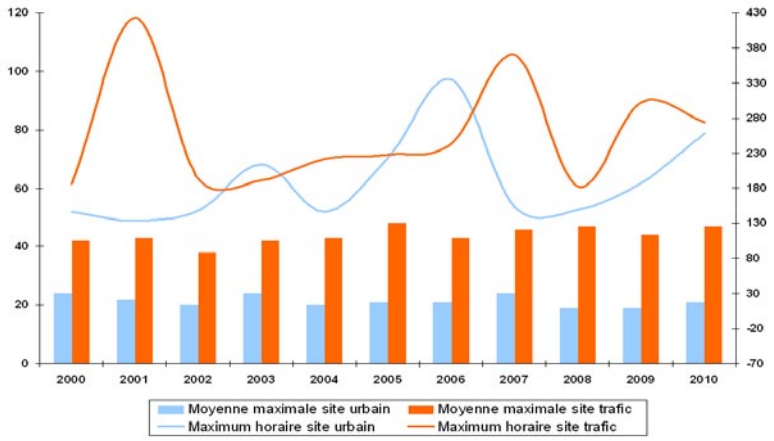



***Figure 39 : Évolution des concentrations moyennes annuelles et des maximums horaires sur les sites urbains et trafics***
*Source : Air Breizh*

## Particules (PM)

On distingue les particules en suspension selon leur diamètre aérodynamique. Celui-ci est compris entre quelques dizaines de nanomètres et une centaine de micromètres. On distingue ainsi les poussières totales en suspension (TSP), les particules d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm ($PM_{10}$) puis les $PM_{2,5}$ (2,5 µm) et les $PM_1$ (1 µm).

### Effets sur la santé

Les particules pouvant être inhalées ont un impact important sur la santé. Suivant leur composition et leur diamètre, les particules vont avoir différents effets sanitaires (effets cancérigènes, allergisants et impacts sur les appareils respiratoires et cardio-vasculaires).

Les particules les plus fines sont les plus dangereuses : elles vont rentrer d'autant plus loin dans l'appareil respiratoire que leur diamètre est petit et peuvent servir de « cheval de Troie » à des substances normalement arrêtées par l'organisme. De plus, on ne connaît pas de valeur d'exposition aux particules en deçà de laquelle on peut considérer qu'il n'y a pas de risque pour la santé.

### Effets sur l'environnement

Les particules ont aussi des impacts sur l'environnement, sur la dégradation des matériaux et des végétaux ainsi que sur la perturbation du climat.

### Émissions

Les sources d'émission de particules dans l'atmosphère sont liées à la combustion (biomasse notamment), aux transports (taux de « diésélisation » et ancienneté du parc routier breton plus important que la moyenne nationale) et à l'érosion des terres artificialisées.

On constate la prépondérance en Bretagne des émissions liées au secteur résidentiel et tertiaire qui s'explique par le chauffage des habitations, notamment au bois (cf. en encart du haut p70) (Figures 40 et 41 - p69).

### Immissions

Les concentrations moyennes annuelles de $PM_{10}$ mesurées entre 2005 et 2010 augmentent régulièrement et le seuil d'information et de recommandation, voire le seuil d'alerte de la population, sont dépassés chaque hiver sur l'ensemble de la région. Par contre, les valeurs moyennes restent inférieures à l'objectif de qualité et aucun dépassement de la valeur limite annuelle (40 µg/m$^3$) n'a été constaté sur les stations de mesure des $PM_{10}$ en Bretagne, depuis 2001.

Contrairement à d'autres polluants, tel que le dioxyde d'azote qui se déplace peu, les épisodes de pollution par particules couvrent une grande partie du territoire breton (milieux urbains et ruraux). Cette situation s'explique en partie par une fraction non négligeable des particules provenant de sources extérieures à la Bretagne.

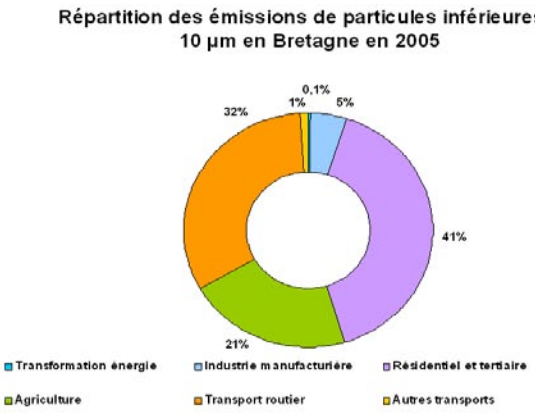



***Figure 40***
***Source : Air Breizh***

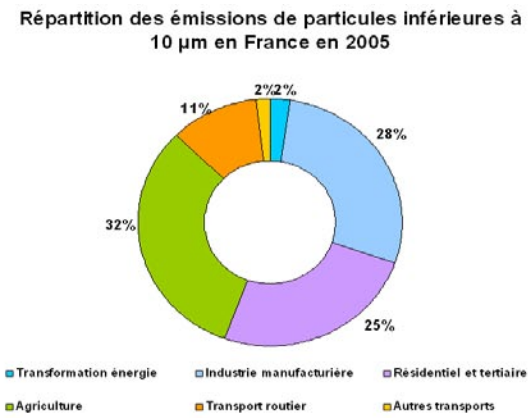



***Figure 41***
***Source : Air Breizh***

Le diamètre des particules va avoir un effet direct sur leur comportement : plus les particules sont fines, plus elles restent longtemps dans l'atmosphère et voyagent sur de longues distances (on retrouve en Bretagne des particules provenant d'Europe de l'Est).

À l'échelle locale, la concentration de ce polluant dans l'air est également fortement influencée par les conditions climatiques : un temps froid, sec et sans vent va favoriser son accumulation par un effet de « cloche ». A contrario, de fortes précipitations vont faciliter la sédimentation des particules et réduire ainsi les concentrations.

Le réseau PREV'AIR exploite les données des différentes AASQA pour réaliser des cartes de pollution au niveau national. Il procède également à des études sur les épisodes de pollution rencontrés. En 2010, les moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ respectaient la valeur limite de 29 µg/m³. La surveillance des $PM_{2,5}$ étant relativement récente (seulement depuis 2008), aucune tendance ne peut être dégagée sur l'évolution des concentrations (Figure 42).

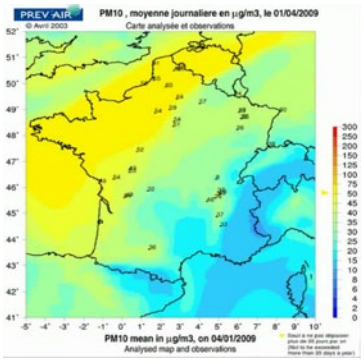



***Figure 42 : Carte des concentrations en $PM_{10}$ lors de l'épisode de pollution d'avril 2009***
***Source : PREVAIR***

## Le bois énergie et la qualité de l'air

La combustion de biomasse à des fins de chauffage représente, à l'échelle nationale et selon les évaluations actuelles, 21 % des émissions totales de particules $PM_{10}$, 34 % des $PM_{2.5}$ et 66 % des HAP (source CITEPA, inventaire national 2009).

Les équipements les plus polluants mais également les moins performants sur le plan énergétique sont les foyers ouverts mais également les poêles les plus anciens. Pour faciliter le renouvellement de ce parc, un crédit d'impôt et un label de bonne performance environnementale ont été mis en place même si les installations collectives, pour lesquelles les coûts d'équipements de dépollution sont plus supportables, doivent continuer à être privilégiées.

(en savoir plus : http://www.santeboisenergie.com/)

## Le brûlage des déchets verts à l'air libre

Au-delà des possibles troubles de voisinage (nuisances d'odeurs ou de fumées) comme des risques d'incendie, le brûlage des déchets verts augmente la pollution atmosphérique. En effet, cette combustion est peu performante, particulièrement quand les végétaux brûlés sont humides, et dégage des substances polluantes, toxiques pour l'homme et l'environnement, dont des composés organiques volatils, ou encore des dioxines.

Cette pratique du brûlage s'avère être une source prépondérante dans les niveaux de pollution mesurés dans l'air, et elle peut accroître la toxicité des substances émises dans l'air en cas de mélanges des déchets verts avec d'autres déchets du jardin (plastiques, bois traités). On estime que la combustion de 50 kg de déchets verts émet autant de particules dans l'atmosphère que 5 900 km parcourus par une voiture diesel récente.

Une circulaire ministérielle rappelle cette interdiction de brûler à l'air libre des déchets verts.

(plaquette d'information : www.atmo-rhonealpes.org/site/media/telecharger/648864)

## Ozone ($O_3$)

### Effets sur la santé

Les effets sanitaires de l'ozone sont liés à son fort pouvoir oxydant : gêne respiratoire et inflammation bronchique. Une étude a également mis en évidence un lien entre exposition à l'ozone et incidence de l'asthme.

### Effets sur l'environnement

Ce gaz a un effet néfaste sur la végétation, notamment sur le rendement des cultures et sur certains matériaux comme le caoutchouc.

### Émissions

L'ozone, présent dans la strate inférieure de l'atmosphère, est un polluant dit secondaire. Il n'est pas émis directement mais est le résultat d'une réaction chimique faisant intervenir d'autres polluants et, notamment, les oxydes d'azote et les composés organiques volatils sous certaines conditions d'ensoleillement et de température. En cela, c'est un indicateur de la pollution photochimique.

### Immissions

Un épisode de pollution à l'ozone significatif a été rencontré en 2003 sur le Morbihan avec le dépassement du seuil d'alerte. Depuis, les conditions météorologiques favorables à la survenue de pics ont été réunies une fois en 2005 et une autre en 2006, à nouveau dans le Morbihan.

Hormis ces épisodes particuliers, les moyennes annuelles des concentrations en ozone sont stables alors que la tendance est plutôt à l'augmentation sur le territoire national.

## Dioxyde de soufre ($SO_2$)

### Effets sur la santé

Ce gaz peut causer des irritations et des gênes respiratoires, notamment chez les personnes sensibles.

### Effets sur l'environnement

Le $SO_2$ se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe ainsi au phénomène des pluies acides. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification et à l'appauvrissement des milieux naturels. Il participe également à la détérioration des matériaux utilisés dans la construction des bâtiments (pierre, métaux).

### Émissions

Le dioxyde de soufre ($SO_2$) est considéré comme le marqueur de la pollution industrielle. Il provient de la combustion des matières fossiles (charbons, fuels...) utilisées notamment dans l'industrie lourde (raffinage, production d'électricité...) et de sources de pollutions diffuses (chauffage, véhicules diesel...).

La Bretagne ne représente que 1 % des émissions nationales de dioxyde de soufre, avec 6 kt, en 2005, contre 462 kt, en France. Les faibles émissions en Bretagne s'expliquent par une faible présence de l'industrie lourde sur le territoire régional.

En outre, la réglementation de plus en plus stricte sur la teneur en soufre dans les combustibles et les carburants (directive européenne 93/12/CEE) a favorisé la baisse des émissions de dioxyde de soufre en Bretagne.

### Immissions

Les concentrations en $SO_2$ sont faibles et aucun dépassement des valeurs réglementaires n'a été constaté depuis 25 ans de surveillance. La réduction des émissions induite par la réglementation sur les carburants s'est répercutée sur les concentrations en $SO_2$ dans l'air, qui déjà faibles sont devenues très faibles (1µg/m³ en 2010 à Chartres de Bretagne).

## Benzène et Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

### Effets sur la santé

Comme beaucoup d'autres composés organiques volatils (COV), le benzène est un composé cancérigène qui peut affecter la moelle osseuse, provoquer une anémie ou perturber le système immunitaire. A forte concentration, il peut provoquer des somnolences, des vertiges et une accélération du rythme cardiaque.

### Effets sur l'environnement

Les composés organiques volatils jouent un rôle majeur dans la formation d'ozone dans la basse atmosphère et interviennent dans les processus de formation des gaz à effet de serre.

### Émissions

Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), d'après leurs propriétés physico-chimiques, se trouvent à l'état gazeux dans notre atmosphère. Il s'agit de composés constitués principalement d'atomes de carbone et d'hydrogène. Ils peuvent aussi contenir des atomes d'oxygène, d'azote, de soufre ou de métal. Les principales sources d'émissions anthropiques sont l'industrie, le résidentiel et tertiaire, et les transports, à travers l'utilisation de solvants et les carburants. Ces polluants sont également produits « naturellement » par les végétaux (terpènes,...) (Figures 43 et 44).

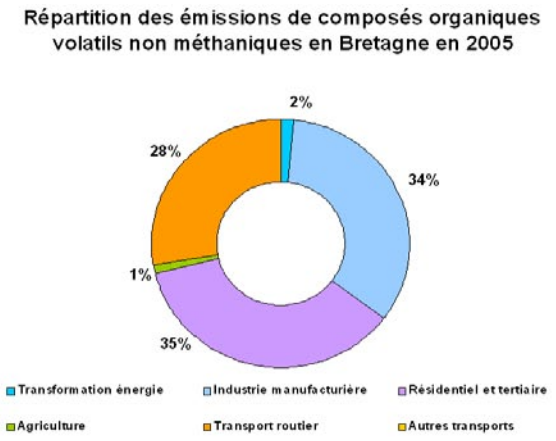



***Figure 43***
*Source : Air Breizh*

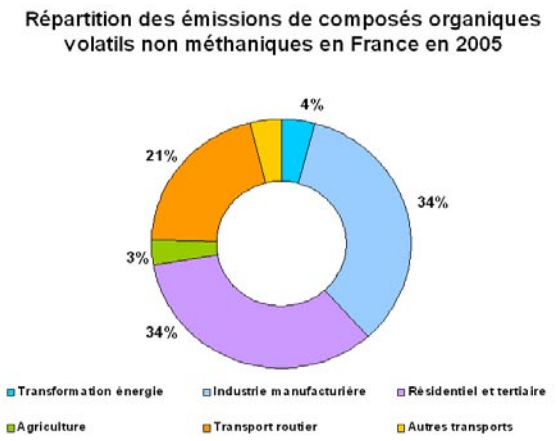



***Figure 44***
*Source : Air Breizh*

Le benzène fait partie des composés organiques volatils et est principalement émis par le résidentiel et tertiaire (80 %) et le trafic routier, du fait de sa présence dans le fuel et les carburants.

Les émissions de composés organiques volatils non méthaniques et de benzène sont respectivement de 46 kt et de 2,3 kt en Bretagne en 2005 et représentent 4 % des émissions nationales.

**Immissions**

L'objectif de qualité du Benzène, fixé à 2 µg/m³ sur l'année, est respecté sur l'ensemble des sites trafics étudiés à Rennes et à Lorient en 2010.

## Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

**Effets sur la santé**

Ces composés organiques sont constitués de plusieurs noyaux benzéniques, pouvant présenter une forte toxicité (cancérigène, mutagène...). Ils peuvent entraîner une diminution de la réponse du système immunitaire augmentant ainsi les risques d'infection. Le benzo(a) pyrène (B(a)p) s'avère être l'un des HAP les plus toxiques et est utilisé comme traceur du risque cancérigène lié aux HAP dans l'air ambiant.

**Émissions**

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques, communément appelés HAP, sont principalement émis, lors de la combustion incomplète de matières organiques dans le secteur résidentiel et tertiaire (notamment avec le chauffage au bois) et le transport routier.

**Immissions**

Le benzo(a)pyrène (B(a)p) est mesuré en Bretagne depuis 2006. Sa surveillance est réalisée sur des sites urbains (Rennes et Lorient) et sur un site rural (Guipry).

La valeur cible de 1 ng/m³ (1 ng = 0,001 µg) sur l'année civile, qui est applicable en France à compter du 31 décembre 2012, est largement respectée lors des campagnes de mesures.

## Ammoniac ($NH_3$)

**Effets sur la santé**

Fortement odorant, ce gaz est, à des concentrations élevées, très irritant pour l'appareil respiratoire, les yeux ou la peau.

**Effets sur l'environnement**

Ce gaz est un facteur d'eutrophisation.

**Émissions**

Avec le méthane et le protoxyde d'azote (gaz à effet de serre), l'ammoniac est un polluant dont l'origine est agricole. Il est émis par les rejets organiques de l'élevage et par l'utilisation d'engrais azotés (Figures 45 et 46).

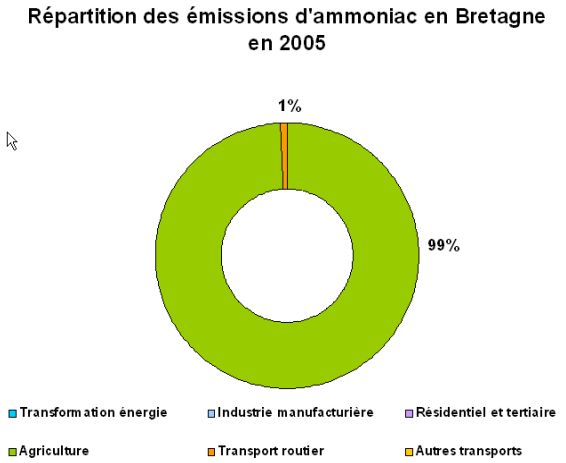



***Figure 45***
***Source : Air Breizh***

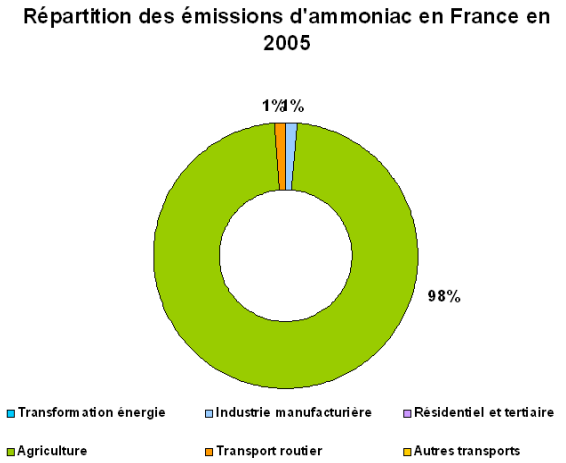



***Figure 46***
***Source : Air Breizh***

Il participe à l'acidification des sols et contribue également à la formation de particules par association avec les oxydes d'azote. On notera enfin que sa redéposition assez rapide (majoritairement dans un rayon d'une centaine de kilomètres autour de la source) contribue à la problématique régionale des nitrates.

La Bretagne est le premier émetteur national avec 19% des émissions en 2005 ; la France étant le premier émetteur européen.

#### Immissions

Les campagnes de mesures réalisées par Air Breizh ont montré que les concentrations pouvaient être relativement élevées à proximité de certains élevages.

## Métaux lourds (ML)

#### Effets sur la santé

La plupart des métaux lourds sont nécessaires à la vie en faible dose (oligo-éléments). Ils peuvent cependant se révéler très nocifs en quantité trop importante. C'est le cas du fer, du cuivre, du nickel, de l'arsenic. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et ont des effets toxiques à court et long terme. Certains, comme le cadmium, le chrome et le plomb, sont cancérigènes.

#### Effets sur l'environnement

Les métaux lourds contaminent les sols et les aliments. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et perturbent les équilibres et les mécanismes vivants.

#### Émissions

Les principaux émetteurs de métaux lourds sont le secteur résidentiel et tertiaire et le transport routier.

#### Immissions

Les quatre métaux lourds réglementés (cadmium, nickel, plomb et arsenic) sont mesurés en Bretagne depuis 2005. Comme pour le B(a)p, leur surveillance est réalisée sur les stations urbaines du réseau de mesure et sur un site rural (Guipry).

Les concentrations moyennes relevées sur l'ensemble des campagnes sont de l'ordre du dixième (Ni, As, Cd), voire du centième des valeurs cibles (Pb). Aucune évolution n'a pu être mise en évidence au vu du faible nombre de campagnes de mesures sur un même site.

## Monoxyde de carbone (CO)

#### Effets sur la santé

Il s'agit d'un gaz incolore et inodore qui se fixe sur l'hémoglobine du sang, avec une affinité 200 fois supérieure à celle de l'oxygène. Les organes les plus sensibles à cette diminution de l'oxygénation sont le cerveau et le cœur. L'inhalation de monoxyde de carbone (CO) entraîne des maux de tête et des vertiges. Nausées et vomissements apparaissent à forte concentration. En cas d'exposition prolongée à des niveaux élevés en milieu confiné, ce polluant peut avoir un effet asphyxiant mortel. C'est également un polluant à surveiller pour la qualité de l'air intérieur.

#### Effets sur l'environnement

Ce gaz joue un rôle majeur dans la formation d'ozone dans la basse atmosphère et intervient dans les processus de formation des gaz à effet de serre, en se transformant en $CO_2$.

#### Émissions

Le monoxyde de carbone provient de la combustion incomplète des combustibles et des carburants (installations de chauffage, cheminées...). Le secteur des transports (à 69 %) ainsi que le secteur résidentiel et tertiaire constituent les principaux secteurs émetteurs de monoxyde de carbone en Bretagne. En France, la part du secteur industriel est plus importante qu'en Bretagne où elle est quasi nulle.

Les émissions de monoxyde de carbone s'élèvent à 186 kt en Bretagne en 2005 et représentent 3 % des émissions nationales d'après le CITEPA.

#### Immissions

Les concentrations moyennes annuelles et les valeurs limites sont en baisse régulière depuis 1998. Le monoxyde de carbone étant majoritairement émis par les transports, cette réduction est principalement imputable aux progrès techniques et à la réglementation de plus en plus sévère concernant les émissions dues aux transports. En effet, les véhicules essence neufs sont obligatoirement munis d'un pot d'échappement catalytique depuis 1993, tout comme les véhicules diesel neufs depuis 1997 (pot catalytique dit « d'oxydation » qui convertit le CO en $CO_2$).

Zone 1 : Grande agglomération de Rennes
Zone 2 : Proximité St-Malo
Zone 3 : Grande agglomération de St-Brieuc - Lamballe
Zone 4 : Grande agglomération Vannes – Golfe du Morbihan
Zone 5 : Grande agglomération de Lorient
Zone 6 : Carhaix
Zone 7 : Grande agglomération de Brest – Grande agglomération de Quimper – arc Brest/Quimper

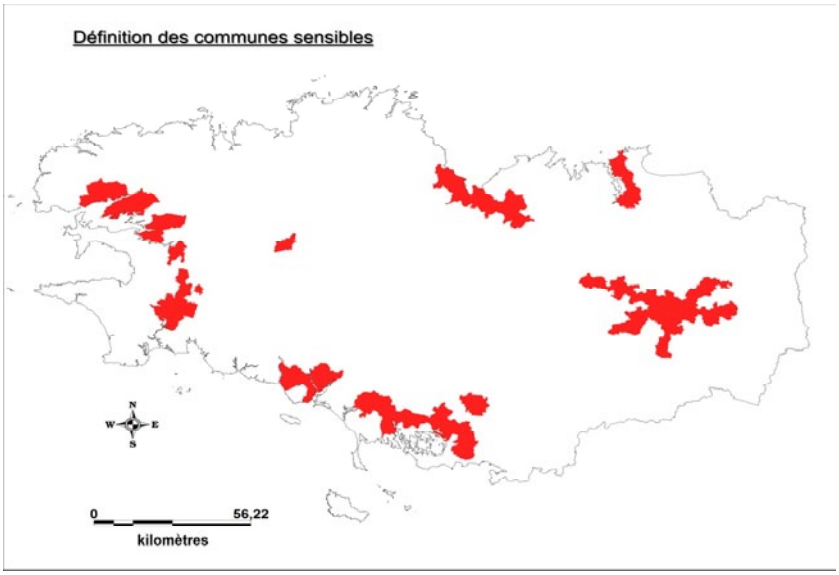



***Figure 47 – Les zones sensibles Qualité de l'air en Bretagne*** *(Source Air Breizh)*

Par conséquent, la diminution des concentrations en monoxyde de carbone devrait se poursuivre avec le renouvellement du parc automobile.

## Des dépassements préoccupants en dioxyde d'azote (NO2) et en particules, un point de vigilance sur l'ozone

Première étape du diagnostic, la comparaison des valeurs mesurées dans l'atmosphère bretonne par Air Breizh aux valeurs réglementaires permet de déterminer les polluants pour lesquels une action prioritaire doit être menée.

Ce travail, réalisé depuis plusieurs années par l'association, fait ressortir les constats suivants :

- Les concentrations moyennes rencontrées en $NO_2$ sont relativement stables d'une année à l'autre mais, compte tenu de la baisse régulière des valeurs limites réglementaires, elles commencent à atteindre des niveaux pouvant dépasser les seuils dans les agglomérations et les zones de circulation dense. En particulier, une station de mesure de Rennes est en dépassement depuis 2010. Pour y remédier, le Plan de Protection de l'Atmosphère de 2005 a été mis en révision.
- Les concentrations journalières rencontrées en particules sont en légère augmentation ces dernières années. Chaque hiver, les seuils d'information et de recommandation en cas d'épisode de pollution sont dépassés – sur toute la Bretagne – pendant une dizaine de jours.
- On constate enfin ponctuellement des dépassements sur les valeurs en ozone. Ceux-ci surviennent lorsque de fortes chaleurs sont rencontrées pendant plusieurs jours et concernent plutôt le littoral sud.

## Zones sensibles au titre de la qualite de l'air

Afin de faciliter la prise en compte de la qualité de l'air dans les SRCAE, une méthodologie nationale a été élaborée par le laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) pour définir des zones sensibles. Très schématiquement, ces zones ont été construites par croisement des cartes de densité de population, du cadastre des émissions pour les particules et les oxydes d'azote et de la cartographie des espaces naturels sensibles ou remarquables.

Il convient d'être conscient des limites de la construction de ces zones : basées sur les émissions dans l'air, elles ne reflètent pas forcément le niveau d'exposition de la population qui dépend de la nature de la source et de l'environnement  plus ou moins favorable à la dispersion. C'est un outil qui permet d'attirer l'attention et d'engager des études plus fines.

En Bretagne, sept zones sensibles ont été identifiées (Figure 47). L'ensemble de ces zones regroupe 1 million d'habitants, soit 35 % de la population bretonne pour 9 % de la surface du territoire et 92 communes (voir liste en annexe 6).

Le classement de ces zones est imputable à des surémissions de dioxyde d'azote liées au transport, à l'exception de Carhaix, où l'origine de la pollution est industrielle.

## Répartition des émissions : le poids prépondérant des transports, du résidentiel et tertiaire et de l'agriculture

Le graphique suivant est tiré de l'inventaire régional réalisé par Air Breizh. Il indique, pour les polluants considérés, la contribution de chaque secteur d'activité (Figure 48).

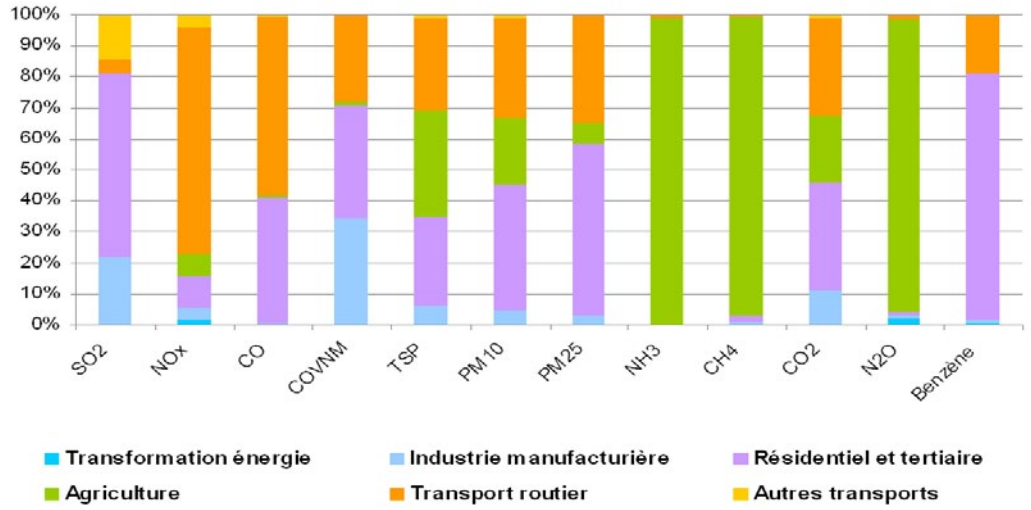



***Figure 48 - Répartition des émissions en Bretagne en 2005***
***Source : Air Breizh***

On gardera à l'esprit que ces répartitions sont des moyennes régionales sur une année. Suivant le lieu et la période observée, la part de chaque secteur peut être très différente. Toutefois, ces données permettent de mieux choisir les cibles des actions de réduction des émissions.

On constate que les secteurs du transport routier, du résidentiel et tertiaire et de l'agriculture sont des contributeurs majoritaires pour tous les polluants considérés à l'exception des composés organiques volatils non méthaniques (industrie manufacturière).

Plus précisément :

- Selon une étude d'Air Breizh sur 2003, les véhicules diesels participent pour plus de 85 % aux émissions de $PM_{2,5}$ du secteur transport et pour plus de 80 % des émissions d'oxyde d'azote (NOx).
- De même, des données du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA) montrent que le chauffage à partir de la biomasse contribue pour plus de 80% aux émissions de particules du secteur résidentiel et tertiaire.
- Enfin, toujours d'après les données d'Air Breizh pour 2003, si les émissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote sont imputables à la gestion des déjections animales à plus de 95 %, cette part descend à environ 30 % pour les émissions de méthane où la fermentation entérique est largement prépondérante.

## Comparaison avec les autres régions françaises

La figure précédente permet de savoir « qui pollue » mais pas d'estimer si cette pollution est spécifique ou pas à la région. Pour le savoir, le tableau qui suit présente la part de la Bretagne dans les émissions nationales (Tableau 5 - p76). Comme la population bretonne représente environ 5 % de la population nationale et que sa surface couvre également environ 5 % du territoire, une part d'émission supérieure à 5 % indique une sur-représentation du polluant.

Quand on relie les polluants aux secteurs contributeurs grâce au graphique précédent, ce tableau reflète bien deux spécificités de la région : une sur-représentation des émissions liées aux activités agricoles ($NH_3$, $CH_4$,

| | $SO_2$ | NOx | CO | COVNM | $PM_{10}$ | $PM_{2,5}$ | $NH_3$ | $CH_4$ | $CO_2$ | $N_2O$ | Benzène |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2005** | 1 % | 5 % | 3 % | 4 % | 3 % | - | 19 % | 8 % | 5 % | - | 4 % |
| **2000** | 2,3 % | 5 % | 4,3 % | 3,5 % | 6 % | 5 % | 19 % | 12 % | 3,7 % | 7 % | - |

***Tableau 5 : Part bretonne des émissions nationales en 2005 et 2000***
***Source : Air Breizh***

$N_2O$) et une sous-représentation des émissions des activités industrielles lourdes ($SO_2$, CO, COVNM).

Pour ce qui est des NOx, la part bretonne est de 5 % ce qui laisse penser que la région est dans la moyenne. Il existe en fait une spécificité locale car les transports routiers contribuent à plus de 75 % de ces émissions alors qu'ils n'en sont responsables que pour moitié en moyenne nationale. Ceci s'explique par un taux d'équipement en véhicules diesels et anciens plus élevé en Bretagne.

## Évolution tendancielle des émissions atmosphériques

A moyen terme (2015), le Plan régional pour la qualité de l'air breton (PRQA) adopté en 2009 identifie des variables clés qui influencent l'évolution de la qualité de l'air en Bretagne. Selon les projections démographiques de l'INSEE, la Bretagne accueillera 25 000 nouveaux habitants par an, ce qui s'accompagnerait de la poursuite de l'urbanisation autour des agglomérations et sur le littoral notamment.

Sur le plan de la qualité de l'air, ces projections démographiques renforcent deux enjeux déjà identifiés comme importants aujourd'hui :

***Augmentation du nombre de véhicules et de déplacements, donc une part croissante des émissions liées au secteur transport***

Dans ce contexte, les émissions de polluants atmosphériques liés aux transports pourraient, encore plus qu'actuellement, s'étendre largement hors des villes et concerner le territoire breton dans son ensemble. Ainsi, sans scénario de rupture, il est probable que les émissions d'oxydes d'azote et d'oxydes de carbone soient toujours plus importantes à l'échelle de la Bretagne d'ici 2015, confortant les transports, et notamment la voiture particulière, au rang de premier contributeur breton pour les polluants cités.

Toutefois, des incertitudes existent quant aux :

- avancées technologiques en lien avec l'évolution de la réglementation : seront-elles en mesure de réduire significativement les émissions ?
- réactions face aux prix des carburants, dans une société où l'automobile domine,
- l'adaptation des transports collectifs aux nouvelles demandes des ménages qui devront ou souhaiteront modifier leurs pratiques.

Pour ce qui concerne le transport routier de marchandises, la prédominance des activités agricoles et agroalimentaires réparties sur tout le territoire breton induit et induira, en l'absence d'un scénario de rupture, d'importants échanges routiers.

***Augmentation du nombre de logements, donc des émissions soutenues liées au secteur résidentiel et tertiaire***

Au regard de la qualité de l'air, l'augmentation du parc de logements signifie autant de sources potentielles d'émissions de polluants atmosphériques en sus : particules, oxydes d'azote, oxydes de carbone, dioxyde de soufre et composés organiques volatils non méthaniques, caractéristiques du secteur résidentiel et tertiaire. Pour ce secteur, le défi de la qualité de l'air est étroitement imbriqué avec la question énergétique des logements.

Pour ce qui concerne les activités tertiaires (commerces, santé, bureaux, etc.), les sources énergétiques sont essentiellement l'électricité et le gaz, avec des consommations globales deux fois plus faibles en Bretagne qu'au niveau national (source : ADEME Bretagne, 2006). Sur le plan des émissions atmosphériques, les enjeux apparaissent donc moins importants aujourd'hui, bien que ces activités tertiaires soient actuellement en essor et ce, pour les années à venir.

***L'évolution des émissions du secteur agricole***

Parmi de nombreux scénarios esquissés pour l'agriculture et l'agroalimentaire de demain, quelques tendances lourdes semblent se dégager : accroissement de la taille des structures, forte mécanisation, concentration et augmentation de la capacité de production animale. Parallèlement, l'agroalimentaire pourrait connaître de fortes mutations pour migrer des premières transformations (abattoirs, laiterie) vers une production de produits plus élaborés (labellisation, produits « santé », etc.).

Pour la qualité de l'air, ces tendances ne laissent pas entrevoir, sans une politique volontariste, de baisse significative des émissions liées aux élevages d'ici 2015, le méthane, l'ammoniac et le protoxyde d'azote étant très étroitement liés aux systèmes bretons.

Le regroupement d'exploitations pourrait toutefois permettre aux agriculteurs d'investir collectivement dans des équipements et des dispositifs de traitement de ces émissions (méthanisation par exemple). Compte-tenu de l'évolution de la réglementation, un nombre croissant de structures agricoles pourrait également basculer vers une logique de suivi des émissions proche de la logique actuellement en vigueur dans le secteur industriel.

***L'évolution des émissions du secteur industriel***

Au regard de la qualité de l'air, les perspectives d'évolution du secteur de l'industrie automobile (métallurgie, mécanique, traitement de surface...) laissent entrevoir une diminution des émissions atmosphériques liées au secteur industriel, pour les activités manufacturières (composés organiques volatils, métaux lourds, etc.).

En revanche, l'accroissement des flux de marchandises, notamment dans le secteur agro-alimentaire, pourrait participer à accroître les émissions du secteur transport pour ce secteur.

## Effets sanitaires de la pollution atmosphérique

Les effets néfastes de la pollution atmosphérique ont été mis en évidence dans de nombreuses études. Ils peuvent être classés en deux groupes : les effets à court et à long terme.

### Effets sanitaires à court terme

Les effets à court terme sont des manifestations cliniques, fonctionnelles ou biologiques survenant dans de brefs délais suite aux variations journalières des niveaux ambiants de pollution atmosphérique :

- altération des voies respiratoires (irritation nasale, des yeux ou de la gorge par exemple, toux, gêne respiratoire, oppression thoracique...),
- aggravation des crises chez les asthmatiques,
- sensibilité accrue aux pollens, moisissures, acariens...,
- aggravation des maladies cardiovasculaires (infarctus du myocarde, angine de poitrine...).

La survenue ou l'exacerbation de ces pathologies peut également être à l'origine de décès anticipés.

La quantification des effets à court terme a été réalisée par de nombreuses études internationales depuis le début des années 90. Elles ont montré une augmentation de la mortalité, des hospitalisations ou des passages aux urgences pour causes respiratoires et cardio-vasculaires en lien avec une augmentation de la pollution atmosphérique. Les effets à court terme de la pollution atmosphérique sont généralement plus marqués chez les sujets âgés, ainsi que chez les enfants.

Les auteurs du programme de surveillance Air et Santé mis en œuvre par l'Institut de veille sanitaire (InVS) dans 9 villes françaises (PSAS-9) ont estimé l'impact sanitaire de l'ozone pendant la vague de chaleur de l'été 2003 à 379 décès anticipés, par rapport aux niveaux moyens de cet indicateur pour la même période des trois années précédentes, toutefois variables selon les villes étudiées.

En Bretagne, une étude s'est intéressée à l'impact sanitaire à court terme de la pollution atmosphérique sur l'agglomération rennaise en 1999. Elle estimait que l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique était, en 1997, de 19 décès anticipés et de 26 hospitalisations sur une année, pour une population de 200 000 habitants. Les polluants pris en compte lors de cette étude étaient le $NO_2$ et l'$O_3$, en moyenne journalière. Les résultats obtenus illustrent le fait que la pollution atmosphérique exerce des effets sur la santé d'une population, même pour des niveaux modérés.

Les conclusions de l'étude ont également montré qu'une réduction des niveaux de pollution de 25 % s'accompagnerait d'une réduction de 40 % de la mortalité anticipée et de 44 % des hospitalisations associées à la pollution atmosphérique. Depuis 1999, les concentrations en $NO_2$ et $O_3$ n'ont pas diminué à Rennes. Les effets du dioxyde d'azote et de l'ozone sur la santé de la population rennaise devraient être, aujourd'hui, au moins équivalents à ceux de 1999.

## Effets sanitaires à long terme

Les effets à long terme sont des affections ou pathologies pouvant survenir (plusieurs mois ou années) après une exposition chronique.

D'une façon générale, il est clairement admis que le nombre annuel de décès attribuables aux effets d'une exposition à long terme serait plus important que celui des effets d'une exposition à court terme. Un étude trilatérale[8] réalisée, en 2000, en Autriche, en France et en Suisse, démontre que la pollution atmosphérique serait responsable de 6 % des décès totaux, soit plus de 40 000 décès par an. Les auteurs indiquent qu'en France, environ 31 000 décès seraient attribuables à la pollution atmosphérique et près de la moitié serait liée à la pollution d'origine automobile.

Pour affiner ces résultats, l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement (AFSEE) a estimé, en 2004, l'impact sur la santé d'une exposition chronique aux particules fines présentes dans l'air dans 76 agglomérations françaises (soit environ 15 millions de personnes âgées de 30 ans ou plus). Pour l'année 2002, un total de 6 000 à 9 000 décès, toutes causes confondues, pourrait leur être attribué (3 à 5 % de mortalité totale pour la population concernée).

Dans le cadre du projet APHEKOM , coordonné par l'Institut de veille sanitaire et mené dans 12 pays européens, il a été montré que l'espérance de vie pourrait augmenter jusqu'à 22 mois pour les personnes âgées de 30 ans et plus, si les niveaux moyens annuels de particules fines ($PM_{2,5}$) étaient ramenés au seuil de 10 µg/m³, valeur guide préconisée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Le respect de cette valeur se traduirait par un bénéfice d'environ 31,5 milliards d'euros (diminution des dépenses de santé, de l'absentéisme, et des coûts associés à la perte de bien-être, de qualité et d'espérance de vie).

En Bretagne, une étude s'est intéressée à l'impact sanitaire à long terme de la pollution atmosphérique urbaine à Brest. Le gain sanitaire associé à une diminution de 25 % des niveaux chroniques de pollution atmosphérique ($PM_{10}$) a été évalué pour l'année 1999 à 38 décès, soit 1 à 2 % de la mortalité totale. Il correspond, pour la population âgée de 30 ans révolus en 1999 à une espérance de vie supplémentaire de l'ordre de 48 jours. Une augmentation de 15 % des niveaux chroniques de $PM_{10}$ est par ailleurs associée à 23 décès supplémentaires.

Depuis une dizaine d'années, les concentrations moyennes annuelles en $PM_{10}$ relevées à Brest ont eu tendance à augmenter, ce qui, d'après les conclusions de l'étude, se traduirait par une augmentation des décès liés à la pollution atmosphérique.

## Asthme et allergies

Dans le cas de l'asthme, sa prévalence en France est estimée à 5 % chez les adultes et 10 % chez les enfants en 2000. En Europe, la prévalence des allergies est d'environ 25 % et est en constante augmentation. Les manifestations cliniques des allergies évoluent et deviennent de plus en plus sévères et persistantes.

Le rôle de la pollution atmosphérique dans le déclenchement des allergies n'est pas encore très clair, de même que l'impact du changement climatique sur les allergies aux pollens qui sera prochainement évalué dans le cadre d'un programme de recherche financé par l'Union Européenne.

L'association Capt'Air Bretagne surveille les pollens au niveau de 5 sites : Brest, Pontivy, Dinan, Rennes et Saint-Brieuc. La modification des calendriers polliniques ou celle de l'évolution du nombre de grains de pollens sont difficiles à interpréter.

*8 Künzli N et coll. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution : a European assessment. Lancet.356 (9232) : 795-801. Septembre 2000.*

## Perception du risque sanitaire lié à la pollution atmosphérique par la population

Le baromètre santé environnement 2007 est la première enquête d'opinion nationale et régionale consacrée aux connaissances des français sur les relations entre l'environnement et la santé. Pour cette première, sept régions, dont la Bretagne, ont décidé de décliner des baromètres régionaux. Sur la qualité de l'air extérieur, les conclusions sont les suivantes :

Plus de 80 % des Bretons considèrent que la pollution de l'air représente un risque élevé (53 %), voire très élevé (28 %) pour la santé des Français en général. Sept Bretons sur dix ont le sentiment d'être plutôt bien informés sur la pollution de l'air extérieur et sur ses éventuels effets sur la santé. Il apparaît aussi que les acteurs les mieux placés pour agir en matière de lutte contre la pollution de l'air extérieur sont les pouvoirs publics. Ils sont cités par 66 % des Bretons.

# 4

# POTENTIELS D'ÉVOLUTION : ÉCONOMIES D'ÉNERGIE, RÉDUCTION DES EMISSIONS DE GES, DÉVELOPPEMENT DES ENR


Potentiels sectoriels d'économies d'énergie et de réduction des émissions de GES 82

Potentiels de développement de la production d'énergies renouvelables (EnR) 97

# 4 Potentiels d'évolution : économies d'énergie, réduction des émissions de GES, développement des EnR

Cette partie s'organise en deux sous-sections qui présentent :

- l'évaluation des potentiels d'économie d'énergie et d'amélioration de l'efficacité énergétique pour les secteurs résidentiel, tertiaire, industriel, agricole et du transport, et des potentiels de réduction de leur niveau respectif d'émissions de gaz à effet de serre ;
- l'évaluation du potentiel de développement de productions électriques et thermiques renouvelables, compte tenu de la disponibilité et des priorités d'affectation des ressources, des exigences techniques et physiques propres à chaque filière et des impératifs de préservation de l'environnement et du patrimoine.

Ces évaluations reposent sur un travail de scénarisation qui a permis d'identifier des trajectoires régionales en fonction notamment d'hypothèses relatives à la mise en œuvre de politiques publiques (réglementation par exemple) et de mesures régionales spécifiques ou encore d'évolutions comportementales et du rythme de diffusion des technologies.

# Potentiels sectoriels d'économies d'énergie et de réduction des émissions de GES

## Principes méthodologiques

La méthode retenue dans le cadre de l'exercice a consisté à définir des scénarios d'évolution à 2020 et 2050 des consommations d'énergie et des émissions de gaz a effet de serre (GES) énergétiques et non énergétique pour les secteurs des bâtiments (résidentiel et tertiaire), des transports, de l'industrie et de l'agriculture. L'annexe 4 du présent schéma détaille la méthode d'élaboration des trajectoires des émissions de gaz à effet de serre.

Les scénarios se fondent sur des hypothèses d'évolution de paramètres clés spécifiques à chacun des secteurs étudiés. Ces hypothèses décrivent :

- l'évolution contextuelle des secteurs (socio-économique, politique, sociétale, etc.) plus ou moins favorable aux économies d'énergie et à la réduction des GES ;
- l'application de leviers d'actions de maîtrise de la demande en énergie et de réduction des GES au travers des paramètres clés de chaque secteur.

Des potentiels haut et bas théoriques d'économie d'énergie et de réduction des GES peuvent être définis pour chaque secteur. Ces scénarios mettent ainsi en évidence le niveau de la contribution de la Bretagne à l'atteinte des objectifs nationaux en termes de réduction de GES (Facteur 4).

Deux scénarios ont été distingués :

- Le scénario de référence correspond à la mise en œuvre de l'ensemble des engagements inscrits dans les réglementations issues du Grenelle de l'Environnement. Il s'agit de mettre en évidence l'effet théorique de l'application effective de l'ensemble de ces mesures dans les différents secteurs bretons. Le scénario repose sur des objectifs nationaux directement transcrits au niveau régional par un ratio de proportionnalité adéquat.
- Le scénario volontariste, plus ambitieux que le scénario de référence, s'efforce de prendre en compte les spécificités des secteurs bretons et retient des hypothèses de progression plus ambitieuses conditionnées à la mise en place de politiques et d'actions volontaristes de l'ensemble des acteurs économiques, politiques et institutionnels du territoire.

En prévision d'un approfondissement de ces réflexions, cet exercice de scénarisation constitue une première approche des potentiels régionaux et complète l'identification des enjeux du territoire. Il doit permettre d'accompagner les décideurs dans le choix de la trajectoire optimale permettant de concilier l'atteinte des objectifs de réduction des GES et des autres enjeux sociaux et de développement économique des territoires. Il ne prédit pas l'avenir.

Les scénarios s'appuient sur des hypothèses de contexte structurel et non conjoncturel. Ils n'intègrent pas d'hypothèses de crise ou de rupture (crise d'opinion suite à des événements climatiques aux conséquences dévastatrices, situation géopolitique ayant des répercutions brutales sur le coût des énergies, révolution technologique, rupture dans la dynamique démographique ou dans l'économie, etc). Ils ne tiennent pas compte également d'hypothèses de stockage de carbone et du puits de carbone.

## Les bâtiments résidentiels

Le secteur résidentiel constitue un enjeu prioritaire pour engager la Bretagne sur une trajectoire de réduction des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. Le secteur résidentiel représente 33 % de la consommation énergétique totale et sa contribution sera déterminante pour atteindre les objectifs 3x20 en 2020 et bien sûr le Facteur 4 en 2050.

Le scénario de référence consiste en la mise en application des mesures existantes (réglementation thermique, crédits d'impôts,...), et le scénario volontariste repose sur la mise en œuvre des solutions techniques les plus ambitieuses pour la rénovation des logements dans un contexte réglementaire renforcé (instauration d'une taxe carbone et d'une obligation de rénovation par exemple).

### La mise en œuvre des mesures Grenelle (scénario de référence)

Le scénario de référence a été construit sur la base de la mise en œuvre des mesures décidées à la suite du Grenelle de l'environnement.

L'impact de ces mesures a fait l'objet d'une évaluation par le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) dans le cadre de l'étude « Évaluation des mesures du Grenelle de l'Environnement sur le parc de logements ». Les mesures suivantes ont été ainsi évaluées :

- les réglementations thermiques (RT 2012, RT 2020) ;
- le crédit d'impôt développement durable sous forme de subvention, réduction de 30 % des coûts de rénovation vers une classe supérieure, plafonnée à 8 000 € ;
- l'éco-prêt à taux zéro, représenté comme une subvention égale au montant des intérêts d'un prêt conventionnel de 10 ans à 4 %, soit environ 20 % du montant des travaux ;
- la seule prise en compte des émissions de chauffage.

Il convient de souligner que l'effet rebond lié au comportement des usagers (suite à des hausses de température et de chauffage post travaux) n'a pu être intégré aux hypothèses ainsi que les initiatives locales telles que celles développées en Bretagne : mobilisation des collectivités dans des programmes d'actions type Virvol't, OPAH, valorisation CEE...

L'évaluation du CGDD fait apparaître que le scénario de référence pour le bâtiment résidentiel est insuffisant pour atteindre l'objectif de -38 % de consommation énergétique en 2020 et pour contribuer efficacement à l'atteinte du Facteur 4 en 2050 (Tableau 6).

| | 2020 | 2050 |
|---|---|---|
| **Évolution de la consommation d'énergie finale par rapport à 2008** | - 19 % | - 44 % |
| **Gain en émission de GES par rapport à 1990** | - 3 % | - 25 % |

***Tableau 6 : Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES des bâtiments résidentiels évalués pour le scénario de référence***

### L'optimisation des gisements identifiés (scénario volontariste)

Le scénario volontariste a été étudié sur la base des travaux de la Cellule économique de Bretagne (CEB) qui ont fait l'objet du rapport «Construction et développement durable en Bretagne : la rénovation des logements existants» réalisé en 2009.

Le scénario volontariste envisage l'optimisation des gisements d'économies d'énergies mis en évidence dans le cadre de cette étude régionale.

Dans cette optique, le scénario suppose la mise en œuvre d'un bouquet de travaux de réhabilitation très ambitieux du point de vue des économies d'énergie escomptées, intégrant l'utilisation des techniques les plus novatrices à l'heure actuelle en matière de réhabilitation et prévoyant des actions de réhabilitation sur l'ensemble des paramètres (isolation des murs, de la toiture, du plancher bas, des menuiseries extérieures, des systèmes de

ventilation et de chauffage). La mise en œuvre de ces travaux est combinée avec chaque typologie de logement identifiée en Bretagne.

Une seule intervention est envisagée sur chaque logement afin d'être le plus efficace sans nouvelle intervention.

Il convient de noter que l'étude de la Cellule économique de Bretagne se focalise sur les énergies de chauffage du parc de résidences principales bretonnes (81 % du parc). Un gisement potentiel de réduction des consommations d'énergie n'est donc pas mobilisé (eau chaude sanitaire, électricité spécifique) alors qu'il est susceptible d'apporter des gains, certes plus modestes, mais non négligeables. Le scénario tient compte aussi du facteur comportemental et de l'effet rebond potentiel (passage chauffage individuel au chauffage collectif...)

Le scénario permet d'atteindre l'objectif du Grenelle de -38 % des consommations énergétiques en 2020 et l'objectif de Facteur 4 à l'horizon 2050 (1990-2050). A l'horizon 2050, la totalité du gisement de rénovation thermique est mobilisée (Tableau 7).

| | 2020 | 2050 |
|---|---|---|
| **Évolution de la consommation d'énergie finale par rapport à 2008** | - 38 % | - 81 % |
| **Gain en émission de GES par rapport à 1990** | - 38 % | - 78 % |

***Tableau 7 : Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES des bâtiments résidentiels évalués pour le scénario volontariste***

La réalisation de ce scénario est conditionnée par la capacité à favoriser et à soutenir un rythme de mise en œuvre exigeant, soit environ 45 000 maisons individuelles réhabilitées par an d'ici 2020, correspondant à un effort financier particulièrement élevé, environ 50 000 € par maison individuelle.

Ce coût de la rénovation est identifié comme un frein à la mise en chantier. Face à cette difficulté, il sera à l'évidence nécessaire de réfléchir en coût global, voire en coût global élargi (en intégrant au coût global les coûts externes sanitaires, environnementaux et sociaux...). La valorisation d'un patrimoine rénové, performant thermiquement, peut également entrer en jeu dans la dynamique de rénovation du patrimoine existant. L'adaptation des professionnels du secteur de la construction à l'approche globale, mais aussi l'évolution des comportements des particuliers sur la bonne utilisation des systèmes et la sobriété énergétique seront des leviers à mobiliser.

Dans l'optique d'un scénario volontariste, l'évolution du prix de l'énergie ne sera vraisemblablement pas sans conséquence sur la mobilisation des particuliers quant à la mise en œuvre de travaux de rénovation thermique.

## Les bâtiments tertiaires

Comme le secteur résidentiel, le secteur tertiaire a fait l'objet d'une étude pilotée par la Cellule économique de Bretagne (CEB). Ces travaux ont fourni les éléments permettant de construire deux scénarios d'évolution de ce secteur.

Les deux scénarios, référence et volontariste, reposent sur la mise en œuvre de bouquets de travaux (modeste bâti, modeste système, intermédiaire, maximal) correspondant à des niveaux d'exigence différents.

Dans le cadre des scénarios, ces bouquets de travaux sont mis en œuvre en tenant compte d'hypothèses de renouvellement du parc, des équipements, de taux de démolitions, de changement d'énergie, etc.

### La mise en œuvre des mesures existantes (scénario de référence)

Ce scénario définit des hypothèses pour 71 % du parc tertiaire existant en terme :

- de réhabilitation du bâti : 20 % du parc construit avant 2007 est réhabilité à l'horizon 2020 et 74 % à l'horizon 2050 ;
- d'évolution des parts de marché des énergies : substitution progressive d'ici 2050 du gaz et du fuel ;
- de remplacement des systèmes en fin de vie : amélioration tendancielle des rendements des systèmes neufs de 10 % entre 2008 et 2012 puis 5 % entre 2013 et 2020 et 2021-2050 ;
- d'évolution attendue des consommations, des usages de bureautique, et de froid alimentaire : augmentation des surfaces climatisées de 6 % tous les 10 ans avec une consommation unitaire constante, taux d'équipement d'éclairage constant avec diminution

de 15 % à l'horizon 2050, augmentation de 18 % à l'horizon 2050 du taux d'équipement bureautique avec une consommation unitaire constante, taux d'équipement de froid alimentaire constant avec une diminution de 30 % à l'horizon 2050 et taux d'équipement de ventilation constant et hausse des consommations unitaires ;

- de pénétration de l'énergie solaire thermique lors du renouvellement des systèmes en fin de vie et dans les constructions neuves : 10 % pour les cafés, hôtels, restaurants, les établissements de santé, d'action sociale, d'habitat communautaire et des sports loisirs cultures, 5 % pour les autres branches.

Le scénario de référence pour le bâtiment tertiaire est insuffisant pour atteindre l'objectif de -38 % de consommation énergétique en 2020 et pour contribuer efficacement à l'atteinte du Facteur 4 en 2050 (Tableau 8).

| | 2020 | 2050 |
|---|---|---|
| **Évolution de la consommation d'énergie finale par rapport à 2007** | - 2 % | - 3 % |
| **Gain en émission de GES par rapport à 2007** | - 12 % | - 28 % |

***Tableau 8 : Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES des bâtiments tertiaires évalués pour le scénario de référence***

Les coûts estimés par les travaux engendrés pour la réalisation du scénario « mesures existantes » de la CEB (portant à la fois sur l'enveloppe du bâti et sur les systèmes) sont compris dans une fourchette de :

- 3,4 à 4,2 milliards d'euros HT, soit 400 à 500 euros par m² réhabilité, à horizon 2020 ;
- 16,8 et 21,3 milliards d'euros HT, soit 560 à 720 euros par m² réhabilité, à horizon 2050.

## La mobilisation maximale des gisements (scénario volontariste)

Les hypothèses du scénario volontariste sont calées sur le scénario dit « scénario -38 % » de l'étude « État des lieux des consommations énergétiques du parc bâti tertiaire et gisements associés sur la région Bretagne », réalisée par la CEB.

Ce scénario définit des hypothèses d'évolution pour 71 % du parc tertiaire existant, plus ambitieuses que le scénario de référence, en termes :

- de réhabilitation du bâti : 53 % du parc construit avant 2007 est réhabilité à l'horizon 2020 et 100 % à l'horizon 2050 ;
- d'évolution des parts de marché des énergies : substitution progressive d'ici 2050 du gaz et du fioul ;
- de remplacement des systèmes en fin de vie : amélioration tendancielle des rendements des systèmes neufs de 10 % entre 2008 et 2012 puis 5 % entre 2013 et 2020 et 2021-2050 ;
- d'évolution attendue des consommations, des usages de bureautique, et de froid alimentaire : augmentation des surfaces climatisées de 1,5 % tous les 10 ans avec diminution de 40 % à l'horizon 2050 des consommations unitaires, taux d'équipement d'éclairage constant avec diminution de 60 % à l'horizon 2050, augmentation de 18 % à l'horizon 2050 du taux d'équipement bureautique avec diminution de 50 % des consommations unitaires, taux d'équipement de froid alimentaire constant et diminution de 30 % à l'horizon 2050 et taux d'équipement de ventilation constant et hausse des consommations unitaires ;
- de pénétration de l'énergie solaire thermique lors du renouvellement des systèmes en fin de vie et dans les constructions neuves : 40 % pour les cafés, hôtels, restaurants, les établissements de santé, d'action sociale, d'habitat communautaire et des sports loisirs cultures, 20 % pour les autres branches.

Malgré l'application du bouquet de travaux « maximal », le scénario volontariste pour le bâtiment tertiaire s'avère également insuffisant pour atteindre l'objectif de -38 % de consommation énergétique en 2020 et pour contribuer à l'atteinte du Facteur 4 en 2050 (Tableau 9).

| | 2020 | 2050 |
|---|---|---|
| **Évolution de la consommation d'énergie finale par rapport à 2007** | - 27 % | - 27 % |
| **Gain en émission de GES par rapport à 2007** | - 45 % | - 59 % |

***Tableau 9 : Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES des bâtiments tertiaires évalués pour le scénario volontariste***

Les coûts estimés par les travaux engendrés pour la réalisation du scénario « -38 % » de la CEB (portant à la fois sur l'enveloppe du bâti et sur les systèmes) sont compris

dans une fourchette de :

- 8 à 10 milliards d'euros HT à horizon 2020, soit 370 à 460 euros par m² réhabilité ;
- 28,6 et 37 milliards d'euros HT à horizon 2050, soit 670 à 860 euros par m² réhabilité.

Les objectifs en termes d'évolution des consommations énergétiques engagent à une réhabilitation volontariste du parc tertiaire mais également à l'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes. Il apparaît nécessaire de concentrer les efforts de la rénovation thermique sur le bâti tertiaire économiquement réhabilitable, en privilégiant la destruction des « passoires énergétiques ».

La totalité des potentiels devra par ailleurs être mobilisée (notamment cuisson, process non modélisé dans l'étude) pour atteindre les économies escomptées. Des gains techniques sur ces usages et plus généralement comportementaux seront également nécessaires. En termes d'émission de GES, le report des consommations d'énergies fossiles vers des énergies moins émettrices est indispensable.

## Le transport de personnes (mobilité individuelle)

Les déplacements liés à la mobilité des personnes représentent en Bretagne près d'un quart (23 %) des consommations d'énergie, en très large majorité des produits pétroliers. A ce jour, la répartition des modes de déplacements pour les personnes est la suivante (Tableau 10) :

| | |
|---|---|
| Modes doux (marche, vélo) | 21 % |
| Transports en commun | 8 % |
| Deux roues motorisées | 2 % |
| Voiture (passager) | 21 % |
| Voiture (conducteur) | 48 % |
| Taux de remplissage véhicules | 1,09 |

***Tableau 10 – Répartition des modes de déplacement individuel***
***Source : GIP Bretagne Environnement - Ener'GES***

Sous l'effet conjoint de plusieurs facteurs économiques, environnementaux et comportementaux, la répartition modale des déplacements va connaître au cours des prochaines années des évolutions significatives. Celles-ci seront marquées par un transfert croissant des flux de voyageurs vers de nouveaux services de mobilité : transports collectifs, co-voiturage, auto-partage, modes doux.

Dans le même temps, les évolutions technologiques concernant les moteurs thermiques et la pénétration des véhicules électriques contribueront à réduire les consommations d'énergie et les émissions de $CO_2$ de la mobilité individuelle. Enfin la mise en œuvre de nouvelles politiques d'aménagement visant à limiter l'étalement urbain devrait aussi favoriser la maîtrise et la diminution des déplacements motorisés.

Dans le cadre de notre exercice, une simulation de l'évolution de la mobilité des personnes à l'horizon 2020 a été effectuée à l'échelle régionale grâce à l'outil Ener'GES. Conformément à la méthode appliquée à chaque secteur, deux scénarios (référence et volontariste) ont été distingués et quantifiés. Les cinq paramètres suivants ont été étudiés et ont fait l'objet d'hypothèses distinctes selon les scénarios.

- L'évolution des transports collectifs et des modes doux,
- Le développement du co-voiturage,
- Les évolutions technologiques du parc de véhicules,
- Le développement de l'éco-conduite,
- Les distances parcourues.

Les trois premiers paramètres sont développés dans les paragraphes ci-dessous. Une présentation de l'ensemble des paramètres est en annexe.

### Potentiels à l'horizon 2020

#### Le développement des transports en commun (TC) et des modes doux

L'évolution de l'usage des transports collectifs et des modes doux dépend des politiques de planification urbaine (densification, forme urbaine, mixité fonctionnelle ...) et de la structuration du système de transport associé.

S'agissant des transports collectifs, la réflexion a tenu compte :

- du schéma régional multimodal des déplacements et des transports (SRMDT) qui prévoit le développement du système de transports collectifs bretons. Le développement de transports collectifs en site propre est projeté dans la plupart des villes bretonnes : bus à haut

niveau de service à Saint-Brieuc, Quimper, Lorient ; transports collectifs en site propre à Vannes ; 2ème ligne de tram à Brest et de métro à Rennes ; Bretagne à Grande Vitesse en 2017 ;

- des résultats de prospective comme le modèle multimodal de déplacements sur l'aire urbaine de Rennes à l'horizon à 2025 considérant que 4/5ème de la population bretonne vit sous influence d'un pôle urbain.

### *Transports en commun*

Il est à noter que la mise en service de la plupart des transports en sites propres (TCSP) bretons, ne se fera qu'après 2020 et donc le réel impact en termes d'évolution des usages ne sera observable qu'à l'horizon 2025-2030.

Le SRMDT prévoit également plusieurs actions visant à favoriser l'intermodalité au travers d'aménagement des pôles d'échanges multimodaux, de la complétude des offres de transports publics par des solutions innovantes sur mesure et l'amélioration de la coordination physique des différentes offres de transports au droit des gares régionales.

Sur ces bases, il est retenu pour le **scénario de référence**, une hypothèse d'augmentation à 2020 de + 0,5 point de la part modale des transports collectifs (ceux-ci passant de 8 % à 8,5 %) intégrant la mise en service de la 2ème ligne de métro de Rennes.

**Le scénario volontariste** propose une évolution de 8 % à 9 % de la part modale des transports collectifs. Ces gains supplémentaires sont envisageables grâce à un accroissement du taux de remplissage des transports collectifs ainsi qu'au développement de l'offre avec notamment de meilleurs niveaux de service et de tarifications au niveau des bus, cars et TER. Le travail des autorités organisatrices de transports (AOT) avec les EPCI sur le rabattement sur certains arrêts, haltes, gares s'inscrit également dans cette perspective d'amélioration de l'offre.

### *Modes doux*

En ce qui concerne les modes doux, leur évolution est liée à la localisation de la population, leur pratique étant plus forte dans l'urbain. Aujourd'hui, les politiques mises en œuvre dans le prolongement du Grenelle en faveur des modes doux tendent à accentuer cette situation puisqu'elles s'appliquent en priorité dans les centres urbains avec notamment le développement des plans de déplacements urbains, des plans de déplacements d'entreprises, d'administrations, d'écoles ou de zones d'activités ou encore la construction de stationnement sécurisé pour les vélos lors de la construction d'immeuble.

Dans ce contexte et sans des nouvelles actions spécifiques visant à faciliter les modes doux dans le périurbain (développement de réseaux cyclables et des offres de service : vélo en libre service, parking surveillé...), l'arrivée de nouvelles populations dans ces territoires se traduira par une baisse de la part modale des modes doux à l'horizon 2020 au niveau régional.

Compte tenu du phénomène de périurbanisation, observable sur l'ensemble de la Bretagne avec un développement de la population des premières et deuxièmes couronnes des agglomérations, **le scénario de référence** a retenu une hypothèse de baisse de 2 points à 2020 (de 21 % à 19 %) de la part modale des modes doux (baisse comparable aux simulations 2025 sur l'aire urbaine de Rennes).

**Le scénario volontariste** retient l'hypothèse d'une mobilisation des acteurs afin de promouvoir plus activement les modes doux en cohérence avec les futurs SCot et PLU, ceux-ci ne devant plus « maîtriser les besoins de déplacements et la circulation automobile » mais au contraire « diminuer les obligations de déplacements et développer les TC ». Le développement des modes doux constitue donc une priorité dans ce nouveau cadre défini par la loi ENE (Engagement national pour l'Environnement) du 12 juillet 2010. Dans cette optique, la part des modes doux pourra être développée dans les zones périurbaines et ainsi maintenue au niveau régional à son niveau de 21 % (Tableau 11).

| **Hypothèses scénarios 2020 « Développement du report vers les transports collectifs et les modes doux »** | | |
|---|---|---|
| | Scénario de référence | Scénario volontariste |
| Part TC | 8,5 % | 9 % |
| Part modes doux | 19 % | 21 % |

***Tableau 11 – Hypothèses scénarios 2020 Report vers Transports collectifs et modes doux***

### Le développement du covoiturage

Le covoiturage concerne aujourd'hui moins de 10 % des déplacements domicile/travail. Son développement est lié à des évolutions comportementales et à une prise de conscience individuelle. La probable accentuation des contraintes économiques est susceptible d'avoir un impact significatif.

Dans le cadre du **scénario de référence**, le développement du co-voiturage repose sur le développement des plans de déplacement d'entreprises (PDE), qui constitue une réponse intéressante. Il a donc été retenu une hypothèse d'augmentation de 10 % du taux de remplissage des véhicules pour les motifs travail/études. En 2020, 20 % des déplacements domicile-travail motorisés se feront avec au moins 2 voyageurs.

Dans le cadre du **scénario volontariste**, une action plus large peut être engagée par les acteurs publics en lien avec les entreprises afin notamment de :

- accélérer le développement des PDE et favoriser la prise en compte de la thématique covoiturage dans les SCoT et PLU : places réservées ...
- faciliter la mise en relation des covoitureurs : mutualisation des sites, covoiturage dynamique ...

Dans le cadre d'un tel soutien, une hypothèse d'augmentation de 20 % du taux de remplissage des véhicules pour les motifs travail/études et de 10% pour les autres motifs (effet indirect comportemental et suppression du 2ème véhicule) est proposée (Tableau 12).

| Hypothèses scénarios 2020 « Développement du covoiturage » | | |
|---|---|---|
| | Scénario de référence | Scénario volontariste |
| Taux de remplissage des véhicules pour le motif Travail | 1,2 | 1,3 |
| Taux de remplissage des véhicules pour les motifs loisirs, achats... | 1,5 | 1,6 |

***Tableau 12 – Hypothèses scénarios 2020 Covoiturage***

### Les évolutions technologiques du parc de véhicules

L'évolution technologique permet d'envisager une baisse des consommations d'énergie et des émissions de GES liée à :

- l'amélioration de la performance énergétique des moteurs thermiques,
- la pénétration de véhicules électriques et hybrides.

S'agissant de la performance des moteurs thermiques, son évolution est liée à la réglementation nationale et européenne et au taux de renouvellement du parc.

Les hypothèses retenues sur ce paramètre sont identiques pour les scénarios SRCAE de référence et volontariste et correspondent au Plan climat France qui prévoit une émission moyenne de l'ensemble du parc en 2020 de 130 g $CO_2$/km en combinant réglementation et incitation. Ce qui se traduit par un gain en 2020 de 18% des consommations et émissions GES / 2005 (Tableau 13).

| Hypothèses scénarios 2020 « Amélioration de la performance énergétique » | |
|---|---|
| Emissions 2020 du parc moyen neuf | 105 g$CO_2$/km |
| Emissions 2020 du parc moyen en circulation en 2020 | 135 g$CO_2$/km |
| Baisse des consommations et des émissions GES / émissions de 2005 (170 gCO2/km) | -18 % |

***Tableau 13 – Hypothèses scénarios 2020 Performance énergétique***

Concernant la pénétration de véhicules électriques et hybrides, l'hypothèse retenue pour **le scénario volontariste** est en cohérence avec le Plan vert qui prévoit un déploiement à hauteur de 1,2% d'ici 2015 des véhicules électriques, moins ambitieux que le Plan national pour le développement des véhicules électriques (PNDVE) lancé en 2009 (se traduisant pour le parc breton à 6 % de véhicules électriques). En effet, aujourd'hui, le parc breton ne contient quasiment pas de véhicules électriques et ce développement est conditionné par des évolutions non régionales (prix de vente des véhicules électriques, durée de vie des batteries ...). L'hypothèse retenue pour **le scénario de référence** est le prolongement de la situation actuelle.

Pour la pénétration des véhicules fonctionnant aux biocarburants, les hypothèses retenues pour les scénarios de référence et volontariste en 2020 correspondent aux objectifs du Plan bioclimat de 10% en 2015 (Tableau 14).

| Hypothèses scénarios 2020 « Pénétration de véhicules électriques et hybrides» | | |
|---|---|---|
| | Scénario de référence | Scénario volontariste |
| Taux de pénétration | TC : 5 %, VP : 0,5 % | TC : 7 %, VP : 2 % |

***Tableau 14 – Hypothèses scénarios 2020 Pénétration de véhicules électriques et hybrides***

### Les trajectoires à l'horizon 2050

En l'absence de scénario prospectif à cet horizon pour le territoire breton, il est considéré à 2050 :

- que la Bretagne n'échappera pas aux tendances nationales ;
- de s'appuyer sur le rapport « trajectoire 2020-2050 vers une économie bas carbone » du Centre d'Analyse Stratégique (2011) qui indique une diminution de -65 % d'émissions de GES du secteur des transports à 2050 (par rapport à 1990), reprise dans le livre blanc « Feuille de route pour un espace européen unique des transports, vers un système de transport compétitif et économe en ressources » de la Commission européenne (2011).

### Synthèse

| Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES du transport de voyageurs évalués pour les scénarios de référence et volontariste | | | |
|---|---|---|---|
| | 2020 | | 2050 |
| | Scénario de référence | Scénario volontariste | |
| Évolution de l'énergie finale par rapport à 2005 | - 17 % | - 26 % | - 65 % |
| Gain en émission de GES par rapport à 2005 | - 20 % | - 28 % | - 65 % |

***Tableau 15 - Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES du transport de voyageurs évalués pour les scénarios de référence et volontariste***

## Les transports de marchandises

L'évaluation des potentiels de réduction des consommations d'énergie dans l'activité de transports de marchandises a été réalisée grâce à l'analyse de 3 paramètres :

- le management et les évolutions organisationnelles et comportementales au sein des entreprises du secteur ;
- les évolutions technologiques ;
- les flux de marchandises et les types de trajet.

En l'absence d'étude régionale prospective, les hypothèses pour ces paramètres ont été établies sur la base de travaux réalisés au niveau national : l'étude du PREDIT « 5 scénarios pour le fret et la logistique à l'horizon 2040 », l'étude du Centre d'Analyse Stratégique « Trajectoires 2020-2050 : vers une économie sobre en carbone », les scénarios de l'association NEGAWATT et les travaux de prospective menés actuellement par l'ADEME.

### La mobilisation des entreprises de transport à l'horizon 2020

**Les évolutions managériales, comportementales et organisationnelles des entreprises**

A l'échéance 2020, les deux scénarios (référence et volontariste) reposent sur des évolutions managériales, comportementales et organisationnelles importantes au sein des entreprises du secteur.

Dans le cadre du **scénario de référence**, le développement d'une gestion plus performante des entreprises est poursuivi au rythme actuel à travers l'optimisation du chargement des véhicules, des chaines logistiques, le développement d'outils informatiques, etc,...

Dans le cadre du **scénario volontariste**, la performance environnementale et énergétique des entreprises des produits livrés devient centrale et stratégique (condition de survie des entreprises de transports) : connaître, afficher et améliorer en permanence ces bilans est devenu la norme pour le management. La mobilisation des professionnels y est ainsi plus forte et encouragée par la puissance publique : généralisation des chartes $CO_2$, renforcement de la réglementation...

En outre, les territoires se restructurent autour des ports et des plates-formes logistiques. Les professionnels renforcent leur mobilisation et leurs investissements pour optimiser la gestion des flux, du remplissage des tournées, pour développer des organisations urbaines, diminuer l'impact des derniers kilomètres et se conformer à la réglementation (chargement véhicule, vitesse autorisée).

Dans cette optique, dès 2020, l'essentiel des gains possibles grâce à ce paramètre est réalisé dans le cadre du scénario volontariste (8 %) et dans une moindre mesure dans le scénario de référence (4 %).

**Les évolutions technologiques par l'investissement dans des solutions innovantes (motorisation, carburants)**

Dans le **scénario de référence**, des progrès significatifs sont attendus d'ici à 2020 à l'occasion du renouvellement du parc de véhicules et à travers la mise en œuvre de la réglementation « qualité de l'air » (norme Euro VI). La modernisation du parc de véhicules n'est toutefois pas

optimale notamment s'agissant des moteurs hybrides et des biocarburants par exemple.

Dans le cadre du **scénario volontariste**, le déploiement des nouvelles solutions est sensiblement accéléré pour répondre à une réglementation renforcée par les pouvoirs publics, ce qui permet :

- le renouvellement et la modernisation plus performante du parc de véhicules ;
- la montée en puissance des véhicules hybrides ;
- la pénétration des biocarburants première et deuxième génération et du GNV ;
- le développement de la R&D et les expérimentations sur les biocarburants nouvelles générations (micro-algues, biomasse ligno-cellulosique).

Au point de passage 2020, les évolutions technologiques permettent des gains de consommations d'énergie de l'ordre de 2 % (scénario de référence) et de 4 % (scénario volontariste). Au-delà, pour 2030, les hypothèses de réduction des consommations envisageables sont plus importantes (-15 %) grâce à la généralisation des innovations au sein du parc des entreprises.

**Les flux de marchandises transportées et les types de trajets**

L'évolution des flux des produits et matières à transporter et des types de trajets dépend de l'activité économique.

A l'horizon 2020, les deux scénarios (référence et volontariste) n'envisagent pas de modification de la structure économique régionale, d'où une relative stabilité des flux et des trajets actuels avec notamment :

- le maintien des flux de produits agricoles et alimentaires ;
- la prédominance de la route et un report modal vers le maritime et le ferroviaire en progression mais encore relativement limité, en raison notamment pour le ferroviaire du temps nécessaire pour la mise au point d'une offre performante de l'opérateur (développement des infrastructures).

Dans le cadre d'un **scénario volontariste**, il est possible de mentionner plusieurs facteurs susceptibles d'avoir un impact plus significatif sur les consommations d'énergie du secteur (- 4 %) :

- une réglementation renforcée sur l'impact environnemental des produits (étiquetage) impactant fortement les comportements d'achat, la vitesse et les usages de la route (quotas, permis négociables)... ;
- une moindre production de déchets et de produits manufacturés, jusqu'à un recyclage massif ;
- un développement des circuits courts, d'une tendance à la relocalisation et d'une réduction des distances parcourues ;
- un accès réglementé en zone urbaine (Low Emissions Zones) ;
- une amélioration sensible de l'offre ferroviaire fret (infrastructures, qualité de service...) ;
- un redéploiement du fret ferroviaire, en particulier du transport combiné, à partir de plateformes créées ou réactivées, et du transport maritime, conséquence d'une stratégie régionale de la logistique en leur faveur et remportant l'adhésion des collectivités et du monde économique ;
- une évolution du report modal vers le ferroviaire pour une partie des flux (produits frais alimentaires et produits manufacturés) vers les zones de consommation les plus éloignées : Rhône-Alpes, Ile-de-France...

L'ensemble de ces évolutions permet d'envisager une baisse des consommations d'énergie du secteur de l'ordre de 4 % à l'horizon 2020 pour le scénario volontariste contre 2 % dans le scénario de référence.

## Les trajectoires à l'horizon 2050

Tout comme pour le transport de personnes, il est considéré qu'en ce qui concerne les transports de marchandises, les trajectoires régionales s'inscriront dans les tendances nationales.

A l'horizon 2050 il apparaît ainsi que le Facteur 4 est difficile à atteindre dans tous les scénarios (PREDIT, CAS, Negawatt) sauf à envisager des remises en cause radicales des modes de production et de consommation (scénario « décroissance choisie », PREDIT). Le rapport «trajectoire 2020-2050 vers une économie bas carbone» du Centre d'Analyse Stratégique (2011) retient une diminution de - 65 % d'émissions de GES du secteur des transports à 2050 (par rapport à 1990).

La réduction des consommations d'énergie dépendra du poids relatif :

- de l'évolution de la demande (baisse plus ou moins forte des besoins) : réorganisation de la mobilité (pour le fret : croissance du ferroviaire et du maritime), changements de comportements des usagers et des consommateurs, relocalisation des activités, développement des circuits courts, politiques d'aménagement du territoire, cabotage et « autoroutes » de la mer... ;
- de la pénétration des technologies décarbonées dans les véhicules et de l'évolution de la structure du parc de véhicule : GNV, électrique.

Dans le cadre du **scénario volontariste**, une hypothèse de réduction des consommations d'énergie de 60 % est proposée avec 30 % de gains liés aux évolutions des flux de marchandises dans un contexte marqué notamment par (Tableau 16) :

- la hausse du coût du transport ;
- une réglementation renforcée : vitesse, usages de la route (quotas, permis négociables),... ;
- la réduction des distances de parcours ;
- le recyclage massif (réduction des flux) chez les consommateurs ;
- le développement d'une offre commerciale (biens et services) en faveur de la proximité ;
- le développement des infrastructures nationales ferroviaires fret/qualité de service ferroviaire ;
- le développement du report modal pour la Bretagne.

| | Scénario de référence | | Scénario volontariste | |
|---|---|---|---|---|
| | 2020 | 2050 | 2020 | 2050 |
| Évolution de l'énergie finale par rapport à 2005 | - 7 % | - 21 % | - 16 % | - 60 % |
| Gain en émission de GES par rapport à 2005 | - 7 % | - 21 % | - 16 % | - 60 % |

***Tableau 16 : Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES du transport de voyageurs évalués pour les scénarios de référence et volontariste***

## L'AGRICULTURE

L'exercice de scénarisation repose sur la définition d'un potentiel maximum théorique pour chaque action de réduction des émissions de gaz à effet de serre établie à partir de diverses sources de données :

- l'outil de calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) mis en place à l'échelle régionale, ener'GES ;
- les données agreste pour ajuster les données d'entrées agricoles ;
- les références nationales ou internationales[9] en ce qui concerne les facteurs d'émissions de gaz à effet de serre ;
- des références scientifiques[10] de pistes d'actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre et le cas échéant, des options étudiées dans le cadre d'autres SRCAE.

L'ensemble des éléments présentés ci-dessous sont plus amplement développés en annexe.

*9 De Cara et al., 2008. Projections des émissions/absorptions de gaz à effet de serre dans les secteurs forêt et agriculture et horizons 2010/2020. Rapport d'étude pour le Ministère de l'agriculture et de la pêche.*

*10 IGER (2001) Cost curve assessment of mitigation options in greenhouse gas emissions from agriculture. Final Project Report to Defra (project code: CC0209). http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&Completed=0&ProjectID=8018. NERA (2007) Market Mechanisms for Reducing GHG Emissions from Agriculture, Forestry and Land Management London: Defra*

# 4 Potentiels d'évolution : économies d'énergie, réduction des émissions de GES, développement des EnR

En **précautions d'usage**, on rappellera que :

- Les émissions du secteur agricole font l'objet de nombreuses incertitudes allant de 40 à 200 % selon les gaz[11], ce en raison de leur nature particulière, associée à des processus biologiques complexes et difficilement mesurables.
- Les calculs proposés, souvent basés sur des moyennes régionales ou nationales, ne tiennent pas compte de certaines pratiques individuelles ou conditions locales qui peuvent faire varier les facteurs d'émissions.
- Il convient de tenir compte des dépendances entre les techniques de réduction des émissions proposées.
- L'analyse thématique conduite ici ne permet pas de comparer les systèmes (bio/conventionnel, etc) sur le plan des émissions de GES.

## Calcul du potentiel théorique maximal

Le calcul du potentiel régional maximal théorique tient compte du potentiel de réduction :

- des émissions non énergétiques, liées à des processus biologiques ;
- des consommations énergétiques et des émissions associées.

Il correspond à un taux d'adoption des mesures de réduction des émissions de GES de 100 %. Les mesures de réduction des émissions de GES sont :

- la méthanisation des effluents d'élevage ;
- l'optimisation de la fertilisation azotée ;
- l'alimentation des animaux ;
- le travail du sol ;
- l'introduction des légumineuses dans l'alimentation.

## Scénario de référence

Le scénario de référence a été calculé en supposant un taux de mobilisation de 50 % du potentiel théorique.

Ce scénario sera influencé par le prix des énergies fossiles qui, à son tour, conditionne le prix des intrants (engrais azotés, alimentation animale) et influencera les décisions des exploitants agricoles sur les mesures de réduction des GES.

## Scénario volontariste

Le scénario volontariste correspond à un scénario haut qui considère un taux d'adoption de 80 % du potentiel théorique à 2050. En plus du contexte du scénario de référence décrit ci-dessus, des incitations économiques viennent renforcer les décisions concernant la réduction des émissions de GES.

### Réduction des émissions de gaz à effet de serre des cultures

De façon générale, les émissions de protoxyde d'azote résultent d'un déséquilibre de la fertilisation. Pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, on va chercher à réduire et à optimiser les apports d'azote.

A moyen terme (horizon 2020), les techniques possibles pour réduire les émissions de protoxyde d'azote consistent à :

- adapter la fertilisation minérale en fonction des besoins de la culture et des apports prévus en fertilisation organique[12] [13] ;
- maintenir une bonne aération des sols ;
- fractionner les apports d'azote pour une meilleure adéquation entre les besoins de la plante et les quantités de fertilisants ;
- utiliser des cultures intermédiaires pièges d'azote (moutarde, trèfle) ;
- introduire des légumineuses dans l'alimentation. Les légumineuses ont une capacité naturelle à fixer l'azote atmosphérique et restituent l'azote aux cultures suivantes ou associées. Le développement de légumineuses (en tête de rotation) peut réduire les émissions de GES dans une proportion entre 12 et 16 %[11].

*11 Réseau action climat France : Agriculture et gaz à effet de serre : état des lieux et perspectives*

*12 http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_2006_10_ammoniac_gaz_azote.pdf;*

*13 Moran, D.; MacLeod, M.; Wall, E.; Eory, V.; Pajot, G.; Matthews, R.; McVittie, A.; Barnes, A.; Rees, B.; Moxey, A.; Williams, A. (2008) UK marginal abatement cost curves for the agriculture and land use, land use change and forestry sectors out to 2022, with qualitative analysis of options to 2050. Final Report to the Committee on Climate Change, Report No. RMP4950. SAC Commercial Ltd, King's Buildings, Edinburgh EH9 3JG. 152pp.*

A plus long terme (horizon 2050), des mesures complémentaires pourront être utilisées :

- des fertilisants à libération retardée[1315] ;
- des inhibiteurs de nitrification. Les inhibiteurs de nitrification ralentissent la conversion de l'ammonium en nitrates et donc les émissions de protoxyde d'azote ;
- des variétés qui optimisent les apports d'azote.

Ces mesures permettront de tendre vers l'équilibre azoté. Supprimer l'excédent azoté permettrait de réduire les émissions de protoxyde d'azote de 15 % (calculé selon l'association Solagro, rapport de Réseau Action Climat). On supposera que ceci constitue le maximum potentiel théorique qui s'ajoute aux 15 % obtenus grâce aux plantations de légumineuses.

**Réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'élevage**

Les gaz à effet de serre émis par les activités d'élevage proviennent de la digestion des aliments par les animaux d'élevage (fermentation entérique) et la gestion de leurs déjections.

En ce qui concerne la digestion des aliments chez les ruminants, un gain entre 27 % et 37 % peut être obtenu suite à l'introduction d'éléments gras dans la ration alimentaire d'un troupeau laitier[11]. L'association de plantes légumineuses aux graminées dans les prairies peut avoir un effet comparable.

Les réductions d'émissions associées à la digestion des aliments sont plus particulièrement attendues au delà de 2020. A l'horizon 2050, l'intégralité du potentiel maximum théorique peut être mobilisée. Cela représente un gain de 30 % sur ce poste.

La méthanisation, soit sur digesteur susceptible de recevoir des effluents d'autre nature que strictement agricoles, soit à petite échelle, directement sur la fosse de stockage, constitue une mesure susceptible de réduire les émissions de méthane.

Il est supposé que la méthanisation réduit de 80 % les émissions de méthane liées au stockage des déjections animales (les émissions évitées par la substitution d'énergie ne sont pas comptabilisées ici).

A l'horizon 2020, on suppose que 20 % des effluents d'élevage sont méthanisés.

A l'horizon 2050, l'hypothèse de travail retenue suppose la mobilisation du potentiel maximum théorique du gisement (100 % de la ressource).

**Stockage de carbone**

Pour augmenter le stockage de carbone dans les sols, il s'agit de faire en sorte d'éviter l'oxydation de la matière organique contenue dans les sols, donc de réduire la profondeur de travail des sols. Cette pratique, pour avoir un impact durable sur la séquestration de carbone à l'échelle d'une parcelle, doit être maintenue sur le long terme. Des gains compris entre 0.1 et 0.3t carbone stockée/ha/an peuvent être attendus dans un premier temps (8/10 ans) pour ralentir par la suite. Le semis direct génère une baisse des dépenses énergétiques de l'ordre de 12 % tandis que le semis superficiel permet une baisse des dépenses énergétiques de l'ordre de 5 %[11].

Selon les chiffres nationaux[15], on retiendra que 23 % des surfaces de grande culture font déjà l'objet d'un travail superficiel, ne descendant pas plus profondément que 15 centimètres. Avec les limites que cela comporte, on retiendra cette proportion à l'échelle de la Bretagne. Le potentiel théorique est donc constitué des 77 % de surfaces de grande culture qui font l'objet d'un travail de la terre en profondeur.

A l'horizon 2020, on suppose que 20 % de surfaces supplémentaires s'ajoutent à ces surfaces ne faisant pas l'objet d'un travail du sol.

A l'horizon 2050, on suppose que l'intégralité du potentiel peut être mobilisé, soit 0.3t carbone stockée/ha/an sur l'ensemble des surfaces de grande culture.

La plantation de forêts et de haies permet également de stocker du carbone. Il est admis que 100 mètres linéaire de haies peuvent stocker 125 kg C/an[16], soit 0,458 t $CO_2$[17]. Un objectif de plantations de 3 000[18] kilomètres linéaire génèrerait un stockage de 13 740 teq $CO_2$ par an pendant les années de croissance de la haie (le programme Breizh bocage a permis en trois ans la plantation de 1 500 kilomètres de haies[19]).

*14 http://www.haute-marne.chambagri.fr/kit/fileadmin/documents/environnement/ferti_azote_guide_comifer.pdf*
*15 http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/file/dossier8_cultures_alternance.pdf*
*16 à 19 voir notes en page suivante*

**Emissions de gaz à effet de serre et énergie**

Selon l'ADEME, la poursuite des travaux actuels sur l'énergie génère des réductions de consommations énergétiques et de gaz à effet de serre :

- pour les serres, l'amélioration de l'étanchéité, la gestion assistée par ordinateur, l'utilisation d'énergies fatales, etc, permettrait de réduire de 10 à 20 % les émissions de GES d'origine énergétique à l'horizon 2020 et de 50 % à l'horizon 2050 ;
- pour les bâtiments d'élevage, l'installation de matériel économe dans le bloc de traite, le renouvellement des bâtiments par de nouveaux en basse consommation, voire à énergie positive, peut permettre une réduction de 30 % des émissions GES à l'horizon 2020 et 80 % à 2050 ;
- concernant les cultures, les gains d'émissions passent par la rationalisation du parcellaire, l'amélioration de la performance des matériels, la hausse des itinéraires sans labour (-5 à -15 % à 2020 ; -50 % à 2050).

## Synthèse des potentiels

L'ensemble des potentiels de réduction d'énergie et d'émissions de GES par action permet ainsi de déterminer le potentiel théorique maximum pour les horizons 2020 et 2050 et d'en déduire les scénarios de référence et volontariste selon les hypothèses présentées précédemment (Figure 49 - p95).

Le plus gros potentiel réside dans la méthanisation des effluents d'élevage. Au regard des émissions directes ici présentées, l'introduction des légumineuses a un impact relativement modéré. Ce propos mérite toutefois d'être nuancé par la comparaison avec les émissions indirectes que l'introduction des légumineuses permettrait d'éviter. Le transport et surtout la fabrication d'engrais azotés sont des sources importantes d'émissions de gaz à effet de serre qu'il conviendrait de prendre en compte (les quantités d'engrais utilisées en Bretagne seraient réduites de 10 %). Une autre source d'émissions indirectes évitées serait les tourteaux de soja auxquels se substitueraient les légumineuses. La présentation de cette mesure est séparée de la présentation sur l'optimisation de la fertilisation. Toutefois, ces deux mesures ne sont pas indépendantes. Si l'on augmente les surfaces de légumineuses, le potentiel associé à l'optimisation de la fertilisation diminuera. On notera également qu'un objectif de plantation de 3 000 kilomètres linéaire de haies ne peut jouer qu'à la marge sur les GES même s'il génère des services environnementaux autres.

Les gains d'énergie et d'émissions de GES pour les scénarios de référence et volontariste ainsi déterminés par action sont compilés dans le tableau ci-dessous (Tableau 17), le détail des potentiels par mesures étant en annexe 3.

| | Scénario de référence | | Scénario volontariste | |
|---|---|---|---|---|
| | horizon 2020 | horizon 2050 | horizon 2020 | horizon 2050 |
| Évolution de l'énergie finale par rapport à 2005 | - 9 % | - 30 % | - 15 % | - 49 % |
| Gain en émission de GES par rapport à 2005 | - 6 % | - 23 % | - 8 % | - 36 % |

***Tableau 17 : Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES de l'agriculture évalués pour les scénarios de référence et volontariste***

*16 http://www.srcae-picardie.fr/public/#tabs-0*

*17 La conversion du carbone (C) en dioxyde de carbone ($CO_2$) s'obtient en multipliant les quantités de carbone par 44/12.*

*18 Le linéaire bocager breton représente 182 000 kilomètres linéaires (http://www.bretagne-environnement.org/Patrimoine-naturel/Les-milieux/ Le-bocage/L-evolution-du-bocage-en-Bretagne)*

*19 http://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/Evaluation-du-programme-Breizh,795*

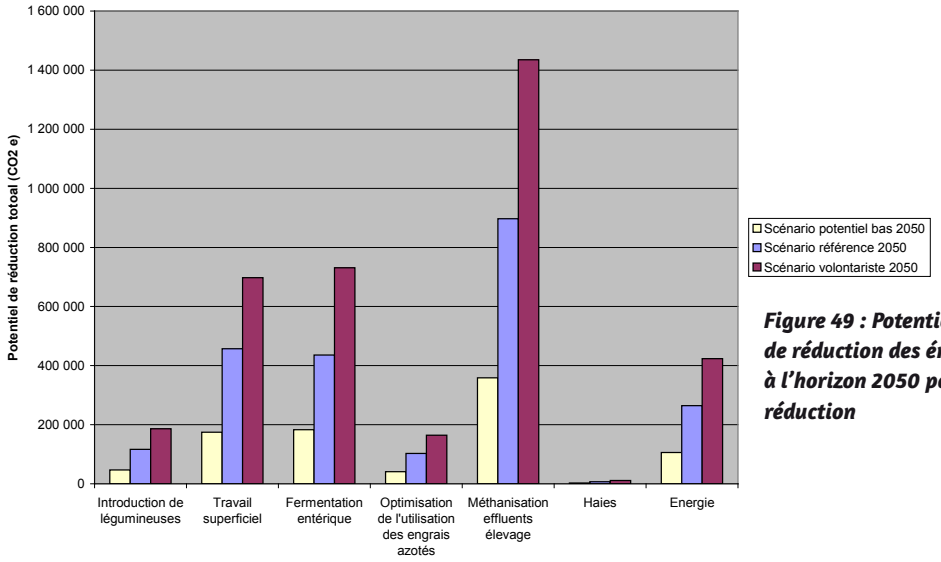



***Figure 49 : Potentiels des mesures de réduction des émissions de GES à l'horizon 2050 par action de réduction***

## L'INDUSTRIE

L'évaluation des potentiels de réduction des consommations d'énergie et des émissions de GES dans l'industrie a été réalisée grâce à l'analyse de 3 paramètres :

- les mesures organisationnelles au sein des entreprises visant à mieux maîtriser les dépenses liées à l'énergie (comptage, audits, reporting, achats, approche globale...) ;
- l'investissement dans des solutions éprouvées d'amélioration de l'efficacité énergétique ;
- les mesures technologiques innovantes.

En l'absence d'étude régionale prospective, les hypothèses s'inspirent de plusieurs travaux et exercices nationaux (Centre d'analyse stratégique, Negawatt, ADEME, CEREN) et ont été développées à structure industrielle régionale constante.

### Les investissements en faveur de l'efficacité énergétique à l'horizon 2020

#### Une meilleure gestion de l'énergie

Les deux scénarios (référence et volontariste) reposent sur le constat que le management des IAA et des TPE, PME doit intégrer davantage la contrainte « énergie ». La réduction des consommations, l'efficacité énergétique ne sont pas encore bien perçues comme des facteurs stratégiques de la compétitivité. En Bretagne, la taille des entreprises n'a pas toujours permis l'intégration de compétences « énergie » et le suivi interne des consommations. Dans ce contexte, la gestion doit impulser de nouvelles pratiques : management, achats en interne, mais aussi recherche de mutualisation et de coopération interentreprises (logique écologie industrielle).

Le **scénario de référence** fait l'hypothèse de la poursuite des mesures existantes sans mobilisation plus forte des industriels, ce qui aboutit à une diminution des consommations d'énergie de 1 % en 2020.

Le **scénario volontariste** retient l'hypothèse d'une implication plus forte des industriels dans la prise en compte des problématiques énergétiques. Les mesures visant à optimiser les consommations d'énergie et en particulier la chasse au gaspillage « au quotidien » se développent et constituent une condition du maintien de la compétitivité des PME PMI. Dans ce contexte, la compétence « énergie » au sein des entreprises s'organise et se renforce avec la réalisation d'audits énergie, la mise en œuvre et le suivi de plan de comptage, la diffusion et la mise en place généralisée de Système de Management de l'Énergie (ISO 50001). Dans ce scénario volontariste, la diminution des consommations d'énergie est évaluée à 2 % à l'horizon 2020.

#### L'investissement dans des solutions technologies performantes éprouvées

Les entreprises disposent dès aujourd'hui de la possibilité de réduire leurs consommations d'énergie en choisissant d'investir dans des technologies existantes parfaitement éprouvées : moteurs performants, variation électronique de vitesse, récupération de chaleur, échangeurs plus performants...

Les freins à l'investissement peuvent être économiques mais aussi liés à une mauvaise appréciation des enjeux énergétiques (management peu mobilisé).

Le **scénario de référence** poursuit la tendance actuelle avec notamment la mise en œuvre de la réglementation

tel le changement de fluides moins émetteurs de GES (réglementation 2015) ou encore la montée en puissance des certificats d'économie d'énergie (C2E). La mobilisation des industriels n'est toutefois pas stimulée au-delà de l'application des nouveaux textes. Ces investissements permettent des gains de l'ordre de 4 % à l'horizon 2020.

Le **scénario volontariste** suppose le développement de plusieurs types d'actions : un engagement important des industriels dans les certificats d'économie d'énergie (C2E), le développement de la récupération de chaleur fatale et des réseaux de chaleur sur sites industriels, la généralisation des équipements performants dans un contexte de réglementation renforcée. Grâce à ces technologies éprouvées, les gains pour les entreprises bretonnes en matière d'économie d'énergie sont ici les plus importants avec une baisse de la consommation de 8 % pour 2020.

**Les mesures technologiques innovantes**

Dans le cadre du scénario de référence, les gains issus de ce type d'investissement (process moins énergivores, bâtiments industriels sobres, etc...) ne sont pas significatifs.

Dans le cadre du scénario volontariste, des évolutions peuvent être envisagées pour la diffusion des innovations grâce à une mobilisation des entreprises régionales et au soutien des pouvoirs publics. Parmi ces investissements qui apportent un gap supplémentaire en matière de réduction des consommations d'énergie, on trouvera notamment :

- les projets de nouvelles installations industrielles performantes (matériaux et systèmes) ;
- le développement de l'écologie industrielle : recherche de mutualisation de ressources et de synergies inter-entreprises à l'échelle de zones d'activités et territoires, mise en commun des potentiels de méthanisation, blanchisserie...
- le transfert de technologies entre entreprises ;
- le développement de la production industrielle sobre ;
- la généralisation de l'analyse globale des besoins des PME à l'échelle de territoires (ZA) ;
- la réduction des emballages et le développement du recyclage ;
- le développement des EnR dans l'industrie (ex : solaire thermique pour les besoins de chaleur basse et moyenne température).

Les gains à l'horizon 2020 sont de l'ordre de 1 à 2 % des consommations d'énergie.

## Les trajectoires à l'horizon 2050

Les analyses effectuées au niveau national (Centre d'analyse stratégique, ADEME...) font apparaître une diminution des consommations d'énergie de l'ordre de 40 % à l'horizon 2040-2050. L'industrie régionale a vocation à accompagner ce mouvement national.

Afin que le secteur industriel breton s'inscrive dans cette tendance, le renouvellement de l'appareil de production grâce aux technologies éprouvées sera déterminant et devrait permettre de réaliser des gains de l'ordre de 30 % (Tableau 18).

Des innovations seront également nécessaires pour atteindre l'objectif de 40 % de diminution de la consommation de l'industrie bretonne :

- des nouvelles installations industrielles performantes (énergie positive) ;
- le développement d'une production industrielle sobre et de l'écologie industrielle ;
- la réduction des emballages et le développement du recyclage ;
- la généralisation du recours aux solutions renouvelables dans l'industrie (ex : solaire thermique pour les besoins de chaleur basse et moyenne température).

| | Scénario de référence | | Scénario volontariste | |
|---|---|---|---|---|
| | horizon 2020 | horizon 2050 | horizon 2020 | horizon 2050 |
| Évolution de l'énergie finale par rapport à 2005 | - 5 % | - 15 % | - 12 % | - 40 % |
| Gain en émission de GES par rapport à 2005 | - 5 % | - 15 % | - 12 % | - 40 % |

***Tableau 18 : Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES de l'industrie évalués pour les scénarios de référence et volontariste***

# Potentiels de développement de la production d'énergies renouvelables

## La méthode d'estimation des potentiels de production d'ENR

L'estimation des potentiels de développement de la production thermique et électrique renouvelable à l'horizon 2020 et 2050 est un exercice délicat et par nature évolutif.

Les conditions de réalisation des potentiels, tout particulièrement sur le plan réglementaire et économique, sont le plus souvent très incertaines et connaîtront à l'évidence d'ici 2020 et 2050 des évolutions significatives dont il est difficile de prévoir l'impact sur le développement des filières.

Face à ces limites, notre exercice a pour ambition de dégager pour chacune des filières des grandes tendances susceptibles d'être approfondies et ajustées en fonction de l'évolution des marchés et des besoins.

La réalisation de cet exercice a été confiée à un groupe de travail piloté par l'ADEME. Ce groupe, associant les partenaires économiques et institutionnels, a étudié les évolutions possibles pour chaque filière de production renouvelable.

Concernant le potentiel de la production électrique renouvelable en Bretagne à horizon 2020, le groupe a repris les objectifs établis en 2010 à l'occasion de l'élaboration du Pacte électrique breton. Ces éléments ont été intégrés dans les hypothèses du SRCAE.

Les travaux ont été l'occasion d'élargir l'analyse aux différents moyens permettant une évolution de la production thermique renouvelable à l'horizon 2020 et 2050 et électrique à 2050.

Le groupe a retenu deux grands principes méthodologiques dans l'évaluation des potentiels :

- Pour chaque filière de production renouvelable, un potentiel bas et haut de puissance (en MW) et de production (en GWh) a été proposé. Les potentiels « bas » et « haut » correspondent à des trajectoires considérées par le groupe de travail comme crédibles et atteignables sous réserve que les conditions favorables identifiées dans les hypothèses soient réunies et/ou mises en œuvre : politiques publiques de soutien, réglementation favorable, maturité des technologies, compétences des industriels.
- L'estimation des potentiels régionaux de production renouvelable à 2020 et 2050 repose sur les potentialités techniques de production au niveau régional en fonction des espaces et des ressources disponibles identifiés aujourd'hui (gisements, toitures, ressources en biomasse,...). L'estimation n'a donc pas été établie en fonction d'une prospective sur les besoins sectoriels en chaleur et en électricité (bâtiments, industrie, agriculture, transports). Il pourra être intéressant d'approfondir ce point qui permettrait de mieux évaluer l'adéquation entre le développement de la production renouvelable et les besoins de l'économie régionale.

## Analyse des potentiels de développement de production par filière

### L'éolien terrestre

Conformément aux engagements pris dans le cadre du Pacte électrique breton, le développement de la production électrique d'origine éolienne sera déterminant pour l'évolution de la production régionale renouvelable dès 2020. A l'horizon 2050, la production de l'éolien, terrestre et surtout marin, continuera à être un pilier du « mix renouvelable régional ».

#### Les potentiels à l'horizon 2020

Le potentiel de développement à 2020 de l'éolien terrestre en Bretagne a été identifié entre 2009 et 2011 par les groupes de travail mis en place à l'occasion du Schéma régional éolien.

Annexe du présent document, le schéma éolien reprend l'engagement de l'Etat et de la Région d'atteindre 1 800 MW au moins de puissance installée d'ici 2020, soit 3 600 GWh de production annuelle.

Cet objectif tient compte des hypothèses suivantes :

- prise en compte de la puissance raccordée au 30 juin 2010 (535 MW) ;

- prise en compte des permis de construire autorisés non raccordés en 2010 (945 MW) ;
- autorisation accordée à 70 % des permis de construire déposés en 2010 ;
- mise en place d'un parc d'éoliennes à hauteur de leur puissance maximale dans 40 % des zones de développement de l'éolien (ZDE) et des schémas locaux (SDE) respectivement autorisées et approuvés en 2010 ;
- la production électrique des éoliennes installées entre 2010 et 2020 est évaluée sur la base 2000h de fonctionnement à pleine puissance.

La fourchette haute du potentiel éolien terrestre à 2020 (puissance : 2 500 MW / production : 5 500 GWh) envisage un taux plus important de SDE et ZDE autorisés :

- mise en place d'un parc dans 60 % des SDE approuvés et 70 % des ZDE autorisées en 2010 ;
- mise en place d'un parc dans 40 % des ZDE en instruction ou déposées en 2010.

### Les potentiels à l'horizon 2050

Le potentiel de puissance installée à 2050 est évalué entre 3000 MW et 3 600 MW sur la base des hypothèses suivantes :

- le constat de la multiplication par 2,5 de la puissance installée entre 2000 et 2010 notamment via le recours au remplacement de machines d'environ 1MW en fin d'exploitation par de nouvelles plus performantes d'environ 2,5 MW (repowering) ;
- le maintien de la puissance du parc installé entre 2010 et 2020 ;
- la production électrique de l'ensemble des aérogénérateurs installés en 2050 est évaluée sur la base de 2500 h de fonctionnement à pleine puissance.

La crédibilité de ces scénarios repose sur une prise en compte des facteurs favorables et des freins au développement de l'éolien terrestre.

## Le solaire photovoltaïque

Le développement actif de la filière solaire photovoltaïque a vocation à contribuer de façon de plus en plus significative à l'augmentation de la part de la production électrique d'origine renouvelable. La baisse des coûts des systèmes, le renforcement des normes de performance énergétique dans les bâtiments, l'évolution des modes de stockage de l'électricité sont autant de facteurs qui devraient favoriser le développement de la filière à l'horizon 2020 et au-delà.

Le calcul de la production photovoltaïque par rapport à la puissance installée se base sur l'hypothèse d'un nombre d'heures de fonctionnement annuel équivalent à 1 000 heures à puissance crête.

### Les potentiels à l'horizon 2020

Le potentiel de développement à 2020 du photovoltaïque en Bretagne a été identifié en 2010 par les groupes de travail de la Conférence bretonne de l'énergie et conforté par le groupe de travail de scénarisation du SRCAE.

Un potentiel de 400 MW pour une production théorique de 400 GWh à l'horizon 2020 a été mis en évidence avec :

- concernant les projets en toiture, la poursuite du rythme de développement constaté en 2010 (25 MW supplémentaires par an) jusqu'en 2020 ;
- s'agissant des projets au sol, le potentiel tient compte d'une dizaine de projets recensés en attente de raccordement ou en cours de construction en 2010.

### Les potentiels à l'horizon 2030 et 2050

Deux hypothèses, basse et haute, de potentiels en 2030 ont été retenues.

- un potentiel bas (800 MW / 800G Wh) repose sur l'hypothèse du scénario du Syndicat des Energies Renouvelables (SER) d'un doublement de la puissance installée en 2020.
- un potentiel haut (3 000 MW / 3 000 GWh) repose sur l'hypothèse du scénario du SER d'un potentiel français de 40 000 MW à l'horizon 2030, décliné en Bretagne (en 2020 la puissance photovoltaïque installée en Bretagne représenterait 7.5 % de la puissance installée en France).

A l'horizon 2050, les deux hypothèses sont les suivantes :

- un potentiel bas (1 600 MW / 1 600 GWh) repose sur le scénario Negawatt pour 2050 du doublement de la puissance par rapport à 2030 ;

- un potentiel haut (7 000 MW / 7 000 GWh) repose sur l'hypothèse du scénario Negawatt d'une production de 90 000 TWh photovoltaïque en France en 2050, décliné en Bretagne (en 2020 la puissance photovoltaïque installée en Bretagne représenterait 7.5 % de la puissance installée en France).

## L'hydroélectricité

Le potentiel de développement hydroélectrique breton a été déterminé en tenant compte des capacités déjà en place.

Un potentiel de 3 MW supplémentaire par rapport aux capacités actuellement installées (près de 39 MW) a été estimé dans une étude de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne de 2007, portant le potentiel à 2020 à plus de 41 MW, dont la production serait comprise entre 50 GWh à 80 GWh selon les conditions hydrologiques.

La classification des cours d'eaux, issue de la Loi sur l'eau, a fait l'objet d'un arrêté du Préfet coordonnateur de Bassin le 10 juillet 2012. Il engendre des contraintes telles que de nouveaux projets d'envergure ne semblent pas envisageables actuellement. En effet, toute optimisation d'ouvrage existant, ou création de nouvel ouvrage, devra être effectuée conformément au SDAGE Loire-Bretagne. C'est pourquoi, le potentiel considéré dans ce schéma est basé sur le développement lié au remplacement de générateurs existants par des machines plus performantes (repowering) et l'installation de très petites unités sur des seuils existants (micro-hydroélectricité).

Malgré la maturité de la technologie, l'acceptabilité des projets (renouvellement de concessions, réhabilitation, nouveaux projets) par les usagers et les autorités est complexe de par les enjeux de réduction des impacts environnementaux et de continuité écologique. Les projets hydroélectriques doivent s'inscrire dans les démarches au titre de la continuité écologique et de l'atteinte du bon état des eaux.

Le potentiel est susceptible d'être réévalué prochainement au regard du classement définitif des cours d'eau bretons.

Pour 2050, le potentiel est fixé à la même valeur qu'en 2020.

## Les énergies marines

Dotée de ressources physiques importantes, de forts gisements de courants, de façades exposées à la houle et de régimes de vents soutenus, la Bretagne dispose d'un des potentiels européens les plus considérables pour la production d'énergies marines.

En 2009, à la suite du Grenelle de l'Environnement, le Gouvernement s'est engagé à développer les énergies marines renouvelables (EMR) à hauteur de 3 % du bilan énergétique de 2020, soit un effectif de 6 000 MW[20] . La forme la plus aboutie et la plus opérationnelle à court terme pour contribuer à cet objectif est l'éolien offshore posé, ce qui peut se traduire en 2020 par la mise en place d'environ 1 000 éoliennes sur l'ensemble du littoral français[21].

A l'horizon 2050 dans le cadre d'un développement très favorable, la production électrique issue des énergies marines estimée à plus 11 000 GWh est susceptible de contribuer à hauteur de 30 % de la production renouvelable régionale.

### L'éolien offshore

L'éolien offshore constituera l'apport en production électrique permettant à la Bretagne d'accéder à un niveau de production et une couverture de ses besoins conforme à ses ambitions. Sans cette production éolienne offshore, il apparaît en effet impossible de réaliser un objectif de l'ordre de 23 % d'énergie renouvelable dans la consommation d'énergie finale en 2020.

Un premier appel d'offre portant sur l'installation de cinq parcs éoliens offshore, représentant une puissance cumulée de 3000 MW, a été lancé le 11 juillet 2011 par la Commission de Régulation d'Energie (CRE). Pour la Bretagne, la zone dite du Grand Léjon au large de Saint-

*20 Source : objectif de 6000MW conformément à l'arrêté portant programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité en date du 15 décembre 2009 (PPI).*

*21 Source : Planification stratégique des énergies renouvelables en mer en Bretagne, février 2010, Préfecture de Région Bretagne.*

Brieuc, d'une superficie de 180 km² a été retenue le 6 avril 2012 pour constituer un parc éolien offshore d'une centaine d'éoliennes (500 MW). L'installation devra être construite progressivement à partir de 2015.

Un second appel d'offre portant sur l'installation de la deuxième moitié de l'objectif EMR du Grenelle de l'Environnement est prévu prochainement. Celui-ci ne devrait pas concerner la Bretagne. Cependant, l'ensemble des acteurs de la filière travaille à la définition d'une nouvelle zone capable d'accueillir des éoliennes flottantes (zones de plus de 35 m de profondeur). Celle-ci est pour le moment localisée au large de l'île de Groix et devrait accueillir un site pilote ainsi qu'un centre d'essais pour une capacité de 500 MW.

***Les potentiels à l'horizon 2020***

L'estimation du potentiel éolien offshore breton à l'échéance 2020 (1 000 MW / 2 900 GWh) repose sur l'hypothèse de la pose dès 2015 pour une puissance totale de 500 MW de machines ancrées au large de Saint-Brieuc, et de l'aboutissement d'une seconde zone de 500 MW pour des machines flottantes d'ici 2018 (qui entreront progressivement en production au fur et à mesure de leur implantation).

La condition de réussite de la seconde moitié du potentiel identifié porte sur l'acceptabilité de la localisation du projet par les différents acteurs usagers (servitudes militaires et aéroportuaires, professionnels de la pêche, riverains).

En termes de production, l'hypothèse retenue est un fonctionnement de 2 900 heures en équivalent pleine puissance en 2020[22], soit un facteur de charge moyen de 33 %.

***Les potentiels à l'horizon 2030 et 2050***

Le potentiel à 2030 est estimé suivant une fourchette de 1 500 MW à 2 500 MW :

- la fourchette basse repose sur l'hypothèse de l'identification d'une troisième zone éolien offshore (ancré ou flottant) et de sa concrétisation en parc effectif ;
- la fourchette haute repose sur l'hypothèse du scénario du SER d'une multiplication par 2,5 de la puissance installée en 2020.

Le potentiel à 2050 est estimé suivant une fourchette de 2 100 MW à 3 500 MW dont l'hypothèse est l'augmentation de 40 % de la puissance installée en 2030 via le remplacement des machines en fin de vie (repowering, certaines machines pouvant aller jusqu'à 11 MW).

### L'énergie hydrolienne

Un premier site pilote a été inauguré en janvier 2012. Situé dans la zone dite « de la Horaine », à 8 km au large de l'île de Bréhat et 15 km de la Baie de Launay (Paimpol), ce site a permis le test d'une première machine de 500 kW baptisé « l'Arcouest ».

Ce site pilote a vocation à constituer un parc de 4 machines (2 MW / 3,5 GWh). Le projet a été soutenu dès 2008 par le Conseil régional de Bretagne, l'Etat, l'ADEME et l'Union Européenne (fonds FEDER) sous réserve de son extension en site d'essais mutualisé ouvert à d'autres développeurs.

En termes de production, l'hypothèse retenue est un fonctionnement de 1 750 h en équivalent pleine puissance en 2020[23], valeur théorique nécessitant d'être confirmée par l'expérimentation.

La Bretagne dispose également de zones de fort potentiel industriel comme dans le Fromveur et le Raz de Sein. Ces zones font actuellement l'objet d'un travail technique permettant de répondre à un éventuel appel à manifestation d'intérêt ou à un appel d'offres pour le développement de fermes pilotes ou commerciales en matière de production d'énergie hydrolienne. En première approche, le potentiel technique identifié se situe aux alentours de 400 MW pour un productible supérieur à 4000 heures.

Le potentiel à 2020 (10 MW / 10 à 30 GWh) repose sur l'hypothèse d'implantation d'autres machines sur le site d'essais mutualisé de la Horaine adossé au site pilote EDF (supérieur à 8 MW) et sur d'autres sites en Bretagne (selon le recensement actuel).

*22 Source : ADEME, DR Bretagne*
*23 Source EDF*

Le potentiel à 2050 (100 MW / 100 à 300 GWh) reprend l'hypothèse du scénario 2030 du SER d'un développement très important, soit une multiplication par 10 de la puissance installée en 2020. Les travaux de planification des énergies marines renouvelables conduits dans le cadre de la Conférence Régionale de la Mer et du Littoral permettent déjà de préciser le potentiel, auquel le SRCAE pourra se référer ultérieurement dès lors que l'analyse aura été confirmée et affinée.

**L'énergie marémotrice**

Les côtes bretonnes, et en particulier ses estuaires situés en façade de la Manche, bénéficient des plus grands marnages au monde, conditions favorables au développement des énergies marémotrices.

C'est en 1966 que l'unique usine marémotrice EDF fut construite dans l'estuaire de la Rance entre les communes de la Richardais et de Saint-Malo afin d'y bénéficier du plus important marnage d'Europe (près de 14 m). Cet ouvrage est resté jusqu'en 2011 le plus important moyen de production au monde utilisant cette technologie.

L'usine marémotrice de la Rance, constitué d'un barrage d'une longueur de 750m et d'un bassin de retenue de 22 km² a impacté l'écosystème de la Rance en provoquant un envasement progressif. Ce type d'impact rend difficilement envisageable de nouveaux projets de même envergure aujourd'hui. Aucun nouveau projet de ce type n'a été porté par la suite en Bretagne.

EDF a confirmé le renouvellement des investissements liés à l'exploitation de son site en Rance pour les prochaines années.

Dans ce contexte, le potentiel de développement de cette énergie à 2050 (240 MW / 520 GWh) repose sur l'hypothèse d'un maintien des capacités actuellement installées en Rance et de l'absence de nouveau projet.

## Le biogaz (méthanisation)

La méthanisation constitue l'une des filières dont le potentiel a vocation à contribuer le plus significativement au développement de la production renouvelable en Bretagne. Au-delà de la production de biogaz, le développement des installations de méthanisation en Bretagne constituera aussi un enjeu industriel pour les entreprises régionales susceptibles de se positionner sur un marché en forte croissance et sur lequel la diminution des coûts d'investissement sera un critère décisif.

L'estimation du potentiel de développement de la méthanisation aux horizons 2020 et 2050 repose sur des scénarios développés par l'Association bretonne d'Initiatives Locales pour l'Energie et l'Environnement (AILE). La méthodologie consiste à identifier l'ensemble des ressources disponibles sur le territoire breton (déchets organiques industriels notamment agro-alimentaires, déjections et biomasses agricoles) puis d'en estimer la part mobilisable à des fins énergétiques via la technologie de méthanisation.

Deux voies de valorisation du biogaz produit par les méthaniseurs ont été distinguées :

- d'une part, la valorisation simultanée thermique et électrique du biogaz (cogénération) via un système spécifique directement intégré à la chaudière sur le lieu même de l'exploitation de méthanisation.
- d'autre part, la valorisation thermique du biogaz :
  - par combustion du biogaz dans une chaudière sur le lieu même de l'exploitation de méthanisation (valorisation locale) ;
  - par injection du biogaz dans le réseau de distribution de gaz. Le périmètre du bilan énergétique s'étend aux consommateurs résidentiels, tertiaires et industriels de gaz raccordés au réseau.

La méthode d'estimation de la production thermique et électrique se fonde sur l'observation des valeurs observées de l'ensemble des installations bretonnes suivi par AILE jusqu'en 2012, à savoir :

- un rendement de 38 % pour la valorisation électrique et de 30 % pour la valorisation thermique par co-génération ;
- le calcul de la production déduite à partir des puissances installées se base sur l'hypothèse d'un nombre d'heures de fonctionnement annuel équivalent à 4 800 heures pour la part de production thermique et 8 000 heures pour la part de production électricité.

L'injection du biogaz dans le réseau de distribution de gaz a été examinée par le groupe de travail. Une estimation de l'ordre d'un tiers du biogaz (300 GWh) utilisé dans ce cadre a été envisagée en lien avec le gestionnaire de réseau. En fonction de son développement, cette voie de valorisation du biogaz est susceptible de limiter sensiblement les niveaux de production électrique et de chaleur. Dans le cadre du SRCAE, il convient de s'en tenir aux objectifs définis par le Pacte électrique tout en mentionnant la possibilité offerte par l'injection de biogaz dans le réseau gaz.

**Les potentiels à l'horizon 2020**

Selon le type de ressources mobilisées, le potentiel de production est compris entre :

- un potentiel « bas » mobilisant 5 à 20 % du gisement total identifié, soit une production de 1 000 GWh de biogaz, d'où une production thermique de 300 GWh et une production électrique de 380 GWh. Avec l'option d'injection sur le réseau gaz (300 GWh), le potentiel de production thermique serait alors de 190 GWh et celui de production électrique de 270 GWh ;
- un potentiel « haut » mobilisant 10 à 50 % du gisement pour une production de 2 000 GWh de biogaz, d'où une production thermique de 600 GWh et une production électrique de 760 GWh. Avec l'option envisagée d'injection sur le réseau gaz (600 GWh), le potentiel de production thermique serait alors de 390 GWh et celui de production électrique de 540 GWh.

**Les potentiels à l'horizon 2030 et 2050**

Deux hypothèses permettent d'estimer la production de biogaz à 3 000 GWh :

- le maintien à l'avenir des types de ressources aujourd'hui disponibles en Bretagne ;
- la mobilisation plus importante des ressources en déjections animales et en biomasse végétale soit 40 % des déjections animales et 50 % de la biomasse végétale disponibles.

Le scénario 2050 identifie une production totale de 2 310 GWh (810 GWhélec et 1 500 GWhthe) soit un triplement de la production d'énergie issue de la méthanisation en 2020 par rapport au scénario « bas ».

Le groupe de travail a examiné une autre piste de développement du biogaz, à travers la technologie de gazéification de la biomasse et la valorisation thermique et électrique du biogaz produit (voies de valorisation identiques à celles de la méthanisation). Cette technologie est en cours de développement. Quelques installations bretonnes de démonstration de techniques innovantes (notamment sur le traitement à bas coût du biogaz) sont à l'étude. Toutefois l'absence de cadre réglementaire en la matière rend aujourd'hui difficile la définition d'un scénario de développement industriel crédible. Par ailleurs, si l'utilisation de la ressource en biomasse végétale est une option de développement intéressante, un scénario de mobilisation de la ressource déchet est considéré comme non crédible et a été écarté. Un approfondissement de ce potentiel sera nécessaire pour compléter cette partie.

## La biomasse combustible (bois-énergie)

La biomasse combustible considérée dans l'exercice de scénarisation concerne la filière bois-énergie pour laquelle le gisement valorisable est issu de trois principales origines : le bois de forêt (taillis, rémanents d'exploitation...), les sous-produits des entreprises de transformation du bois (sciures, copeaux, écorces...) et le bois récupéré provenant de déchetteries et d'entreprises de récupération (bois de rebut non souillé, palettes, cagettes...). Le développement de la filière bois-énergie se fera en lien avec celle du bois d'oeuvre, notamment dans la construction et l'emballage.

L'estimation du gisement régional exploitable s'élève à 550 000 tonnes/an (hors bois-bûche) à l'horizon 2020 et tient compte du contexte technico-économique actuel et non pas d'une limite biologique du potentiel forestier breton. L'examen à l'horizon 2050 dans un contexte économique et énergétique très différent permet d'envisager un prélèvement forestier plus important tout en respectant la capacité de production de la forêt.

Dans tous les cas de figure, la mobilisation prioritaire du gisement régional constitue un enjeu déterminant pour la filière bois-énergie grâce à la limitation des importations et l'amélioration du bilan en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

La ressource bois-énergie permet ainsi une production de chaleur et éventuellement d'électricité (co-génération) sous trois grandes formes :

- les chaufferies et inserts individuels et utilisant du bois-bûches et des granulés, largement majoritaires, ces systèmes représentent 90 % de la production issue de la biomasse combustible ;
- les chaufferies collectives, qui représentent 10 % de la production issue de la biomasse combustible ;
- les projets de forte capacité de cogénération thermique électrique en cours de développement suite aux appels d'offres de la Commission de régulation de l'énergie (CRE).

Afin de déterminer les potentiels à l'horizon 2020 et 2050, la méthode a consisté à identifier les ressources disponibles sur le territoire breton (gisement total en bois énergie hors bois de bocage) puis d'en estimer la part mobilisable à des fins énergétiques en fonction des types de projets susceptibles de se développer au cours des prochaines années (cogénération, chaufferies collectives).

Deux grands scénarios sont identifiés : l'un reposant sur une mobilisation limitée du gisement dans des conditions technico-économiques et réglementaires peu évolutives, et l'autre misant sur un développement des projets ainsi qu'une amélioration des performances des équipements.

**Les potentiels à l'horizon 2020**

La production thermique liée aux installations individuelles utilisant le bois bûche reste stable à un niveau de l'ordre de 4 000 GWh. L'amélioration de la performance des inserts et le remplacement des poêles et des inserts existants constituent un enjeu important. Le bois-bûche représente entre 70 % (scénario bas) et 78 % (scénario haut) de la production issue de la biomasse en 2020.

La progression de la production électrique et thermique liée aux projets de cogénération est significative, puisque la production qui est nulle aujourd'hui se situe en 2020 entre 7 et 12 % de la production issue du bois-énergie avec les hypothèses suivantes :

- un ratio entre part électrique et thermique de 3,2 en puissance et de 2,3 en production ;
- pour le potentiel « bas », la réalisation des projets soutenus dans le cadre des appels d'offres de la Commission Régulation de l'Energie (CRE) (réduisant le gisement breton exploitable estimé à 400 000 t/an) ;
- pour le potentiel « haut », la réalisation de deux projets (format CRE) ainsi que d'un nouveau projet cogénération de même envergure.

La production thermique liée au développement de chaufferies collectives se développe également pour atteindre un niveau de production entre 15 et 18 % de la production issue du bois-énergie. Le gisement disponible pour le développement des chaufferies collectives est estimé en fonction du niveau de la ressource locale mobilisable et mobilisée par les gros projets de cogénération (75 000 tonnes/projet en moyenne), ceux-ci étant aujourd'hui au nombre de 2 voire 3. Deux potentiels ont ainsi été envisagés :

- un potentiel « bas » correspondant à l'utilisation du gisement résiduel de 330 000 tonnes/an après la mise en service de 3 projets cogénération ;
- un potentiel « haut » correspondant à utilisation d'un gisement de 400 000 tonnes/an en tenant compte de 2 projets cogénération complémentaires.

**Les potentiels à l'horizon 2050**

La production thermique liée aux installations individuelles utilisant le bois bûche considère le maintien de la consommation de bois bûche à hauteur de 4 000 GWh et le maintien de la performance des inserts au niveau de 2020.

Le calcul de la production liée aux projets de cogénération de chaufferies collectives reprend l'hypothèse du scénario Negawatt d'une multiplication par 1,8 de la capacité installée en 2020 grâce à la hausse de 10 % de l'efficacité des chaudières et l'accessibilité de nouvelles parcelles forestières.

## Le solaire thermique

Au cours des prochaines années, la filière solaire thermique est destinée à connaître un développement soutenu tant en Europe qu'en France. La Bretagne doit pouvoir s'inscrire dans ce mouvement favorisé notamment par les évolutions de la réglementation thermique et une tendance à la baisse du coût des installations.

Le développement de la production d'énergie (eau chaude sanitaire et chauffage) issue de la filière solaire thermique dépend du rythme d'évolution de la construction et de la rénovation du bâtiment ainsi que des performances des installations. Pour la Bretagne, une production bretonne moyenne annuelle de 400 kWh/m² est retenue. Sur cette base, deux fourchettes « basse » et « haute » de développement de la production à 2020 et 2050 ont été retenues.

**Les potentiels à l'horizon 2020**

Le potentiel « bas » est estimé en tenant compte de l'impact de la mise en œuvre de la réglementation thermique favorable au développement du solaire thermique avec :

- 40 % des logements neufs individuels et 20 % des logements neufs collectifs sont équipés en solaire thermique ;
- entre 5 % et 10 % des constructions tertiaires sont équipées.

Dans ce scénario, la production thermique totale s'élèverait alors à 73 GWh en 2020.

Le potentiel « haut » tient compte d'un développement plus intensif des surfaces sur les constructions de logements individuels et collectifs de bâtiments tertiaires (établissement de santé, touristiques et locaux sportifs) et agricoles, soit :

- 80 % des logements neufs individuels et 50 % des logements neufs collectifs sont équipés en solaire thermique, notamment grâce à une application rigoureuse de la réglementation thermique ;
- entre 20 % et 40 % des constructions tertiaires sont équipées.

Dans ce scénario plus favorable, la production thermique atteint 140 GWh en 2020.

**Les potentiels à l'horizon 2050**

Les hypothèses retenues dans le cadre de réflexions nationales par le Syndicat des Energies Renouvelables (SER) et l'association Negawatt ont été retenues.

A l'horizon 2030, le SER propose une multiplication par 1,6 de la production d'énergie solaire thermique de 2020.

A l'horizon 2050, le scénario Negawatt se base sur un doublement de la production d'énergie solaire thermique de 2030, soit un potentiel compris entre 234 et 448 GWh pour la Bretagne.

### La valorisation énergétique des déchets

En 2010, la valorisation de l'énergie (thermique et électrique) concerne environ la moitié de la chaleur produite par les unités d'incinération des ordures ménagères (UIOM), d'où une perte de 50% de production non valorisée.

L'objectif de cette filière doit être d'améliorer les performances des unités existantes et d'élever le niveau de production globale (chaleur et électricité) des équipements. Dans cette optique, les conditions permettant une telle évolution de la production sont :

- l'amélioration de la performance des turbines ;
- le développement des réseaux de chaleur autour des unités existantes et la valorisation de nouveaux déchets à pouvoir calorifique plus élevé (DIB de classe B, plastiques,...).

A l'horizon 2020 et 2050, les scénarios retiennent l'hypothèse d'une baisse du niveau des ordures ménagères par habitant, compensée pour partie par l'accroissement démographique. L'apport de nouveaux déchets à pouvoir calorifique inférieur (PCI) plus fort (Bois de classe B à l'horizon 2020, puis plastiques au-delà de 2020) permet d'élever le niveau de performance des unités. L'extension des réseaux de chaleur existants ainsi que la création de nouveaux réseaux sont également envisagés.

A ce stade, la détermination des potentiels attachés à chacun de ces leviers n'a pas fait l'objet d'études approfondies et exhaustives. Chaque unité s'inscrit dans un contexte local avec des contraintes spécifiques rendant le développement de la valorisation énergétique plus ou moins envisageable. Afin de définir un potentiel régional, il conviendrait donc de s'appuyer sur une étude sur le développement de chaque unité. En conséquence, il faut être très prudent sur les perspectives futures examinées dans le cadre de notre exercice.

**Les potentiels à l'horizon 2020**

L'amélioration des turbines permettrait d'augmenter la production électrique à 80 GWh.

Pour la production thermique :

- un potentiel « bas » de 300 GWh est défini par :
  - l'extension des réseaux de chaleur de Brest et de Rennes ;
  - la mobilisation d'un quart des ressources en DIB de classe B.
- un potentiel « haut » de 460 GWh suppose :
  - l'extension des réseaux de chaleur de Brest, de Rennes et autour de la plupart des IUOM bretons ;
  - la mobilisation d'un quart des ressources en DIB de classe B.

**Les potentiels à l'horizon 2050**

L'augmentation de la part des plastiques dans les DIB permet de doubler l'énergie produite par les UIOM et d'atteindre une production électrique de 160 GWh.

La progression de la production thermique pourrait atteindre entre 720 GWh et 1 040 GWh en considérant :

- l'augmentation de la part des plastiques dans les DIB, à PCI deux fois plus important que celui des ordures ménagères, pour doubler l'énergie produite par les UIOM ;
- la mobilisation de la totalité de la ressource en DIB de classe B.

### Les cultures énergétiques (biomasse, biogaz)

A l'horizon 2020 et 2050, plusieurs centaines d'hectares de la SAU bretonne sont susceptibles d'être dédiés à des cultures à vocation énergétique, notamment afin d'atteindre les objectifs de développement de la production des différentes filières de transformation de la biomasse : filière biomasse combustible et filière biogaz en particulier.

Dans cette optique, la perspective de la mobilisation de 5% de la SAU bretonne dès l'horizon 2020 soit environ 80 000 ha (+ 50 000 ha par rapport à aujourd'hui), est un seuil à prendre en compte et à examiner.

La surface supplémentaire mobilisée concernerait surtout les cultures lignocellulosiques en tant que biocombustibles (hypothèse de + 30 000 ha pour 1 050 GWh) et les cultures de type fourrager destinées à la production de biogaz (Hypothèse de + 20 000 ha pour 560 GWelec et 640 GWhth).

Ces hypothèses ne tiennent pas compte du développement de technologies actuellement non matures comme la gazéification ou la pyrolyse.

### La géothermie

La Bretagne ne dispose pas de ressource pour le développement de la géothermique profonde, ce qui ne rend pas possible l'évolution de la filière telle qu'on le constate en Ile-de-France par exemple avec la présence d'aquifères de 56 à 85°C. En Bretagne, avec une ressource présentant une température inférieure à 30°C, seule la géothermie de surface et l'utilisation de pompe à chaleur (PAC) à air ou à eau sont susceptibles de connaître un développement significatif. En raison de leur consommation électrique dans le contexte spécifique breton de fragilisation de l'approvisionnement et de maîtrise de la consommation électrique, les PAC n'ont donc pas été considérées comme des solutions relevant des énergies renouvelables.

## Synthèse du potentiel de développement de la production renouvelable en Bretagne

L'analyse des potentiels de production thermique et électrique renouvelable à l'horizon 2020 et 2050 dessine des trajectoires de développement très favorables pour la Bretagne. Dans l'hypothèse d'une mobilisation de l'ensemble des critères favorables identifiés par le groupe de travail, les prochaines années pourraient être marquées par plusieurs évolutions très significatives :

- une multiplication entre 2,3 (potentiel bas) et 3 (potentiel haut) de la production renouvelable dans les 8 ans (2010-2020) ;
- pour la période 2020-2050, une multiplication entre 2 (potentiel bas) et 2,2 (potentiel haut) de la production renouvelable ;

| Filière | Fin 2010 | | 2020 | | | | 2050 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Puissance MW* | Production GWh | *Puissance MW* | Production GWh | *Puissance MW* | Production GWh | *Puissance MW* | Production GWh | *Puissance MW* | Production GWh |
| | | | *scénario bas* | | *scénario haut* | | *scénario bas* | | *scénario haut* | |
| Éolien terrestre | *652* | 905 | *1800* | 3600 | *2500* | 5500 | *3000* | 7500 | *3600* | 9000 |
| Solaire photovoltaïque | *50* | 29 | *400* | 400 | *400* | 400 | *1600* | 1600 | *7000* | 7000 |
| Méthanisation | *1,4* | 4 | *47* | 380 | *95* | 760 | *nr* | 810 | *nr* | 810 |
| Déchets ménagers | *12* | 79 | *12* | 80 | *12* | 80 | *nr* | 160 | *nr* | 160 |
| Bois énergie (cogénération) | *nr* | nr | *25* | 120 | *40* | 195 | *45* | 216 | *72* | 350 |
| Hydroélectricité | *39* | 66 | *41* | 50 | *65* | 80 | *41* | 50 | *65* | 80 |
| **Total Production électrique terrestre** | | **1083** | | **4630** | | **7015** | | **10336** | | **17400** |
| Rance | 240 | 523 | *240* | 523 | *240* | 523 | *240* | 523 | *240* | 523 |
| Hydrolien | 0 | 0 | *10* | 10 | *10* | 30 | *100* | 100 | *100* | 300 |
| Éolien marin (ancré et flottant) | 0 | 0 | *1000* | 2900 | *1000* | 2900 | *2100* | 7900 | *3500* | 10500 |
| **Total Production électrique marine** | | **523** | | **3433** | | **3453** | | **8523** | | **11323** |
| Solaire thermique | *nr* | 12 | *nr* | 73 | *nr* | 140 | *nr* | 234 | *nr* | 448 |
| Biogaz (méthanisation) | *5* | 30 | *62* | 300 | *125* | 600 | *nr* | 1500 | *nr* | 1500 |
| Déchets ménagers | *nr* | 176 | *nr* | 300 | *nr* | 460 | *nr* | 720 | *nr* | 1040 |
| Bois énergie (cogénération) | *nr* | nr | *78* | 293 | *120* | 450 | *140* | 530 | *216* | 810 |
| Biomasse (Bois bûche) | *nr* | 3755 | *nr* | 4000 | *nr* | 4000 | *nr* | 4000 | *nr* | 4000 |
| Biomasse (Bois chaufferies collectives) | *156* | 410 | *300* | 770 | *390* | 1025 | *540* | 1390 | *700* | 1850 |
| **Total Production thermique** | | **4383** | | **5736** | | **6675** | | **8374** | | **9648** |
| **TOTAL Production renouvelable** | | **5989** | | **13799** | | **17143** | | **27233** | | **38371** |

***Tableau 19 -: Synthèse des potentiels de développement des énergies renouvelables aux horizons 2020 et 2050***
***nr : non renseigné***

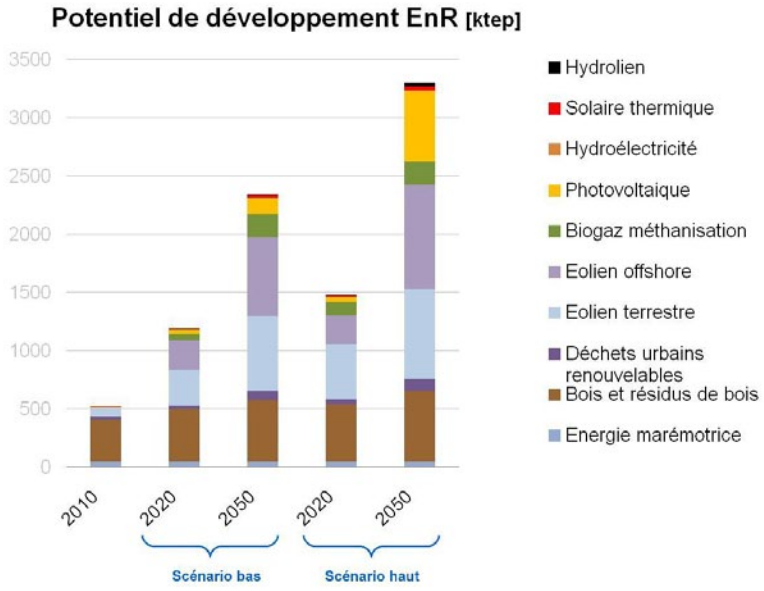



***Figure 50 - comparatif des potentiels de développement des énergies renouvelables et de récupération à 2020 et 2050 selon les différentes hypothèses de progression basse et haute.***

- la part de la production électrique par rapport à la production renouvelable totale passe de 26 % en 2012 à 56-58 % en 2020 et à près de 75 % en 2050.

Au total pour la période 2010-2050, le potentiel de développement de la production renouvelable bretonne présente un facteur de 4 à 7 par rapport à son niveau actuel (Tableau 19 et Figure 50 - p106).

En l'état actuel des connaissances des projets énergétiques, l'analyse du bilan des potentiels de développement des productions renouvelables révèle trois catégories de filières pouvant être regroupées selon l'importance de leur potentiel de production à 2050.

**- Les énergies à fort potentiel**

En 2050, l'éolien terrestre et marin est susceptible de contribuer de manière prépondérante à la production renouvelable primaire régionale avec environ 50 % du potentiel total.

On observe également que le bois énergie qui représente en 2010 la principale source d'énergie verte en Bretagne, est susceptible de conserver une place prédominante en 2020 et en 2050 et ce quelque soit le scénario envisagé, notamment grâce au développement des chaufferies collectives.

**- Les énergies à potentiel intermédiaire**

On y retrouve le biogaz ainsi que les énergies solaires photovoltaïque et thermique. Ces filières ont vocation à contribuer entre 12 % à 24 % de la production en 2050 selon les scénarios.

**- Les énergies à potentiel plus modeste**

Dans tous les scénarios envisagés, cette catégorie ne pourrait représenter davantage que 2 % du potentiel de production à cet horizon. Les filières concernées sont l'énergie marémotrice, et l'hydroélectricité dont les potentialités de développement paraissent très limitées, et l'hydrolien, production encore émergente dont le potentiel à l'horizon 2050 paraît également modeste.

Les potentiels de développement de chaque filière seront réalisables selon des rythmes variables (maturité des techniques, évolution des coûts) et au cours de périodes favorables (contexte économique, soutien institutionnel).

Le développement de chaque filière est en effet très spécifique et ne se déroulera pas de façon homogène et linéaire : des phases de développement intensif pourront être suivies de phases de stabilisation, tout comme le décollage de certaines filières pourra prendre davantage de temps et connaître une accélération au-delà de 2020. Le développement rapide du photovoltaïque et de l'éolien jusqu'en 2010 suivi d'un ralentissement depuis cette date en sont des exemples concrets.

D'une manière générale, les hypothèses retenues dans les scénarios de développement des productions renouvelables suggèrent un rythme de croissance plus soutenu sur la période 2010-2020 que sur la période suivante à 2050, notamment pour les énergies intermédiaires (biogaz et solaire).

Ainsi, selon la fourchette basse ou haute de l'estimation, on constate une progression pouvant être forte pour les filières suivantes soit :

- une multiplication annuelle par 2 ou 4 de la production pour le **biogaz** jusqu'en 2020 ;
- un rythme de doublement annuel de la production pour le **photovoltaïque** et le **solaire thermique** jusqu'en 2020.

L'éolien terrestre affiche une progression également soutenue de 30 % à 50 % par an jusqu'en 2020, puis plus faible de 2 % à 4 % par an les années suivantes. Au-delà de 2050, c'est l'émergence de l'éolien offshore qui représentera une part essentielle du développement de la production électrique.

Au vu des travaux récents de la Conférence Régionale de la Mer et du Littoral, l'ensemble des potentiels d'énergies marines renouvelables identifiés pourra représenter une part significative de la production d'énergies renouvelables.

Le bois énergie présente un potentiel de développement relativement modeste de 2 % à 4 % par an jusqu'en 2020, puis de 1 % par an les années suivantes. Pour cette énergie, les perspectives de développement les plus importantes concernent le bois utilisé en chaufferies collectives avec un rythme de développement entre 9 % et 15% par an jusqu'en 2020 et 3 % par an les années suivantes.

# 4 Potentiels d'évolution : économies d'énergie, réduction des émissions de GES, développement des EnR

En résumé, l'ensemble des filières identifiées présente un potentiel de développement intéressant en termes de production d'énergie. A condition qu'elles soient développées ensemble, et sous réserve de conditions favorables (économiques, réglementaires), la réalisation de leurs potentiels est susceptible de contribuer à une part significative des engagements nationaux en la matière.

# 5

# SCENARIOS ET ORIENTATIONS POLITIQUES


Bilan global des potentiels de réduction des consommations d'énergie et des émissions de GES 110

Orientations générales 115

# Bilan global des potentiels de réduction des consommations d'énergie et des émissions de GES

## Potentiels de réduction des consommations d'énergie et des émissions de GES des différents secteurs

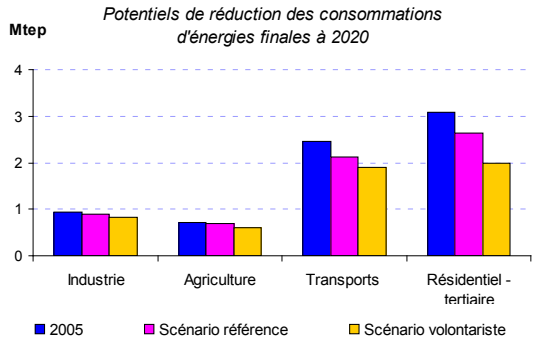
La compilation des résultats des potentiels de réductions des émissions de GES non-énergétiques, de GES énergétiques et consommations d'énergie de l'ensemble des secteurs, a permis de définir les potentiels globaux :

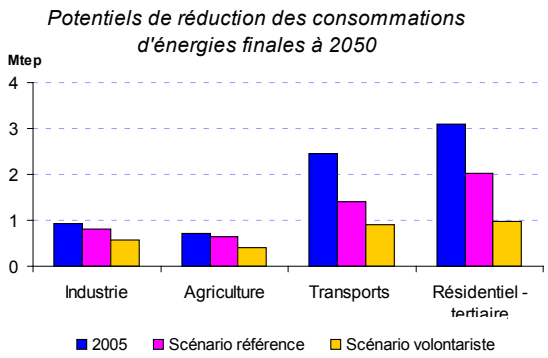
- d'émissions bretonnes de GES ;
- de consommations bretonnes d'énergie.

Le tableau et les graphes ci-dessous détaillent l'ensemble des scénarios de progression à 2020 et 2050 des gains GES et des économies d'énergie dans chacun des secteurs étudiés (Tableau 20 et Figures 51 et 52 - p111).

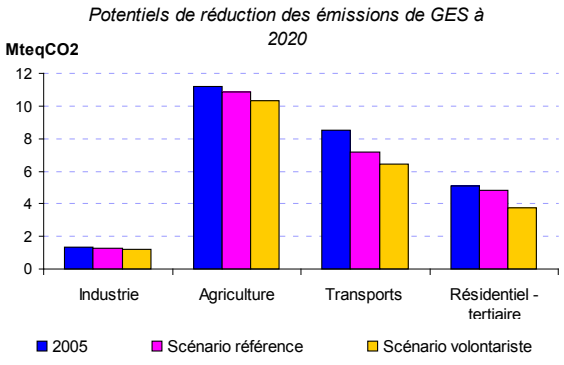
| | | Scénario de référence | | Scénario volontariste | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Horizon 2020 | Horizon 2050 | Horizon 2020 | Horizon 2050 |
| Résidentiel | énergie/2008 | - 19 % | - 44 % | - 38 % | - 81 % |
| | GES/2005 | - 3 % | - 25 % | - 20 % | - 78 % |
| Tertiaire | énergie/2007 | - 2 % | - 3 % | - 27 % | - 27 % |
| | GES/2007 | - 12 % | - 28 % | - 45 % | - 59 % |
| Transport personnes | énergie/2005 | - 17 % | - 65 % | - 26 % | - 65 % |
| | GES/2005 | - 20 % | - 65 % | - 28 % | - 65 % |
| Transport marchandises | énergie/2005 | - 7 % | - 21 % | - 16 % | - 60 % |
| | GES/2005 | - 7 % | - 21 % | - 16 % | - 60 % |
| Agriculture | énergie/2005 | - 9 % | - 30 % | - 15 % | - 49 % |
| | GES/2005 | - 6 % | - 23 % | - 8 % | - 36 % |
| Industrie | énergie/2005 | - 5 % | - 15 % | - 12 % | - 40 % |
| | GES/2005 | - 5 % | - 15 % | - 12 % | - 40 % |
| Total | énergie/2005 | - 12 % | - 32 % | - 26 % | - 60 % |
| | GES/2005 | - 8 % | - 26 % | - 17 % | - 52 % |

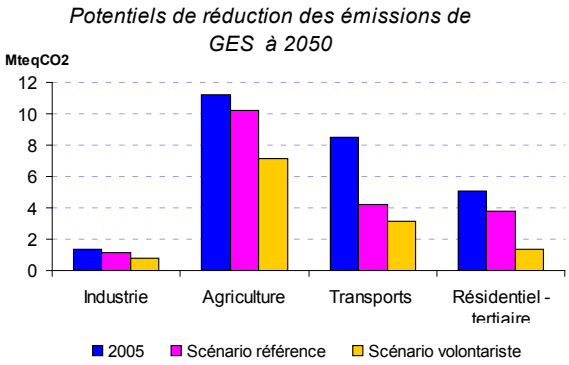
***Tableau 20 : Synthèse des scénarios de progression des potentiels bretons d'économie d'énergie et de réduction des émissions de GES par scénario et par secteur***




***Figures 51 : Comparaison des scénarios sectoriels de réduction des consommations d'énergie***




***Figures 52 : Comparaison des scénarios sectoriels de réduction des émissions de GES***

Ainsi, nous pouvons constater que :

- deux secteurs représentent un important potentiel d'économie d'énergie : le bâtiment et les transports. Ce sont également les deux secteurs les plus énergivores ;
- les potentiels de réduction d'émissions des GES résident dans les secteurs de l'agriculture, du bâtiment résidentiel et des transports.

## Potentiels globaux de réduction des consommations d'énergie et des émissions de GES

La mobilisation du potentiel global de réduction des émissions bretonnes des GES, via un rythme de progression décrit par l'ensemble des scénarios volontaristes de tous les secteurs, est envisageable à condition :

- d'intégrer aux politiques publiques sectorielles les enjeux de réduction des émissions de GES décrits dans le présent Schéma et de les mettre en œuvre (politiques de l'habitat, économiques, d'organisation des transports, etc.) ;
- de décliner le présent Schéma dans les plans d'actions à l'échelle régionale, dans les territoires (PCET), les documents de planifications et documents d'urbanisme (SCoT, PLU, etc.) ;
- de mobiliser et d'accompagner les acteurs de l'ensemble des secteurs afin de mobiliser les potentiels identifiés hors compétences des puissances publiques (particuliers, acteurs économiques, etc.).

La compilation de l'ensemble des potentiels de réduction des consommations d'énergie (Figure 53 - p112) et des émissions sectorielles de GES (Figure 54 - p112) a été réalisée pour les deux scénarios (référence et volontariste). Ces potentiels ont été définis sur la base de paramètres dont les données sont disponibles au niveau régional, ou à défaut au niveau national. Ainsi, ils constituent des scénarios plausibles permettant de poser des bases de travail crédibles, de nature à favoriser la mobilisation de l'ensemble des acteurs dans cette dynamique de transition.

*Potentiel de réduction des consommations énergétiques régionales à 2050*

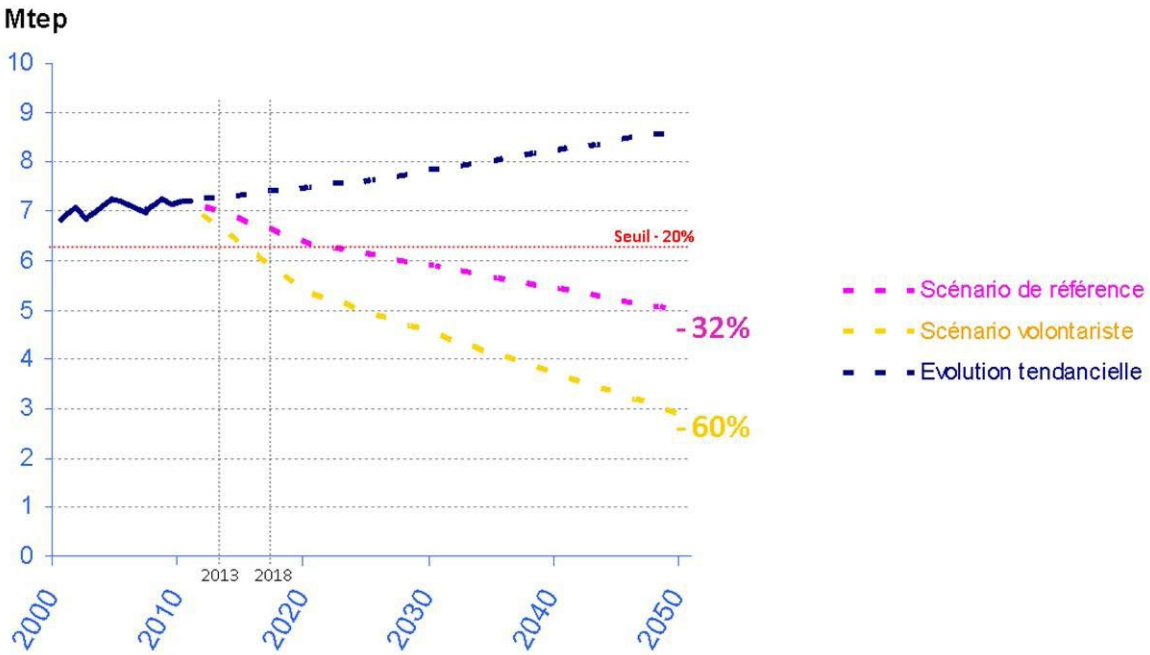



***Figure 53 : Scénarios bretons de réduction des consommations d'énergie finale à 2020 et 2050***

*Potentiel de réduction des émissions de GES régionales à 2050*

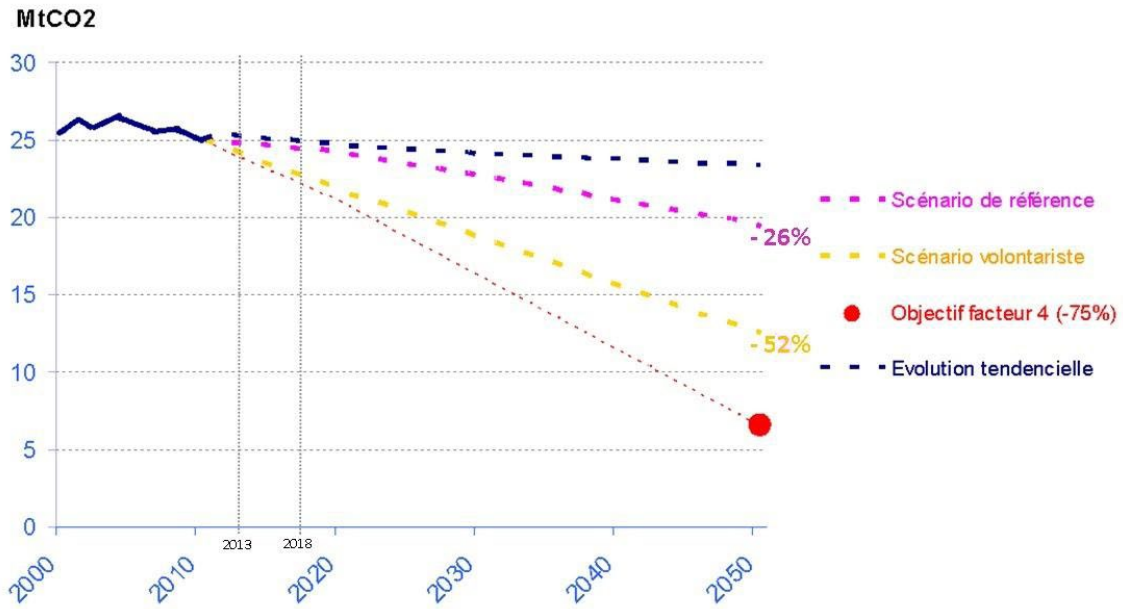



***Figure 54 - Scénarios bretons de réduction des émissions de GES régionales à 2020 et 2050***

Si une mobilisation **volontariste** du potentiel breton de réduction des consommations d'énergie était mise en œuvre, elle permettrait :

- d'ici **2020**, de réduire de 26 % les consommations bretonnes d'énergie finale (au-delà de l'objectif national de 20 %), par rapport à celles de 2005 ;
- d'ici **2050**, de réduire de 60 % les consommations bretonnes d'énergie finale, par rapport à celles de 2005.

**Dans cette perspective, l'entière mobilisation du potentiel global de réduction des émissions bretonnes de GES, identifié dans le scénario volontariste, permettrait de se mettre sur la trajectoire correspondant à un Facteur 2 de réduction des émissions à l'horizon 2050 (réduction de 53 %).**

L'objectif de réduction des émissions de GES d'un Facteur 4 à l'horizon 2050 nécessite l'introduction de ruptures dans nos modèles socio-économiques. Cela a été identifié au niveau national par l'ADEME en novembre 2012[24] et confirmé par le Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) en février 2013[25]. Le rapport du CGEDD indique dans l'une de ses conclusions : « Tous secteurs [économiques] confondus, l'ensemble des exercices prospectifs, si l'on en retient les versions « raisonnablement optimistes » débouche plutôt sur une réduction des émissions d'un facteur 2 ou 2,5 que d'un Facteur 4. L'atteinte du Facteur 4, si elle s'avère nécessaire pour la sauvegarde de nos civilisations, nécessitera probablement des ruptures plus importantes dans les modes de vie, que les données disponibles aujourd'hui ne permettent pas de programmer. » Le SRCAE breton 2013-2018, s'inscrit parmi ces exercices prospectifs « raisonnablement optimistes ». Le scénario volontariste montre, dès à présent, la voie du Facteur 2 (division par 2 des émissions). Cet objectif constitue un premier pas indispensable visant à terme le Facteur 4 à l'horizon 2050.

Outre la nécessité d'envisager des ruptures, le potentiel de réduction des émissions GES du SRCAE breton 2013-2018 pourrait être complété. Certains paramètres, écartés faute de données disponibles lors de l'élaboration du schéma, constituent des potentiels à explorer. Il s'agit, en particulier, de :

- des scénarios de substitution d'énergie par d'autres moins carbonées ; le présent exercice considérant une évolution proportionnelle des énergies utilisées dans chaque secteur (produits pétroliers, gaz naturel, électricité, etc.) ;
- la définition et l'intégration d'hypothèses de transition de la structure économique bretonne. Dans une logique de facilitation de l'interprétation des résultats, le présent exercice fait hypothèse d'un contexte économique constant sur la période 2005-2050. Des travaux intégrant l'évolution inflationniste exponentielle du coût des énergies sont susceptibles d'affiner davantage l'estimation de l'effet « incitatif » à la sobriété énergétique et en termes d'émissions de GES associées ;
- des scénarios d'aménagement du territoire en faveur d'une mobilité décarbonnée tenant compte d'études prospectives à l'échelle de la région Bretagne ;
- des « puits carbone », que constituent les sols et les forêts qui stockent le carbone durant la croissance des végétaux, leur dégradation ou leur valorisation en matériaux d'œuvre ;
- la réduction des facteurs d'émissions[26] des énergies utilisées dans les secteurs en cohérence avec les potentiels de développement des énergies renouvelables bretonnes (identifiés dans le présent exercice). Les deux exercices ont été effectués indépendamment l'un de l'autre. La part croissante du biogaz et de la biomasse dans le secteur du bâtiment, ainsi que la part croissante des productions d'électricité renouvelable dans le secteur du

*24 ADEME, « Contribution de l'ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050 », Synthèse, 40 pages, avril 2013*

*25 Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Conseil général de l'environnement et du développement durable, Jean-René BRUNETIERE (Sous la coordination de), « Le Facteur 4 en France : la division par 4 des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 », Rapport final, Février 2013, n°-008378-01, page 32*

*26 Le facteur d'émission est une valeur de référence normalisée qui indique le contenu carbone d'une source d'énergie donnée*

transport ont également été évaluées en première approximation à une dizaine de points de réduction des émissions bretonnes de GES à 2050. Là aussi, il convient d'appréhender ces approximations avec précaution.

Ainsi, l'écart entre le potentiel de 53 % de réduction des émissions de GES et l'objectif de 75 % du Facteur 4 devrait être réduit par la prise en compte de ces paramètres. Le potentiel de réduction de cet écart par ces paramètres reste inconnu. Aussi, l'écart qui pourrait persister entre ce nouveau potentiel global complété par de nouveaux paramètres « raisonnablement optimistes » et le Facteur 4, est donc lui aussi inconnu. Pourtant, le cas échéant, cet écart résiduel serait la dernière étape à franchir pour atteindre le Facteur 4 et ne pourrait être comblé que par des ruptures des modèles socio-économiques.

## Part des productions bretonnes d'énergie renouvelable dans les consommations bretonnes d'énergie finale

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 %** (Tableau 21).

Cela sera toutefois possible, sous réserve de mobiliser de manière simultanée :

- dans un **scénario de référence**, l'ensemble du potentiel de réduction des consommations bretonnes d'énergie finale et l'ensemble du potentiel breton « haut » de développement des énergies renouvelables ;
- dans un **scénario volontariste**, l'ensemble du potentiel de réduction des consommations bretonnes d'énergie finale et l'ensemble du potentiel breton « bas » de développement des EnR.

| Consommations en énergie finale | Potentiel de développement des EnR | |
|---|---|---|
| | Bas | Haut |
| Scénario de référence | 19 % | 24 % |
| Scénario volontariste | 22 % | 28 % |

***Tableau 21 - Parts des productions bretonnes d'énergies renouvelables dans la consommation bretonne d'énergie finale en 2020 selon les différents scénarios étudiés***

# Orientations générales

L'éclairage constitué par le diagnostic Climat Air Énergie de la Bretagne, l'identification des vulnérabilités régionales et des potentiels régionaux mettent en évidence plusieurs enjeux majeurs, auxquels doit faire face le territoire régional et qui structurent la façon dont ont été rédigées les orientations.

## Réduire les émissions de gaz à effet de serre et la dépendance aux énergies fossiles, dans le transport, le bâtiment et les activités économiques pour limiter la vulnérabilité de l'économie

Au-delà de l'impact environnemental de l'utilisation des énergies fossiles, se pose la question du maintien de leur disponibilité à un coût raisonnable. Ces deux enjeux invitent à réfléchir sur le modèle économique régional. Le défi de la lutte contre le réchauffement climatique offre l'opportunité d'engager une transition de l'économie régionale vers un modèle de développement bas carbone.

Certains secteurs économiques au niveau régional, parce que leurs procédés mobilisent des quantités d'énergie importantes, subissent la hausse du coût de l'énergie. C'est le cas pour la pêche, l'agriculture, le transport de marchandises et certaines activités industrielles. En l'état, la question de la compétitivité, et donc de la viabilité à long terme de ces activités, est posée. On peut également penser que la hausse du coût de l'énergie affectera les flux touristiques.

Par ailleurs, l'importance des consommations d'énergie liées au transport de personnes et aux bâtiments résidentiels impacte directement le pouvoir d'achat des ménages. Déjà touchés par la crise économique, ils doivent en effet faire face à la hausse du coût de l'énergie pour se chauffer, pour répondre à leurs besoins électriques et pour se déplacer.

Dés lors, en tenant compte de ces aspects à la fois économiques et environnementaux, il n'y a plus de doute sur la nécessité d'agir dès maintenant. Déjà en 1998, un rapport du sénateur Lepeltier insistait sur le fait que repousser les décisions en matière de lutte contre le réchauffement climatique ne les rendrait que plus coûteuses et moins efficaces. Cette conclusion était confirmée dans le rapport Stern en 2006.

Pourtant, les solutions à la réduction de cette dépendance énergétique sont porteuses de développement économique tant pour la réduction de la consommation d'énergie (amélioration de l'efficacité énergétique), la production d'énergie, le développement de nouvelles technologies :

- dans le secteur du bâtiment ;
- dans le secteur des transports ;
- dans les autres activités économiques.

La lutte contre le changement climatique est un domaine où l'intérêt économique rejoint l'intérêt environnemental.

## L'enjeu climat de l'agriculture

En tant qu'activité dépendant directement des paramètres climatiques, l'agriculture présente des vulnérabilités au changement climatique. Dans le même temps, poste le plus émetteur de gaz à effet de serre, l'agriculture détient aussi une partie de la solution. Ainsi, la réalisation d'objectifs volontaristes au niveau régional ne peut faire l'impasse sur la mobilisation du secteur agricole. Cela suppose d'agir sur les émissions de gaz à effet de serre non énergétiques.

Toutefois, si la réduction des émissions de gaz à effet de serre peut représenter un défi majeur pour l'agriculture bretonne, elle n'en représente pas moins des opportunités considérables. En effet, la lutte contre le réchauffement climatique passe par la réduction et l'optimisation des niveaux d'intrants et favorise une moindre dépendance énergétique des exploitations agricoles, promeut la production d'énergies renouvelables sur les exploitations et l'adaptation aux effets du changement climatique. Cela permettra de faire émerger des systèmes agricoles plus résilients :

- face aux chocs économiques liés à la hausse du prix de l'énergie ; on rappellera ici que la hausse du coût de l'énergie ne s'arrête pas aux factures d'achats de fioul et d'électricité mais qu'elle se répercute indirectement sur le coût des engrais azotés ou sur le coût de l'alimentation animale lorsqu'elle n'est pas produite sur l'exploitation ;
- face aux évolutions climatiques et environnementales.

## L'enjeu électrique

L'enjeu électrique demeure fondamental. Les efforts entrepris dans le cadre du Pacte électrique breton à l'horizon 2020 devront être poursuivis par la suite, pour tenir compte de l'augmentation de la population et des besoins en électricité associés. Au-delà de la satisfaction de la demande en électricité, il s'agit également de favoriser l'émergence de nouvelles filières, permettant le déploiement des énergies renouvelables et leur intégration, créatrices de valeur et d'emplois qualifiés sur le territoire régional.

## Le rôle des énergies renouvelables

Péninsule géographique, la Bretagne offre des gisements d'énergies renouvelables supplémentaires, notamment dans les domaines éolien offshore ancré ou flottant et hydrolien. Le développement des énergies renouvelables a été important au cours des dix dernières années. L'intégration de systèmes de production d'énergie renouvelable dans les bâtiments ou à des fins de production électrique offre des opportunités de développement économique considérables dont pourra bénéficier l'économie régionale.

Péninsule électrique, la Bretagne doit relever le défi de la sécurisation de l'approvisionnement d'un territoire attractif. Cette faiblesse d'aujourd'hui est une opportunité pour demain puisqu'elle permet de tracer les contours d'un modèle énergétique régional bas carbone.

Le potentiel régional d'énergies renouvelables est stratégique pour la transition énergétique.

## S'adapter aux effets du changement climatique

On a pu voir que l'agriculture, et plus généralement les activités dont la production dépend directement du climat, seront touchées par l'évolution des paramètres climatiques. Certains risques naturels et problèmes environnementaux seront accentués par le changement climatique en l'absence de stratégie d'adaptation. Par exemple, dans le registre des risques naturels, les conséquences des tempêtes pourraient être aggravées avec un niveau de la mer plus élevé. Dans le registre des problèmes environnementaux, l'érosion des côtes ou les pertes de biodiversité seront amplifiées ; le changement climatique n'étant qu'une des facettes venant accentuer le changement global. Avec 3 000 kilomètres de littoral, la Bretagne présente de nombreuses vulnérabilités à l'élévation du niveau marin.

L'évolution de la ressource en eau pose également question dans notre région où la ressource est essentiellement superficielle et donc dépend des précipitations saisonnières. En effet, la hausse de la température pourrait accentuer les besoins en eau des plantes, ce qui, quelle que soit l'évolution des précipitations, pourrait accroître la pression sur la ressource, voire engendrer des conflits entre les multiples usages de l'eau.

Si les connaissances sur le sujet restent parcellaires et soumises à de nombreuses incertitudes, il y a là encore une justification économique à l'action. Le changement climatique coûtera plus cher sans politiques d'adaptation. L'angle retenu dans cette première version du SRCAE, et qui consiste à décliner au niveau régional le Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC), est à considérer dans sa version évolutive. Il s'agit dans un premier temps de privilégier la connaissance et les mesures dites « sans regrets » (présentant une utilité allant au-delà du champ climatique). Cela ne signifie pas que la stratégie régionale s'arrête là. Elle évoluera en fonction de l'évolution des connaissances et à mesure que les incertitudes se réduisent. Il convient de signaler également le besoin d'appropriation par tous les Bretons, les territoires et les représentants économiques de ces sujets. La problématique de l'adaptation au changement climatique sera d'autant mieux appréhendée qu'elle est liée à une bonne connaissance des enjeux locaux.

## Mieux prendre en compte la qualité de l'air

La qualité de l'air est un enjeu majeur aux origines multiples (transport, agriculture, bâtiment, industrie), dont les conséquences sanitaires peuvent être graves et l'intérêt du SRCAE est de pouvoir prendre en compte, à côté des aspects climat énergie, la qualité de l'air, dans le souci de mettre en cohérence les différentes stratégies, tout en mettant en avant un besoin de prise de conscience sur ce sujet. Le travail conduit a mis en évidence le fait que le trafic routier et l'agriculture sont les principaux contributeurs de la pollution atmosphérique. Il a permis de mettre en exergue des zones sensibles

au regard de la qualité de l'air, majoritairement situées aux abords des grandes agglomérations et couvrant une population d'un million de personnes. Cela suppose la mise en place d'actions territoriales qui devront être mises en cohérence avec l'échelon régional, notamment pour appréhender les conséquences du trafic de transit.

## Les objectifs du schéma : la transition vers la société bas carbone en Bretagne

Ce premier SRCAE pose les bases d'une véritable mutation de l'économie régionale. Elle s'inscrit dans un mouvement positif en prenant la forme d'une transition vers une nouvelle économie, bas carbone (faiblement émettrice de gaz à effet de serre), moins dépendante des énergies fossiles et adaptée au changement climatique.

Cette transition économique, par son ampleur, engendrera des effets significatifs sur l'ensemble des paramètres économiques, en particulier pour l'emploi. Sans douter de l'impératif d'engager la transition sans tarder, il y a nécessité de continuer à en appréhender les tenants et aboutissants pour apprécier les effets socio-économiques.

**Les orientations du SRCAE ont été présentées au cours de la Conférence bretonne de l'énergie du 8 octobre 2012. Au regard des enjeux, des éclairages des scénarios prospectifs, des échanges avec les partenaires et de la réussite du processus de concertation, le Préfet de région et le Président du Conseil régional se sont prononcés en faveur de la mise en œuvre d'un scénario ambitieux et adapté au contexte breton.**

Les objectifs de développement des EnR retenus à l'horizon 2020, par filière, sont ceux des potentiels bas identifiés en partie 4 du présent schéma. Ces objectifs retenus sont également ceux du Pacte électrique breton pour les filières renouvelables électriques.

L'ambition doit clairement être celle de la transition de l'économie régionale vers un modèle d'économie verte et bleue à l'horizon 2050. Les scénarios volontaristes globaux de réduction des émissions de GES et de réduction des consommations énergétiques constituent des repères que nous devons collectivement chercher à atteindre, tant par la mobilisation des paramètres clés qui ont servis à l'édification des hypothèses que par l'activation des autres leviers, moins importants, certes, mais dont on ne pourra pas faire l'économie. Pour que cette mobilisation puisse se concrétiser, un mouvement global, de fond, doit être impulsé dans toute la société et l'économie bretonne. C'est dans cet esprit qu'ont été rédigées les 32 fiches orientations.

Les partenaires et les territoires sont invités à se saisir pleinement du contenu des fiches orientations et à contribuer à leur mise en œuvre avec engagement.

## Principes des fiches orientations

Les fiches orientations constituent le cadre stratégique régional qui doit donner une impulsion pour coordonner les actions pour passer dans une échelle de grande ampleur. De façon synthétique, les orientations visent à préciser les modalités selon lesquelles l'amélioration de l'efficacité énergétique, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et des polluants atmosphériques, le déploiement des énergies renouvelables et l'adaptation au changement climatique pourront être mis en œuvre, selon les thèmes déclinés ci-dessus.

Le SRCAE est un schéma régional d'orientations et le présent document peut se définir comme un cadrage général. Pourtant, face à l'ampleur des enjeux, ces 32 fiches orientations se sont voulues comme un cadre préfigurateur à un plan d'actions. Toutefois, l'écriture ne se veut pas directive, mais comme un appel aux acteurs cités pour que ceux-ci, en disposant de toute la latitude de leur légitimité, puissent concevoir les propres contours de leurs plans d'actions.

Le nombre et le contenu des orientations reflètent une certaine hétérogénéité qui renvoie à la maturité de l'analyse exposée au cours de l'élaboration du schéma. L'approche s'est voulue pragmatique, en réponse aux attentes et au degré d'acceptabilité des partenaires afin que ceux-ci, à leur manière, puissent s'approprier les enjeux du SRCAE et se retrouvent dans l'appel à l'action qui est décliné dans chaque fiche.

Les fiches orientations peuvent se lire indépendamment les unes des autres, bien que certaines contiennent une rubrique « précautions » qui peut renvoyer vers d'autres fiches, en transversalité.

Chaque fiche est structurée selon la même architecture :

- des **enjeux** justifiant l'élaboration de l'orientation ;
- une description des **conditions de mise en œuvre** (techniques, financières et organisationnelles) présentées comme des pré-requis nécessaires à la mise en œuvre de l'orientation ;
- des **pistes de mise en œuvre**, non exhaustives, mais qui constituent des indications possibles ;
- des **précautions** lorsque la mise en œuvre d'une orientation visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre ou les consommations d'énergie peut potentiellement avoir des effets antagonistes sur la qualité de l'air ou la biodiversité.

32 fiches orientations ont été rédigées sur les thèmes :

- du bâtiment ;
- du transport ;
- de l'agriculture ;
- de l'aménagement et de l'urbanisme ;
- de la qualité de l'air ;
- des énergies renouvelables ;
- de l'adaptation au changement climatique ;
- de la gouvernance.

Les 32 fiches orientations, regroupées dans la partie suivante, se répartissent entre des fiches orientations thématiques et des fiches orientations transversales. Les fiches thématiques ont été identifiées en fonction de l'importance des secteurs d'activité concernés (agriculture, résidentiel, transports) et de paramètres identifiés dans la scénarisation. Les fiches transversales ont pour objet d'apporter de la cohérence à l'ensemble, par le croisement qu'elles opèrent. Elles ont surtout pour dessein de concrétiser l'appel du climat et de l'énergie à penser de manière systémique, en croisant les approches et en contribuant à la mise en cohérence.

# 6

# FICHES ORIENTATIONS


Bâtiment 121
Transport de personnes 129
Transport des marchandises 136
Agriculture 139
Aménagement et urbanisme 145
Qualité de l'air 149
Activités économiques 151
Énergies renouvelables 155
Adaptation 170
Gouvernance 172

# 6 Fiches orientations


| | | | |
|---|---|---|---|
| **Bâtiment** | **1** | Déployer la réhabilitation de l'habitat privé | p121 |
| | **2** | Poursuivre la réhabilitation performante et exemplaire du parc de logement social | p123 |
| | **3** | Accompagner la réhabilitation du parc tertiaire | p124 |
| | **4** | Généraliser l'intégration des énergies renouvelables dans les programmes de construction et de réhabilitation | p126 |
| | **5** | Développer les utilisations et les comportements vertueux des usagers dans les bâtiments | p128 |
| **Transport de personnes** | **6** | Favoriser une mobilité durable par une action forte sur l'aménagement et l'urbanisme | p129 |
| | **7** | Développer et promouvoir les transports décarbonés et/ou alternatifs à la route | p131 |
| | **8** | Favoriser et accompagner les évolutions des comportements individuels vers les nouvelles mobilités | p133 |
| | **9** | Soutenir le développement des nouvelles technologies et des véhicules sobres | p135 |
| **Transport des marchandises** | **10** | Maîtriser les flux, organiser les trajets et développer le report modal vers des modes décarbonés | p136 |
| | **11** | Optimiser la gestion durable et diffuser l'innovation technologique au sein des entreprises de transports des marchandises | p138 |
| **Agriculture** | **12** | Diffuser la connaissance sur les émissions GES non énergétiques du secteur agricole | p139 |
| | **13** | Développer une approche globale climat air énergie dans les exploitations agricoles | p141 |
| | **14** | Adapter l'agriculture et la forêt au changement climatique | p143 |
| **Aménagement et urbanisme** | **15** | Engager la transition urbaine bas carbone | p145 |
| | **16** | Intégrer les thématiques climat air énergie dans les documents d'urbanisme et de planification | p147 |
| **Qualité de l'air** | **17** | Améliorer la connaissance et la prise en compte de la qualité de l'air | p149 |
| **Activités économiques** | **18** | Intégrer l'efficacité énergétique dans la gestion des entreprises bretonnes (IAA, PME, TPE, exploitations agricoles...) | p151 |
| | **19** | Généraliser les investissements performants et soutenir l'innovation dans les entreprises industrielles et les exploitations agricoles | p153 |
| | **20** | Mobiliser le gisement des énergies fatales issues des activités industrielles et agricoles | p154 |
| **Energies renouvelables** | **21** | Mobiliser le potentiel éolien terrestre | p155 |
| | **22** | Soutenir l'émergence et le développement des énergies marines | p157 |
| | **23** | Mobiliser le potentiel éolien offshore | p159 |
| | **24** | Accompagner le développement de la production électrique photovoltaïque | p161 |
| | **25** | Favoriser la diffusion du solaire thermique | p163 |
| | **26** | Soutenir et organiser le développement des opérations de méthanisation | p164 |
| | **27** | Soutenir le déploiement du bois-énergie | p166 |
| | **28** | Développer les capacités d'intégration des productions d'énergies renouvelables dans le système énergétique | p168 |
| **Adaptation** | **29** | Décliner le PNACC et mettre en œuvre des mesures « sans regret » d'adaptation au changement climatique | p170 |
| **Gouvernance** | **30** | Améliorer et diffuser la connaissance sur le changement climatique et ses effets en Bretagne | p172 |
| | **31** | Développer la gouvernance pour favoriser la mise en œuvre du schéma | p174 |
| | **32** | Mettre en place un suivi dynamique du schéma | p176 |

## BÂTIMENT

## ORIENTATION 1 : Déployer la réhabilitation de l'habitat privé

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**Le parc résidentiel représente près de 1,6 million de logements (152 millions de m²) avec une prédominance de la maison individuelle (1,2 million soit 76 % du total).**

**La rénovation des maisons individuelles constitue une cible majeure du parc privé** en Bretagne en vue de la réalisation des objectifs de réduction des consommations énergétiques du secteur. Avec une surface moyenne par maison de 104 m² et un taux de résidence principale de 76 %, **ce parc a été construit à 55 % avant 1975** : pavillons post-68, pavillons de banlieues, maisons de bourg.

**Le logement collectif est l'autre cible, composée de plus de 375 000 immeubles** (surface moyenne/log : 67 m²).

**La consommation du secteur résidentiel s'élève à 27 900 GWh soit 33 % de la consommation régionale**. Les consommations des logements privés sont majoritairement liées au chauffage (77 %). La première énergie utilisée en 2005 pour se chauffer est l'électricité (32 %), suivie du gaz (31 %), du fuel (25 %) puis du bois (10 %).

Le chauffage pèse en 2006 près de 5 % du budget moyen des ménages, et cette part devrait s'accroître avec les perspectives d'inflation du coût des énergies. **Les ménages en situation de précarité énergétique sont des cibles prioritaires.**

L'isolation et les systèmes de chauffage performants constituent les principaux leviers de réduction des consommations du poste chauffage.

**L'objectif de réduction des consommations d'énergie de 38 % à l'horizon 2020 et de 78 % en 2050 a été retenu** en considérant la mise en œuvre d'un bouquet de travaux de réhabilitation très ambitieux intégrant l'utilisation des techniques novatrices sur l'ensemble des paramètres : isolation des murs, de la toiture, du plancher, des menuiseries extérieures, des systèmes de ventilation et du chauffage.

Pour les entreprises régionales, ce chantier représente un enjeu majeur de développement économique avec la structuration d'une offre industrielle contribuant à la création d'emplois, au développement de compétences, de technologies et d'innovations. La mise en œuvre d'offres adaptées à chaque parc (individuel et collectif / copropriété) est essentielle en vue de la réalisation des objectifs.

La réduction du besoin de combustion chauffage et d'eau chaude sanitaire contribue à la baisse des émissions de polluant (NOx, PM…).

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Réhabiliter environ 45 000 logements par an d'ici 2020 (100 % catégories G et F, et 21 % catégorie E)<br>• Mettre en œuvre et généraliser des bouquets de travaux performants<br>• Intégrer les énergies renouvelables afin de maximiser la décarbonisation de l'habitat<br>• Développer les systèmes constructifs innovants et les éco-matériaux (bois, paille,…) |
| ***Financières*** | • Améliorer la visibilité sur les gains économiques liés aux économies d'énergie et à la revente d'électricité renouvelable dont les dispositifs d'aide existants : Crédit impôt développement durable (CIDD), EcoPrêt, aides des collectivités, CEE, Programme Habiter mieux<br>• Maîtriser les coûts de production des logements afin de favoriser une diffusion massive des travaux<br>• Expérimenter de nouveaux dispositifs financiers (fonds de financement de la maîtrise de l'énergie)<br>• Mettre en œuvre des offres optimisées adaptées à chaque parc (individuel et collectif / copropriété) |
| ***Organisationnelles*** | • Mettre en œuvre et renforcer la réglementation et renforcer le contrôle de la réglementation de la construction (CRC) dans la construction neuve (objectif pédagogique)<br>• Prendre en compte les aspects sociétaux, précarité énergétique, mobilité, mixité sociale<br>• Action sur les comportements des ménages<br>• Développer les compétences dans les entreprises du bâtiment<br>• Intégrer des objectifs de réhabilitation dans les PCET/SCoT/PLU |

| PISTES DE MISE EN ŒUVRE |
|---|
| ➢ Mettre en place un dispositif de suivi et de pilotage de cette orientation stratégique pour le SRCAE<br>➢ Renforcer les dispositifs d'information sur la réglementation et le conseil (ex : EIE)<br>➢ **Rationaliser, simplifier et pérenniser les dispositifs d'aides pour les travaux de réhabilitation** (horizon 2020 et au-delà)<br>➢ Mettre en place une offre de garantie de performance énergétique pour les bâtiments réhabilités<br>➢ Définir et mettre en œuvre des nouveaux outils de financement en mobilisant les banques<br>➢ Aider à la mise en place d'offres performantes (études, travaux, financement) en direction des co-propriétés<br>➢ **Multiplier les opérations exemplaires** (logements, lotissements, quartiers à très basse consommation, lauréats AMI) pour les évaluer et diffuser les bonnes pratiques dans les réseaux (Cluster,…)<br>➢ Développer un mécanisme d'éco-conditionnalité des aides visant à orienter les acteurs vers la qualité (Mention reconnue Grenelle de l'environnement)<br>➢ **Développer des formations des professionnels du bâtiment** et soutenir la diffusion de l'innovation technologique |
| **ACTEURS CONCERNÉS** |
| Services de l'État, Collectivités, ADEME, ANAH, Caisse des dépôts, secteur bancaire, Fédération Française du Bâtiment, Maîtres d'ouvrages d'opérations de constructions publiques et privées, Entreprises du bâtiment, Cellule économique de Bretagne, Bretagne Développement Innovation, associations de copropriétés, CCI, CRMA, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie… |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Consommation d'énergie du parc privé<br>• Nombre de formations des professionnels à la performance énergétique<br>• Nombre d'entreprises qualifiées (mention reconnue Grenelle)<br>• Nombre de bénéficiaires du programme « Habiter mieux »<br>• Nombre de conseillers énergie |
| **PRÉCAUTIONS** |

| | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | ▪ Encourager la mise en place de dispositifs de réduction des émissions des chantiers (lien plan particules)<br>▪ La réhabilitation des bâtiments se fera en préservant la performance énergétique et sanitaire de ceux-ci<br>▪ Cf. Fiche « Qualité de l'air » |

## BÂTIMENT

## ORIENTATION 2 : Poursuivre la réhabilitation performante et exemplaire du parc de logement social

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**Le parc social breton représente environ 155 000 logements soit 10 % du parc total régional. Le locatif est estimé à 11 % des résidences principales, soit 145 000 logements**. Environ 75 % de ce parc, soit 110 000 logements, sont collectifs et concentrés dans les territoires les plus urbains. **46 % des logements ont été construits avant 1975.**

Le chauffage représente le premier poste de consommation d'énergie du parc de logements sociaux utilisant majoritairement le gaz naturel (64 %), puis l'électricité (17 %) et dans une moindre mesure la chaleur des réseaux de chauffage urbain (10 %).

**La mobilisation des bailleurs sociaux en faveur de la réhabilitation du parc est nécessaire afin de réduire la vulnérabilité des populations** (précarité énergétique). Les populations concernées présentent la plus forte vulnérabilité aux impacts économiques de la progression des coûts de l'énergie.

La réhabilitation exemplaire de ce parc constitue un levier pour diffuser les meilleures pratiques et les innovations à grande échelle et mobiliser les professionnels en les faisant monter en compétences.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Généraliser des travaux performants et d'innovation<br>• Développer une offre industrielle régionale adaptée au marché de la réhabilitation du logement social<br>• Intégrer les énergies renouvelables afin de maximiser la décarbonisation du parc |
| ***Financières*** | • Maîtriser les coûts de production afin de favoriser une diffusion des travaux<br>• Améliorer la visibilité sur les gains économiques liés aux économies d'énergie et à la revente d'électricité renouvelable |
| ***Organisationnelles*** | • Mobiliser des bailleurs : information, sensibilisation, définition de programmes d'investissements pluriannuels performants<br>• Prendre en compte les comportements des usagers |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Organiser un dispositif de suivi et de pilotage avec les acteurs du logement social
- Renforcer les dispositifs d'information sur la réglementation et le conseil
- **Rationaliser et simplifier les dispositifs d'aides pour les travaux de réhabilitation et les rendre pérennes (horizon 2020 et au-delà)**
- Multiplier les opérations exemplaires (logements, lotissements, quartiers à très basse consommation, lauréats AMI) pour les évaluer et diffuser les bonnes pratiques dans les réseaux (Cluster,…)
- **Mettre en œuvre les contrats d'utilité sociale** (CUS)

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Collectivités, ADEME, ANAH, USH, Bailleurs sociaux, CRMA, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Consommation d'énergie du parc social
- Nombre de logements réhabilités et suivi des performances énergétiques
- Nombre de formations des professionnels
- Coût moyen des réhabilitations par type de logements (typologie Cellule économique de Bretagne)

### PRÉCAUTIONS

| | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | ▪ La réhabilitation des bâtiments se fera en préservant la performance énergétique et sanitaire de ceux-ci<br>▪ Cf. Fiche « Qualité de l'air » |

## BÂTIMENT

## ORIENTATION 3 : Accompagner la réhabilitation du parc tertiaire

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**Le parc tertiaire représente 42 millions de m², soit 5 % du parc national. Le parc ancien, construit avant 1980, représente une part dominante avec 19 millions de m² soit 45 % du parc. Chaque année environ 1 million de m² de locaux neufs sont construits.** Les quatre branches Santé, Enseignement-Recherche, Commerce et Bureau Administration concentrent environ 70 % des surfaces du parc régional.

La consommation d'énergie du secteur tertiaire s'élève à 9 300 GWh soit 11 % de la consommation totale régionale. Le gaz (48 %), l'électricité (22 %) et le fuel (24 %) sont les principales énergies consommées pour des usages majoritairement consacrés au chauffage (47 %), aux usages spécifiques électriques (27 %) et à l'eau chaude sanitaire (11 %).

Les gisements à mobiliser concernent en priorité le chauffage et les usages spécifiques de l'électricité (ventilation, éclairage, froid alimentaire, bureautique, informatique, process).

La maximisation des gestes techniques les plus ambitieux permet d'atteindre une économie d'émissions de $CO_2$ de 62 % à l'horizon 2050. (Étude Cellule économique de Bretagne, Énergies Demain, 2012).

Les enjeux peuvent varier selon les branches, ce qui rend les conditions de réalisation des potentiels et la mobilisation des acteurs particulièrement complexes.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Développer les gestes de travaux mixant les 2 leviers suivants dans le parc à réhabiliter :<br>– Réhabilitation thermique de l'enveloppe du bâti : travaux de changement des ouvertures, d'isolation du toit, des murs et du plancher<br>– Amélioration de la performance énergétique des systèmes (chauffage, climatisation, ventilation, système d'éclairage)<br>• Développer les énergies renouvelables dans les systèmes de production d'énergie (eau chaude sanitaire, chauffage) afin de maximiser la décarbonisation de la consommation du secteur<br>• Mettre en œuvre la réglementation thermique dans le tertiaire neuf : recherche de maximisation de l'efficacité énergétique et de l'intégration énergies renouvelables<br>• Développer les parcs d'activités tertiaires à énergie positive |
| ***Financières*** | • Développer des offres adaptées de financement : contrat de performance énergétique, tiers investisseur<br>• Mobiliser le secteur bancaire<br>• Analyser l'option démolition qui peut être privilégiée dans une partie du parc (passoires énergétiques) |
| ***Organisationnelles*** | • Agir sur les comportements des gestionnaires et des usagers des bâtiments tertiaires neufs et réhabilités<br>• Mobiliser les professionnels : gestionnaires de parcs privés et publics<br>• Intégrer dans les SCoT/PLU des objectifs de performance énergétique pour les développements des activités tertiaires |

| PISTES DE MISE EN ŒUVRE |
|---|
| ➢ Mettre en place une action prioritaire sur les bâtiments les plus énergivores et les plus gros consommateurs de chaque branche (bâtiments années 60-70)<br>➢ Mobiliser chaque branche et animer des réflexions avec les professionnels : projets pilotes, partages d'expériences, diffusion de bonnes pratiques, évaluation, retour d'expérience<br>➢ Renforcer la mobilisation des gestionnaires de patrimoine public (État exemplaire, Région, PCET)<br>➢ Développer une offre d'outils de pilotage des patrimoines privés et publics (ex : gestion technique du bâtiment)<br>➢ **Mobiliser des contrats de performance pour financer les projets**<br>➢ **Développer des audits énergétiques**<br>➢ Mener des campagnes de sensibilisation des usagers des bâtiments tertiaires réhabilités et neufs<br>➢ Réaliser des parcs tertiaires pilotes (intégration des énergies renouvelables et bâtiments à énergie positive) |
| **ACTEURS CONCERNÉS** |
| Services de l'État, Collectivités, ADEME, Gestionnaires de patrimoine public, Gestionnaires de patrimoine privé, Professionnels du bâtiment, Bureaux d'études, Agences d'urbanisme, Grandes et moyennes surfaces, ARS, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie… |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Consommation du secteur tertiaire et des branches<br>• Nombre d'établissements réhabilités |
| **PRÉCAUTIONS** |

| | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | ▪ La réhabilitation des bâtiments se fera en préservant la performance énergétique et sanitaire de ceux-ci<br>▪ Cf. Fiche « Qualité de l'air » |

## BÂTIMENT

## ORIENTATION 4 : Généraliser l'intégration des énergies renouvelables dans les programmes de construction et de réhabilitation

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

Les énergies fossiles représentent actuellement une part dominante de la consommation dans les bâtiments (logements et tertiaires). Aux horizons 2020 et 2050, cette part devra très fortement décroître afin de permettre la réalisation des objectifs de réduction des émissions de GES et de la qualité de l'air.

Dans cette optique, **le recours aux énergies renouvelables dans le bâtiment doit se généraliser au cours des prochaines années.**

**La construction de logements neufs performants et la réhabilitation du parc ancien va permettre de limiter les besoins de chaleur et d'électricité mais aussi d'avoir recours aux énergies renouvelables pour répondre aux besoins énergétiques résiduels.** Les nouvelles réglementations thermiques accentueront également cette évolution.

Dans le cadre de la réflexion prospective (potentiels), il n'a pas été possible de scénariser l'évolution de la pénétration des énergies renouvelables dans le secteur résidentiel à l'horizon 2020 et 2050. Il est souhaitable que cet exercice puisse être effectué dès l'entrée en application du schéma.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Concevoir et développer des systèmes utilisant les énergies renouvelables (bois, solaire, thermique et photovoltaïque…) intégrées au bâtiment<br>• Développer des solutions de production, de stockage et de gestion des énergies renouvelables<br>• Positionner des entreprises régionales (développement de systèmes) |
| ***Financières*** | • Maîtriser les coûts de production afin de favoriser une diffusion des systèmes |
| ***Organisationnelles*** | • Mettre en œuvre et renforcer la réglementation<br>• Prendre en compte les aspects sociétaux : précarité énergétique, mobilité, mixité sociale<br>• Développer les compétences dans les entreprises du bâtiment<br>• Mobiliser des professionnels : gestionnaires de parcs privés et publics |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Renforcer les dispositifs d'information sur la réglementation et de conseil (ex : EIE)
- **Multiplier les opérations exemplaires** (logements, lotissements, quartiers à très basse consommation, lauréats AMI) pour les évaluer et diffuser les bonnes pratiques dans les réseaux (Cluster…)
- Développer des filières de construction utilisant des matériaux locaux et performants
- Développer un mécanisme d'éco-conditionnalité des aides visant à orienter les acteurs vers la qualité (Mention reconnue Grenelle de l'environnement)
- **Développer les formations des professionnels du bâtiment** et soutenir la diffusion de l'innovation technologique
- Suivre la pénétration des technologies et des systèmes énergétiques (coût, performances)
- **Lancer une étude sur les potentiels et les scénarios de développement des énergies renouvelables dans le secteur résidentiel**
- Intégrer les principes de conception bioclimatique dans les projets (technique)

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Collectivités, ADEME, ANAH, Fédération Française du Bâtiment, Maîtres d'ouvrages d'opérations de constructions publiques et privées, Entreprises du bâtiment, CAUE, Cellule économique de Bretagne, Bretagne Développement Innovation, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Part des énergies renouvelables dans la consommation résidentiel - tertiaire

| PRÉCAUTIONS | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | ▪ Pour préserver la qualité de l'air, le recours au bois-énergie doit se faire en privilégiant les équipements et les combustibles les plus performants sur le plan des émissions de particules (label « flamme verte », siccité du bois, marques collectives du type "Bretagne Bois Bûche"). En particulier, le recours au bois-bûche en tant que chauffage d'appoint dans les équipements non performants en période de froid (période souvent propice à des épisodes de pollution par particules) ne doit pas être encouragé.<br>▪ La réhabilitation des bâtiments se fera en préservant la performance énergétique et sanitaire de ceux-ci.<br>▪ Cf. Fiche « Qualité de l'air » |

## BÂTIMENT

## ORIENTATION 5 : Développer les utilisations et les comportements vertueux des usagers dans les bâtiments

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

Les évolutions de l'habitat représentent une modification importante du rapport des habitants à leur environnement quotidien. Un « effet rebond » est possible en l'absence d'interventions adaptées auprès des usagers.

**Une partie des gains énergétiques liés à la réhabilitation et à l'introduction de systèmes et de technologies plus performants peut en effet être annulée par des usages inappropriés des dispositifs les incorporant.**

**L'évolution des comportements et des façons d'habiter détermine le déploiement de certaines innovations** telles que l'intégration des énergies renouvelables ou la mutualisation de biens d'équipement. Les décisions de réhabilitation en co-propriétés sont souvent compliquées à prendre.

La prise en compte et le suivi des comportements, des systèmes de valeur des habitants est un complément indispensable à la réussite de la transition dans le bâtiment.

**Les professionnels du bâtiment ont à tenir compte de ces évolutions** à travers la proposition d'offres, non seulement de travaux, mais aussi de services adaptés aux besoins des habitants.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Connaître et suivre la performance des systèmes<br>• Développer des dispositifs intelligents et communicants : affichage et suivi des consommations, smart home et domotique intelligente, dispositifs d'effacement diffus des consommations, gestion intégrée de l'énergie dans l'habitat<br>• Sensibiliser les particuliers sur les émissions polluantes de leur équipement (plan particules) |
| ***Financières*** | • Maîtriser les coûts des systèmes |
| ***Organisationnelles*** | • Développer et généraliser des opérations de maîtrise de la demande d'énergie<br>• Opérations de sensibilisation<br>• Études de comportements<br>• Formation des professionnels |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- **Renforcer l'action des structures d'information et de conseil** (ex : Espaces Info Energie)
- **Développer des opérations pilotes** (Ex : Vir'Volt, Track O'Watt, EcoWatt) et généraliser les bonnes pratiques
- Développer les services d'information/ sensibilisation
- **Mettre en œuvre un programme de suivi du comportement des usagers** dans les logements neufs et réhabilités (opérations pilotes)

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Collectivités, ADEME, Professionnels, associations d'usagers, Espaces Info Energie, Association des responsables de copropriété, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie

### PRÉCAUTIONS

| | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | ▪ La maintenance et l'entretien des équipements sont des facteurs déterminants pour obtenir de bonnes performances environnementales avec des équipements de combustion.<br>▪ La réhabilitation des bâtiments se fera en préservant la performance énergétique et sanitaire de ceux-ci.<br>▪ Cf. Fiche « Qualité de l'air » |

## TRANSPORT de PERSONNES

## ORIENTATION 6 : Favoriser une mobilité durable par une action forte sur l'aménagement et l'urbanisme

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

Plus mobiles que la moyenne française, les Bretons se déplacent plus fréquemment en parcourant des distances plus importantes et qui s'allongent. Partiellement imputable à l'évolution démographique de la Bretagne, **l'augmentation des distances parcourues** s'explique également par la prédominance de la maison individuelle et la périurbanisation du territoire.

**Les ménages qui résident dans le périurbain lointain présentent la plus grande vulnérabilité énergétique** du fait de leur éloignement.

Créer les conditions favorables au développement d'une mobilité durable exige **une approche intégrée des deux problématiques, l'aménagement et les transports**, en œuvrant à :

- **l'intégration, aux politiques de planification territoriale, d'une évaluation des impacts** sur la qualité de l'air, les émissions de GES et les consommations énergétiques des déplacements induits ;
- **la déclinaison de manière opérationnelle de ces principes dans les opérations d'aménagement.**

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Évaluer les impacts Climat / Air / Energie des déplacements induits lors de l'élaboration et l'évaluation des documents de planification<br>• Intégrer la desserte en transports collectifs ou de modes doux dans les choix de développement de l'urbanisation |
| ***Financières*** | • Mobiliser les dispositifs financiers et politiques existants |
| ***Organisationnelles*** | • Échanges transversaux et associations entre les acteurs du transport et de l'urbanisme dès l'amont des études de planification<br>• Animation régionale |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Intégrer, comme critère prioritaire dans le choix d'implantation des équipements publics et des grands équipements commerciaux, l'existence d'une desserte efficace en transports collectifs.
- **Intégrer, dans les projets d'aménagement, les modes de circulation douce** (leur réserver une place sur l'espace public, assurer la continuité des circulations, imposer des normes appropriées pour les parcs à vélos…)
- Maîtriser l'usage de la voiture en périmètre urbain
- Anticiper les projets d'infrastructures alternatives à la voiture par des réservations foncières et la préservation de l'existant
- **Freiner l'étalement urbain**
- Privilégier les formes urbaines compactes, densifier l'habitat à proximité de la desserte en transports collectifs
- **Favoriser le développement d'espaces mixtes** (commerces, habitation, tertiaire)
- Hiérarchiser les infrastructures avec notamment des secteurs de partage du domaine public visant à organiser une ville de proximité
- Organiser un réseau régional sur l'intégration des enjeux climat, air, énergie dans les domaines d'aménagement

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Collectivités, ADEME, Autorités organisatrices des transports, Agences d'urbanisme, Établissement Public Foncier, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Distance moyenne des déplacements (dont domicile - travail)
- Répartition modale des déplacements et motifs

| PRÉCAUTIONS | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | ▪ Intégrer l'impact sur la qualité de l'air et la santé de la pollution atmosphérique liée aux transports dans les actions de sensibilisation, de promotion et de formation.<br>▪ Ces orientations devraient être mises en œuvre afin d'éviter une dégradation de la qualité de l'air dans les zones identifiées dans le Schéma comme sensibles. |
| ***Biodiversité*** | Être vigilant quant à la fragmentation et à la consommation d'espaces naturels imputables à l'aménagement des infrastructures de transports. |

## TRANSPORT de PERSONNES

## ORIENTATION 7 : Développer et promouvoir les transports décarbonés et/ou alternatifs à la route

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

La voiture individuelle constitue le mode de déplacement principal pour les trajets quotidiens (72 %), proportion plus élevée que la moyenne nationale. De même, pour le motif domicile - travail, la voiture est prépondérante (86 %). En contrepartie, l'usage des transports en commun est sous-représenté en Bretagne (7,9 %, train compris).

**Le mode routier absorbe 87 % de l'énergie consommée par les déplacements de personnes et génère 90 % des émissions de gaz à effet de serre.** La consommation d'énergie fossile pour les déplacements contribue également à la dégradation de la qualité de l'air. Les transports constituent en Bretagne le 1er secteur émetteur d'oxydes d'azote (NOx) et le 2ème de dioxyde de carbone ($CO_2$) et de particules.

**Un enjeu du secteur consiste à soutenir le développement des modes alternatifs à la route et les infrastructures associées** (infrastructures fluviales et portuaires, plateformes multimodales, voies vertes…) **pour favoriser le report modal et l'évolution des pratiques de déplacement.**

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Renforcer les offres de transports alternatifs à la route<br>• Améliorer l'intermodalité et la coordination avec les autres modes de transport<br>• Améliorer la qualité des services associés : optimisation de l'information aux voyageurs, accessibilité |
| ***Financières*** | • Maîtriser le coût des infrastructures associées (infrastructures fluviales et portuaires, plateformes multimodales, voies vertes) |
| ***Organisationnelles*** | • Encourager les pratiques alternatives à la voiture : marche à pied, vélo en ville<br>• Organiser au niveau régional le suivi et l'évaluation Climat / Air / Energie des politiques de transport de voyageurs<br>• Accompagner et intensifier les démarches de coordination entre Autorités organisatrices de transports |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- **Généraliser les plans de déplacements** (PDU, plans de déplacements …) à l'ensemble de la Bretagne
- Augmenter l'offre de transports en commun, notamment en site propre, les pôles intermodaux
- Politique tarifaire adaptée et attractive
- Politique de stationnement
- Mobiliser les acteurs autours des Plans de Déplacement (Entreprises, Administrations, ou à l'échelle des zones d'activités)
- Développer les infrastructures associées : signalétiques, itinéraires, abris vélos sécurisés
- Optimiser les correspondances, fréquences, complémentarité / cohérence des offres, tarification, services, communication coordonnée

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Collectivités, ADEME, Autorités Organisatrices des Transports, Transporteurs, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Nombre des plans de déplacements
- Part modale des déplacements domicile - travail
- Nombre d'opérations de déplacements alternatifs mises en œuvre (PDE, PDA, opérations collectives de type PDES ou schémas directeurs de déplacements à vélo)
- Part de la population déclarant utiliser des transports alternatifs à la voiture ou être prête à le faire (baromètre santé environnement)
- Évolution de la fréquentation du TER Bretagne en voyageurs/km
- Nombre de voyages effectués en transports collectifs urbains

| PRÉCAUTIONS | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | ▪ Intégrer l'impact sur la qualité de l'air et la santé de la pollution atmosphérique liée aux transports dans les actions de sensibilisation, de promotion et de formation.<br>▪ Ces orientations devraient être mises en œuvre afin d'éviter une dégradation de la qualité de l'air dans les zones identifiées dans le Schéma comme sensibles. |
| ***Biodiversité*** | Être vigilant quant à la fragmentation et à la consommation d'espaces naturels imputables à l'aménagement des infrastructures de transport. |

## TRANSPORT de PERSONNES

## ORIENTATION 8 : Favoriser et accompagner les évolutions des comportements individuels vers les nouvelles mobilités

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

La voiture individuelle constitue le mode de déplacement principal pour les trajets quotidiens (72 %), proportion plus élevée que la moyenne nationale. De même, pour le motif domicile - travail, la voiture est prépondérante (86 %).

L'évolution des pratiques de mobilité est un axe déterminant pour l'évolution des comportements individuels vers des pratiques vertueuses et réduire la vulnérabilité des individus au coût de l'énergie. **Les nouvelles mobilités se développent en Bretagne** (développement du covoiturage, l'éco-conduite, multimodalité et optimisation des déplacements, le développement des PDE…) **mais sont difficiles à évaluer selon les contextes territoriaux.**

Aujourd'hui, **le covoiturage représente moins de 10 %** des déplacements domicile - travail. Son développement est lié à des évolutions comportementales et à une prise de conscience individuelle.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Améliorer la connaissance territoriale des déplacements domicile - travail<br>• Structurer l'offre des nouvelles mobilités<br>• Animer et sensibiliser sur la mobilité durable à destination des habitants, des entreprises, des écoles… |
| ***Financières*** | • Coût des actions animation, sensibilisation, formations, etc. |
| ***Organisationnelles*** | • Information et sensibilisation renforcées et adaptées<br>• Soutenir et diffuser de nouvelles pratiques au sein des entreprises, des administrations, des développeurs d'applications (ex : Covoiturage+) |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Développer l'offre de nouvelles mobilités « bas carbone » (techniques et services)
- Adapter les transports en commun existants (Bus, train) aux nouvelles mobilités (transport des vélos) et services associés (offre de location, parking sécurisé, interactivité et information des offres, solutions de paiement innovantes)
- **Mettre en cohérence et en complémentarité les nouvelles solutions de mobilité**
- Mutualisation des services (covoiturage…)
- **Mobiliser les territoires pour l'expérimentation d'approches globales de nouvelles mobilités « bas carbone »**
- **Amplifier le développement et la mise en œuvre des PDE / PDA mais également du covoiturage, de l'auto-partage, du télétravail, de l'aménagement du temps de travail, de l'éco-conduite**
- Incitations financières (tarifications et billettique)
- Promotion des technologies de l'information et de communication
- Communiquer sur les outils existants : Breizhgo.com, sites et plate-forme de covoiturage, éco-comparateur
- Diffusion des bonnes pratiques

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Collectivités, ADEME, Autorités Organisatrices des Transports, Entreprises, Grand public, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Taux de remplissage des véhicules particuliers utilisés pour les déplacements domicile - travail
- Fréquentation des sites Internet de covoiturage
- Nombre de personnes formées à l'éco-conduite
- Nombre de PDE / PDA mis en œuvre

| PRÉCAUTIONS | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | ▪ Intégrer l'impact sur la qualité de l'air et la santé de la pollution atmosphérique liée aux transports dans les actions de sensibilisation, de promotion et de formation.<br>▪ Ces orientations devraient être mises en œuvre afin d'éviter une dégradation de la qualité de l'air dans les zones identifiées dans le Schéma comme sensibles. |

## TRANSPORT de PERSONNES

## ORIENTATION 9 : Soutenir le développement des nouvelles technologies et des véhicules sobres

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**Le parc breton de véhicules routiers est très largement diésélisé (65 %)** et la pénétration des véhicules électriques et hybrides et des agrocarburants est encore faible.

Le temps de renouvellement du parc de véhicules particuliers au niveau national est estimé à 13 ans. Avec moins de 1 % du parc breton**, le rythme actuel de développement de l'électro-mobilité particulière et les véhicules hybrides rend difficile l'atteinte des objectifs nationaux déclinés en Bretagne à l'horizon 2020** (6 % du parc breton).

**Les acteurs locaux ont un rôle** à jouer pour leur diffusion, pour poursuivre la baisse des émissions unitaires de polluants atmosphériques et de GES des véhicules légers et tendre vers les objectifs nationaux de développement des véhicules sobres.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Améliorer les performances du parc par le renouvellement des véhicules particuliers et des flottes captives<br>• Évaluer l'avantage environnemental des changements de carburants par une analyse complète du cycle de vie du produit<br>• Développer des infrastructures associées aux véhicules faiblement carbonés<br>• Expérimenter des solutions d'offres technologiques globales (véhicules et infrastructures associées) |
| ***Financières*** | • Maîtriser les coûts des nouvelles technologies et des nouvelles infrastructures associées<br>• Capacité financière des ménages à l'acquisition des nouvelles technologies de véhicules sobres et décarbonés |
| ***Organisationnelles*** | • Diffuser des nouvelles technologies et des véhicules sobres<br>• Inciter les entreprises et les administrations disposant d'une flotte de véhicules importante (loueurs, administrations, grands groupes) |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- **Poursuivre la recherche, les expérimentations et le développement des infrastructures de recharge** (électriques, hydrogènes, etc.) **et services associés**
- Incitations financières et d'aménagements (accès favorable aux véhicules sobres)
- **Renouveler les flottes captives** (transports en commun, entreprises, collectivités, État)
- Plan de communication, d'information et de sensibilisation à destination des particuliers, entreprises, administrations, relayer les messages portés par l'État sur l'impact sanitaire du diesel
- **Développer des solutions de gestion des flux**
- Définir une offre de formation pour s'adapter aux nouvelles technologies

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Collectivités, ADEME, Secteur de la recherche, Entreprises, Grand public, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Part de véhicules hybrides ou électriques dans le parc de véhicules légers
- Nombre de bornes de recharge
- Part de véhicules diesel dans le parc des véhicules légers

### PRÉCAUTIONS

| | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | ▪ Être vigilant sur les impacts des nouvelles technologies ou de nouveaux carburants en termes d'impacts sur la qualité de l'air et sanitaires, notamment dans les zones sensibles.<br>▪ Gestion de flux adaptée spécifiquement en cas d'épisode de pollution atmosphérique (vitesses, véhicules). |

## TRANSPORT des MARCHANDISES

## ORIENTATION 10 : Maîtriser les flux, organiser les trajets et développer le report modal vers des modes décarbonés

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**Les transports de marchandises sont à plus de 95 % routiers en Bretagne** et concernent très majoritairement les flux intrarégionaux et limitrophes (importations et exportations). Leur évolution dépend du type de productions en Bretagne (produits agricoles et alimentaires, matériaux de construction, produits manufacturés et biens d'équipements) et de la demande des consommateurs : que va-t-on transporter en 2020 et en 2050 et vers où ?

**La réduction des consommations d'énergie et des émissions de GES dépendra du poids relatif :**

- **de l'évolution de la demande** : croissance du ferroviaire, changements de comportements des usagers et des consommateurs, relocalisation des activités, développement des circuits courts, politiques d'aménagement du territoire, développement du mode maritime
- **de la pénétration des technologies décarbonées dans les véhicules et de l'évolution de la structure du parc de véhicule** : GNV, électrique sur les derniers kilomètres

En Bretagne, notamment, compte tenu de la géographie, les possibilités de report modal vers le ferroviaire demeurent limitées à l'horizon 2020 mais seront à exploiter avec la montée en puissance des infrastructures et le développement des offres adaptées (ferroviaire) à l'horizon 2030-2050. Les possibilités de report modal vers le maritime existent (feedering, autoroute de la mer).

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Améliorer l'offre ferroviaire et portuaire : infrastructures, qualités de service<br>• Évolution du report modal vers le maritime (notamment pré/post-acheminement vers les hubs portuaires)<br>• Évolution du report modal vers le ferroviaire pour une partie des flux (produits de l'agro-alimentaire et produits manufacturés) vers les zones de consommation<br>• Redéploiement du fret ferroviaire, en particulier du transport combiné, à partir de plateformes créées ou réactivées, en lien avec une stratégie régionale de la logistique en leur faveur, remportant l'adhésion des autres collectivités et du monde économique |
| ***Financières*** | • Impact de l'affichage $CO_2$<br>• Impact des écotaxes<br>• Impact du coût des carburants |
| ***Organisationnelles*** | • Privilégier le report modal pour les déplacements supérieur à 300 km<br>• Organisations urbaines en faveur de livraisons plus « propres » (signalisation, réglementation, aménagements d'espaces de livraison)<br>• Informer et sensibiliser les entreprises<br>• Intégrer la logistique dans les documents de planification (SCoT, PLU) et les projets d'aménagement |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Mettre en œuvre une réglementation : $CO_2$, vitesse, quotas routiers en milieu urbain
- **Développer des infrastructures ferroviaires et maritimes et leurs connexions**
- **Développer des zones logistiques autour d'infrastructures multimodales intégrées dans une approche globale**
- **Accompagner des entreprises de transport combiné**
- Aides aux investissements en moyens logistiques et infrastructures
- Réorganiser les conditions de circulation et de stationnement des véhicules de transports de marchandises en secteur urbain (friches urbaines à valoriser pour parcs logistiques…)
- Encourager les initiatives en faveur de mutualisations et d'optimisations des flux
- **Développer des investissements portuaires ambitieux** : développement du port de Brest, capacités d'accueil de Lorient et Saint-Malo, système d'information « Port de Bretagne numérique »
- Promotion de l'offre « port de Bretagne » : stratégie marketing de valorisation auprès des acteurs économiques bretons

| ACTEURS CONCERNÉS | |
|---|---|
| Services de l'État, Conseil régional, ADEME, Chambres de commerce et d'industrie, Agences d'urbanisme et de développement économique, Entreprises de transport et logistique, GMS, Gestionnaires des réseaux de transport, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie… | |
| **INDICATEURS DE SUIVI** | |
| • Nombre d'entreprises régionales impliquées<br>• Évolution des flux par mode de transport (en tonnage et en circulation) | |
| **PRÉCAUTIONS** | |
| ***Qualité de l'air*** | Évaluer l'impact sur la qualité de l'air et la santé de la pollution atmosphérique des actions étudiées avant leur mise en œuvre, notamment dans les zones sensibles. |
| ***Biodiversité*** | Prise en compte des recommandations du SRCE pour les nouveaux projets d'infrastructure de transport. |

## TRANSPORT des MARCHANDISES

## ORIENTATION 11 : Optimiser la gestion durable et diffuser l'innovation technologique au sein des entreprises de transports des marchandises

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

Les entreprises bretonnes de transports de marchandises doivent intégrer dès aujourd'hui la dimension environnementale comme un facteur d'amélioration de leur compétitivité.

**Au-delà de 2020 et à l'horizon 2050, la performance environnementale et énergétique des entreprises des produits livrés devient centrale et stratégique** (condition de survie des entreprises de transports) : connaître, afficher et améliorer en permanence ces bilans est devenu la norme pour le management.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Moderniser et ajuster le parc aux usages : véhicules hybrides, pénétration des biocarburants de dernière génération<br>• Favoriser l'éco-conduite<br>• Améliorer le suivi des consommations<br>• Développer des outils informatiques dédiés (géolocalisation, plans de transports)<br>• Optimiser le chargement des véhicules<br>• Optimiser les chaînes logistiques<br>• Améliorer la relation clients : mutualisation du transport entre plusieurs clients (ex : grands distributeurs/logistique urbaine)<br>• Structurer la logistique en fonction des distances à parcourir et des spécificités des territoires (ex : livraison en ville) |
| ***Financières*** | • La gestion durable permet d'anticiper et de diminuer la vulnérabilité des entreprises face au risque économique de renchérissement du coût des carburants et l'évolution de la réglementation (réduction des vitesses) |
| ***Organisationnelles*** | • Investir dans l'optimisation de la gestion des flux<br>• Optimiser le remplissage et les tournées<br>• Ouvrir de nouveaux marchés liés à des prestations à plus forte valeur ajoutée comprenant des services (ex : prestation dernier km) |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Généraliser les bonnes pratiques : Informer et sensibiliser les chargeurs
- Réglementer le tonnage et la nature des marchandises transportées dans les documents de planification (PPA, PDU)
- **Aider les entreprises à acquérir des outils** (technologies, ressources) visant à optimiser leur activité et diminuer les consommations
- **Organiser des actions collectives en direction des entreprises** : partage d'expériences, formation
- Mettre en place et animer un réseau régional d'entreprises et de professionnels : partage d'expériences, diffusion de bonnes pratiques

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Conseil régional, ADEME, Fédération nationale des transports routiers, TLR, UNOTRE, Chambres de commerce et d'industrie, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Nombre de chartes $CO_2$
- Consommation d'énergie du secteur du transport de marchandises (GWh/an)
- Taux de charge moyen des véhicules

### PRÉCAUTIONS

| | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | Être vigilant sur les impacts des nouvelles technologies en termes d'impacts sur la qualité de l'air et sanitaires. |

## AGRICULTURE

## ORIENTATION 12 : Diffuser la connaissance sur les émissions GES non énergétiques du secteur agricole

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**Le secteur agricole est le premier émetteur de GES en Bretagne.** La particularité du secteur agricole réside dans le fait que **88% des émissions sont d'origine non énergétique**, c'est-à-dire non associées à la combustion d'énergies fossiles. Les émissions du secteur agricole sont causées par des processus biochimiques.

Les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture proviennent :

- des élevages sous forme de méthane (gestion des déjections, alimentation animale) et de protoxyde d'azote (stockage des déjections) ;
- des cultures sous forme de protoxyde d'azote (fertilisation azotée ; minérale ou organique).

Parallèlement**, le secteur agricole peut « séquestrer » du carbone dans les sols** : prairies permanentes et terres cultivées, ainsi que dans la biomasse (bocage, forêt).

La partie « potentiels » du SRCAE traitant de l'agriculture permet d'identifier plusieurs pistes de réduction des émissions :

- introduction d'éléments gras dans l'alimentation animale afin de réduire les émissions de méthane chez les ruminants ;
- gestion des déjections (méthanisation) afin de réduire les émissions de méthane et protoxyde d'azote ;
- recherche de l'équilibre azoté pour réduire les émissions de protoxyde d'azote ;
- introduction de légumineuses dans l'alimentation ;
- stockage de carbone.

Des besoins de connaissances sur ces pistes de réduction des émissions ont été exprimés. L'orientation s'inscrit dans l'idée de **mettre en place la diffusion des connaissances sur les pratiques culturales et de gestion des élevages qui maximisent les potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre.**

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Mener des expérimentations pour tester de nouvelles techniques, améliorer la connaissance et la diffuser<br>• Analyser des possibilités de réduction des émissions |
| ***Financières*** | • Mettre en évidence l'intérêt économique de l'évolution des pratiques du secteur |
| ***Organisationnelles*** | • Mobiliser / sensibiliser les acteurs du monde agricole autour de la question du changement climatique : exploitants agricoles, chambres, coopératives |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- **Animer, coordonner des travaux de recherche, d'échanges de connaissances et sensibiliser la profession agricole au changement climatique**, sur les thèmes de l'alimentation animale, la fertilisation azotée, la gestion des élevages, la méthanisation, la production d'énergies renouvelables dans les exploitations et le stockage de carbone
- Renforcer les actions de formations existantes
- Développer les actions de formation autour du changement climatique et des émissions de gaz à effet de serre
- **Développer les expérimentations**
- Diffuser les résultats des expérimentations
- **Diffuser les outils de diagnostic des consommations énergétiques et gaz à effet de serre** (Climagri, à l'échelle des territoires, Dia'Terre à l'échelle des exploitations)
- Définir une offre de formation initiale et continue pour les professionnels de l'agriculture relative à cette problématique

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Collectivités, DRAAF, ADEME, Universités, Instituts de recherche appliquée, Structures de conseil, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie, Agriculteurs, Chambres d'agriculture de Bretagne, INRA, Coopératives

| INDICATEURS DE SUIVI |
| --- |
| • Niveau d'émission des GES non énergétiques du secteur agricole<br>• Nombre de formations « climat, air, énergie » organisées, nombre d'agriculteurs formés, nombre de diagnostics effectués |

## AGRICULTURE

## ORIENTATION 13 : Développer une approche globale climat air énergie dans les exploitations agricoles

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**L'agriculture représente 40 % des émissions de gaz à effet de serre régionales, 7,4 % des consommations d'énergie et émet également des polluants atmosphériques** (ammoniac, pesticides, particules….).

Les enjeux associés à ces émissions sont multiples :

- il s'agit de **réduire l'impact sur le climat et la qualité de l'air** des activités agricoles ;
- dans la perspective d'une hausse future du coût des énergies fossiles, le coût de certains intrants agricoles, sources de gaz à effet de serre, est susceptible d'augmenter ; engrais azotés, importations de nourriture animale, carburant. **Les mesures de réduction des GES analysées dans la partie « potentiels » offrent des possibilités de réduction de la dépendance de l'agriculture aux énergies fossiles** (réduction des besoins en engrais azotés et réduction des importations de nourriture animale via l'introduction des légumineuses), **et permettent de diversifier les revenus** (production d'énergies renouvelables).

Les mesures de réduction des émissions mises en avant dans la partie « potentiels » traitant de l'agriculture constituent une réponse envisageable à court/moyen terme face au changement climatique, afin de réduire l'impact climatique des activités agricoles. A plus long terme, se posera la question de savoir **quels sont les systèmes agricoles qui minimisent leur impact sur le climat (volet atténuation) tout en étant adaptés ou adaptables aux effets du changement climatique (volet adaptation).**

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Faisabilité technique de la mise en place des actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques (pratiques culturales et bilan azoté)<br>• Gestion des élevages (alimentation et effluents) et amélioration de l'efficacité énergétique dans les exploitations agricoles<br>• Besoins en temps de travail et formation |
| ***Financières*** | • Mettre en place des mécanismes incitatifs adaptés, concernant l'ensemble des leviers identifiés<br>• Rechercher de modes de financement innovants<br>• Souligner l'intérêt économique des mesures de réduction des émissions. Les mesures de réduction des GES et de polluants atmosphériques peuvent être des vecteurs de réduction des coûts et/ou de diversification des revenus pour les exploitants agricoles. |
| ***Organisationnelles*** | • Mobiliser les organisations socioprofessionnelles et les exploitants agricoles |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- **Mesures** :
  - Méthanisation (en plus de la réduction des GES et $NH_3$)
  - Recherche de l'équilibre azoté
  - Réduction du travail du sol / stockage de carbone dans les sols (travail superficiel) ou dans la biomasse (haies, agroforesterie)
  - Production d'énergies renouvelables sur les exploitations (bois énergie, solaire photovoltaïque, éolien, biogaz, etc.)
  - Amélioration de l'efficacité énergétique dans les exploitations
- Sensibiliser la profession agricole au changement climatique
- Accompagner les expérimentations dans le domaine agricole (petite méthanisation)
- **Promouvoir des projets exemplaires**
- Faire la synthèse des connaissances sur les pratiques sources de particules et de leurs précurseurs de particules pour quantifier les progrès à accomplir dans ce domaine
- **Diffuser les meilleures pratiques respectueuses de l'environnement aérien** : adaptation de l'alimentation aux besoins des animaux selon leur stade de croissance, couverture des fosses, utilisation de matériels d'épandage moins propices à la volatilisation dans l'air, réduction des émissions de polluants atmosphériques par les tracteurs, travail simplifié du sol, impacts des engrais minéraux
- Définir une offre de formations initiale et continue pour les professionnels de l'agriculture intégrant une approche globale climat, air, énergie

| ACTEURS CONCERNÉS |
| --- |
| Services de l'État, Collectivités, ADEME, Réseaux/structures de conseil, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie, Laboratoires de recherche appliquée, Chambres d'agriculture de Bretagne, Exploitants agricoles |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Production d'énergie sur les exploitations<br>• Consommation d'énergie des exploitations<br>• Autonomie énergétique des exploitations (Quantités produites / quantités autoconsommées)<br>• Émissions de méthane / unité de produit ; Émissions de protoxyde d'azote / unité de produit.<br>• Linéaire de haies plantées<br>• Surfaces de prairies permanentes<br>• Émissions de polluants atmosphériques du secteur agricole ; qualité de l'air aux abords des exploitations. |

## AGRICULTURE

## ORIENTATION 14 : Adapter l'agriculture et la forêt au changement climatique

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

Le changement climatique en Bretagne devrait se traduire par des augmentations de température comprises entre + 2 et + 5°C à l'horizon 2100. **Les principaux paramètres climatiques vont évoluer et affecter les productions agricoles et forestières**, celles-ci étant directement dépendantes des conditions climatiques. Même si des incertitudes demeurent sur le niveau futur des précipitations, la hausse de la température devrait accélérer l'évapotranspiration, ce qui induit des risques de sécheresse et d'incendie grandissant.

En ce qui concerne spécifiquement **l'agriculture**, les systèmes agricoles ne seront pas uniquement affectés par le changement climatique en Bretagne. **Certains systèmes sont basés sur des importations en provenance d'autres régions du monde. Ces régions pourraient, elles aussi, être affectées par le changement climatique. Le changement climatique concerne aussi l'industrie agro-alimentaire, de par son fort lien à l'agriculture.**

**La forêt** présente, elle aussi, une caractéristique spécifique liée à la longévité des arbres. Les arbres plantés aujourd'hui auront à supporter un climat qui aura changé tout au long de leur vie ; cela supposerait d'intégrer, dès aujourd'hui, les conséquences du changement climatique sur les espèces à planter et la gestion de la forêt. Les industries liées à la forêt subiront indirectement les conséquences du changement climatique.

Ces changements sont des sources de vulnérabilité qu'il convient de chercher à réduire. A ce titre, une réflexion de type prospectif apparaît nécessaire pour mieux appréhender le changement climatique et ses conséquences sur l'agriculture et la forêt bretonne à long terme et **élaborer une stratégie d'adaptation au changement climatique pour ces deux secteurs**. Une telle réflexion devra nécessairement s'inscrire dans le long terme et faire le pont entre les réflexions sur l'adaptation et l'atténuation du changement climatique :

- Pour l'agriculture, il s'agit de réfléchir, par exemple, sur les systèmes agricoles qui minimisent les émissions de gaz à effet de serre, tout en étant adaptés ou adaptables au changement climatique ;
- Il en va de même pour la forêt : seule une forêt adaptée au changement climatique sera à même de remplir au mieux sa fonction de puits de carbone, de ressource en matériau pour la construction et en bois énergie.

En cohérence avec l'orientation n°29, et dans la perspective d'actions à court et moyen terme, on pourra, au-delà de cette réflexion sur le long terme, envisager des mesures d'adaptation « sans regrets », c'est-à-dire des mesures utiles, quelle que soit l'ampleur du changement climatique.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Les connaissances sur les conséquences du changement climatique sur les systèmes agricoles et la forêt en Bretagne devront faire l'objet de régulières mises à jour et actualisations<br>• Nécessité d'une approche territoriale ; les enjeux liés au changement climatique seront nécessairement différenciés selon les territoires. Par exemple, certains territoires seront plus sensibles que d'autres à d'éventuels manques d'eau ou aux incendies<br>• Transfert et échange des connaissances (recherche participative)<br>• Mise en place d'actions expérimentales d'adaptation aux effets du changement climatique |
| ***Financières*** | • La mise en œuvre de l'orientation repose sur :<br>- les moyens alloués à la production de connaissances pour combler les manques de connaissances, réduire les incertitudes et les marges d'erreur ;<br>- les moyens alloués au transfert des connaissances afin que celles-ci puissent être utilisées au mieux par les professions agricoles et les industries agroalimentaires, les propriétaires et gestionnaires forestiers ainsi que les industries de première et seconde transformation du bois ;<br>- les moyens alloués à l'échange de connaissance afin de permettre la remontée des idées et des observations des agriculteurs et des forestiers en direction des scientifiques.<br>• Mettre en place des stratégies de financement de l'adaptation avec planification des financements sur le long terme<br>• Mettre en évidence l'intérêt économique de l'adaptation au changement climatique |
| ***Organisationnelles*** | • Concertation étroite avec l'ensemble des acteurs des professions agricoles et forestières<br>• Le lien entre recherche, organisations socio-professionnelles, structures de conseil et agriculteurs et forestiers devra être fort sur ce sujet afin de permettre la diffusion des connaissances et des pratiques possibles d'adaptation aux effets du changement climatique. |

| PISTES DE MISE EN ŒUVRE |
|---|
| ➢ Animation ; coordination de travaux de recherche, d'échanges de connaissances<br>➢ **Sensibilisation des professions agricoles et forestières au changement climatique**<br>➢ Expérimentations<br>➢ **Identification de mesures « sans regrets »** (c'est-à-dire qui présentent un intérêt, quelle que soit l'ampleur du changement climatique et au regard d'enjeux autres que la simple adaptation au changement climatique ; par exemple eau, biodiversité, réduction des consommations énergétiques et émissions de gaz à effet de serre, préservation des sols). (Voir orientation n°29)<br>➢ **Organisation d'une réflexion prospective sur les capacités d'adaptation de l'agriculture et de la forêt bretonne pouvant déboucher sur une planification / stratégie**<br>➢ Définition d'une offre de formation initiale et continue pour les professionnels de l'agriculture sur l'adaptation au changement climatique |
| **ACTEURS CONCERNÉS** |
| Services de l'État, Collectivités, ADEME, Universités, Réseaux / structures de conseil, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie, Laboratoires de recherche appliquée, Chambres d'agriculture de Bretagne, Agriculteurs, Propriétaires et gestionnaires forestiers, Centre Régional de la Propriété Forestière, Abibois, Office National des Forêts |
| **PRÉCAUTIONS** |

| | |
|---|---|
| ***Biodiversité*** | Articulation avec le Schéma régional de cohérence écologique |

## AMÉNAGEMENT ET URBANISME

## ORIENTATION 15 : Engager la transition urbaine bas carbone

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**La croissance urbaine se traduit par une consommation foncière sans précédent** (8 000 ha urbanisés par an en Bretagne), en particulier parce que les formes urbaines favorisent l'extension urbaine, à faible densité, en périphérie. Selon une étude des agences d'urbanisme de Bretagne, la tache urbaine bretonne a été multipliée par deux en un peu plus de 20 ans, alors que la croissance démographique n'a été que de 5% environ.

**Cette croissance urbaine et périurbaine est un facteur de développement des consommations énergétiques** : la construction est énergivore et émettrice de GES, d'autant plus que la densité est faible. Les distances moyennes s'allongent, accroissant la dépendance aux énergies fossiles et fragilisant le budget énergies des ménages.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Privilégier une intensification de l'urbanisme autour de « pôles d'équilibres » prenant en compte les besoins réels en termes de logements, mobilité, transports, services, emploi<br>• Favoriser le renouvellement sur l'ensemble du tissu urbain (pas simplement les centres bourgs ou centres ville, mais également les friches urbaines, les dents creuses, etc.) - Revitaliser les centres par l'implantation d'activités économiques et la mixité fonctionnelle<br>• Utilisation économe du foncier - Préserver des espaces affectés aux activités agricoles et forestières<br>• Favoriser la densité pour qu'elle fasse sens avec identité : développement urbain intense pour susciter les liens sociaux, mais aussi économiques dans les zones d'activités économiques (ZAE)<br>• Zones d'activités : apporter de la cohérence à une échelle régionale pour éviter les concurrences consommatrices de foncier et énergivores<br>• Articuler le développement urbain et des ZAE avec les besoins réels (fonciers, transports…)<br>• Articuler transports et densification dans les documents d'urbanisme.<br>• Favoriser le développement de la nature en ville<br>• Lever les points de blocage potentiels liés à une inadéquation entre objectifs énergétiques et respect du patrimoine (exemple : solaire sur les bâtiments vs ZPPAUP) |
| ***Financières*** | • Taxe de sous-densité<br>• Financement des maîtres d'œuvre à faciliter |
| ***Organisationnelles*** | • Mobiliser l'ingénierie<br>• Disposer d'une observation foncière<br>• Sensibiliser et accompagner les décideurs locaux dans leurs projets d'urbanisation pour leur faire intégrer les enjeux climat, air et énergie.<br>• Animation territoriale<br>• Retours et partages d'expérience<br>• Développer des projets pilotes expérimentaux |

| PISTES DE MISE EN ŒUVRE |
|---|
| ➢ Sensibiliser les professionnels de l'aménagement et les décideurs sur la problématique de transition bas carbone<br>➢ Renforcer le lien entre SCoT, PCET, PLU<br>➢ **Favoriser une approche globale par des démarches de type écoquartiers, AEU** (Approche environnementale de l'urbanisme) et Eco-Faur. Favoriser la diffusion du référentiel « Qualiparc »<br>➢ **Recenser les secteurs de rénovation urbaine dans les PLU (dents creuses, friches, etc.) pour en faire des secteurs prioritaires d'urbanisation dans le cadre d'une stratégie foncière**<br>➢ Intégrer la thématique de l'Adaptation au changement climatique dès l'initiation des projets d'aménagement : végétaux et îlots de chaleur, végétalisation des toitures, récupération des eaux de pluie<br>➢ Recourir aux EnR pour l'équipement des bâtiments (réfléchir à la mutualisation des coûts par des achats groupés)<br>➢ **Établir dans les SCoT un schéma des zones d'activités**<br>➢ Proposer des infrastructures facilitant l'usage des modes doux (pistes cyclables, garages à vélos sécurisés)<br>➢ Définir une offre de formations pour les professionnels de l'urbanisme et de l'aménagement relative à cette transition bas carbone |
| **ACTEURS CONCERNÉS** |
| Services de l'État, Collectivités, ADEME, SCoT, PLU, EPCI, CRCI, Foncier de Bretagne, Agences d'urbanisme, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie… |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Nombre d'hectares urbanisés<br>• Nombre d'hectares construits en réhabilitation urbaine<br>• Distances moyennes parcourues |

## AMÉNAGEMENT ET URBANISME

## ORIENTATION 16 : Intégrer les thématiques climat air énergie dans les documents d'urbanisme et de planification

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

A de rares exceptions, **les thématiques climat, air énergie ne sont pas ou mal prises en compte dans les documents d'urbanisme**. Pourtant, l'intégration de ces thématiques permettra de concevoir une approche cohérente dans les projets de territoire, notamment par l'application du Grenelle.

**Un territoire doté des outils de l'urbanisme permet de déployer les thématiques climat, air, énergie dans un éventail étendu de dimensions des projets de territoire.** La géographie des documents d'urbanisme montre des espaces bien dotés. Inversement, dans d'autres, ils font défaut. Dans certaines communes, seul le règlement national d'urbanisme s'applique. **Ce manque contrarie la prise en compte du climat, de l'air et de l'énergie dans les projets de territoire, en particulier dans les espaces ruraux** sensibles aux déplacements motorisés et dans lesquels le parc immobilier est le plus énergivore.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Appuyer et valoriser les outils techniques existants : SIG, référentiel Établissement Public Foncier, Eco-Faur, Qualiparc, Outils du CETE, observatoire régional foncier<br>• Grenelliser les PLU et les SCoT car ils renforcent l'intégration des thématiques climat, air, énergie et doivent être déployés pour favoriser la mise en œuvre du SRCAE<br>• Élaborer des PLU intercommunaux<br>• Généraliser les PCET en lien avec les SCoT<br>• Inciter à la prise en compte des horizons du SRCAE 2020 et 2050<br>• Favoriser la diffusion de la connaissance des problématiques climat, air, énergie dans les territoires |
| ***Financières*** | • Financer la maîtrise d'œuvre d'élaboration des documents d'urbanisme |
| ***Organisationnelles*** | • Mobiliser les décideurs sur l'intérêt des outils de l'urbanisme<br>• Mobiliser l'ingénierie<br>• Inciter à l'animation entre documents d'urbanisme pour favoriser la mise en cohérence des différents projets d'urbanisme et de planification<br>• Accompagner les collectivités dans l'élaboration des documents d'urbanisme<br>• Mobiliser les personnes publiques associées |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Sensibiliser les collectivités en charge de l'aménagement
- **Intégrer les autres documents d'urbanisme et de planification du territoire dans l'élaboration et la révision des documents d'urbanisme**
- Développer une animation régionale pour les documents de planification (PCET, SCoT, PLH, PDU, etc.) en vue de favoriser les mises en cohérence, avec la participation des personnes publiques associées, sur les problématiques climat, air, énergie
- Intégrer les thématiques climat, air, énergie dans l'état initial de l'environnement des SCoT
- **A l'échelle du PCET ou du SCoT, effectuer un bilan du potentiel de stockage carbone** (forêts, bois, haies de bocage, etc.)
- **Intégrer des organismes experts, tels que l'ADEME, comme personne publique associée à l'élaboration des SCoT**
- Intégrer l'adaptation dans les documents d'urbanisme et notamment la prise en compte des vulnérabilités du territoire (cf. fiche orientation n°29)
- Définir une offre de formation initiale et continue pour les professionnels de l'urbanisme et de l'aménagement pour l'intégration des thématiques climat, air, énergie dans les documents de planification et d'urbanisme

| ACTEURS CONCERNÉS |
| --- |
| Services de l'État, Collectivités, ADEME, SCoT, Pays, EPCI, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie, Personnes publiques associées,… |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Nombre de PCET<br>• Nombre de SCoT intégrant la problématique climat, air, énergie<br>• Nombre de documents locaux d'urbanisme intégrant la problématique climat, air, énergie |

## QUALITÉ de L'AIR

## ORIENTATION 17 : Améliorer la connaissance et la prise en compte de la qualité de l'air

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

Malgré une situation favorable liée au faible poids des émissions atmosphériques industrielles en Bretagne, les données d'Air Breizh font apparaître **la nécessité de la maîtrise de la pollution automobile dans les zones sensibles** et, plus particulièrement, dans les plus grandes agglomérations.

Par ailleurs, les avancées en termes de connaissance de **l'impact sanitaire des particules** (automobile ou chauffage résidentiel et tertiaire) conduisent à une vigilance nationale sur le sujet qu'il convient de prendre en compte régionalement.

Enfin, **l'intensité des activités agricoles** en Bretagne est une spécificité qui doit être prise en compte.

L'enjeu est de pouvoir maîtriser ces différents types de pollution :

- **prendre en compte la qualité de l'air lors de tout projet du territoire** (transport, logement, activités, énergie, agriculture, opérations d'aménagement…), à toutes les échelles de planification, par une évaluation préalable des impacts sur ce milieu ;
- **améliorer et diffuser les connaissances relatives à l'air**, notamment en termes de qualité et d'effets sanitaires et environnementaux des pollutions.

La problématique de certains polluants spécifiques à la Bretagne doit être prise en compte.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Mettre en œuvre une organisation urbaine et inter-urbaine plus sobre<br>• Renforcer et développer la connaissance sur la qualité de l'air (zones sensibles, zones portuaires, littoral) et sur l'impact de certaines activités (usage de produits phytosanitaires, pratiques agricoles, chantiers de BTP...)<br>• Diffuser la méthodologie nationale sur les dispositifs de surveillance et de mesure des émissions |
| ***Financières*** | • Financer des aménagements et des équipements performants |
| ***Organisationnelles*** | • Renforcer l'information et la sensibilisation des élus, usagers, particuliers, professionnels de tout secteur<br>• Mettre en œuvre des principes communs de communication sur l'air<br>• Développer la formation des professionnels sur cette problématique (artisans, PME…)<br>• Inciter au remplacement des équipements non performants, aux changements de comportements |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

Actions de sensibilisation / communication :

- Renforcer l'information et la communication sur la qualité de l'air
- Campagne de communication à destination des élus et formation des techniciens des Collectivités
- **Mobiliser et accompagner les acteurs économiques pour développer une logistique urbaine moins émissive**
- Intégrer cette problématique dans les programmes de formation des artisans et des professionnels
- Sensibiliser les vendeurs, réparateurs, installateurs et particuliers sur l'impact des équipements de chauffage bois-énergie et de la qualité du bois sur la qualité de l'air
- **Communiquer vers le public sur les comportements, les modes de travail et de déplacements à adopter en cas de pics de pollution (réduction de vitesses), les modes de déplacements alternatifs à la voiture, les PDE**

Actions de connaissance de la qualité de l'air :

- Soutenir la recherche sur les émissions atmosphériques des activités agricoles et du patrimoine bâti ainsi que sur leurs impacts environnementaux
- Mettre en place un indicateur de contamination de l'air par les phytosanitaires
- **Organiser des campagnes de mesures de la pollution de l'air ciblées**

Actions de réduction des émissions

- Intégrer l'approche « qualité de l'air » lors du choix du lieu d'implantation d'aménagement : logements, ERP, zones d'activités
- Inclure un volet sur la qualité de l'air dans les chartes relatives à l'intégration en ville des chantiers de BTP (au même titre que les thématiques déchets, bruit ou eau)
- **Développer et communiquer sur les aides financières pour l'acquisition d'équipements plus performants pour la préservation de la qualité de l'air**
- **Développer l'usage de combustible biomasse de qualité, dont la marque Bretagne Bois Bûche pour le bois-énergie**
- Agir sur la fluidification du trafic, notamment en cas de pics de pollution

**ACTEURS CONCERNÉS**

Services de l'État, Collectivités, ADEME, Air Breizh, Particuliers, Exploitants agricoles, Monde économique, Secteur de la recherche, Acteurs de l'aménagement, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie…

**INDICATEURS DE SUIVI**

- Nombre de Plans de protection de l'atmosphère (PPA),
- Nombre de personnes exposées à des dépassements de valeurs limites en moyenne annuelle
- Nombre de dépassements annuels du seuil d'information - recommandation
- Nombre de dépassements annuels du seuil d'alerte

**CONTRIBUTION AUX OBJECTIFS DU SRCAE**

| | |
|---|---|
| ***Qualité de l'air*** | Pour préserver la qualité de l'air, le recours au bois énergie doit se faire en privilégiant les équipements et les combustibles les plus performants sur le plan des émissions de particules (label « flamme verte », siccité du bois...). |

## ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

## ORIENTATION 18 : Intégrer l'efficacité énergétique dans la gestion des entreprises bretonnes (IAA, PME, TPE, exploitations agricoles…)

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

La réduction des consommations et l'efficacité énergétique ne sont pas encore bien perçues comme des facteurs stratégiques de la compétitivité.

**La gestion durable des entreprises industrielles doit intégrer davantage la dimension « énergie » et impulser de nouvelles pratiques** : gestion, achats en interne, mais aussi recherche de mutualisation et de coopération interentreprises (logique écologie industrielle).

Les exploitations agricoles doivent intégrer la dimension énergétique en réduisant leurs consommations d'énergie (bâtiments, machinisme…).

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Développer des audits énergie, des plans de comptage des consommations, diffuser des approches globales au sein des entreprises et des exploitations agricoles… |
| ***Financières*** | • Intégrer l'optimisation des consommations d'énergie et la chasse au gaspillage « au quotidien » dans la gestion de la production. Les PME PMI en font une condition du maintien de leur compétitivité. |
| ***Organisationnelles*** | • Développer la compétence « énergie » au sein des entreprises les plus importantes : information en interne, impact sur achat de l'énergie, l'optimisation des contrats,…<br>• Généraliser le Système de Management de l'Energie (ISO 50 001)<br>• Lancer des opérations collectives |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Accompagner, informer et sensibiliser les industriels et les agriculteurs,
- Développer des actions groupées de filières et des opérations pilotes,
- Mobiliser les acteurs du secteur agricole pour diffuser les diagnostics et organiser des opérations pilotes (mise en œuvre du plan de performance énergétique des exploitations agricoles)
- **Mobiliser les réseaux et pôles de compétitivité** : PBE+, pôle images et réseaux
- Structurer et animer un réseau des entreprises soumises à l'obligation de bilan GES

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Collectivités, ADEME, Agences de Développement et d'Innovation, Chambres consulaires, Agence régionale d'Information stratégique et technologique (ARIST), Association bretonne des entreprises agroalimentaires (ABEA), Gestionnaires de réseaux, Syndicats départementaux d'énergie, Agences locales de l'énergie…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Nombre d'audits et de diagnostics
- Consommation d'énergie du secteur industriel par branches d'activité (GWh/an)
- Consommation d'énergie du secteur agricole (GWh/an)

## ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

## ORIENTATION 19 : Généraliser les investissements performants et soutenir l'innovation dans les entreprises industrielles et les exploitations agricoles

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

Grâce au meilleur suivi et à l'optimisation des consommations d'énergie, les entreprises bretonnes renouvellent leurs équipements et modernisent l'appareil productif régional : moteurs, éclairage, variateurs électroniques,…

**Des entreprises régionales s'engagent à mettre en œuvre les solutions les plus innovantes** (process, bâtiments) et développent ainsi leur compétitivité face au renchérissement du coût de l'énergie et au renforcement des réglementations.

Dans le secteur agricole, les exploitations doivent améliorer leur bilan énergétique en recherchant l'efficacité énergétique des équipements (machines, tracteurs,…) et de la production (performance de l'outil de production, réduction de la consommation d'intrants).

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Investir dans les MTD (meilleures technologies disponibles) et développer de nouvelles solutions : moteurs performants, variation électronique de vitesse, récupération de chaleur, échangeurs plus performants...<br>• Développer la cogénération<br>• Développer la récupération de chaleur fatale<br>• Développer des réseaux de chaleur sur sites industriels en proximité d'UIOM<br>• Favoriser le transfert de technologie entre entreprises<br>• Construire de nouvelles installations industrielles performantes : bâtiments industriels sobres (recours à des matériaux moins énergivores)<br>• Réduire les emballages et développer massivement le recyclage<br>• Développer les énergies renouvelables dans l'industrie et les exploitations agricoles (ex : solaire thermique pour les besoins de chaleur basse et moyenne température, valorisation des connexes de scierie)<br>• Améliorer la performance énergétique des machines agricoles et des bâtiments d'élevage, des serres… |
| ***Financières*** | • Implication forte des industriels et du secteur agricole dans les C2E (certificats d'économie d'énergie)<br>• Conditions économiques des investissements (rentabilité) |
| ***Organisationnelles*** | • Organiser le suivi et optimisation des consommations d'énergie<br>• Analyser globalement les besoins des PME à l'échelle de territoires (ZA)<br>• Développer l'écologie industrielle : recherche de mutualisation de ressources et de synergies inter-entreprises à l'échelle de zones d'activités et territoires : mise en commun des potentiels de méthanisation<br>• Intégrer des prescriptions relatives aux zones d'activités dans les documents de planification, d'urbanisme et les projets d'aménagement |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- **Accompagner les industriels afin de mieux connaître leurs besoins, leurs consommations et les investissements adaptés**
- Informer et sensibiliser les industriels sur les meilleures technologies disponibles
- **Mettre en place des aides à l'investissement pour les matériels performants** (plan de performance énergétique des exploitations agricoles, pêche …)
- Mettre en œuvre un appel à projets par secteurs et/ou par territoires
- **Diffuser le référentiel Qualiparc**
- Mener des opérations pilotes et diffuser les expériences référentes dans les réseaux d'entreprises

| ACTEURS CONCERNÉS |
| --- |
| Services de l'État, Collectivités, ADEME, Agences de Développement et d'Innovation, Chambres consulaires, Agence régionale d'Information stratégique et technologique (ARIST), Association bretonne des entreprises agroalimentaires (ABEA), OSEO, Gestionnaires de réseaux, Syndicats départementaux d'énergie, Agences locales de l'énergie… |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Nombre d'entreprises régionales impliquées<br>• Consommation d'énergie du secteur industriel par branches d'activité (GWh/an)<br>• Consommation d'énergie du secteur agricole (GWh/an) |

## ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

## ORIENTATION 20 : Mobiliser le gisement des énergies fatales issues des activités industrielles et agricoles

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

La chaleur fatale est une production de chaleur résiduelle issue d'un site de production industriel, tertiaire ou agricole. Cette chaleur non valorisée à l'occasion du process de production représente un gisement pouvant être très important en vue d'une utilisation à optimiser.

**La chaleur fatale présente un potentiel de valorisation conséquent, mais celle-ci se heurte actuellement à plusieurs contraintes et freins**, d'ordre technique, économique ou encore réglementaire ainsi qu'à un manque d'informations et des réticences de la part des acteurs.

**Plusieurs entreprises bretonnes sont susceptibles de mobiliser des gisements très significatifs aujourd'hui perdus dans le cadre de leur process** : les industries agroalimentaires, les entreprises grosses consommatrices d'énergie, les bâtiments d'élevage ou encore les serristes.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Recenser les gisements potentiels de chaleur fatale, cartographiés à l'échelle régionale et locale<br>• Évaluer les contraintes à la valorisation de ces gisements (fluides, composition chimique, accessibilité de la chaleur,…), ainsi que des propositions d'actions et d'outils à mettre en œuvre pour favoriser cette valorisation |
| ***Financières*** | • Intérêt économique des investissements pour la récupération de chaleur |
| ***Organisationnelles*** | • Informer et mobiliser des industriels en faveur de l'efficacité énergétique<br>• Diffuser des méthodes d'écologie industrielle<br>• Favoriser la mutualisation d'expériences à l'échelle de zones pilotes<br>• Elaborer un programme régional d'accompagnement |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Lancement d'une étude d'identification des gisements
- Information des industriels
- **Organisation et animation du réseau**

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, Collectivités, ADEME, Chambres consulaires, Agences de développement et d'innovation, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Taux de mobilisation des gisements par type d'activités (GWh)
- Mobilisation des gisements par mode d'utilisation (mutualisation avec tiers ou réutilisation dans process interne)
- Nombre d'entreprises régionales impliquées

## ÉNERGIES RENOUVELABLES

## ORIENTATION 21 : Mobiliser le potentiel éolien terrestre

### POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT

| *2010* | *2020* | *2050* |
|---|---|---|
| Puissance : 652 MW<br>Production : 905 GWh | Puissance : 1 800 MW – 2 500 MW<br>Production :3 600 GWh – 5 500 GWh | Puissance : 3 000 – 3 600 MW<br>Production : 7 500 GWh – 9 000 GWh |

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**La mobilisation du gisement éolien terrestre sera déterminante** en vue de la réalisation des objectifs de couverture des besoins régionaux par la production renouvelable régionale (23 %). Cette évolution s'inscrit dans le cadre des objectifs du Pacte électrique breton signé en 2010.

De par son fort potentiel de vent, la Bretagne doit jouer un rôle déterminant dans le développement de l'éolien terrestre en France. Cependant afin d'y parvenir, **tous les acteurs doivent être mobilisés pour arriver à développer la centaine de parcs supplémentaires nécessaires** à l'atteinte des objectifs bretons.

**L'implication des entreprises bretonnes dans les projets éoliens représente un potentiel de création d'emplois** (notamment au niveau de la maintenance), **de développement de compétences et de transferts de technologies à valoriser.**

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Améliorer la performance des machines : puissance voilure des pâles pour un meilleur rendement<br>• Remplacer les aérogénérateurs des parcs existants par des machines plus récentes et plus performantes (Repowering) |
| ***Financières*** | • Compétitivité croissante du coût de production du MWh éolien<br>• Préserver l'équilibre économique des projets<br>• Mettre en place des outils de financement spécifiques et d'aide au développement de projets participatifs (professionnel / habitant / collectivités) |
| ***Organisationnelles*** | • Réduire les délais pour la mise en service des parcs : assouplissement de la réglementation, accélération des procédures (permis de construire)<br>• Effet de levier important des schémas de développement éoliens (SDE) : 40 % à 70 % de ces démarches aboutissent à des projets de parcs entrant en service en 2020. Certains pourraient être complétés par un volet sur le moyen / petit éolien<br>• Améliorer l'acceptation sociale en communiquant auprès des habitants, en les associant aux discussions le plus en amont possible et à travers le développement de projets participatifs et citoyens<br>• Renforcer le réseau régional et national des projets participatifs<br>• Contribuer à la structuration (formation, tests) de la filière petit et moyen éolien notamment dans un modèle d'auto-consommation |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Mettre en œuvre le Schéma régional éolien (SRE) et ses recommandations
- Mobiliser pour une instruction la plus efficace des projets
- **Renforcer le dispositif de soutien des projets participatifs et citoyens**
- **Mobiliser et animer la filière** : entreprises régionales concernées par la chaîne de valeur sur le petit, moyen et grand éolien
- Définir une offre de formations initiale et continue pour soutenir le développement de la filière
- **Analyser les conditions de développement du petit et moyen éolien** : identification du potentiel et analyse de la maturité, intégration dans les projets de ZAC, secteur agricole…
- Développer et partager les méthodologies d'évaluation du potentiel

| ACTEURS CONCERNÉS | |
|---|---|
| Services de l'État, ADEME, Collectivités, Réseau Taranis, SEMAEB (Eilañ), Agences de développement et d'innovation, CCI, RTE | |
| **INDICATEURS DE SUIVI** | |
| • Puissance installée (MW)<br>• Production électrique (GWh)<br>• Évolution du coût des projets<br>• Nombre d'entreprises régionales impliquées dans les projets | |
| **PRÉCAUTIONS** | |
| ***Biodiversité*** | Prise en compte des enjeux de continuité écologique dans les projets |

## ÉNERGIES RENOUVELABLES

## ORIENTATION 22 : Soutenir l'émergence et le développement des énergies marines

### POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT

| *2010* | *2020* | *2050* |
|---|---|---|
| Prod. Electricité : 240 GWh | Prod. Electricité : 3 400 GWh | Prod. Electricité : 8 520 GWh – 11 320 GWh |

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

Dotée de ressources physiques importantes, forts gisements de courant, façades exposées à la houle, régimes de vents soutenus, **la Bretagne est au premier plan des potentiels européens pour la production d'énergies issues des forces marines.**

La valorisation du gisement d'énergies marines renouvelables breton est un **facteur de développement économique important, porteur d'innovations et d'emplois** : houlomoteur, hydrolien, éolien offshore flottant, maintien des capacités de l'usine marémotrice de la Rance.

**Enjeu industriel et territorial, il s'agit de faire de la Bretagne le pôle de compétence de référence sur les énergies marines pour la France et à l'échelle internationale** : structuration des filières, innovation, expérimentation, centre de ressources technique et administratif et création d'emplois dans des entreprises régionales.

Les retombées des projets labellisés dans le cadre des Investissements d'avenir, des AMI (ADEME) et appels d'offres nationaux seront suivis et capitalisés.

Le développement de parcs et de fermes de productions marines sera assuré en concertation avec l'ensemble des acteurs de la mer (professionnels et usagers de la mer, riverains).

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Éolien offshore : entrée en service de deux sites de production (horizon 2025)<br>• Hydrolien : sites d'essais (2020) et développement significatif à l'horizon 2050<br>• Améliorer la performance des machines<br>• Mettre en œuvre et suivre les démonstrateurs<br>• Développer les capacités portuaires nécessaires et des navires<br>• Développer les sites d'essais mutualisés entre développeurs |
| ***Financières*** | • Capacités d'investissement des développeurs<br>• Mutualisation des équipements de tests et de navigation<br>• Mise en place d'une tarification adaptée |
| ***Organisationnelles*** | • Poursuivre la concertation avec l'ensemble des acteurs<br>• Mettre en place des dispositifs et un plan de soutien à la filière : appels d'offres, retours d'expériences, animation du réseau de professionnels…<br>• Professionnaliser la filière<br>• Faire évoluer les règles relatives aux activités maritimes (domaine public maritime) et la réglementation pour les sites d'essais en mer |

| PISTES DE MISE EN ŒUVRE |
|---|
| ➢ Animer une planification stratégique spatialisée en concertation avec les acteurs régionaux de l'énergie et de la mer au sein de la Conférence régionale de la mer et du littoral initié en 2009, et de la Conférence bretonne de l'énergie initiée en 2010<br>➢ **Poursuivre le soutien à la mise en place à l'échelle régionale d'une filière industrielle**<br>➢ **Poursuivre le soutien à l'animation et l'éclosion d'une filière scientifique et innovante**<br>➢ Maintenir le rôle de l'Institut France Énergies Marines dans l'accompagnement des développeurs et dans la mise en œuvre d'une synergie de partenariats entre acteurs de la recherche et acteurs économiques<br>➢ Appuyer la filière<br>➢ **Soutenir les démonstrateurs** (participation des collectivités aux structures de gestion des sites et aux projets de développement, AMI Énergies marines, etc.)<br>➢ Développer les bassins économiques autour des sites d'essais<br>➢ Suivre les sites d'essais et les démonstrateurs (hydroliennes) dans le cadre des Investissements d'avenir, retours d'expériences<br>➢ Mobiliser les entreprises régionales concernées par la chaîne de valeur de la filière énergies marines : animation de réseau, information…<br>➢ Définir une offre de formation initiale et continue pour favoriser la mobilisation des entreprises |
| **ACTEURS CONCERNÉS** |
| Services de l'État, ADEME, Collectivités, CCI, Agences de développement et d'innovation, France Énergies Marines, DCNS, EDF, GDF Suez, Alstom, SABELLA… |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Nombre d'installations<br>• Production électrique annuelle, par territoire (GWh/an)<br>• Nombre d'entreprises régionales impliquées et emplois créés |
| **PRECAUTIONS** |

| | |
|---|---|
| ***Biodiversité*** | Prise en compte de la biodiversité marine (habitats marins particulièrement fragiles). En Bretagne, la biodiversité marine est reconnue d'intérêt international. |

## ÉNERGIES RENOUVELABLES

## ORIENTATION 23 : Mobiliser le potentiel éolien offshore

### POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT

| *2010* | *2020* | *2050* |
|---|---|---|
| / | Puissance : 1 000 MW<br>Production : 2 900 GWh | Puissance : 2 100 MW – 3 500 MW<br>Production : 7 900 GWh – 10 500 GWh |

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

Parmi les énergies marines renouvelables, **le gisement éolien offshore représente un apport significatif** dans le développement de la production d'origine renouvelable en Bretagne. La mise en service de 2 sites (500 MW) est susceptible de produire entre 16 et 21 % de la production renouvelable régionale à l'horizon 2020/2025.

**La participation des entreprises bretonnes au développement de la filière à l'occasion de grands projets offshore constitue également un enjeu important pour l'économie régionale** : création d'emplois, compétences, transferts de technologies...

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Améliorer les machines à travers la R&D et les expérimentations : rendement, fixation au sol ou flottante<br>• Diffuser les innovations issues des démonstrateurs et lauréats des investissements d'avenir (AMI)<br>• Mobiliser les entreprises régionales de la R&D jusqu'à la maintenance<br>• Créer des infrastructures portuaires adaptées ainsi que des navires spécifiques pour le transport en mer des machines et la maintenance |
| ***Financières*** | • Prendre en compte la compétitivité croissante du coût de production du MWh éolien |
| ***Organisationnelles*** | • Clarifier les procédures administratives et réglementaires suite aux premières expériences des appels d'offres afin de limiter le temps passé sur ces phases<br>• Identifier de nouvelles zones en mer<br>• Appels d'offres<br>• Acceptation sociale<br>• Rôle de France Énergies Marines, qui est l'organisme capable de rassembler les compétences techniques et administratives afin de les mutualiser |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Réaliser des études et démarches pour identifier de nouvelles zones
- **Appels d'offres offshore**
- Suivre des démonstrateurs (éolienne flottante) dans le cadre des Investissements d'avenir
- **Mobiliser des entreprises régionales concernées par la chaîne de valeur de la filière** : animation de réseau, information
- Poursuivre la définition d'une offre de formation continue et initiale pour faciliter la mobilisation des entreprises régionales

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, ADEME, Collectivités, Agences de développement et d'innovation, France Énergies Marines, Pôles de compétitivité, RTE, CCI, Entreprises…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Puissance installée (MW)
- Production électrique (GWh)
- Évolution du coût des projets
- Nombre d'entreprises régionales impliquées dans les projets

| PRÉCAUTIONS | |
|---|---|
| ***Biodiversité*** | Prise en compte de la biodiversité marine (habitats marins particulièrement fragiles). En Bretagne, la biodiversité marine est reconnue d'intérêt international. |

## ÉNERGIES RENOUVELABLES

## ORIENTATION 24 : Accompagner le développement de la production électrique photovoltaïque

### POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT

| *2010* | *2020* | *2050* |
|---|---|---|
| Puissance : 50 MW<br>Production : 29 GWh | Puissance : 400 MW<br>Production : 400 GWh | Puissance : 1 600 MW – 7 000 MW<br>Production : 1 600 GWh – 7 000 GWh |

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**Le solaire photovoltaïque représente un potentiel de production électrique significatif dès 2020** et encore plus important à l'horizon 2050, notamment dans l'optique d'un scénario d'autoconsommation associé au développement du stockage de l'énergie et des réseaux distribués intelligents.

Le développement de la production photovoltaïque est une contribution aux objectifs du Pacte électrique breton signé en 2010.

**Le développement de la filière constitue un enjeu pour les entreprises régionales avec la mobilisation de compétences existantes et la création d'emplois.**

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Valoriser le gisement breton : surfaces de toit disponible en priorité, centrales au sol en complément<br>• Améliorer la performance des installations<br>• Intégrer dans les bâtiments neufs et existants (renforcement de la réglementation thermique) |
| ***Financières*** | • Diminuer le coût des systèmes<br>• Compétitivité croissante du coût de production du MWh (trajectoire vers parité d'ici 2020)<br>• Mettre en place un système de tarification adapté<br>• Maîtriser les coûts de raccordement<br>• Développer des outils financiers et d'aide adaptés à la réalisation de projets participatifs |
| ***Organisationnelles*** | • Revoir des objectifs nationaux (Grenelle) et réduire l'instabilité réglementaire<br>• Maintenir les dispositifs et plan de soutien à la filière : appels d'offres<br>• Intégrer le photovoltaïque dans les démarches d'urbanisme (SCoT, PLU) et les projets d'aménagement : réglementation renforcée dans les bâtiments neufs, les règlements de ZAC<br>• Renforcer le réseau régional et national des projets participatifs afin de développer ce type de projet pour la filière photovoltaïque |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Développer l'information sur les systèmes photovoltaïques : installation, usage, maintenance,…
- Intégrer le photovoltaïque dans les projets d'investissement (Maîtrise d'œuvre : Conseil régional) ; Renforcer l'articulation entre PCET et SCoT/PLU
- Développer des ZAC et des projets d'aménagement à dominante énergie renouvelable (bâtiments, îlots et quartiers à énergie positive)
- Animer la filière (entreprises régionales concernées par la chaîne de valeur)
- Définir une offre de formations continue et initiale pour soutenir l'animation de la filière
- Suivre des démonstrateurs dans le cadre des investissements d'avenir et capitalisation des expériences
- **Améliorer la visibilité sur les gains économiques liés aux économies d'énergie et à la revente d'électricité renouvelable**
- Mettre en place des expérimentations pilotes (technologiques, nouveaux modèles économiques…)
- Développer et partager les méthodologies d'évaluation du potentiel
- Encourager l'émergence de projets participatifs et citoyens.

| ACTEURS CONCERNÉS |
| --- |
| Services de l'État, ADEME, Collectivités, Agences d'urbanisme, Maîtres d'ouvrage d'opérations d'aménagement et de construction publiques et privées (SEM…), Gestionnaires de parcs, Secteur bancaire, SEMAEB (Eilañ)… |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Puissance installée par catégorie de toiture et au sol<br>• Production électrique annuelle, par territoire (GWh/an)<br>• Nombre d'entreprises régionales impliquées dans la chaîne de valeur |

## ÉNERGIES RENOUVELABLES

## ORIENTATION 25 : Favoriser la diffusion du solaire thermique

### POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT

| *2010* | *2020* | *2050* |
|---|---|---|
| Production : 12 GWh | Production : 73 GWh - 140 GWh | Production : 230 GWh - 450 GWh |

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**La filière solaire thermique est destinée à connaître un développement** grâce notamment à la réglementation thermique et à la baisse du coût des installations.

La diffusion des installations dépendra ainsi du rythme d'évolution de la construction et de la rénovation des bâtiments ainsi que des performances des installations (productivité).

**Le développement de la filière représente un gisement d'emplois pour les entreprises régionales.**

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Accroître les surfaces dédiées sur les bâtiments (habitat, tertiaire, industrie…) et la production moyenne au m²<br>• Mettre en œuvre les installations collectives dans les bâtiments tertiaires et les logements performants et bien dimensionnés par rapport aux besoins<br>• Développer la R&D (production combinée de chaleur et de froid, stockage) |
| ***Financières*** | • Diminution du coût des équipements<br>• Amélioration de la compétitivité des entreprises françaises |
| ***Organisationnelles*** | • Développer la performance énergétique et renforcement de la réglementation thermique incitant à l'intégration du solaire thermique dans les bâtiments (habitat, tertiaire, santé, agriculture)<br>• Intégrer le solaire thermique dans les démarches d'urbanisme (SCoT, PLU) et les projets d'aménagement : réglementation renforcée dans les bâtiments neufs, les règlements de ZAC<br>• Développer des dispositifs et plan de soutien à la filière : appels d'offres, retours d'expérience, animation du réseau de professionnels<br>• Mettre en place la certification |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- **Lancer des appels d'offres au niveau régional**
- Structurer et animer la filière : appui aux professionnels, capitalisation sur les projets en service, retours d'expériences par type de cibles et d'usagers (tertiaire, santé, hôtellerie, restauration, secteur agricole…)…
- Définir une offre de formations continue et initiale pour soutenir la structuration et l'animation de la filière
- Analyser les projets aidés et leurs performances
- **Apporter une aide aux investissements** (Conseil régional, Fonds chaleur…)
- Mettre en place des expérimentations pilotes (technologiques, nouveaux modèles économiques…)
- Développer et partager les méthodologies d'évaluation du potentiel
- Encourager l'émergence de projets participatifs et citoyens.

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, ADEME, Collectivités, FRB, CAPEB, Agences d'urbanisme, Maîtres d'ouvrage d'opérations d'aménagement et de construction publiques et privées (SEM…), Gestionnaires de parcs…

### INDICATEURS DE SUIVI

- Nombre d'installations collectives et individuelles
- Production thermique annuelle, par territoire (GWh/an)
- Nombre d'entreprises régionales impliquées

## ÉNERGIES RENOUVELABLES

## ORIENTATION 26 : Soutenir et organiser le développement des opérations de méthanisation

### POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT

| *2010* | *2020* | *2050* |
|---|---|---|
| Prod. Chaleur : 30 GWh<br>Prod. Electricité : 4 GWh | Prod. Chaleur : 490 - 690 GWh<br>Prod. Electricité : 270- 540 GWh | Prod. Chaleur : 1 500 GWh<br>Prod. Electricité : 810 GWh |

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**La méthanisation constitue l'une des filières dont le potentiel a vocation à contribuer de façon le plus significativement au développement de la production renouvelable en Bretagne.** Son développement repose sur plusieurs facteurs parmi lesquels :

- La **valorisation d'un gisement important** (effluent d'élevage et déchets organiques) dans le secteur agricole et agro-alimentaire
- Le **développement de projets** dans le secteur agricole, ainsi que des projets collectifs territoriaux
- La **contribution de la filière des cultures énergétiques**

Au-delà de la production de biogaz, le développement des installations de méthanisation en Bretagne constitue aussi un **enjeu industriel** pour les entreprises régionales susceptibles de se positionner sur un marché en forte croissance et sur lequel la diminution des coûts d'investissement sera un critère décisif.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Améliorer la performance des installations (maintenance et suivi des équipements)<br>• Améliorer la connaissance du gisement, des débouchés et des conditions de mobilisation des déchets organiques dans les collectivités et les industries<br>• Approfondir les connaissances de l'impact environnemental et sanitaire d'une installation et des conditions d'utilisation du digestat<br>• Lancer une réflexion sur l'utilisation du biométhane (injection dans le réseau gaz) |
| ***Financières*** | • Diminuer le coût de systèmes (offre industrielle, maintenance et accompagnement)<br>• Mettre en place un système tarifaire adapté<br>• Clarifier les transactions dans le secteur des déchets |
| ***Organisationnelles*** | • Mettre en place des dispositifs et plan de soutien à la filière : appels d'offres, Plan biogaz, retours d'expériences, animation du réseau de professionnels…<br>• Mettre en œuvre l'obligation de retour au sol des biodéchets (Grenelle) et augmenter la transparence dans la gestion des déchets industriels<br>• Réduire les délais de montage et de mise en service des opérations<br>• Améliorer les compétences des professionnels |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Poursuivre le Plan biogaz
- Appuyer la filière : structuration d'une offre industrielle locale
- **Développer le partenariat avec les industriels afin de promouvoir des offres adaptées au développement des marchés** (régional, national et export)
- Lancer des appels d'offres au niveau régional
- **Développer et renforcer l'offre de formation continue et initiale des professionnels**
- Mettre en place des expérimentations pilotes (injection de biogaz dans le réseau, biogaz carburant…)
- Développer et partager les méthodologies d'évaluation du potentiel
- Encourager les opérations collectives, participatives et citoyennes

| ACTEURS CONCERNÉS |
| --- |
| Services de l'État, ADEME, Collectivités, Chambres consulaires, AILE, Bureaux de Développement et d'Innovation, Profession agricole… |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Nombre d'installations<br>• Production thermique et électrique annuelle, par territoire (GWh/an)<br>• Nombre d'entreprises régionales impliquées |

## ÉNERGIES RENOUVELABLES

## ORIENTATION 27 : Soutenir le déploiement du bois-énergie

### POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT

| *2010* | *2020* | *2050* |
|---|---|---|
| Prod chaleur : 4 165 GWh | Prod. chaleur : 4 300 – 5 500 GWh | Prod. chaleur : 5 920 – 6 800 GWh |

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**La biomasse bois-énergie est aujourd'hui la première ressource pour la production renouvelable avec une production de 359 ktep (4 165 GWh). A l'horizon 2020 et 2050, le bois-énergie a vocation à conserver une place prédominante**, et ce quel que soit le scénario envisagé, avec notamment :

- Le **développement de chaufferies collectives** (tertiaire, santé, industrie…) et de projets de cogénération.
- La **valorisation du gisement régional** (bois de forêt, sous-produits de la transformation du bois, bois récupéré) estimé à 550 000 tonnes par an aujourd'hui mais susceptible d'évoluer à la hausse sur la période 2020-2050 (disponibilité biologique) dans des conditions technico-économiques plus favorables.
- Le développement de la filière bois-énergie en Bretagne s'inscrit dans le cadre plus large de la structuration de la filière bois dont la priorité est la production de bois d'oeuvre. Pour le bois-énergie, la mobilisation du gisement régional constitue un enjeu déterminant. En outre, la priorité donnée à la ressource locale permet la limitation des importations et l'amélioration du bilan de la filière en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

Le bois-énergie est aussi un débouché pour la filière des cultures énergétiques.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Accroître la mobilisation de la ressource bois régionale (exploitation forestière)<br>• Installer des chaufferies collectives et lancer des opérations de cogénération biomasse<br>• Améliorer la performance des installations individuelles de chauffage au bois (remplacement des équipements) |
| ***Financières*** | • Mettre en œuvre un cadre favorable : tarification électricité biomasse…<br>• Diminuer le coût des équipements |
| ***Organisationnelles*** | • Mettre en place des dispositifs et plan de soutien à la structuration et à la professionnalisation de la filière : appels d'offres, retours d'expérience, animation des réseaux de professionnels<br>• Inciter au remplacement des systèmes individuels non performants et polluants (information des usagers et de distributeurs)<br>• Structurer la filière de gestion forestière |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Animer le Plan Bois-énergie
- Lancer des appels d'offres régionaux
- **Maintenir les aides à l'investissement** (Fonds chaleur, CPER…)
- Appuyer la filière : animation des réseaux, valorisation de retours d'expériences, suivi d'expériences pilotes et exemplaires…
- Définir une offre de formation continue et initiale
- **Soutenir le développement de l'exploitation du gisement régional** (en lien avec les organisations de propriétaires)
- Réaliser une analyse fine des ressources : étudier les conditions de la mobilisation du gisement à l'échelle des territoires (en lien avec PCET, SCoT)
- Orienter la ressource locale vers les projets locaux (analyse des plans d'approvisionnement)
- Information des usagers de systèmes de chauffage individuels : remplacement d'installations peu performantes, promotion d'appareils à faibles émissions atmosphériques
- **Prendre en compte le Plan particules** : communication sur les risques liés à une mauvaise combustion de la biomasse ; renouvellement du parc d'appareils de chauffage au bois ; promotion des appareils et systèmes de chauffage les moins émetteurs de particules
- Développer et partager les méthodologies d'évaluation du potentiel

| ACTEURS CONCERNÉS | |
|---|---|
| Services de l'État, Conseil Régional, ADEME, Départements, Chambre régionale d'agriculture, ABIBOIS, Professionnels, Exploitants agricoles, CUMA, GrDF… | |
| **INDICATEURS DE SUIVI** | |
| • Nombre d'installations<br>• Production thermique et électrique annuelle, par territoire (GWh/an)<br>• Production à partir de biomasse ligneuse (GWh/an)<br>• Part de la ressource régionale utilisée dans les chaufferies collectives en service en Bretagne<br>• Nombre d'entreprises régionales impliquées | |
| **PRÉCAUTIONS** | |
| ***Qualité de l'air*** | Pour préserver la qualité de l'air, le recours au bois énergie doit se faire en privilégiant les équipements et les combustibles les plus performants sur le plan des émissions de particules (label « flamme verte », siccité du bois...). |
| ***Biodiversité*** | La mobilisation des ressources doit être effectuée dans le cadre d'une gestion durable, en lien avec les objectifs du Schéma régional de cohérence écologique. |

## ÉNERGIES RENOUVELABLES

## ORIENTATION 28 : Développer les capacités d'intégration des productions d'énergies renouvelables dans le système énergétique

### POTENTIELS DE DÉVELOPPEMENT ENR

| *2010* | *2020* | *2050* |
|---|---|---|
| Production : 5 990 GWh | Production : 13 840 GWh – 17 700 GWh | Production : 27 000 GWh – 39 650 GWh |

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**La Bretagne a vocation à devenir un laboratoire de l'intégration des productions renouvelables et décentralisées dans le système énergétique national.**

L'enjeu consiste à optimiser les productions d'énergies décarbonnées, en stockant et produisant au plus près des lieux de consommation afin de réduire les pertes inhérentes à leur transport.

Au cours des prochaines années, la mobilisation du gisement des énergies renouvelables va faire évoluer de façon très significative le mix énergétique breton, tout particulièrement s'agissant de l'électricité. **L'augmentation du nombre de sites de production va nécessiter :**

- **des nouvelles solutions de gestion optimisée des échanges d'énergie entre producteurs et consommateurs** à différentes échelles locales permettant l'adéquation entre périodes de production intermittente et périodes de forte consommation ;
- **des capacités de stockage de l'énergie** ;

La transition du maillage actuel vers des nouveaux réseaux énergétiques décentralisés dépendra :

- de **l'implication des gestionnaires et des collectivités**, notamment celles propriétaires des réseaux mais également des ménages producteurs ;
- de la **généralisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication** (NTIC) et aux possibilités qu'elles offrent en matière de communication et d'interaction entre les différents acteurs et composantes du système énergétique, des ménages producteurs aux gestionnaires en passant par les fournisseurs de nouveaux services.

La Bretagne a déjà de nombreuses compétences dans ce domaine qu'elle pourra exploiter au mieux.

**Le positionnement d'entreprises régionales (de la recherche à l'industrialisation) sur ces nouveaux marchés destinés à une forte croissance représente également une priorité en vue de la création d'activités et d'emplois.**

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Généraliser des moyens de production renouvelable notamment sur les bâtiments pour qu'ils soient au plus proche des lieux de consommation<br>• Optimiser les réseaux maillés point à point de transport de l'énergie<br>• Gérer la demande avec des consommateurs actifs dans la maîtrise de leurs consommations et dans l'amélioration de l'efficacité énergétique<br>• Développer des solutions de stockage à plusieurs échelles en lien avec les projets de production d'énergie renouvelable marine et terrestre<br>• Intégrer des contraintes liées à la gestion de la charge des véhicules électriques sur les réseaux |
| ***Financières*** | • Définir l'équilibre économique des projets grâce à des plates-formes expérimentales et des projets démonstrateurs |
| ***Organisationnelles*** | • Mettre en réseau et coordonner les producteurs d'énergies renouvelables et les acteurs des télécommunications<br>• Acceptabilité des consommateurs : informer et impliquer les consommateurs dans la gestion de leurs consommations (action sur les comportements)<br>• Développer de nouveaux services énergétiques : système de comptage, services d'analyse et de conseil énergétique, équipements de gestion et de distribution de l'énergie<br>• Soutenir la R&D et le secteur du bâtiment pour faire de tous les bâtiments des producteurs potentiels d'énergie décentralisée communicants les uns avec les autres |

| PISTES DE MISE EN ŒUVRE |
|---|
| ➢ **Lancer des plates-formes régionales et des projets démonstrateurs pilotes de réseaux intelligents et distribués (smarts grids) et de stockage de l'énergie** (appels d'offres régionaux)<br>➢ Poursuivre et diffuser les expériences de référence au sein de réseaux d'acteurs de l'énergie et des télécommunications : appels d'offres régionaux et nationaux sur réseaux intelligents et le stockage, pôles de compétitivité<br>➢ Développer des actions en direction des consommateurs<br>➢ Déployer les opérations du type Vir'Volt à l'ensemble de la Bretagne<br>➢ **Définir une stratégie régionale en faveur du stockage et de moyens de mobilisation des acteurs**<br>➢ Définir une offre de formation continue et initiale |
| **ACTEURS CONCERNÉS** |
| Services de l'État, Conseil Régional, ADEME, Collectivités, Agences de développement économique, Chambres consulaires, Syndicat départementaux d'électricité (SDE), Gestionnaires des réseaux d'énergie, Producteurs et bureaux d'études sur les énergies renouvelables |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Capacité installée (MW)<br>• Production d'énergie (GWh)<br>• % de perte d'énergie dans les réseaux<br>• Taux de couverture des énergies renouvelables lors des pointes de consommation d'énergie |

## ADAPTATION

## ORIENTATION 29 : Décliner le PNACC et mettre en œuvre des mesures « sans regret » d'adaptation au changement climatique

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**Le changement climatique devrait se traduire par des augmentations de température comprises entre + 2 et + 5°C à l'horizon 2100.**

La partie de l'état des lieux du SRCAE sur les conséquences du changement climatique en Bretagne fait émerger **un certain nombre de vulnérabilités**. Au-delà des aspects agricoles et forestiers (abordés dans la fiche orientation 14), le littoral et les activités maritimes sont concernés. La montée du niveau de la mer aura des conséquences sur les **ports** et sur les **aléas affectant les côtes** (tempêtes, érosion, submersion) et touchera de nombreux enjeux. Les activités de **pêche** et de **conchyliculture** devront s'adapter aux conséquences de la montée des températures des mers ainsi qu'aux conséquences de l'acidification sur les organismes à coquille calcaire. La **ressource en eau** fait également partie des autres sources de vulnérabilité.

Pour cette première version du SRCAE breton, le **Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC juillet 2011) constitue un cadre de travail structuré et pertinent**, qui traite à la fois d'aspects transversaux (connaissance) et sectoriels dont on peut envisager la déclinaison au niveau régional.

Le principe général du plan est qu'en présence d'incertitudes fortes, il s'agit dans cette première version de **privilégier la mise en œuvre de mesures dites « sans regrets » et de chercher à améliorer la connaissance.**

Les mesures « sans regrets » définies dans le PNACC sont des mesures qui présentent une utilité qui va au-delà des simples aspects liés au changement climatique et génèrent des bénéfices autres. Ces mesures permettent de s'adapter aux risques naturels actuels et présentent une utilité, quelque soit l'ampleur du changement climatique (par exemple : les économies d'eau, gestion durable des ressources naturelles, préservation des écosystèmes, protection/prévention contre les risques naturels).

Au-delà, à plus long terme, il faudra chercher à élaborer un cadre régional d'adaptation aux effets du changement climatique.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Intégrer les effets du changement climatique et l'adaptation dans les politiques publiques existantes, notamment les documents d'urbanisme (SCoT, PCET, SAGE...)<br>• Identifier et gérer les interactions entre secteurs (agriculture et industries agroalimentaires)<br>• Éviter les antagonismes entre atténuation et adaptation ; une forêt non adaptée ne pourra pas remplir son rôle de production de bois et d'atténuation du changement climatique ; la lutte contre les îlots de chaleur (adaptation) ne doit pas se traduire par une hausse des consommations d'énergie (climatisation) |
| ***Financières*** | • Flécher les responsabilités de mise en œuvre en lien avec les compétences et le financement |
| ***Organisationnelles*** | • Informer la société pour que chacun puisse s'approprier, anticiper et agir<br>• Mettre en place une gouvernance (Voir fiches 30 à 32)<br>• Mobiliser / sensibiliser les collectivités |

| PISTES DE MISE EN ŒUVRE |
|---|
| ➢ Améliorer la connaissance scientifique pour éclairer la décision publique (voir orientations n°14 et n°30)<br>➢ Intégrer la problématique de l'adaptation dans les offres de formations continue et initiale dont les activités seront impactées au premier chef (secteurs primaires, professionnels de l'urbanisme et de l'aménagement, etc.)<br>➢ **Assurer un lien entre production / transfert / échange de connaissances**<br>➢ Sensibiliser<br>➢ **Identifier les mesures « sans regrets »** (dont la gestion qualitative et quantitative de l'eau)<br>➢ Mettre en avant et promouvoir des projets exemplaires<br>➢ Développer des outils permettant d'identifier et de caractériser les vulnérabilités (par exemple : risques littoraux)<br>➢ Impulser une réflexion prospective pour éclairer la décision publique sur les stratégies d'aménagement intégrant les vulnérabilités au changement climatique<br>➢ Poursuivre la recherche sur le stockage carbone |
| **ACTEURS CONCERNÉS** |
| Services de l'État, Collectivités, Syndicat intercommunal d'aménagement du Golfe du Morbihan, ADEME, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie, Universités, Centres de recherche… |
| **INDICATEURS DE SUIVI** |
| • Nombre de documents d'urbanisme et de planification prenant en compte les effets du changement climatique et planifiant une stratégie d'adaptation pour y répondre. |

## GOUVERNANCE

## ORIENTATION 30 : Améliorer et diffuser la connaissance sur le changement climatique et ses effets en Bretagne

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**Les thématiques climat, air, énergie reposent sur une connaissance complexe** qui requiert une expertise technique poussée.

La connaissance sur le changement climatique comprend des certitudes, mais aussi de l'incertitude, en particulier au fur et à mesure que l'on s'éloigne dans le temps et que l'on se rapproche du territoire. Or, **l'action publique a besoin d'un éclairage précis pour être guidée et surtout engagée.**

Dans la plupart des ateliers organisés au cours de l'élaboration du SRCAE, puis dans les avis collectés dans le cadre de la consultation, **les acteurs ont souhaité que la connaissance des thématiques climat, air et énergie soit continuellement améliorée et diffusée.**

Le besoin de connaissance est nécessaire pour mettre en œuvre une action d'adaptation au changement climatique.

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Favoriser la réalisation d'études et de recherches de niveau régional et infraterritoriales<br>• Développer une approche prospective<br>• Diffuser la connaissance en l'adaptant à différents publics pour favoriser la sensibilisation : communiquer, vulgariser, rendre pédagogique la connaissance.<br>• Favoriser la modélisation climatique régionale<br>• Connaître les vulnérabilités et les risques imputables au changement climatique |
| ***Financières*** | • Mobiliser les financements |
| ***Organisationnelles*** | • Centraliser et partager la connaissance relative au climat et au changement climatique dans un lieu unique |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- Mesurer les émissions de GES par des outils type Ener'GES ou Climagri à utiliser et à développer pour parfaire la connaissance des systèmes énergétiques locaux et intégrer une dimension prospective
- Diffuser l'utilisation des bilans carbone
- Approfondir des thématiques régionales (élévation du niveau de la mer, qualité et ressource en eau,...)
- Collecter et exploiter des données locales à l'échelle régionale
- **Contribuer à améliorer les états des lieux des PCET et des documents de planification**
- Contribuer à améliorer les indicateurs de suivi du SRCAE
- Engager un chantier sur la connaissance empirique des populations sur le changement climatique (adaptation spontanée) afin d'en estimer la valeur et sa capacité à constituer un relais de l'action publique planifiée
- **Mettre en place un lieu permanent de mutualisation du recueil, de production et de diffusion de la connaissance.** Ce lieu permanent devra organiser et structurer la production et la diffusion de la connaissance en Bretagne, auprès des territoires et des partenaires
- Constituer un réseau permanent d'experts régionaux
- Favoriser l'expression des demandes des acteurs de la mise en œuvre
- Accompagner les acteurs en capacité de fournir une offre de connaissance pour que celle-ci réponde au plus juste des demandes
- Définir des offres de formation initiale et continue
- Inciter les territoires et les partenaires à contribuer à améliorer la connaissance des thématiques climat, air énergie
- **Profiter d'expériences territoriales avancées**, par exemple par le SIAGM ou le Pays de Redon
- Formaliser l'amélioration de la connaissance par une stratégie globale d'information et de sensibilisation
- Produire des études régionales et locales
- Créer des événements comme des colloques
- S'appuyer sur Géobretagne

| ACTEURS CONCERNÉS | |
|---|---|
| Services de l'État, Collectivités, ADEME, Universités et organismes de recherche, Météo France, ONERC, GIP Bretagne environnement, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie, Chambres consulaires… | |
| **PRÉCAUTIONS** | |
| ***Biodiversité*** | ▪ Améliorer la connaissance des effets du changement climatique sur la biodiversité.<br>▪ S'appuyer sur le suivi de l'évolution des espèces pour avoir des indicateurs sur le changement climatique. |

## GOUVERNANCE

## ORIENTATION 31 : Développer la gouvernance pour favoriser la mise en œuvre du schéma

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

**L'échelon régional du SRCAE permet d'identifier des enjeux et des orientations porteuses de cohérence pour l'équilibre des territoires, mais interroge quant à sa capacité à les mettre en œuvre. Une articulation entre les différents échelons de l'action publique est donc à engager pour faciliter les déclinaisons du SRCAE, du régional au local.**

La hiérarchie normative prévue par le Grenelle est une armature juridique à laquelle il s'agit de donner corps pour susciter la cohérence de la démarche engagée par le SRCAE.

Au cours de l'élaboration du SRCAE, la participation aux ateliers et aux comités techniques a été croissante et les échanges ont été vécus comme un point de départ. Les acteurs s'engagent dans l'appropriation des thématiques climat, air, énergie et leur besoin d'accompagnement et d'échange est manifeste.

**Une action régionale cohérente et concertée est à développer dans le cadre d'une gouvernance avec l'ensemble des territoires et partenaires.**

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Organisationnelles*** | • Le comité de pilotage prévu au décret devra orchestrer l'ensemble de la démarche de gouvernance et de suivi<br>• Mobiliser et mutualiser l'ingénierie<br>• Mettre en place un atelier permanent sur les thématiques climat, air, énergie pour permettre une appropriation par les territoires et les partenaires<br>• Engager une collaboration avec une multitude d'acteurs. La gouvernance pourrait prendre la forme de la mise en place de plusieurs réseaux consacrés aux chantiers prioritaires du schéma (bâtiments, transports, agriculture, EnR…) et à destination de différents collèges d'acteurs<br>• Développer l'articulation entre le SRCAE et les PCET<br>• Engager la gouvernance territoriale dans cinq dimensions :<br>– Favoriser les relations entre l'échelon régional et les territoires et les partenaires pour décliner les enjeux régionaux et les orientations du schéma ;<br>– Favoriser l'expression des territoires à l'attention de l'échelon régional ;<br>– Susciter la gouvernance infraterritoriale pour que les différents documents de planification et d'urbanisme dans les territoires contribuent à une démarche de territoire cohérente sur les thématiques climat, air, énergie. Les pays sont les territoires les plus appropriés ;<br>– Engager une gouvernance interterritoriale pour favoriser une coopération entre les territoires sur les thématiques climat, air, énergie ;<br>– Envisager des échanges avec les régions limitrophes. |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- **Mettre en place un lieu de mutualisation des ressources et d'animation pour favoriser les échanges, les retours d'expériences**
- Démarche partenariale autour des outils de mesure type Ener'GES
- Sensibiliser les décideurs locaux, les partenaires et le grand public par une démarche positive
- Favoriser les expériences et les valoriser
- Dès l'approbation, construire un cadre de gouvernance structuré et pérenne
- **Réfléchir à un dispositif de financement adéquat et à la bonne échelle de financement**
- Mobiliser les financements sur les économies réalisées
- Poursuivre et renforcer l'animation du réseau PCET
- Valoriser les expériences menées dans certains territoires comme l'initiative du SIAGM sur l'élévation du niveau de la mer ou l'arbre dans le Pays de Redon
- Développer des partenariats de recherche-action entre collectivités et organismes de recherche

| ACTEURS CONCERNÉS |
| --- |
| Services de l'État, ADEME, PCET, SCoT, Collectivités, Organismes de recherche, Chambres consulaires, Organismes bancaires, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie… |

## GOUVERNANCE

## ORIENTATION 32 : Mettre en place un suivi dynamique du schéma

### ENJEUX DE L'ORIENTATION

L'élaboration du SRCAE a montré la difficulté à mobiliser des indicateurs existants pertinents.

**Certains indicateurs sont à consolider, voire à créer**, en particulier en mobilisant des acteurs par une gouvernance spécifique.

Les partenaires mobilisés à l'occasion de l'élaboration du SRCAE ont exprimé le besoin de placer le suivi de la mise en œuvre du schéma dans une démarche continue reposant sur une animation prompte à mobiliser sur les thématiques climat, air, énergie.

Le besoin de connaissance devrait apporter des éclairages qui permettront de faire évoluer les indicateurs de suivi. Il s'agit de **mettre en place un suivi en amélioration continue, porteur d'une dynamique**. Le suivi doit être mené dans le cadre de l'animation envisagée pour mettre en œuvre les orientations du SRCAE.

**Une méthodologie de collecte et de transfert de la donnée est à structurer.**

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

| | |
|---|---|
| ***Techniques*** | • Construire un suivi à partir de données régionales qui peuvent être une agrégation de données issues des territoires<br>• Valoriser la donnée qualitative<br>• Mobiliser l'échelle des Pays pour mettre en place un système d'indicateurs de suivi sur l'ensemble de la Bretagne |
| ***Organisationnelles*** | • Le comité de pilotage prévu au décret devra orchestrer l'ensemble de la démarche de gouvernance et de suivi<br>• Constituer un réseau d'organismes experts<br>• Favoriser une architecture de circulation de la donnée de suivi pour alimenter le suivi du SRCAE et faciliter son partage<br>• Rendre publique les données collectées pour favoriser la diffusion des thématiques climat, air et énergie<br>• Travailler en priorité avec les PCET pour inciter à une homogénéisation des suivis |

### PISTES DE MISE EN ŒUVRE

- **Mettre en œuvre une base de données régionale de suivi du SRCAE**
- Envisager des indicateurs de suivi communs avec les PCET
- Valoriser les indicateurs de suivi spécifiques aux territoires de chaque PCET afin de mettre en avant le besoin de placer les thématiques globales climat, air énergie dans les contextes locaux
- **Mobiliser les outils de mesure existants comme Ener'GES**
- Accompagner les collectivités dans l'élaboration d'indicateurs de suivi
- Envisager une enquête auprès des citoyens pour suivre l'évolution de la sensibilisation
- Mobiliser GéoBretagne pour partager les données géographiques produites par les partenaires
- Mobiliser la base carbone de l'ADEME
- Mettre en œuvre la valorisation des expériences territoriales

### ACTEURS CONCERNÉS

Services de l'État, ADEME, PCET, Collectivités, Chambres consulaires, Syndicat intercommunal d'aménagement du Golfe du Morbihan, Agences locales de l'énergie, Syndicats départementaux de l'énergie…

# ANNEXES

**Annexe 1**
Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC) 178

**Annexe 2**
Méthode d'élaboration des potentiels de réduction énergie et GES du secteur des BATIMENTS en Bretagne 181

**Annexe 3**
Précision méthodologique d'élaboration des potentiels de réduction énergie et GES de l'AGRICULTURE en Bretagne 187

**Annexe 4**
Méthode d'élaboration des trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre 199

**Annexe 5**
Méthode d'élaboration des potentiels pour le secteur des TRANSPORTS de PERSONNES 201

**Annexe 6**
Qualité de l'air 211

## Annexe 1 - Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC)

### 1. LA CREATION ET LA MISSION DU GIEC

L'Organisation Météorologique Mondiale et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement ont créé en 1988 le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, en anglais : Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). C'est un organe intergouvernemental ouvert à tous les pays membres de ces deux organisations. Il a pour mandat d'évaluer de manière méthodique et objective des informations, d'ordre scientifique, technique, socio-économique et non d'effectuer de nouveaux travaux de recherche. Ces informations sont sélectionnées parmi des études effectuées par des organismes pluridisciplinaires internationaux publiées dans des revues scientifiques. Le GIEC fonctionne sur la base d'une assemblée plénière où sont prises les décisions concernant sa structure, les principes et les procédures qu'il entend appliquer, son programme de travail et qui procède à l'élection de son Président et de son Bureau.

Le GIEC a reçu le prix Nobel de la paix en 2007.

Sa mission principale est de comprendre les fondements scientifiques des risques liés aux changements climatiques d'origine anthropique afin d'en établir les conséquences et d'envisager des stratégies d'adaptation et d'atténuation. Les rapports du GIEC, produits de ces évaluations, s'efforcent de rendre compte des différents points de vue et de guider les prises de décisions en matière d'instrument de lutte contre le changement climatique.

Le GIEC est organisé en **trois groupes de travail** :

- Groupe I : Il étudie les principes physiques du changement climatique ;
- Groupe II : Il étudie les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation au changement climatique ;
- Groupe III : Il étudie les moyens d'atténuer (mitigation) le changement climatique.

S'y ajoute une **équipe spéciale** pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, qui a produit des guides méthodologiques pour ces inventaires.

Chaque groupe de travail (et l'équipe spéciale) a deux co-présidents, l'un représentant les pays développés, l'autre les pays en développement. Rajendra Pachauri est président du GIEC depuis 2002.

Le GIEC tient une séance plénière annuelle associant des centaines de représentants des gouvernements et des associations participantes. Chaque pays membre dispose d'une voix (les petits pays ont donc autant de pouvoir que les grands). L'assemblée y établit le champ des rapports à produire et valide les rapports établis. Le GIEC réunit également des ateliers d'experts sur les différentes questions touchant au changement climatique.

Ses activités sont principalement la production de rapports (rapport d'évaluation, rapports spéciaux), de directives méthodologiques et de documents techniques. Ponctuellement des rapports spéciaux sont publiés.

Publiés de façon périodique afin de prendre en compte les évolutions des connaissances scientifiques et techniques, les rapports d'évaluation sont souvent désignés sous les acronymes suivants :

- FAR (First Assessment Report) pour le Premier rapport (1990),
- SAR (Second Assessment Report) pour le Deuxième rapport (1995),
- TAR (Third Assessment Report) pour le Troisième rapport (2001),
- AR4 (4th Assessment Report) pour le Quatrième rapport (2007),
- AR5 pour le Cinquième Rapport (planifié pour publication en 2013).

Les rapports du GIEC s'appuient sur une modélisation climatique qui présente des scénarios basés sur des hypothèses socio-économiques. Cette modélisation définit des évolutions d'émissions de $CO_2$ jusqu'en 2100. Ces évolutions permettent ensuite de produire des éclairages sur les conséquences des choix socio-économiques.

## 2. Les scenarios socio-economiques du GIEC

La modélisation climatique s'appuie sur des hypothèses d'évolution des émissions des principaux gaz à effet de serre (GES) - dioxyde de carbone : $CO_2$ ; méthane : $CH_4$ ; protoxyde d'azote : $N_2O$ ; etc. - et d'aérosols (sulfatés ou carbonés) pour les prochaines années. Ces hypothèses sont réalisées à partir de scénarios socio-économiques, décrits dans le SRES (Special Report on Emissions Scenarios, 2000).

Ces scénarios prennent en compte plusieurs facteurs tels que l'évolution démographique, le développement social et économique, le progrès technologique, l'utilisation des ressources et la lutte contre la pollution, afin de caractériser l'évolution des émissions de GES de la planète (MEDDTL, 2007). Cependant, ils ne considèrent pas les éventuelles initiatives futures en matière d'atténuation, telles que la mise en œuvre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques ou la réalisation des objectifs d'émissions du Protocole de Kyoto (GIEC, 2001).

Les scénarios SRES sont regroupés en 4 familles (A1, A2, B1 et B2), chacune représentant une évolution différente au plan démographique, social, économique, technologique et environnemental (Figure 55).

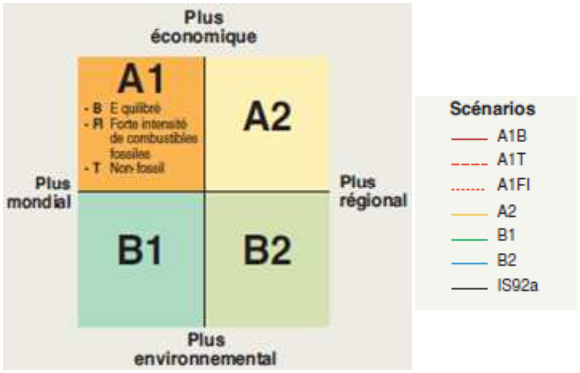



**Figure 55 : Illustration schématique des scénarios SRES (GIEC, 2001)**

- **A1** : La famille de scénarios A1 décrit un monde futur dans lequel la croissance économique sera très rapide, la population mondiale atteindra un maximum au milieu du siècle pour décliner ensuite et de nouvelles technologies plus efficaces seront introduites rapidement. On distingue 3 groupes qui décrivent des directions possibles de l'évolution technologique dans le système énergétique : A1FI (forte intensité de combustibles fossiles), A1T (sources d'énergie autres que fossiles) et A1B (équilibre[1] entre les sources).
- **A2 (dit pessimiste)** : La famille de scénarios A2 décrit un monde très hétérogène. Le développement économique a une orientation principalement régionale, et la croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres familles.
- **B1** : La famille de scénarios B1 décrit un monde convergent avec la même population mondiale culminant au milieu du siècle et déclinant ensuite, comme dans A1. L'accent est placé sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité, mais sans initiatives supplémentaires pour gérer le climat.
- **B2 (dit optimiste)** : La famille de scénarios B2 décrit un monde où l'accent est placé sur des solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale s'accroît de manière continue mais à un rythme plus faible que dans A2. Les scénarios sont également orientés vers la protection de l'environnement et l'équité sociale, mais ils sont axés sur des niveaux locaux et régionaux.

[1] *« Equilibre » signifie que l'on ne s'appuie pas excessivement sur une source d'énergie particulière, en supposant que des taux d'amélioration similaires s'appliquent à toutes les technologies de l'approvisionnement énergétique et des utilisations finales (GIEC, 2001).*

A ces scénarios socio-économiques correspond donc l'évolution des émissions de GES pour le siècle à venir (Figure 56).

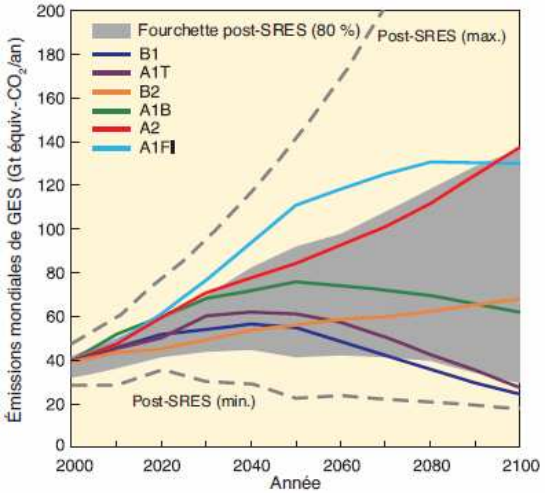



**Figure 56 - Emissions mondiales de GES (en Gt éq$CO_2$) en l'absence de politiques climatiques : six scénarios illustratifs de référence (SRES, lignes colorées) et intervalle au 80ème percentile des scénarios publiés depuis le SRES (post-SRES, partie ombrée). Les lignes en pointillé délimitent la plage complète des scénarios post-SRES. Les GES sont le $CO_2$, le $CH_4$, le $N_2O$ et les gaz fluorés (GIEC, 2007).**

Ces chroniques d'émissions de GES sont transformées en concentrations de GES qui vont ensuite servir de paramètre d'entrée aux modèles climatiques. Ceux-ci vont déterminer l'impact de ces concentrations sur le climat en prenant en compte divers paramètres : l'atmosphère, les sols et la végétation, les océans, les banquises, l'effet climatique des aérosols sulfatés, et, dans certains cas, l'hydrologie continentale, le cycle du carbone incluant les effets de la biosphère et des écosystèmes marins, ou encore l'ozone stratosphérique (Jouzel, 2011).

Ainsi, selon le GIEC et les différents scénarios socio-économiques, les émissions mondiales de GES devraient augmenter de 25 à 90 % entre 2000 et 2030, avec une hausse de 40 à 110 % des émissions de $CO_2$ dues à la consommation d'énergie (combustibles fossiles) au cours de cette période. L'augmentation de ces émissions devrait accentuer le réchauffement global de 2 à 6°C jusqu'en 2100 (GIEC, 2007).

# Annexe 2 - Méthode d'élaboration des potentiels de réduction énergie et GES du secteur des BATIMENTS en Bretagne

## 1. BATIMENTS RESIDENTIELS

### 1.1 Chiffres clés

La région compte 1,6 million de logements, 81 % sont des résidences principales à 76 % des maisons individuelles.

Plus de la moitié (55 %) du parc des résidences principales date d'avant 1975 (soit avant la première réglementation thermique).

En Bretagne, les principales énergies de chauffage de ces résidences restent l'électricité 32 %, puis le gaz 31 % et le fuel 25 %. Le chauffage représente 77 % des consommations énergétiques (environ 20 825 GWh EF/an).

### 1.2 Scénario de référence

La définition du scénario de référence breton pour les bâtiments résidentiels s'inspire de l'évaluation des mesures du Grenelle de l'environnement[2] sur le parc de logement, produite par le Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED) à la demande du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD)[3]. Cette évaluation est réalisée au regard des objectifs français à atteindre dans le secteur du logement :

- 38 % de la consommation d'énergie primaire en 2020 par rapport à 2008, objectif « Grenelle » ;
- 75 % des émissions de $CO_2$ par quatre en 2050 par rapport à 1990, objectif « Facteur 4 ».

Le périmètre d'étude correspond à la consommation d'énergie pour le chauffage (électricité, gaz, fioul, hors bois et réseaux de chaleur) dans le parc résidentiel français.

Les hypothèses prises dans l'étude CGDD considèrent :

- la mise en œuvre des réglementations thermiques (RT 2012, RT 2020) ;
- le crédit d'impôt développement durable : représenté sous forme de subvention plafonnée à 8 000 €, réduisant de 30 % les coûts de rénovation vers une classe supérieure ;
- l'éco-prêt à taux zéro : représenté comme une subvention égale au montant des intérêts d'un prêt conventionnel de 10 ans à 4 %, soit environ 20 % du montant des travaux.

A l'aide d'un modèle hybride énergie-économie, cette étude évalue l'impact de ces différents instruments sur la consommation d'énergie pour le chauffage des logements, en tenant compte de l'efficacité énergétique des logements, de son évolution dans le temps sous l'effet des rénovations et de l'effet rebond (comportement de hausse de température de chauffage post travaux).

Certaines politiques énergétiques n'ont pas été prises en compte telles que :

- l'introduction de règles permettant de partager les charges entre bailleurs et locataires ;
- la réglementation thermique dans l'existant ;
- le rythme de rénovation dans le parc social ;
- la mise en œuvre du programme Habiter Mieux ;
- les initiatives locales telles que celles développées en Bretagne : mobilisation des collectivités dans des programmes d'actions type Virvol't, OPAH, valorisation CEE... difficile à évaluer.

---

[2] *«Évaluation des mesures du Grenelle de l'Environnement sur le parc de logements», novembre 2011*
[3] *Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Énergie*

A partir de ces hypothèses, le modèle détermine à l'échelle nationale :

- l'évolution de la consommation d'énergie primaire totale dans le parc total par rapport à 2008 : - 17,5 % à horizon 2020 et - 41,8 % à horizon 2050 ;
- l'évolution de l'énergie finale par rapport à 2008, sur le parc total, effet rebond exclus : - 18,6 % à horizon 2020 et - 43,8 % à horizon 2050 ;
- Gain en émission de $CO_2$ par rapport à 1990 : - 2,8 % à horizon 2020 et - 24,6 % à horizon 2050.

Ces résultats sont retenus pour définir le scénario de référence aux horizons 2020 et 2050 d'évolution des consommations d'énergie et d'émissions de GES du parc résidentiel breton.

### 1.3 Scénario volontariste

Le scénario volontariste pour les bâtiments résidentiels bretons considère :

- les objectifs Grenelle, à savoir une réduction de 38 % des consommations d'ici 2020 ;
- les travaux de la Cellule Économique de Bretagne (CEB), qui ont fait l'objet du rapport "Construction et développement durable en Bretagne : la rénovation des logements existants" réalisé en 2009.

L'étude de la CEB se focalise sur les énergies de chauffage du parc de résidences principales bretonnes (81 % du parc). Le gisement potentiel d'économie d'énergie pour l'eau chaude sanitaire et l'électricité spécifique n'est pas concerné, alors qu'il est susceptible d'apporter des gains, certes plus modestes, mais non négligeables. L'étude tient compte du facteur comportemental et de l'effet rebond potentiel (passage chauffage individuel au chauffage collectif...).

Plusieurs bouquets de travaux ont été étudiés, parmi lesquels un scénario volontariste qui consiste en la mise en œuvre d'un bouquet de travaux de réhabilitation très ambitieux du point de vue des économies d'énergie escomptées. Il intègre l'utilisation des techniques les plus novatrices à l'heure actuelle en matière de réhabilitation et prévoyant des actions de réhabilitation sur l'ensemble des paramètres (isolation des murs, de la toiture, du plancher bas, des menuiseries extérieures, des systèmes de ventilation et de chauffage) combinés avec chacune des familles typologiques identifiées en Bretagne.

Le scénario volontariste breton du SRCAE envisage la mobilisation optimale des gisements d'économies d'énergies mis en évidence par l'étude régionale de la CEB et suppose une seule intervention sur chaque logement afin d'être le plus efficace, sans nouvelle intervention ultérieure, afin d'atteindre l'objectif du Grenelle de - 38 % des consommations énergétiques en 2020.

A l'horizon 2050, le scénario volontariste breton du SRCAE considère la mobilisation de la totalité du gisement de rénovation thermique du scénario volontariste de la CEB qui permet d'atteindre l'objectif de Facteur 4 à l'horizon 2050 (1990-2050), soit - 78 % de réduction des émissions GES liées au chauffage par la mise en œuvre du scénario volontariste sur la totalité du parc résidentiel (résidences principales) par rapport à 2005.

La réalisation du scénario volontariste est conditionnée par la capacité à favoriser et à soutenir un rythme de mise en œuvre exigeant, soit environ 45 000 maisons individuelles réhabilitées / an d'ici 2020, correspondant à un effort financier particulièrement élevé, pouvant atteindre 59 882 € / maison individuelle.

A horizon 2020, la réhabilitation ambitieuse du scénario volontariste correspond à un coût compris entre 1,77 milliard et 2,5 milliards d'euros par an.

### 1.4 Freins et leviers

L'étude publiée par le CGDD identifie certains leviers pour se rapprocher des objectifs nationaux, à savoir :

- une contribution climat énergie (CCE) et la taxe carbone ;
- une obligation de rénovation à l'occasion d'une mutation.

L'atteinte du Facteur 4 à horizon 2050 est également conditionnée par la diffusion de technologies innovantes et performantes, comme par exemple :

- le développement et la mise en œuvre effective de technologie de stockage de l'énergie (mobilisation de l'énergie électrique renouvelable) ;
- la mise sur le marché de systèmes énergétiques performants.

Le coût de la rénovation est identifié comme un frein à la mise en chantier. Face à cette difficulté, il sera à l'évidence nécessaire de réfléchir en coût global, voire en coût global élargi (en intégrant au coût global les coûts externes sanitaires, environnementaux et sociaux...). La valorisation d'un patrimoine rénové, performant thermiquement peut également entrer en jeu dans la dynamique de rénovation du patrimoine existant. L'adaptation des professionnels du secteur de la construction à l'approche globale, mais aussi l'évolution des comportements des particuliers sur la bonne utilisation des systèmes et la sobriété énergétique seront des leviers à mobiliser.

Dans l'optique d'un scénario volontariste, l'évolution du prix de l'énergie ne sera vraisemblablement pas sans conséquence sur la mobilisation des particuliers quant à la mise en œuvre de travaux de rénovation thermique.

## 2- BATIMENTS TERTIAIRES

### 2.1 Chiffres clés

La consommation d'énergie des bâtiments du secteur tertiaire de la Bretagne est estimée à 9 940 GWh d'énergie finale Le chauffage représente 48 % des consommations énergétiques dans le tertiaire (énergie finale) et l'électricité spécifique 27 %[4].

Les énergies principales sont l'électricité et le gaz de réseau représentant respectivement 46 % et 30 % des consommations d'énergie finale du secteur[5].

### 2.2 Gisements énergétiques et GES du bâti tertiaire étudiés par la CEB

Par branches du tertiaire (bureau administration, café hôtel restaurant, commerce, enseignement recherche, habitat communautaire, santé action sociale, sport loisir culture), l'étude menée par la CEB[6] développe quatre bouquets de travaux de niveaux d'exigences différents et définis pour chaque niveau de performance en cohérence avec la nature du bâti :

- *modeste bâti :* niveau d'exigence type réglementation thermique "élément par élément" sans changement des systèmes (seuil de performance minimaux à respecter, excluant les bâtiments récents qui respectent déjà ces normes)
- *modeste système :* changement de tous les systèmes par de meilleures technologies (éclairage, chauffage, ECS, pompe de distribution, ventilation et climatisation), sans rénovation du bâti
- *intermédiaire :* niveau d'exigence type RT existant "globale" (diminution de 30 % des consommations liées au bâti sur les cinq usages réglementaires que sont le chauffage, la climatisation, l'éclairage, l'ECS et la ventilation/auxiliaires) avec changement de tous les systèmes par de meilleures technologies
- *maximal :* rénovation avec niveau d'exigence type BBC et changement de tous les systèmes par de meilleures technologies

La mise en œuvre du geste modeste bâti couvre 71 % du parc existant, une partie du parc existant répondant déjà aux exigences RT élément par élément. La mise en œuvre des autres gestes (modeste systèmes, intermédiaire, maximal) concerne 95 % du parc existant.

Le changement des systèmes améliore les performances de systèmes existants et ainsi les rendements.

Le champ de la rénovation des bureaux privés situés dans des immeubles résidentiels, les bâtiments de la sous-branche « service à la personne » et de la branche « transport » sont exclus de l'évaluation.

Comme la totalité de ces parcs est réhabilitée, cela permet d'estimer, par rapport à l'état des lieux 2007, les gains de consommations d'énergie finale et d'émissions de GES suivant, sans toutefois atteindre le Facteur 4.

---

[4] *« État des lieux des consommations énergétiques du parc bâti tertiaire et gisements associés sur la région Bretagne », Cellule Économique de Bretagne, 2012*

[5] *« État des lieux des consommations énergétiques du parc bâti tertiaire et gisements associés sur la région Bretagne », Cellule Économique de Bretagne, 2012*

[6] *« État des lieux des consommations énergétiques du parc bâti tertiaire et gisements associés sur la région Bretagne », Cellule Économique de Bretagne, 2012*

| Bouquet de travaux | Gains de consommations d'énergie finale | Gains d'émissions de GES | Estimation du coût de réalisation du bouquet de travaux |
|---|---|---|---|
| modeste bâti | 19,6 % | 26,9 % | 3 et 3,9 milliards d'euros HT |
| modeste système | 28,2 % | 32,5 % | 5,2 et 6,7 milliards d'euros HT |
| intermédiaire | 45,9 % | 56,8 % | 10,3 et 13 milliards d'euros HT |
| maximal | 49,7 % | 62 % | 12,9 et 16,2 milliards d'euros HT |

Suite à l'analyse de ces gisements d'économie d'énergie, 3 scénarios sont construits et mettent en application les gestes décrits ci-dessus avec des hypothèses de renouvellement du parc, des équipements, de démolition de bâtiments...:

- scénario « mesures existantes »
- scénario « - 20 % »
- scénario « - 38 % »

Les hypothèses reprises pour chaque scénario sont présentées en fin de note :

- sur la réhabilitation du bâti ;
- l'évolution des parts de marché des énergies ;
- le remplacement des systèmes en fin de vie ;
- l'évolution attendue des consommations, des usages de bureautique, et de froid alimentaire.

Les consommations des usages « cuisson, process et autres » et leur évolution sont supposées constantes, faute de connaissance.

### 2.3 Scénario de référence

Le scénario de référence retenu pour le SRCAE correspond au scénario « mesures existantes » de l'étude de la CEB, dont les résultats sont repris dans le tableau suivant :

| Évolution : | Consommation d'énergie primaire | Consommation d'énergie finale | Émissions de GES |
|---|---|---|---|
| entre 2007 et 2020 | + 2 % | - 2 % | - 12 % |
| entre 2007 et 2050 | + 9 % | - 3 % | - 28 % |

Les coûts estimés par les travaux engendrés pour la réalisation du scénario « mesures existantes » de la CEB (portant à la fois sur l'enveloppe du bâti et sur les systèmes) sont compris dans une fourchette de :

- 3,4 à 4,2 milliards d'euros HT, soit 400 à 500 euros par m² réhabilité, à horizon 2020 ;
- 16,8 et 21,3 milliards d'euros HT, soit 560 à 720 euros par m² réhabilité, à horizon 2050

### 2.4 Scénario volontariste

Le scénario volontariste retenu pour le SRCAE correspond au « scénario - 38 % » de l'étude de la CEB, dont les résultats sont repris dans le tableau suivant :

| Évolution : | Consommation d'énergie primaire | Consommation d'énergie finale | Émissions de GES |
|---|---|---|---|
| entre 2007 et 2020 | - 19 % | - 27 % | - 45 % |
| entre 2007 et 2050 | - 10 % | - 27 % | - 59 % |

Les coûts estimés par les travaux engendrés pour la réalisation du scénario « - 38% » de la CEB (portant à la fois sur l'enveloppe du bâti et sur les systèmes) sont compris dans une fourchette de :

- 8 à 10 milliards d'euros HT à horizon 2020, soit 370 à 460 euros par m² réhabilité ;
- 28,6 et 37 milliards d'euros HT à horizon 2050, soit 670 à 860 euros par m² réhabilité.

### 2.5 Freins et leviers

Le scénario le plus volontariste ne permet pas d'atteindre le Facteur 4 à horizon 2050. On atteindrait une réduction maximale des émissions de GES de 59 % entre 2007 et 2050, soit un facteur de 2,5.

Les objectifs en termes d'évolution des consommations énergétiques engagent à une réhabilitation volontariste du parc tertiaire, mais également à l'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes. Il apparaît nécessaire de concentrer les efforts de la rénovation thermique sur le bâti tertiaire économiquement réhabilitable, en privilégiant la destruction des « passoires énergétiques ».

La totalité des potentiels devra par ailleurs être mobilisée (notamment cuisson, process non modélisé dans l'étude) pour atteindre les économies escomptées. Des gains techniques sur ces usages et plus généralement comportementaux seront également nécessaires. En termes d'émissions de GES, le report des consommations d'énergies fossiles vers des énergies moins émettrices est indispensable.

## 3. HYPOTHESES DES SCENARIOS DE MOBILISATION DES GISEMENTS DE REDUCTION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ET D'EMISSIONS DE GES

| | | |
|---|---|---|
| **Scénario "mesures existantes"** | Réhabilitation du bâti | 20,1 % du parc construit avant 2007 réhabilité par un bouquet de travaux « modeste bâti » à l'horizon 2020<br>74,4 % du parc construit avant 2007 réhabilité à l'horizon 2050 avec un bouquet de travaux « intermédiaire » entre 2020 et 2050 |
| | Evolution des parts de marché des énergies de chauffage lors du remplacement des systèmes | Gaz de réseau remplacé par du gaz de réseau<br>Electricité remplacée par 5 % de chauffage urbain, 5 % de gaz, 75 % effet joule 5 % de bois et 10 % de PAC<br>Fuel remplacé par 15 % chauffage urbain, 35 % de gaz, 45 % de PAC et 5 % de bois |
| | Remplacement des systèmes en fin de vie | Amélioration tendancielle des rendements des systèmes neufs de 10 % entre 2008 et 2012 puis 5 % entre 2013 et 2020 et 2021-2050 |
| | Evolution attendue des consommations des usages bureautique, éclairage, climatisation et froid alimentaire | **Climatisation** : augmentation des surfaces climatisées de 6 % tous les 10 ans avec consommation unitaire constante<br>**Eclairage** : taux d'équipement constant avec diminution de 15 % à l'horizon 2050<br>**Bureautique** : augmentation de 18 % à l'horizon 2050 du taux d'équipement et consommation unitaire constante<br>**Froid alimentaire** : taux d'équipement constant et diminution de 30 % à l'horizon 2050<br>**Ventilation** : taux d'équipement constant et hausse des consommations unitaires |
| | Taux de pénétration de l'énergie solaire thermique lors du renouvellement des systèmes en fin de vie et dans les constructions neuves | Café, hôtel restaurant, santé action sociale, habitat communautaire et sport loisir culture : 10 %<br>Autres branches : 5 % |

## Annexe 2 - Méthode d'élaboration des potentiels de réduction énergie et GES du secteur des BATIMENTS en Bretagne

| | | |
|---|---|---|
| **Scénario " - 20 %"** | Réhabilitation du bâti | 39,9 % du parc construit avant 2007 réhabilité avec un bouquet de travaux « intermédiaire » à l'horizon 2020<br>100 % du parc construit avant 2007 réhabilité avec un bouquet de travaux « intermédiaire » à l'horizon 2050 |
| | Evolution des parts de marché des énergies | Gaz remplacé par du gaz<br>Electricité remplacée par 5 % de chauffage urbain, 5 % de gaz, 75 % effet joule 5 % de bois et 10 % de PAC<br>Fuel remplacé par 15 % chauffage urbain, 35 % de gaz, 45 % de PAC et 5 % de bois |
| | Remplacement des systèmes en fin de vie | Amélioration tendancielle des rendements des systèmes neufs de 10 % entre 2008 et 2012 puis 5 % entre 2013 et 2020 et 2021-2050 |
| | Evolution attendue des consommations des usages bureautique et froid alimentaire | **Climatisation** : augmentation des surfaces climatisées de 3 % tous les 10 ans avec diminution de 40 % à horizon 2050 des consommations unitaires<br>**Eclairage** : taux d'équipement constant avec diminution de 60 % à l'horizon 2050<br>**Bureautique** : augmentation de 18 % à l'horizon 2050 du taux d'équipement et diminution de 30 % des consommations unitaires à horizon 2050<br>**Froid alimentaire** : taux d'équipement constant et diminution de 30 % à l'horizon 2050<br>**Ventilation** : taux d'équipement constant et hausse des consommations unitaires |
| | Taux de pénétration de l'énergie solaire thermique lors du renouvellement des systèmes en fin de vie et dans les constructions neuves | Café, hôtel restaurant, santé action sociale, habitat communautaire et sport loisir culture : 20 %<br>Autres branches : 10 % |
| **Scénario "- 38 %"** | Réhabilitation du bâti | 53,5 % du parc construit avant 2007 réhabilité avec un bouquet de travaux « intermédiaire » à l'horizon 2020<br>100 % du parc construit avant 2007 réhabilité à l'horizon 2050 avec un bouquet de travaux « maximal » entre 2020 et 2050 |
| | Evolution des parts de marché des énergies | Gaz remplacé par du gaz<br>Electricité remplacé par 5 % de chauffage urbain, 5 % de gaz, 75 % effet joule 5 % de bois et 10 % de PAC jusqu'en 2012 puis 5 % CU, 85 % PAC et 10 % bois<br>Fuel remplacé par 30 % chauffage urbain, 50 % de PAC et 20 % de bois |
| | Remplacement des systèmes en fin de vie | Amélioration tendancielle des rendements des systèmes neufs de 10 % entre 2008 et 2012 puis 5 % entre 2013 et 2020 et 2021-2050 |
| | Evolution attendue des consommations des usages bureautique et froid alimentaire | **Climatisation** : augmentation des surfaces climatisées de 1,5 % tous les 10 ans avec diminution de 40 % à horizon 2050 des consommations unitaires<br>**Eclairage** : taux d'équipement constant avec diminution de 60 % à l'horizon 2050<br>**Bureautique** : augmentation de 18 % à l'horizon 2050 du taux d'équipement et diminution de 50 % des consommations unitaires à horizon 2050<br>**Froid alimentaire** : taux d'équipement constant et diminution de 30 % à l'horizon 2050<br>**Ventilation** : taux d'équipement constant et hausse des consommations unitaires |
| | Taux de pénétration de l'énergie solaire thermique lors du renouvellement des systèmes en fin de vie et dans les constructions neuves | Café, hôtel restaurant, santé action sociale, habitat communautaire et sport loisir culture : 40 %<br>Autres branches : 20 % |

# Annexe 3 - Précision méthodologique d'élaboration des potentiels de réduction énergie et GES de l'AGRICULTURE en Bretagne

## RESUME :


1. Le secteur agricole représente 39 % des émissions de gaz à effet de serre régionales.
2. Le secteur agricole se distingue des autres secteurs dans la mesure où la majeure partie (88 %) des émissions de gaz à effet de serre n'est pas liée à l'énergie mais à des processus biologiques complexes. Ces émissions sont dites « non énergétiques ».
3. Les émissions de gaz à effet de serre non énergétiques du secteur agricole résultent
    - de la digestion des aliments par les animaux ;
    - du stockage des déjections animales ;
    - de la fertilisation azotée (minérale et organique).
4. Le secteur agricole présente par ailleurs une capacité de stockage de carbone dans les sols.
5. Il est possible de réduire les émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole. Un scénario central identifie un potentiel net (c'est-à-dire incluant la séquestration du carbone dans les sols) de réduction des émissions de l'ordre de 23 %. Un scénario haut situe ce potentiel à 36 %.
6. Les potentiels se situent dans
    - La méthanisation des effluents d'élevage ;
    - L'optimisation de la fertilisation azotée ;
    - L'alimentation des animaux ;
    - Le travail du sol ;
    - L'introduction des légumineuses dans les rotations.


## 1. OBJET DU DOCUMENT

Le document a pour ambition de donner des éléments de réflexion pour l'élaboration de scénarios pour l'agriculture dans le SRCAE. Pour ce faire, les ordres de grandeur relatifs aux différentes techniques de réduction des émissions de gaz à effet de serre non énergétiques sont présentés. Considérant que les postes principaux des émissions de gaz à effet de serre non énergétiques sont constitués par la **(1) fermentation entérique des ruminants, (2) le stockage des déjections et (3) la fertilisation des terres cultivées**, on se propose d'analyser les potentiels de réduction des émissions de ces postes. Il faut noter que le périmètre des calculs proposés n'englobe que les émissions de gaz à effet de serre non énergétiques directes, c'est-à-dire celles qui se produisent sur l'exploitation.

## 2. AGRICULTURE ET EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Du point de vue des émissions de gaz à effet de serre, le secteur agricole se distingue des autres secteurs dans le sens où la majorité des émissions n'est pas liée à la consommation d'énergie, mais à des processus biologiques qui génèrent **(1) des émissions de méthane** (stockage des déjections animales sous forme liquide, fermentation entérique chez les ruminants) et **(2) des émissions de protoxyde d'azote** (stockage des déjections animales sous forme solide, épandage d'engrais organiques et synthétiques). Ces émissions sont dites « non-énergétiques » et représentent la majeure partie des émissions de gaz à effet de serre agricoles (figure 1 (b)). Seules 10 % sont liées à la consommation d'énergie et génèrent du $CO_2$. Il convient de rappeler que méthane et protoxyde d'azote sont des gaz à effet de serre très puissants. Respectivement, le pouvoir de réchauffement de ces gaz s'établit à 25 et 298 selon le dernier rapport du GIEC. Cela signifie qu'émettre **une tonne de méthane équivaut à émettre 25 tonnes de $CO_2$** et émettre **une tonne de protoxyde d'azote équivaut à émettre 298 tonnes de $CO_2$**. Enfin, le secteur est également concerné par la **« séquestration » du carbone** dans la biomasse et dans les sols.

En Bretagne le secteur agricole participe à hauteur de 7,4 % dans la consommation d'énergie finale et est à l'origine de 39 % des émissions de gaz à effets de serre régionales (figures 57 et 58).

## Annexe 3 - Précision méthodologique d'élaboration des potentiels de réduction énergie et GES de l'AGRICULTURE en Bretagne

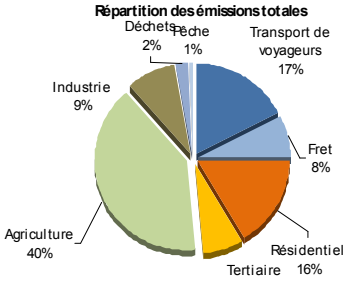



**Figure 57 - Répartition des émissions de gaz à effet de serre régionales (Ener'GES)**

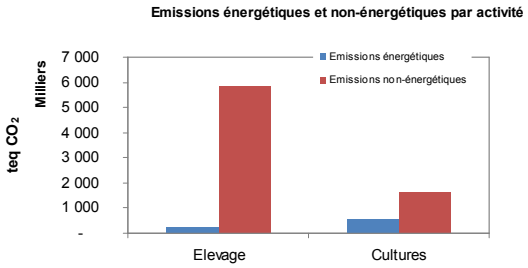



**Figure 58 - Répartition des émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture**

### 3. DEFINIR LE(S) POTENTIEL(S) A L'ECHELLE REGIONALE

Les **sources de données** utilisées sont :

- l'outil de calcul des émissions de gaz à effet de serre mis en place à l'échelle régionale, Ener'GES.
- en ce qui concerne les données d'entrées agricoles, les données utilisées ont été comparées avec celles fournies par l'Agreste. En ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre, les calculs ont été comparés avec des références nationales ou internationales[7].

Les pistes d'action de réduction des émissions de gaz à effet de serre reposent sur des références scientifiques[8] et le cas échéant, des options étudiées dans le cadre d'autres SRCAE.

En **précautions d'usage**, on rappellera que :

1. Les émissions du secteur agricole font l'objet de **nombreuses incertitudes** en raison de leur nature particulière, associée à des processus biologiques complexes et difficilement mesurables.

| Source | GES | Émissions 2003 (Mteq $CO_2$) | Incertitude sur l'activité (A) | Incertitude sur facteur d'émissions (B) | Incertitude combinée √(A²+B²) |
|---|---|---|---|---|---|
| Sols agricoles | $N_2O$ | 50,1 | 10% | 200% | 200% |
| Sols agricoles et forêts | $CO_2$ | -53,1 | 30% | 50% | 58% |
| Fermentation entérique | $CH_4$ | 28,3 | 5% | 40% | 40% |
| Gestion des déjections | $CH_4$ | 13,1 | 5% | 50% | 50% |

**Incertitudes sur les gaz à effet de serre agricoles[9]**

2. Les calculs proposés, souvent basés sur des moyennes régionales ou nationales, **ne tiennent pas compte de certaines pratiques individuelles ou conditions locales** qui peuvent faire varier les facteurs d'émissions. Cela n'apparaît pas dans les autres secteurs, où les mesures de réduction des émissions sont bien connues et offrent des garanties quant à la mesure du potentiel de réduction.
3. Il convient de tenir compte des **dépendances entre les techniques de réduction** des émissions proposées. Parfois, la mobilisation d'un potentiel associé à une technique particulière peut réduire le potentiel mobilisable d'une autre technique. Par exemple, réduire les excès d'azote en

---

[7] *De Cara et al., 2008. Projections des émissions/absorptions de gaz à effet de serre dans les secteurs forêt et agriculture et horizons 2010/2020. Rapport d'étude pour le Ministère de l'agriculture et de la pêche.*

[8] *IGER (2001) Cost curve assessment of mitigation options in greenhouse gas emissions from agriculture. Final Project Report to Defra (project code: CC0209). http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&Completed=0&ProjectID=8018. NERA (2007) Market Mechanisms for Reducing GHG Emissions from Agriculture, Forestry and Land Management London: Defra*

[9] *Réseau action climat France : Agriculture et gaz à effet de serre : état des lieux et perspectives*

améliorant les techniques d'épandage réduit également le potentiel associé aux légumineuses ; les potentiels ne sont pas cumulables (section 5).

4. Enfin, par souci de simplification et dans l'optique d'illustrer de façon pédagogique les résultats des actions de réduction des émissions, les réflexions n'ont pas porté sur les systèmes de production.

Pour définir le potentiel régional, on s'intéresse à plusieurs types de notions :

- le **maximum potentiel théorique** correspond à l'adoption, sur un maximum d'exploitations, des techniques de réduction des émissions de gaz à effet de serre ; sa réalisation est, compte tenu des inerties liées aux investissements ou à la démographie des exploitations, quelque peu irréaliste. Le taux d'adoption avoisinerait les 100 % ;
- on définit un **scénario volontariste**. On supposera dans ce cas un taux d'adoption de 80 %, influencé par le coût de l'énergie et les incitations économiques.
- on définit ensuite un **scénario référence**. On supposera dans ce cas un taux d'adoption de 50 %, conditionné par le coût de l'énergie qui, à son tour, influence le coût des intrants (engrais azotés, énergie et alimentation animale).
- enfin, on définit un **scénario potentiel bas**. Celui-ci repose sur l'engagement volontaire des agriculteurs, sans incitation économique ou obligation réglementaire. Les politiques mises en place se limitent à des programmes de formation, d'éducation et sensibilisation. On supposera ici un taux d'adoption de 20 %.

## 4. LA REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DES CULTURES

### 4.1 Contexte

Les cultures et les pâtures sont sources d'importants échanges de gaz à effet de serre entre le sol et l'atmosphère, notamment dioxyde de carbone et protoxyde d'azote.

Au travers du processus de photosynthèse, le dioxyde de carbone se retrouve dans les plantes lors de leur croissance. Une partie peut se retrouver dans les sols ; on peut ainsi utiliser la **capacité de stockage de carbone des sols**. Toutefois, le carbone des sols peut être relâché lors du travail du sol (notamment le labour) et les changements d'utilisation des sols ; les **retournements de sols conduisent à l'oxydation de la matière organique**. On notera que le stockage de carbone dans les sols se fait de façon beaucoup plus lente que le déstockage.

Le protoxyde d'azote est relâché principalement par les sols lorsque **l'azote se trouve en excès** par rapport aux besoins de la plante. Lors du cycle de l'azote naturel les ammoniums du sol ($NH+_4$)) peuvent provenir de différentes sources : (i) l'azote gaz de l'atmosphère ($N_2$) est fixé par des bactéries ou par les plantes légumineuses qui le rejettent par l'intermédiaire du rhizobium ; (ii) l'azote organique contenu dans les résidus végétaux ou animaux, ou encore dans les excréments, est dégradé par les champignons et les micro-organismes décomposeurs ; (iii) l'azote consommé par les animaux est partiellement rejeté dans l'urine sous forme d'urée, puis dégradée par les uréases microbiennes. Une partie des ammoniums ainsi apportés aux sols peut rester immobilisée dans les argiles. Une faible proportion peut également être assimilée par les plantes ou perdue dans l'atmosphère par volatilisation. Mais la majorité des ammoniums entrent dans le processus de nitrification où ils sont tout d'abord oxydés en nitrites ($NO_2$) par les bactéries Nitrosomonas, puis en nitrates ($NO_3$) essentiel à la nutrition des plantes. Ces dernières en consomment une grande partie pour leur croissance. Les nitrates qui ne sont pas assimilés alimentent le processus bactérien de dénitrification. L'azote retourne alors dans l'atmosphère sous forme d'azote gaz ($N_2$), bouclant ainsi le cycle, mais aussi sous forme d'oxydes gazeux ($N_2O$, $NO_2$). Enfin, une fraction des nitrates est entraînée dans le sol par les eaux pluviales pour rejoindre les nappes phréatiques, lacs et rivières, jusqu'à l'océan[10].

Lors de l'exploitation agricole, l'azote utilisé par les plantes est en quelque sorte exporté ; il sort du cycle naturel. La fertilisation azotée permet de réintroduire de l'azote mais conduit souvent à accumuler des substances azotées dans les sols ; et donc à générer des émissions de protoxyde d'azote.

[10] *http://danielepro.com/images/these_DPro.pdf*

Les émissions de protoxyde d'azote liées à la fertilisation des terres cultivées sont de :

- 867 000 teq $CO_2$ liées à la fertilisation des terres par amendement synthétique ;
- 628 000 teq $CO_2$ liées à la fertilisation des terres par amendement organique.

**4.2 Mesures de réduction des émissions**

➢ A court terme : horizon 2020

De nombreuses mesures peuvent être mises en place pour concourir à la réduction des émissions de protoxyde d'azote dans les terres cultivées et les prairies (qui font l'objet de fertilisation). D'une part, cela s'inscrit dans la perspective d'une optimisation accrue de la fertilisation azotée, qu'elle soit minérale ou organique. Les solutions consistent à chercher à **optimiser les apports d'azote** en fonction des besoins des plantes (ce qui suppose, dans le cas de la fertilisation organique, que les capacités adéquates de stockage existent). D'autre part, cela doit amener à réduire les apports d'azote de façon globale, en introduisant les légumineuses.

- **adapter la fertilisation minérale** en fonction des besoins de la culture et des apports prévus en fertilisation organique [11,12] ;
- maintenir une **bonne aération** des sols ;
- **fractionner les apports d'azote** ; cela permet une meilleure adéquation entre les besoins de la plante et les apports. Il faut noter que le gain associé à ces mesures n'est pas toujours un gain net. Fractionner les apports d'azote permet de rapprocher les besoins des cultures en azote des apports d'azote. Cela conduit donc à réduire les émissions de protoxyde d'azote mais s'accompagne d'émissions de dioxyde de carbone induites par l'utilisation plus fréquentes des machines. Cela peut s'accompagner de hausses de rendement ;
- **l'utilisation de cultures intermédiaires pièges à nitrates** (moutarde, trèfle) d'azote ;
- **l'introduction de légumineuses dans les rotations**. Les légumineuses ont une capacité naturelle à fixer l'azote atmosphérique et ne nécessitent aucune fertilisation. Elles ont également la capacité à restituer l'azote aux cultures suivantes ou associées. Le développement de légumineuses (en tête de rotation) peut réduire les émissions de GES dans une proportion entre 12 et 16 %[13]. C'est le gain estimé dans une étude nationale en supposant que 650 000 hectares de céréales (sur 9.4 millions, soit 6,9 %) étaient alloués à la production de légumineuses et un doublement des surfaces de prairies en association graminées/légumineuses. Cela implique une modification de l'assolement via l'introduction de légumineuses dans les rotations ; en plus de conséquences sur les émissions de protoxyde d'azote, elle s'inscrit dans la perspective d'une plus grande autonomie des exploitations en fournissant de l'alimentation pour les animaux.

A l'horizon 2020, selon l'expertise de l'ADEME, un gain de l'ordre de 10 % sur les émissions de protoxyde d'azote liées à la fertilisation azotée est envisagé.

➢ Mesures à moyen/long terme : horizon 2050

La seconde direction possible porte sur l'optimisation des techniques actuelles, ce qui passe par une généralisation des pratiques décrites en 5-2-1 et la diffusion d'innovations technologiques :

- **utiliser des fertilisants à libération retardée**[14,15] qui relâchent l'azote plus lentement que les fertilisants conventionnels. En relâchant l'azote plus lentement que les engrais conventionnels, ils permettent une réduction des émissions de protoxyde d'azote. Leur production est toutefois plus

---

[11] *http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_2006_10_ammoniac_gaz_azote.pdf;*
[12] *Moran, D.; MacLeod, M.; Wall, E.; Eory, V.; Pajot, G.; Matthews, R.; McVittie, A.; Barnes, A.; Rees, B.; Moxey, A.; Williams, A. (2008) UK marginal abatement cost curves for the agriculture and land use, land use change and forestry sectors out to 2022, with qualitative analysis of options to 2050. Final Report to the Committee on Climate Change, Report No. RMP4950. SAC Commercial Ltd, King's Buildings, Edinburgh EH9 3JG. 152pp.*
[13] *Réseau action climat France : Agriculture et gaz à effet de serre : état des lieux et perspectives*
[14] *Moran, D.; MacLeod, M.; Wall, E.; Eory, V.; Pajot, G.; Matthews, R.; McVittie, A.; Barnes, A.; Rees, B.; Moxey, A.; Williams, A. (2008) UK marginal abatement cost curves for the agriculture and land use, land use change and forestry sectors out to 2022, with qualitative analysis of options to 2050. Final Report to the Committee on Climate Change, Report No. RMP4950. SAC Commercial Ltd, King's Buildings, Edinburgh EH9 3JG. 152pp.*
[15] *http://www.haute-marne.chambagri.fr/kit/fileadmin/documents/environnement/ferti_azote_guide_comifer.pdf*

intensive en énergie et ils coûtent plus cher ; ce supplément de coût pouvant être compensé par des apports moins fréquents et une meilleure efficacité de ces apports ;

- **utiliser des inhibiteurs de nitrification**. Les inhibiteurs de nitrification ralentissent la conversion de l'ammonium en nitrates et donc les émissions de protoxyde d'azote. On peut attendre avec cette mesure une hausse significative du coût d'achat des fertilisants, une hausse faible du rendement et une réduction du coût du travail et de l'utilisation des machines (en raison d'un nombre plus faible d'apports) ;
- utiliser des **variétés qui optimisent les apports d'azote**. Les modifications qualitatives des productions alimentaires devront être mieux connues.

**Supprimer l'excédent azoté permettrait de réduire les émissions de protoxyde d'azote de 15 % (calculé selon Solagro, cité dans le rapport de Réseau Action Climat). On supposera que ceci constitue le maximum potentiel théorique qui s'ajoute aux 15 % obtenus grâce aux plantations de légumineuses.**

## 5. LA REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DES ELEVAGES

### 5.1 Contexte

Les activités d'élevage sont sources de gaz à effet de serre de deux manières :

- la **digestion des aliments** par les animaux d'élevage (fermentation entérique), notamment chez les ruminants entraîne des émissions de méthane ; les conditions anaérobiques de la digestion génèrent une fermentation des aliments ; qui entraîne des émissions de méthane ;
- la **gestion des déjections** entraîne des émissions de gaz à effet de serre, sous forme de méthane et sous forme de protoxyde d'azote. Le **stockage des déjections**, tant sous forme liquide que sous forme solide, est source de méthane et protoxyde d'azote. Le **stockage sous forme liquide** (lisier) est une source de méthane importante et de protoxyde d'azote. Le méthane se forme en raison des conditions anaérobiques de stockage. Le **stockage sous forme solide** (fumier) implique des émissions de protoxyde d'azote importantes, et également de méthane (même si ce type de stockage induit une présence plus importante d'oxygène), l'utilisation de paille implique une plus grande quantité de matière organique, dont le stockage et la décomposition peut entraîner aussi des émissions de méthane.

Les émissions liées aux élevages de porc se répartissent de la façon suivante :

- 134 000 teq $CO_2$ sont causées par la fermentation entérique (les porcs sont des animaux monogastriques ; les émissions de méthane liées à la digestion des aliments sont moins importantes que chez les ruminants, poly gastriques) ;
- 1 199 600 teq $CO_2$ sont causées par le stockage des déjections (essentiellement sous forme liquide).

Les émissions non énergétiques des vaches laitières se décomposent de la façon suivante :

- 2 237 000 teq $CO_2$ sont liées à la fermentation entérique dans le rumen des vaches (sous forme de méthane) ;
- 758 600 teq $CO_2$ sont liées au stockage des déjections (sous forme essentiellement de méthane et dans une moindre proportion de protoxyde d'azote $N_20$) ;
- 394 700 teq $CO_2$ sont liées au pâturage des vaches (sous forme exclusive de $N_20$ (fèces et urine)

Les émissions non énergétiques des bovins viande se décomposent de la façon suivante :

- 808 800 teq $CO_2$ sont liées à la fermentation entérique dans le rumen des animaux (sous forme de méthane) ;
- 992 600 teq $CO_2$ sont liées au stockage des déjections (essentiellement sous forme de méthane et dans une moindre proportion de protoxyde d'azote $N_20$) ;
- 232 000 teq $CO_2$ sont liées au pâturage des animaux (sous forme exclusive de $N_20$ (fèces et urine).

### 5.2 Mesures de réduction des émissions dans le secteur de l'élevage

En ce qui concerne la digestion des aliments chez les ruminants, sur un projet de recherche, un gain entre 27 % et 37 % a été obtenu suite à **l'introduction d'éléments gras** dans la ration alimentaire d'un troupeau laitier[16]. Cette hypothèse de scénarisation est également adoptée dans le SRCAE de Picardie[17]. L'association de plantes légumineuses aux graminées dans les prairies peut avoir un effet comparable. La littérature scientifique donne des résultats variables sur ce sujet, les gains évoqués allant de 10 à 60 % selon les études[18]. La variabilité des résultats s'explique notamment par la variabilité des situations de référence et les incertitudes. On retiendra une hypothèse de gains possibles de l'ordre 30 %.

On devra noter toutefois qu'à terme, la production d'éléments gras pour l'alimentation animale pourra entrer en **conflit avec l'utilisation des terres** pour d'autres usages (autres productions alimentaires, productions énergétiques). Il faut également souligner que le gain sur les émissions de gaz à effet de serre ne sera pas un gain net si la production de ces compléments alimentaires s'inscrit dans une perspective de production intensive, la production pouvant être, comme nous l'avons vu dans la section 5, source d'émissions de protoxyde d'azote. Enfin, il convient d'ajouter que complémenter l'alimentation avec des éléments gras pourrait potentiellement aller à l'encontre d'une mesure visant à nourrir les animaux à partir de protéines produites sur l'exploitation, comme la plantation de légumineuses (section 5/section9).

A l'horizon 2020, il est considéré qu'aucun progrès n'est fait sur la digestion des aliments.

A l'horizon 2050, l'intégralité du potentiel maximum théorique peut être mobilisée. Cela représente un gain de 30 % sur ce poste.

Pour ce qui concerne le stockage des déjections, que les déjections soient stockées sous forme liquide ou solide, l'aération permettra de réduire les conditions anaérobiques propices à la formation de méthane. Un gain de l'ordre de 20 % sur les émissions de méthane pourra être espéré. Dans le cas des fumiers, il existe toutefois une vraie complexité liée à la mise en place de cette mesure. Notamment, on retiendra que des fumiers enlevés périodiquement, pour lesquels un tassement apparaît, émettent des quantités de méthane importantes et de faibles quantités de protoxyde d'azote (en raison d'une très faible présence d'oxygène). A l'inverse, un fumier raclé quotidiennement émet moins de méthane et plus de protoxyde d'azote.

L'évacuation fréquente des déjections hors des bâtiments permet de réduire les émissions de méthane à l'intérieur des bâtiments, mais pas de manière systématique[19] et, a priori, ne réduit pas la quantité de matière organique stockée en fosse, donc les émissions de méthane totales.

**Il est très difficile en conséquence de mesurer le bénéfice net lié à ces mesures.**

**La méthanisation**, soit sur **digesteur** susceptible de recevoir des effluents d'autre nature que strictement agricoles, soit **à petite échelle, directement sur la fosse de stockage**, constitue une mesure susceptible de réduire les émissions de méthane. La combustion du méthane permettra de transformer le méthane en dioxyde de carbone, gaz dont le forçage radiatif est beaucoup plus faible. On remarquera ici que la petite méthanisation (encore expérimentale) repose sur un équipement minimal dans la mesure où le méthane est récupéré directement sur la fosse ; elle est donc beaucoup moins onéreuse et pourrait a priori toucher un plus grand nombre d'exploitations. **Il est supposé que la méthanisation réduit de 80 % les émissions de méthane liées au stockage des déjections animales**[20]. De plus, si la combustion du méthane est associée à un moteur électrique ou moteur de co-génération (chaleur plus électricité), **la méthanisation permet « d'éviter » des émissions de gaz à effet de serre** qui auraient été nécessaires pour produire l'électricité et/ou la chaleur. Cette mesure permet également d'**améliorer l'autonomie énergétique des exploitations agricoles**. L'analyse conduite ici s'arrêtera toutefois au bénéfice lié à la réduction des émissions de méthane. On notera également que la méthanisation en digesteur « central » induit du transport d'effluents qui réduit le gain net en matière d'émissions de gaz à effet de serre (ce qui ne serait pas le cas avec de la petite méthanisation à l'échelle d'une exploitation). Eventuellement, le digestat obtenu à l'issue de la méthanisation devra être aussi exporté si la zone en question est une zone exportatrice d'azote.

---

[16] *Réseau action climat France : Agriculture et gaz à effet de serre : état des lieux et perspectives*
[17] *http://www.srcae-picardie.fr/public/#tabs-0*
[18] *http://www.sanders.fr/Documents/DP-156F0D.pdf* ***(-25/-40%)****;* ftp://195.6.33.4/.../INRA-Rapport%20final-CH4**entérique**-Theix4_bis_1.... ***(-27/-37%)****; http://classes.uleth.ca/200901/biol4500a/Readings/Beauchemin1.pdf* ***(25%)****; http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1305058576718&lang=fra* ***(-5/-60%)***
[19] *http://www.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/18898/$File/Synth%C3%A8se%2010p%20-%20ADEME%20lisier%20frais%20-%20C0974C0184-vf.pdf?OpenElement*
[20] *SAF-Agriculteurs de France, ADEME CDC, février 2006. Les marchés du carbone : quelle place pour l'agriculture française ? http://www.cdcclimat.com/IMG//pdf/FR_Marches_carbone_et_agriculture_francaise.pdf*

A l'horizon 2020, on suppose que 20 % des effluents d'élevage sont méthanisés.

**A l'horizon 2050, l'intégralité du potentiel maximum théorique peut être mobilisée, soit la totalité des effluents d'élevage.**

### 6. STOCKAGE DE CARBONE

Pour stocker le carbone dans les sols, il s'agit de **minimiser les retournements de sols** et notamment les changements d'utilisation des sols, afin d'éviter l'oxydation de la matière organique présente dans le sol. Ainsi, le **labour peu profond**, **voire le non labour des terres**, permet de stocker du carbone dans les sols. Cela permet en plus **d'économiser l'énergie utilisée** par le tracteur. Cela dit, cette pratique peut imposer un recours plus important aux herbicides et ne peut pas être étendue à toutes les cultures.

La non pratique du labour et les itinéraires techniques associés, dits simplifiés (avec non labour ou travail superficiel, et semis direct) permettent aussi de stocker le carbone dans le sol. La matière organique contenue dans le sol se trouve à l'abri de toute oxydation. Il convient de noter ici que la vitesse de déstockage est beaucoup plus importante que la vitesse de stockage. Cette pratique, pour avoir un impact durable sur la séquestration de carbone à l'échelle d'une parcelle, doit **être maintenue sur le long terme**. Des gains compris **entre 0,1 et 0,3 t C/ha/an** peuvent être attendus dans un premier temps (8/10 ans) ; ces gains ralentissent par la suite. Le semis direct génère une baisse des dépenses énergétiques de l'ordre de 12 % tandis que le semis superficiel permet une baisse des dépenses énergétiques de l'ordre de 5 %[21]. Il faut noter que cette technique est susceptible d'accroître les émissions de méthane et de protoxyde d'azote en provenance des sols. Cet accroissement ne joue qu'à la marge sur le bilan global GES de cette pratique, selon une synthèse réalisée par l'ADEME[22].

Les chiffres nationaux[23], indiquent que 23 % des surfaces de grande culture ne font l'objet que d'un travail superficiel, ne descendant pas plus profondément que 15 centimètres. Cette proportion est à peu près comparable en Bretagne en ce qui concerne les principales cultures (blé, orge, maïs[24]). Le potentiel théorique est donc constitué des 77 % de surfaces de grande culture qui font l'objet d'un travail de la terre en profondeur.

A l'horizon 2020, on suppose que 20 % supplémentaires s'ajoutent aux terres ne faisant pas l'objet d'un travail du sol (ou d'un travail superficiel), soit environ 150 000 ha.

**A l'horizon 2050, on suppose que l'intégralité du potentiel peut être mobilisé ; soit 0,3t C/ha/an sur l'ensemble des surfaces de grande culture (soit 1 030 000 ha).**

La **plantation de haies** permet de stocker du carbone. Il est admis que 100 mètres de linéaire de haies peuvent stocker 125 kg C/an[25], soit 0,458 t $CO_2$e[26]. On sait également que pour une densité de 50 m de haies par ha, ce qui correspond à peu près à celle observée en Bretagne, le stock total en carbone organique contenu dans le sol représente 84 tonnes par ha[27]. Un objectif de plantations de 3 000[28] kilomètres de linéaire génèrerait un stockage de 13 740 teq $CO_2$ par an pendant les années de croissance de la haie (le programme Breizh bocage a permis en trois ans la plantation de 1 500 kilomètres de haies[29]).

---

[21] *Réseau action climat France : Agriculture et gaz à effet de serre : état des lieux et perspectives*
[22] *LABREUCHE J., LE SOUDER C., CASTILLON P., OUVRY J.F., REAL B., GERMON J.C., de TOURDONNET S. (coordinateurs), 2007. Evaluation des impacts environnementaux des techniques culturales sans labour en France. ADEME-ARVALIS Institut du végétal-INRA-APCA-AREAS-ITB-CETIOMIFVV.400 p. http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=51256&p1=00&p2=11&ref=17597*
[23] *http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/file/dossier8_cultures_alternance.pdf*
[24] *http://www.farre.org/fileadmin/medias/pdf/Space_Djilali_Heddadj.pdf*
[25] *http://www.srcae-picardie.fr/public/#tabs-0*
[26] *La conversion du carbone (C) en dioxyde de carbone ($CO_2$) s'obtient en multipliant les quantités de carbone par 44/12.*
[27] *http://www.rennes.inra.fr/umrsas/faits_marquants/2004/le_bocage_et_le_stock_de_carbone_dans_le_sol*
[28] *Le linéaire bocager Breton représente 182 000 kilomètres linéaires (http://www.bretagne-environnement.org/Patrimoine-naturel/Les-milieux/Le-bocage/L-evolution-du-bocage-en-Bretagne)*
[29] *http://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/Evaluation-du-programme-Breizh,795*

## 7. Les resultats chiffres pour la Bretagne

Les résultats ont été calculés pour les scénarios suivants ; aux horizons 2020 et 2050 (Figure 59)

- maximum potentiel théorique ;
- scénario volontariste
- scénario référence
- scénario potentiel bas.

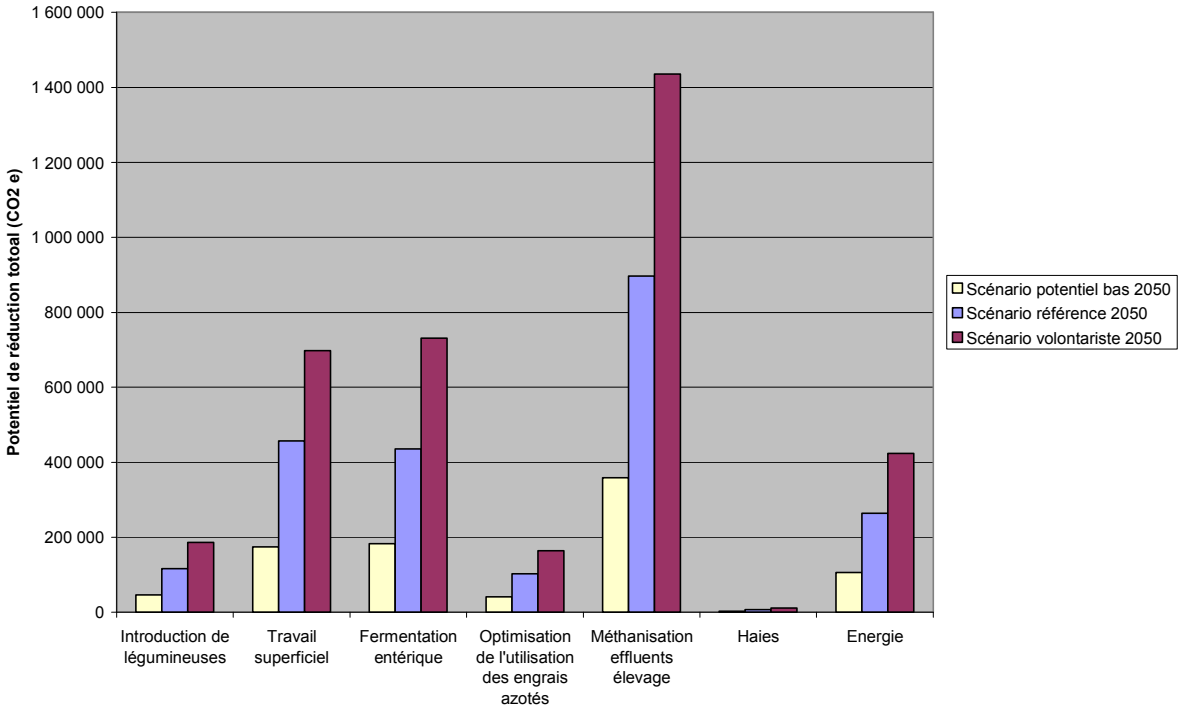



**Figure 59 - Potentiels des mesures de réduction des émissions à l'horizon 2050 dans le scénario central**

Le plus gros potentiel réside dans la méthanisation des effluents d'élevage. Au regard des émissions directes ici présentées, l'introduction des légumineuses a un impact relativement modéré. Ce propos mérite toutefois d'être nuancé par la comparaison avec les émissions indirectes que l'introduction des légumineuses permettrait d'éviter. Le transport et surtout la fabrication d'engrais azotés sont sources d'importantes émissions de gaz à effet de serre qu'il conviendrait de prendre en compte (les quantités d'engrais utilisées en Bretagne seraient réduites de 10 %). Une autre source d'émissions indirectes évitées serait les tourteaux de soja auxquels se substitueraient les légumineuses. La présentation de cette mesure est séparée de la présentation sur l'optimisation de la fertilisation. Il faut garder à l'esprit que les deux mesures ne sont pas indépendantes. Si l'on augmente les surfaces de légumineuses, le potentiel associé à l'optimisation de la fertilisation diminuera. On notera également qu'un objectif de plantation de 3000 kilomètres linéaires de haies ne peut jouer qu'à la marge (voir discussion sur les bénéfices additionnels des mesures proposées en section 9).

## Annexe 3 - Précision méthodologique d'élaboration des potentiels de réduction énergie et GES de l'AGRICULTURE en Bretagne

**Détails des potentiels de réductions des émissions de GES par mesures**

| | | 2050 | 2020 |
|---|---|---|---|
| Introduction de légumineuses | Maximum potentiel théorique (100 %) | 232 800 | 232 800 |
| | Scénario volontariste - Potentiel haut (80 %) | 186 240 | 23 280 |
| | Scénario référence - Potentiel central (50 %) | 116 400 | 11 640 |
| | Potentiel bas (20 %) | 46 560 | 5 820 |
| Travail superficiel | Maximum potentiel théorique (100 %) | 871 956 | 871 956 |
| | Scénario volontariste - Potentiel haut (80 %) | 697 565 | 139 513 |
| | Scénario référence - Potentiel central (50 %) | 435 978 | 87 196 |
| | Potentiel bas (20 %) | 174 391 | 34 878 |
| Fermentation entérique | Maximum potentiel théorique (100 %) | 913 910 | 0 |
| | Scénario volontariste - Potentiel haut (80 %) | 731 128 | 0 |
| | Scénario référence - Potentiel central (50 %) | 456 955 | 0 |
| | Potentiel bas (20 %) | 182 782 | 0 |
| Optimisation de l'utilisation des engrais azotés | Maximum potentiel théorique (100 %) | 205 627 | 205 627 |
| | Scénario volontariste - Potentiel haut (80 %) | 164 502 | 8 225 |
| | Scénario référence - Potentiel central (50 %) | 102 814 | 5 141 |
| | Potentiel bas (20 %) | 41 125 | 2 056 |
| Méthanisation effluents élevage | Maximum potentiel théorique (100 %) | 1 794 108 | 1 794 108 |
| | Scénario volontariste - Potentiel haut (80 %) | 1 435 287 | 538 232 |
| | Scénario référence - Potentiel central (50 %) | 897 054 | 358 822 |
| | Potentiel bas (20 %) | 358 821 | 179 411 |
| Haies | Maximum potentiel théorique (100 %) | 13740 | 13 740 |
| | Scénario volontariste - Potentiel haut (80 %) | 10992 | 10 992 |
| | Scénario référence - Potentiel central (50 %) | 6870 | 6 870 |
| | Potentiel bas (20 %) | 2748 | 2 748 |
| Energie | Maximum potentiel théorique (100 %) | 529 224 | 165 599 |
| | Scénario volontariste - Potentiel haut (80 %) | 423 379 | 132 479 |
| | Scénario référence - Potentiel central (50 %) | 264 612 | 82 800 |
| | Potentiel bas (20 %) | 105 845 | 33 120 |

### 8. BENEFICES ASSOCIES AUX MESURES DE REDUCTION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Le passage en revue des mesures présentées dans ce travail indique que la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans l'agriculture est susceptible d'engendrer un certain nombre de bénéfices additionnels :

- l'ensemble des mesures liées à l'azote permet d'anticiper des **retombées positives en matière de qualité de l'eau** puisque ces mesures s'inscrivent dans la perspective d'une meilleure efficacité de l'assimilation de l'azote par les plantes. Par ailleurs, les mesures qui conduisent à réduire les achats d'engrais azotés **réduisent la dépendance de l'agriculture en intrants**. Cela est vrai pour l'aspect « culture » ; en plus, l'introduction de légumineuses, dont on a vu qu'elle était un moyen de réduire les émissions de protoxyde d'azote, fournit une source de **protéines produite sur l'exploitation qui se substitue notamment aux importations de tourteaux de soja** (majoritairement importés du Brésil et dont la culture se fait aux dépens de la forêt tropicale). Il est également vraisemblable que cela se traduise par des gains sur l'inventaire national des gaz à effet de serre. En effet, les émissions de gaz à effet de serre de l'industrie et du transport pourraient voir leurs émissions diminuer suite à une baisse de la consommation d'engrais minéraux ;

- la plantation de haies, en plus de son potentiel de stockage de carbone présente plusieurs atouts, de nature environnementale et économique. Elles constituent un **réservoir de biodiversité et ont un rôle à jouer dans la mise en place de corridors écologiques ; elles permettent de protéger les sols face à l'érosion et ont un rôle dans l'amélioration de la qualité de l'eau ; elles constituent un abri pour les animaux**. Sur le plan économique, lorsqu'elles sont exploitées de façon soutenable, elles constituent une **source pérenne de bois énergie**, utilisable localement, ou sur l'exploitation ;
- la méthanisation des effluents d'élevage améliore la **qualité** de l'effluent d'élevage, notamment les fumiers, en rendant l'azote plus assimilable par les plantes. Elle permet de **réduire les nuisances liées à la présence d'élevages** (odeurs) et fournit, lorsqu'elle est associée à une production d'énergie, une **source d'énergie locale et décentralisée**. Cela s'inscrit également dans la perspective d'une plus grande autonomie des exploitations agricoles lorsqu'ils utilisent l'énergie sur l'exploitation et/ou de diversifier leurs revenus lorsqu'ils la revendent.

## 9. DISCUSSION/PERSPECTIVES

Le travail proposé s'inscrit dans la perspective d'obtenir les « ordres de grandeur » des actions de réduction des émissions sur les principaux postes d'émissions de gaz à effet de serre non énergétiques que sont la fermentation entérique, le stockage des déjections et la fertilisation des terres cultivées.

De nombreuses questions restent en suspens à l'issue de ce travail :

- Des pratiques culturales (stockage et gestion des fumiers, techniques/périodes d'épandage) et les conditions locales (climatiques, sols) ainsi que les incertitudes considérables sur les facteurs d'émissions peuvent engendrer des variations considérables des émissions. Cela suppose toutefois une approche au cas par cas et une collecte de données très rigoureuse et mériterait des investigations complémentaires qui n'ont pu être conduites jusqu'à présent ;
- En ce qui concerne l'agriculture biologique, on rappellera que ses caractéristiques forcent à la réflexion systémique. Or, le raisonnement adopté ici a plutôt reposé sur une approche thématique (fertilisation, gestion des déjections, stockage de carbone, fermentation entérique), ce en raison de la nature des données disponibles, et bien que certaines des options s'inscrivent dans une perspective qui intègre des préoccupations environnementales comme l'introduction de légumineuses ou la réduction du travail du sol. On retiendra tout de même que par hectare, il est clair que les pratiques de l'agriculture biologique impliquent une intensité gaz à effet de serre moindre (stockage de carbone, réduction des émissions de $N_2O$). En revanche, par unité de matière sèche, les émissions des produits de l'agriculture biologique peuvent être plus importantes car les rendements sont moins élevés qu'en agriculture conventionnelle[30] ;
- Enfin, ce dernier commentaire ouvre la réflexion sur les analyses de type « cycle de vie » qui permettent d'avoir une vision plus globale de l'impact des modes de production sur les émissions de GES et des actions de réduction des émissions.

## Annexe 3 - Précision méthodologique d'élaboration des potentiels de réduction énergie et GES de l'AGRICULTURE en Bretagne

| *2020* | | *2050* | |
|---|---|---|---|
| *Valeur brute* | *Valeur nette* | *Valeur brute* | *Valeur nette* |
| **Potentiel maximum théorique** | | | |
| 3 675 669 | 4 561 365 | 3 675 669 | 4 561 365 |
| - 37 % | - 45 % | - 37 % | - 45 % |
| **Scénarios volontaristes** | | | |
| 702 217 | 852722 | 2 940 536 | 3 649 093 |
| - 7 % | - 8 % | - 29 % | - 36 % |
| **Potentiel central** | | | |
| 458 402 | 552 468 | 1 837 834 | 2 280 682 |
| - 5 % | - 6 % | - 18 % | - 23 % |
| **Scénarios de référence** | | | |
| 220 407 | 258 033 | 735 133 | 912 272 |
| - 2 % | - 3 % | - 7 % | - 9 % |

**Potentiels théoriques maximum et central et, des scénarios de référence et volontariste**
**Entre parenthèses le % par rapport aux émissions agricoles, le potentiel net inclut la séquestration du carbone dans les sols et dans les haies**

### 10. SOURCES DE DONNEES

L'outil de calcul des émissions de gaz à effet de serre mis en place à l'échelle régionale : Ener'GES.

Centre d'analyse stratégique, 2011, Compléments au rapport Trajectoire 2020-2050 vers une économie sobre en carbone.

En ce qui concerne :

- les données d'entrées agricoles : les données utilisées ont été comparées avec celles fournies par l'Agreste ;
- les émissions de gaz à effet de serre : les calculs ont été comparés avec des références nationales ou internationales[31].

Les pistes d'action de réduction des émissions de gaz à effet de serre reposent sur des références scientifiques et le cas échéant, des options étudiées dans le cadre d'autres SRCAE :

- IGER, 2001, Cost curve assessment of mitigation options in greenhouse gas emissions from agriculture. Final Project Report to Defra (project code: CC0209). http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&Completed=0&ProjectID=8018.
- NERA,2007, Market Mechanisms for Reducing GHG Emissions from Agriculture, Forestry and Land Management London: Defra
- Moran, D.; MacLeod, M.; Wall, E.; Eory, V.; Pajot, G.; Matthews, R.; McVittie, A.; Barnes, A.; Rees, B.; Moxey, A.; Williams, A., 2008, UK marginal abatement cost curves for the agriculture and land use, land use change and forestry sectors out to 2022, with qualitative analysis of options to 2050. Final Report to the Committee on Climate Change, Report No. RMP4950. SAC Commercial Ltd, King's Buildings, Edinburgh EH9 3JG. 152pp.
- Réseau action climat France, 2010, Agriculture et gaz à effet de serre : état des lieux et perspectives, http://www.rac-f.org/Agriculture-et-gaz-a-effet-de

[31] *De Cara et al., 2008. Projections des émissions/absorptions de gaz à effet de serre dans les secteurs forêt et agriculture et horizons 2010/2020. Rapport d'étude pour le Ministère de l'agriculture et de la pêche.*

## Annexe 3 - Précision méthodologique d'élaboration des potentiels de réduction énergie et GES de l'AGRICULTURE en Bretagne


- Danièle Pro, 2011, Développement de nouveaux inhibiteurs d'uréases et de la nitrification à des fins phytosanitaires,
- Thèse, http://danielepro.com/images/these_DPro.pdf
- CORPEN (Comité d'Orientation pour les Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement), 2006, Les émissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre de l'agriculture, http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_2006_10_ammoniac_gaz_azote.pdf
- http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/file/dossier8_cultures_alternance.pdf
- INRA, 2007, Le bocage empêche l'érosion du sol et stocke le carbone, http://www.rennes.inra.fr/umrsas/faits_marquants/2004/le_bocage_et_le_stock_de_carbone_dans_le_sol
- COMIFER, 2011, Calcul de la fertilisation azoté, Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales, http://www.haute-marne.chambagri.fr/kit/fileadmin/documents/environnement/ferti_azote_guide_comifer.pdf
- DRAAF Bretagne, http://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/Evaluation-du-programme-Breizh,795

# Annexe 4 - Méthode d'élaboration des trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre

## 1- CALCUL DES TRAJECTOIRES A 2050 DES EMISSIONS BRETONNES DE GES

La méthode retenue pour déterminer les différentes trajectoires à 2050 des émissions de gaz à effet de serre (GES) est séquencée en 2 étapes.

### 1.1. Etape de calcul de l'évolution tendancielle des émissions bretonnes de GES

La première étape consiste au calcul de l'évolution tendancielle des émissions de GES. Afin de tenir compte des émissions de GES d'origine énergétique (65 %) et non énergétique (35 %), deux sous-étapes sont nécessaires.

- Calcul de l'évolution tendancielle des émissions de GES énergétiques

Une première sous-étape qui consiste à convertir l'évolution tendancielle des consommations d'énergie finale par secteur (transport, industrie, agriculture (serres, engins, bâtiments), résidentiel-tertiaire) et par type d'énergie[32] (charbon, produits-pétroliers, gaz naturel, électricité, bois, chaleur réseau, biogaz, solaire thermique), en évolution tendancielle des émissions de GES énergétique, grâce à des coefficients multiplicateurs appelés **facteurs d'émissions énergétiques.** Le rythme d'évolution de cette tendance correspond à celui de la période 2000-2010.

- Hypothèse de l'évolution tendancielle nulle des émissions de GES non-énergétiques

Une seconde sous-étape consiste à définir l'évolution tendancielle des émissions de GES d'origine non-énergétique. Toutefois, les seules données homogènes* à l'échelle régionale ne sont disponibles que pour la seule année 2005[33] (bilans $NO_2$ pour les cultures et $CH_4$ pour les élevages). Bien que limité mais facilitant les interprétations ultérieures, la méthode retenue à donc consister à faire l'hypothèse d'un rythme d'évolution tendancielle nulle des émissions de GES non énergétique **(niveaux de production des cultures et des cheptels de 2050 identiques à ceux de 2005)**.

Enfin, une ultime sous-étape de compilation des deux courbes d'évolution tendancielle des émissions de GES énergétiques et non énergétiques dont la résultante constitue une évolution tendancielle théorique des émissions de GES en Bretagne.

### 1.2. Etape de scénarisation des trajectoires

Les trajectoires d'émissions de GES respectivement pour chacun des scénarios définis ci-après (référence, volontariste, Facteur 4) sont calculées, à partir des courbes d'évolution tendancielle d'émissions de GES énergétiques et non énergétiques, par application de coefficients pondérateurs définis dans la partie 4 du rapport (hypothèses d'évolution de l'énergie finale et de gain en émission de GES par rapport à une année de référence).

---

*[32] Extrapolation linéaire à 2050 de l'évolution 2000-2010 du bilan des consommations bretonnes d'énergie finale par secteur et par type d'énergie issu de l'Observatoire Régional de l'Energie et des Gaz à Effet de Serre (OREGES) du GIP Bretagne Environnement.*

*[33] Outil Ener'GES territoires issu de l'OREGES, GIP Bretagne Environnement.*

** hormis bilan cadastral des données de pollution atmosphérique et $CO_2$ d'Air Breizh.*

## 2- FACTEURS D'EMISSION DE GES ENERGETIQUES UTILISES

Les facteurs d'émissions de GES utilisés dans la première sous-étape de conversion de l'évolution tendancielle des consommations d'énergie finale en évolution tendancielle des émissions de GES énergétiques par secteur et par type d'énergie sont issus de la méthode *Bilan Carbone v6.1* © et présentés dans le tableau suivant.

| Type d'énergie | Secteurs | Facteur d'émission [teq$CO_2$/ktep] |
|---|---|---|
| Gaz Naturel | Industrie ; Agriculture ; Résidentiel-tertiaire | **2 387** |
| FOD (Produit pétrolier) | Transport ; Industrie ; Agriculture ; Résidentiel-tertiaire | **3 487** |
| Charbon (Houille) | Industrie ; Agriculture ; Résidentiel-tertiaire | **3 978** |
| Electricité (Chauffage) | Agriculture ; Résidentiel-tertiaire | **57** |
| Electricité (Transport) | Transport | **12** |
| Electricité (Eclairage) | Industrie | **34** |
| Chaleur réseau (référence réseau Sarah Bernhardt) | Industrie ; Agriculture ; Résidentiel-tertiaire | **2 255** |

**Facteurs d'émission utilisés pour le calcul de l'évolution des émissions de GES énergétiques.**

# Annexe 5 - Méthode d'élaboration des potentiels pour le secteur des TRANSPORTS de PERSONNES

Cette annexe[34] détaille les hypothèses de scénarios de référence et volontariste étudiées dans le secteur du transport de personnes à l'horizon 2020 et 2050.

Les émissions directes de gaz à effet de serre (GES) du secteur des transports sont directement imputables aux consommations d'énergies finales. Ces consommations sont liées à des facteurs technologiques, comportementaux de la mobilité, environnementaux et à des choix de politiques d'aménagement du territoire (habitat, transports, polarité …).

Les déplacements liés à la mobilité des personnes représentent en Bretagne près d'un quart (23 %) des consommations d'énergie, en très large majorité des produits pétroliers. Ce résultat est le reflet de la priorité accordée depuis plusieurs décennies à l'automobile dans un contexte de prix bas des carburants.

A ce jour, la répartition des modes de déplacements pour les personnes est la suivante :

| | |
|---|---|
| Modes doux (marche, vélo) | 21% |
| Transports en commun | 8% |
| Deux roues motorisés | 2% |
| Voiture (passager) | 21% |
| Voiture (conducteur) | 48% |
| Taux de remplissage véhicules | 1,09 |
| | |

**Source : Ener'GES**

## 1. Scenarios a l'horizon 2020

La répartition modale des déplacements va connaître au cours des prochaines années des évolutions marquées par un transfert croissant des flux de voyageurs vers de nouveaux services et pratiques de mobilité : transports collectifs, co-voiturage, auto-partage, modes doux.

Dans le même temps, les évolutions technologiques concernant les moteurs thermiques et la pénétration des véhicules électriques contribueront à réduire les consommations d'énergie et les émissions de dioxyde de carbone ($CO_2$) de la mobilité individuelle.

Enfin la mise en œuvre de nouvelles politiques d'aménagement visant à limiter l'étalement urbain et favoriser la mixité fonctionnelle devrait aussi favoriser la maîtrise et la diminution des déplacements motorisés.

Dans le cadre de notre exercice, une simulation de l'évolution de la mobilité des personnes à l'horizon 2020 a été effectuée à l'échelle régionale grâce à l'outil Ener'GES. Conformément à la méthode appliquée à chaque secteur, deux scénarios (de référence et volontariste) ont été distingués et quantifiés. Les cinq paramètres/leviers suivants ont fait l'objet d'hypothèses distinctes selon les scénarios :

- Le report des modes de déplacement individuels motorisés vers les transports en commun (TC) et vers les modes de déplacement doux (pédestre, vélo) ;
- Le développement du covoiturage ;
- Le développement des nouvelles pratiques de mobilité, notamment l'éco-conduite ;
- La pénétration de technologies énergétiquement plus sobres ;
- Les distances parcourues.

Les hypothèses ont été construites en s'appuyant sur l'exploitation de nombreux documents bibliographiques (cf. documents de référence en fin d'annexe) :

- les schémas et plans régionaux,
- les schémas et plans nationaux,
- des données et études dans le domaine « Déplacements-Transports-aménagements »,
- des études et simulations prospectives Transports,
- des études relatives à l'évolution des technologies.

[34] *Elaborée avec le concours de la Direction départemental des Territoires et de la Mer d'Ille-et-Vilaine et de l'Observatoire Régional de l'Energie et des GES (GIP Bretagne Environnement)*

# Annexe 5 - Méthode d'élaboration des potentiels pour le secteur des TRANSPORTS de PERSONNES

### 1.1 Le développement du report vers les transports en commun (TC)

L'évolution de l'usage des TC et des modes doux est lié aux formes futures qui seront données au territoire breton découlant des politiques de planification urbaine (densification, forme urbaine, mixité fonctionnelle …) et la structuration du système de transport associé.

La construction des hypothèses s'est appuyée sur les résultats du modèle multimodal de déplacements sur l'aire urbaine de Rennes dont le périmètre correspond aux 2/3 du département d'Ille-et-Vilaine. Un horizon de prospective à 2025 a été choisi pour formuler des hypothèses de développement socio-économique, des offres de transports et de mobilité. Les données d'entrées de la situation de référence 2025 concernent :

- les hypothèses socio-économiques (population, segmentation, emploi, surfaces commerciales, effectifs scolaires et étudiants (évolution fournie par l'Audiar)
- les projets de transports collectifs (métro ligne b et autres évolutions d'offres TC trains, bus ou cars et d'infrastructures routières) fournis par chaque autorité,
- les grands projets d'aménagement du territoire

La transposition de ces résultats à l'échelle de la Bretagne s'est appuyée sur l'étude réalisée par l'INSEE (Octant Analyse n°23 oct. 2011) « Les nouvelles aires urbaines[35] » qui dresse un bilan de l'évolution de la progression de la population bretonne et des flux domicile-travail qui en découlent en lien avec le renforcement des aires urbaines des villes bretonnes.

Cette analyse nous dessine les tendances d'évolution des distances parcourues et des intensités des flux domicile-travail, fortement liés à l'organisation fonctionnelle de l'espace avec notamment des pôles urbains pourvoyeurs d'emplois et des zones alentour accueillant la main-d'œuvre.

➢ Les aires urbaines bretonnes

L'étude Insee répartit la population bretonne de 2008 de la façon suivante :

- espaces des grandes aires urbaines liées à un pôle > 10 000 emplois :
  2 200 000 habitants soit 70 % de la population bretonne
- espaces des petites et moyennes aires liées à un pôle de 1500 à 10 000 emplois :
  370 000 habitants soit 12 % de la population bretonne
- espaces des communes isolées ou multipolarisées :
  550 000 habitants soit 18 % de la population bretonne

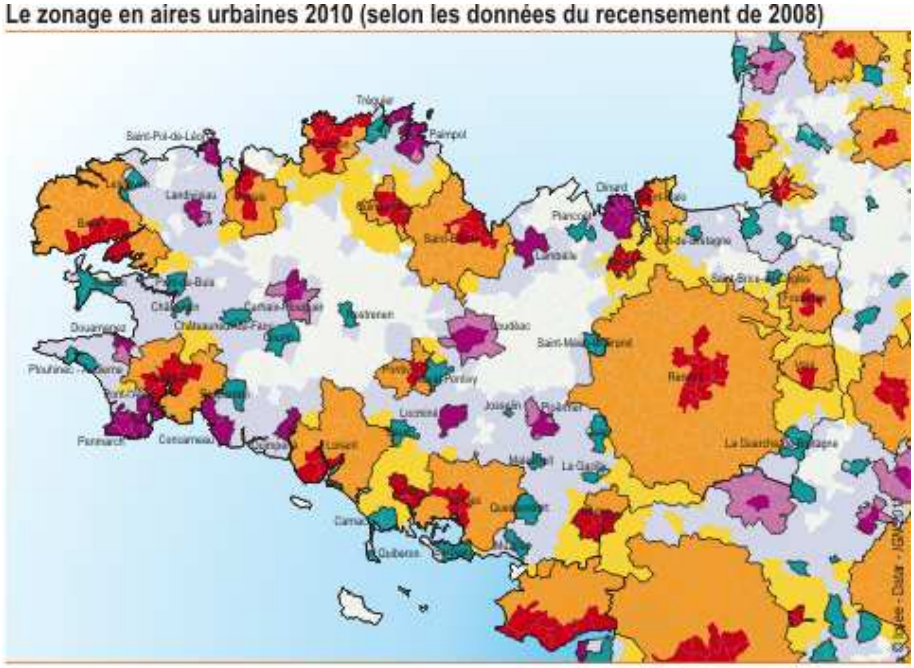
| Bretagne | population | % population |
|---|---|---|
| Espaces des grandes aires | 2 200 000 | 70 % |
| Grands pôles urbain (>10 000 hbts) | 1 140 000 | 36 % |
| Couronnes grands pôles urbains | 850 000 | 27 % |
| Communes multipolarisées des grandes aires urbaines | 230 000 | 7 % |
| Espaces des autres aires (petites et moyennes) | 370 000 | 12 % |
| Pôles moyens | 210 000 | 7 % |
| Petits pôles | 140 000 | 5 % |
| Autres espaces | 550 000 | 18 % |
| Autres communes multipolarisées | 370 000 | 12 % |
| Communes isolées | 180 000 | 6 % |
| Total | 3 150 000 | 100 % |

On observe ainsi que les 4/5 de la population bretonne vivent sous l'influence d'un pôle urbain, ce qui signifie que 40 % de la population en emploi rejoint quotidiennement ce pôle ou sa couronne.

[35] *Les aires urbaines (aires d'influence des pôles d'emplois) sont composées de ces pôles et des communes périphériques où plus de 40 % de la population en emploi rejoint quotidiennement le pôle ou sa couronne.*

## Annexe 5 - Méthode d'élaboration des potentiels pour le secteur des TRANSPORTS de PERSONNES

Le zonage en aires urbaines 2010 (selon les données du recensement de 2008)



*Source : Insee, recensement de la population 2008 - Zonage en aires urbaines 2010*

Par rapport aux autres régions de province, la population bretonne est beaucoup moins concentrée dans les grands pôles urbains (36 % contre 52 %, 19ème rang national) et plus étalée dans les couronnes mais aussi dans les espaces multipolarisés. Ceci est à relier à l'attachement séculaire des Bretons à l'habitat individuel. Parmi les 16 grands pôles urbains bretons, 14 sont entourés de larges couronnes périurbaines, reliées économiquement au pôle.

Les pôles plus modestes (<10 000 hbts) ne disposent pas de couronnes ayant la capacité de résidence interne des salariés.

- Les évolutions des différentes aires urbaines

La croissance des aires entre 1999 et 2008 s'est faite autant par densification que par extension alors que le phénomène de densification était deux fois plus faible en densification qu'en extension en 1990.

Ces deux mouvements, qui affectent surtout les grandes aires urbaines, n'agissent pas uniformément sur tous les territoires (barrière côtière, contextes spécifiques …)

Classement des aires urbaines dont la croissance est liée aux phénomènes :

- de densification principalement : Brest, Auray, Quimper, Lannion et Vitré
- conjugués densification et d'extension : Rennes, Redon, Guingamp
- d'extension principalement : Saint Malo, Saint Brieuc, Fougères, Morlaix, Pontivy

Cette évolution globale limite la croissance de l'étalement urbain et ses conséquences en termes de déplacements.

Le pôle rennais représente 55 % de la superficie du département d'Ille-et-Vilaine et dépasse les 650 000 habitants et 300 000 emplois. Ce sont les communes de proche périphérie et celles situées au-delà des 20 km qui ont enregistré les plus importants gains de population, et non la ville de Rennes.

- Les hypothèses retenues de développement des TC

L'évolution de l'usage des transports en commun et des modes doux dépend des formes urbaines futures du territoire breton découlant des politiques de planification urbaine (densification, forme urbaine, mixité fonctionnelle …) et de la structuration du système de transport associé.

## Annexe 5 - Méthode d'élaboration des potentiels pour le secteur des TRANSPORTS de PERSONNES

S'agissant des transports collectifs, la réflexion a tenu compte :

- du schéma régional multimodal des déplacements et des transports (SRMDT) qui prévoit le développement du système de transports collectifs bretons (bus à haut niveau de service à Saint-Brieuc, Quimper, Lorient ; transports collectifs en site propre à Vannes ; 2ème ligne de tramway à Brest et de métro à Rennes ; Bretagne A Grande Vitesse …)
- des résultats de prospective du modèle multimodal de déplacements sur l'aire urbaine de Rennes à l'horizon 2025,
- de l'étude réalisée par l'INSEE « Les nouvelles aires urbaines »[36], qui dresse un bilan de l'évolution de la progression de la population bretonne, du renforcement des aires urbaines des villes bretonnes et des flux domicile-travail qui en découlent.

Selon l'étude de l'INSEE, on observe ainsi que les 4/5 de la population bretonne vivent sous l'influence d'un pôle urbain, ce qui signifie que 40 % de la population en emploi rejoint quotidiennement ce pôle ou sa couronne.

Ainsi, en considérant l'influence des pôles urbains en Bretagne et leur tendance à la densification (les stratégies résidentielles se modifiant peu à peu), l'exploitation du scénario de référence à 2025 du modèle sur l'aire urbaine rennaise, qui représente 55 % de la superficie de l'Ille-et-Vilaine, apparaît pertinent pour l'exercice de scénarisation du SRCAE.

Les hypothèses à 2025 du modèle de l'aire urbaine rennaise concernent :

- le développement socio-économique et les grands projets d'aménagement du territoire,
- les offres de transports différenciés suivant le territoire avec un développement important des offres de service des TC dans Rennes (ligne b de métro en 2018), un développement modéré sur le périurbain (1ère couronne, <25 km de Rennes) et un développement moindre sur le périurbain lointain (>25 km de Rennes).

Mais sachant que la mise en service de la plupart des transports communs en site propre (TCSP) bretons, hormis la 2ème ligne de métro de Rennes, ne se fera qu'après 2020, le réel impact en termes d'évolution des usages ne sera observable à l'échelle de la Bretagne qu'à l'horizon 2025-2030.

Le SRMDT prévoit également plusieurs actions visant à favoriser l'intermodalité au travers de l'aménagement des pôles d'échanges multimodaux, de la complétude des offres de transports publics par des solutions innovantes sur mesure et de l'amélioration de la coordination physique des différentes offres de transports au droit des gares régionales.

Pour le scénario de référence à 2020, il est retenu une hypothèse d'augmentation de la part modale des transports en commun moins soutenue (+ 0,5 point, passant ainsi de 8 % à 8,5 %) que le scénario 2025 de l'aire urbaine de Rennes (+ 2 points) afin de tenir compte des délais de mise en service des projets de transport bretons et d'une certaine hétérogénéité de l'organisation fonctionnelle de la Bretagne en comparaison avec celle de l'aire urbaine de Rennes qui concerne 25 % de la population régionale.

Le scénario volontariste retient à 2020 une hypothèse d'augmentation plus ambitieuse de + 1 point de la part modale des transports en commun, pour intégrer la mise en œuvre de meilleurs niveaux de service et de tarification des bus, des cars et des trains express régionaux (TER) plus attractive et l'amélioration du rabattement vers certains arrêts, haltes ou gares par les autorités organisatrices de transports (AOT) en lien avec les établissements publics de coopération intercommunale (EPCI).

| | Scénario de référence | Scénario volontariste |
|---|---|---|
| **Part modale TC** | 8,5 % | 9 % |

**Hypothèses scénarios 2020 « Développement du report vers les transports en commun »**

[36] *Octant Analyse n°23, octobre 2011, Les aires urbaines (aires d'influence des pôles d'emplois) sont composées de ces pôles et des communes périphériques où plus de 40 % de la population en emploi rejoint quotidiennement le pôle ou sa couronne.*

### 1.2 Le développement du report vers les modes doux

En ce qui concerne les modes doux, leur évolution est liée à la localisation de la population, leur pratique étant plus répandue en milieu urbain[37]. Aujourd'hui, les politiques mises en œuvre dans le prolongement du Grenelle en faveur des modes doux tendent à accentuer cette situation puisqu'elles s'appliquent en priorité dans les centres urbains avec notamment le développement des plans de déplacements urbains, des plans de déplacements d'entreprises, d'administrations, d'écoles ou de zones d'activités ou encore la construction de stationnement sécurisé pour les vélos lors de la construction d'immeuble.

Dans ce contexte et sans de nouvelles actions spécifiques visant à faciliter les modes doux dans le périurbain (développement de réseaux cyclables et des offres de service : vélo en libre service, parking surveillé …), l'arrivée de nouvelles populations dans ces territoires se traduira par une baisse de la part modale des modes doux à l'horizon 2020 au niveau régional.

Compte tenu du phénomène de périurbanisation, observable sur l'ensemble de la Bretagne avec un développement de la population des premières et deuxièmes couronnes des agglomérations, le scénario de référence a retenu une hypothèse de baisse de 2 points à 2020 (de 21 % à 19 %) de la part modale des modes doux (baisse comparable aux simulations 2025 sur l'aire urbaine de Rennes).

Le scénario volontariste retient l'hypothèse d'une mobilisation des acteurs afin de promouvoir plus activement les modes doux en cohérence avec les futurs schémas de cohérence territoriale (SCOT) et plans locaux d'urbanisme (PLU), ceux-ci ne devant plus « maîtriser les besoins de déplacements et la circulation automobile » mais au contraire « diminuer les obligations de déplacements et développer les TC ». Le développement des modes doux constitue donc une priorité dans ce nouveau cadre défini par la loi ENE (Engagement National pour l'Environnement) du 12 juillet 2010. Dans cette optique, la part des modes doux pourra être développée dans les zones périurbaines et ainsi maintenue au niveau régional à son niveau de 21 %.

| | Scénario de référence | Scénario volontariste |
|---|---|---|
| **Part modale modes doux** | 19 % | 21 % |

**Hypothèses scénarios 2020 « Développement du report vers les modes doux »**

### 1.3 Le développement du covoiturage

Le covoiturage concerne aujourd'hui moins de 10 % des déplacements domicile-travail.

Les hypothèses de progression du taux de covoiturage pour les trajets domicile-travail reposent sur l'application des mesures du Grenelle (développement des Plans de Déplacement d'Entreprise – PDE - et prise en compte de la thématique covoiturage dans les SCoT et PLU : places réservées, parking,…) et des actions locales (mise en relation des covoitureurs : mutualisation des sites, covoiturage dynamique …). La probable accentuation des contraintes économiques est susceptible d'avoir un impact significatif sur les comportements.

Dans le cadre du scénario de référence, le développement du co-voiturage repose sur le développement des PDE, qui constitue une réponse intéressante. Il a donc été retenu une hypothèse d'augmentation de 10 % du taux de remplissage des véhicules pour les motifs travail /études. En 2020, 20 % des déplacements domicile-travail motorisés se feront avec au moins 2 voyageurs. Aux incitations du Grenelle de l'environnement, les comportements évoluent progressivement en faveur du covoiturage, sous l'effet du contexte économique contraignant le budget des ménages et les modes de déplacements pour les motifs domicile-travail/études.

Dans le cadre du scénario volontariste, une action plus large peut être engagée par les acteurs publics en lien avec les entreprises afin notamment de :

- accélérer le développement des PDE et favoriser la prise en compte de la thématique covoiturage dans les SCoT et PLU : places réservées …
- faciliter la mise en relation des covoitureurs : mutualisation des sites, covoiturage dynamique …

[37] *L'Enquête Ménage Déplacement de 2007 sur l'aire urbaine de Rennes indique un taux de mobilité modes doux de 1 en urbain et 0.5 en rural et périurbain lointain.*

Dans le cadre d'un tel soutien, une hypothèse d'augmentation de 20 % du taux de remplissage des véhicules pour les motifs travail/études et de 10 % pour les autres motifs (effet indirect comportemental et suppression du 2ème véhicule) est proposée.

| | Evolution tendancielle | Scénario de référence | Scénario volontariste |
|---|---|---|---|
| **Taux de remplissage des véhicules pour le motif travail** | 1,09 | 1,2 | 1,3 |
| **Taux de remplissage des véhicules pour les motifs loisirs, achat…** | 1,5 | 1,5 | 1,6 |

**Hypothèses scénarios 2020 « Développement du report vers les TC et les modes doux »**

### 1.4 Les nouvelles pratiques de mobilité

Bien que difficiles à estimer, les nouvelles pratiques de mobilité permettent toutefois d'envisager une baisse des émissions de GES en raison :

- de l'évolution des comportements (éco-conduite …),
- de l'accompagnement à la mobilité,
- du développement des TIC.

Des études estiment que les gains liés aux politiques menées en faveur de l'éco-conduite permettraient d'atteindre une réduction des consommations de 10 %, si l'ensemble de la population pratiquait l'éco-conduite. Cette pratique se diffuse au travers du permis de conduire et de certains PDE.

L'hypothèse de référence testée retient une baisse de 1 % de la consommation de carburants (10 % de la population concernée). Le scénario volontariste, plus ambitieux, considère une baisse de 2,5 % de la consommation de carburants (25 % de la population concernée) : résultat de formations spécifiques éco-conduite plus efficaces et une implication des entreprises plus soutenue.

### 1.5 Les évolutions technologiques

Les hypothèses d'évolution des technologies sobres en énergie et en GES correspondent à des hypothèses structurelles :

- indépendantes des politiques locales (performances et coûts des moteurs thermiques et électriques, part de biocarburant dans les carburants pour véhicules),
- influençable par les politiques locales (pénétration des véhicules électriques et hybrides via la promotion et le développement de flottes captives et des infrastructures de recharges).

➢ Performance des moteurs thermiques

L'évolution des motorisations au travers de la réglementation européenne a permis de faire diminuer les émissions moyennes de $CO_2$ des véhicules neufs[38], qui se traduit par des gains d'émissions du parc roulant avec un décalage temporel. En effet, le renouvellement du parc de véhicules particulier est décennal tandis que celui des TC s'inscrit dans un rythme de 26 ans.

Par ailleurs, le Centre d'Analyse Stratégique (CAS) prévoit d'ici 2030 des baisses de consommation énergétique de 10 % et des baisses d'émissions de GES de 15 % avec la pénétration des véhicules hybrides.[39]

La valeur d'émission moyenne de l'ensemble du parc en 2020 se situe autour de 105 $gCO_2$/km avec un passage à 2015 à 130 $gCO_2$/km correspond à l'objectif réglementaire à 2015 du Plan Climat de la France, atteignable par des mesures réglementaires et incitatives (objectif non réglementaire de 95g en 2020). S'agissant d'un levier réglementaire défini au niveau national, ce paramètre est inchangé pour les scénarios de référence et volontariste.

[38] *Source ADEME : les émissions sont passées de 176 gCO2/km en 1995 à 140g en 2008 et 133g en 2009*
[39] *Etude Véhicule « Grand Public » 2030 ; septembre 2008, CAS*

## Annexe 5 - Méthode d'élaboration des potentiels pour le secteur des TRANSPORTS de PERSONNES

| | Evolution tendancielle | Scénario de référence | Scénario volontariste |
|---|---|---|---|
| **Emissions 2020 du parc moyen neuf** | 149 $gCO_2$/km | 105 $gCO_2$/km | 105 $gCO_2$/km |
| **Emissions 2020 du parc moyen en circulation en 2020** | 153 $gCO_2$/km | 135 $gCO_2$/km | 135 $gCO_2$/km |
| **Baisse des consommations et des émissions GES / émissions de 2005 (170 $gCO_2$/km)** | - 10 % | - 18 % | - 18 % |

**Hypothèses scénarios 2020 « Amélioration de la performance énergétique**

- Pénétration de véhicules électriques et hybrides

L'hypothèse retenue pour le scénario volontariste est en cohérence avec le Plan vert qui prévoit un déploiement à hauteur de 1,2 % d'ici 2015 des véhicules électriques. L'objectif très élevé du Plan national pour le développement des véhicules électriques (PNDVE) lancé en 2009 n'est pas retenu sachant qu'en 2012, le parc breton ne contient quasiment pas de véhicules électriques et que ce développement est conditionné à des évolutions non régionales (prix de vente des véhicules électriques, durée de vie des batteries …).

Le PNDVE visait un objectif de 2 millions de véhicules électriques en circulation à l'horizon 2020 se traduisant pour le parc breton à 6 % de véhicules électriques.

Le plan national pour le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables (PNDVE), lancé en 2009 décliné à la Bretagne, porterait à 106 000 le nombre de véhicules électriques (VE) en Bretagne à l'horizon 2020 soit 6 % du parc de 2010.

L'hypothèse retenue pour le scénario de référence est le prolongement de la situation actuelle.

| | Evolution tendancielle | Scénario de référence | Scénario volontariste |
|---|---|---|---|
| **Taux de pénétration** | TC : 5 %, VP : 0 % | TC : 5 %, VP : 0,5 % | TC : 7 %, VP : 2 % |

**Hypothèses scénarios 2020 « Pénétration de véhicules électriques et hybrides»**

- Pénétration des biocarburants

En 2005 en Bretagne, la pénétration des véhicules fonctionnant aux biocarburants est quasi-nulle. Les hypothèses retenues pour les scénarios de référence et volontariste en 2020 correspondent aux objectifs du Plan bioclimat de 10 % en 2015.

### 1.6 La longueur des déplacements

Cette variable est liée à l'évolution de la structuration du territoire et à l'articulation entre le système de transports et l'aménagement du territoire (densification et polarisation/extension et diffusion). Les évolutions structurelles générées par l'aménagement des infrastructures de transports et la mise en œuvre de politique d'aménagement spécifique constituent des leviers importants en termes de réduction des émissions de GES mais présentent une forte inertie.

La modélisation de l'impact de l'aménagement du territoire en termes de consommation énergétique et d'émissions de GES s'avère délicate en l'absence de données sur le lien entre densité, mixité et distances parcourues et en l'absence de réflexion régionale.

Pour l'exercice actuel du SRCAE, il est retenu de maintenir la tendance à la hausse de la longueur des déplacements et donc des distances parcourues (+ 3 %), résultat de l'évolution de la localisation de l'habitat et de l'emploi depuis une trentaine d'année.

# Annexe 5 - Méthode d'élaboration des potentiels pour le secteur des TRANSPORTS de PERSONNES

## 2. Les trajectoires a l'horizon 2050

En l'absence de scénario prospectif à cet horizon pour le territoire breton, il est considéré à 2050 :

- que la Bretagne n'échappera pas aux tendances nationales,
- de s'appuyer sur le rapport "trajectoire 2020-2050 vers une économie bas carbone" du Centre d'Analyse Stratégique (2011) qui indique une progression de - 65 % d'émissions de GES du secteur des transports à 2050 (par rapport à 1990), reprise dans le livre blanc "feuille de route pour un espace européen unique des transports, vers un système de transport compétitif et économe en ressources" de la Commission européenne (2011).

Le scénario 2050 du CAS suppose :

- des ruptures organisationnelles : restriction de la circulation dans les grandes agglomérations, réduction de la vitesse routière, mise en œuvre de taxe poids lourds, amélioration de la qualité des TC et du fret non routier, mise en place d'une fiscalité de la route, développement des infrastructures des modes alternatifs à la route, déploiement de chaîne logistique efficace pour le fret, début d'inflexion des dynamiques de péri-urbanisation,…
- des transformations technologiques du parc de véhicules avec plus de 50 % du parc fonctionnant à l'électricité et les autres consommant 2l/100km, 40 % du carburant issu de la biomasse (2ème génération), des transports urbains largement électrifiés, une forte complémentarité entre modes.

## 3. Synthese des scenarios a 2020 et 2050

| | Scénario de référence | | Scénario volontariste | |
|---|---|---|---|---|
| | 2020 | 2050 | 2020 | 2050 |
| **Évolution de l'énergie finale par rapport à 2005** | - 17 % | - 65 % | - 26 % | - 65 % |
| **Gain en émission de GES par rapport à 2005** | - 20 % | - 65 % | - 28 % | - 65 % |

**Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES du transport de voyageurs évalués pour les scénarios de référence et volontariste**

## 4. Documents de reference

**Schémas, plans régionaux :**

- Schéma régional multimodal déplacement Transport (SRMDT) :
  le rapport de session sur le diagnostic (juin 2008) ;
  le diagnostic (juin 2008) ;
  le rapport de session sur le schéma (décembre 2008) ;
  les fiches actions du schéma.
  http://www.bretagne.fr/internet/jcms/preprod_77060/schema-regional-multimodal-des-deplacements-et-des-transports-srmdt-synthese
- Pacte électrique breton. Déc 2010.
  http://www.bretagne.fr/internet/upload/docs/application/pdf/2011-01/pacte_electrique_breton.pdf

**Schémas, plans nationaux**

- Plan climat de la France. Actualisation 2011. MEDDTL
  http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-plan-climat-de-la-France-2011.html
- Plan national pour le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables. Lancement le 1er oct 2009. Dossier de presse
  http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/dossier_de_presse_vehicules_ecologiques.pdf

- « Plan biocarburants ». Objectifs fixés dans la loi d'orientation agricole 2006

**Données et études. Déplacements-Transports-aménagements**

- La mobilité des Bretons -ORTB-Décembre 2011
- Les transports en Bretagne – ORTB-Mémento 2011
  http://www.observatoire-transports-bretagne.fr
- Les mobilités dans aire urbaine de Rennes. 2009. Audiar
  http://www.audiar.org/urba/pdf/obs_deplacements_mobilites_BR.pdf
- La mobilité des Français. Panorama issu de l'enquête national transports et déplacements 2008. La revue du CGDD. Déc 2010.
  http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rev3.pdf
- Données Ener'GES 2005
- Les nouvelles aires urbaines - L'influence des villes bretonnes se renforce Insee. Octant Analyse n°23 oct 2011
  http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?reg_id=2&ref_id=17914

**Etudes et simulations prospectives Transports**

- Démarche transports 2050. mars 2006. Conseil Général des Ponts et Chaussées
  http://www.mcrit.com/transvisions/documents/FRANCE%202050.pdf
- Mobilité des populations et territoires de Bretagne à horizon 2030. réflexions prospectives. CESR. Septembre 2007
  Cette étude porte plus particulièrement sur la mobilité au sens de "changement de résidence", laquelle s'apparente aux migrations, et s'interroge sur son ampleur et ses conséquences. Ces "mobilités résidentielles" ont été regardées aux échelles infrarégionale, nationale et internationale, et ceci pour trois catégories d'acteurs : les actifs (et leurs familles), les étudiants et les retraités.
  Après avoir dressé le bilan de la situation de la Bretagne au regard des mobilités résidentielles et de leur évolution au cours des dernières décennies, l'étude présente quatre scénarios permettant d'explorer les évolutions possibles, à l'horizon 2030, de la mobilité résidentielle et de ses impacts sur la physionomie de la Bretagne :
  - Scénario 1 : La Bretagne convoitée ou la Breiz Riviera
  - Scénario 2 : La Bretagne en pointe ou les vents portants
  - Scénario 3 : La Bretagne performante ou le courant productif
  - Scénario 4 : La Bretagne délaissée ou le reflux

  L'étude évoque enfin un certain nombre de tendances lourdes mises en évidence par cette exploration et quelques axes d'intervention qui pourraient être envisagés par la Région au regard de ces évolutions.
  http://www.bretagne-innovation.tm.fr/Donnees-cles2/Etudes-et-enquetes2/Mobilite-des-populations-et-territoires-de-Bretagne-a-l-horizon-2030-reflexions-prospectives
- Modèle multimodale aire urbaine de Rennes. DDTM 35. 2011
  L'Etat a initié en 2006, aux côtés de ses partenaires, la construction d'un modèle multimodal de déplacements à l'échelle de l'aire urbaine de Rennes. Ce modèle se veut au service de l'analyse du fonctionnement global des réseaux de transports individuels et collectifs à l'échelle de l'aire urbaine. Son périmètre est celui de l'Enquête Ménages Déplacements de 2007, complété de quelques communes se trouvant dans l'aire d'influence de gares de l'étoile ferroviaire rennaise.
  Un horizon de prospective à 2025 a été choisi pour formuler des hypothèses de développement socio-économique, des offres de transports et de mobilité. Les données d'entrées de la situation de référence 2025 concernent :
  - les hypothèses socio-économiques (population, segmentation, emploi, surface commerciales, effectifs scolaires et étudiants (évolution fournie par l'Audiar)
  - les projets de transports collectifs (métro ligne b et autres évolutions d'offres TC trains, bus ou cars et d'infrastructures routières) fournis par chaque autorité,
  - les grands projets d'aménagement du territoire

  extranet Plateforme d'échanges sur les déplacements (contact : marie-francoise.barboux@ille-et-vilaine.gouv.fr)

## Annexe 5 - Méthode d'élaboration des potentiels pour le secteur des TRANSPORTS de PERSONNES


- Programme de recherche consacré à la construction de scénarios de mobilité durable : comment satisfaire les objectifs internationaux de la France en termes d'émissions de GES et de pollution transfrontières ? PREDIT 3 – Gp 11
  août 2004 : Phase 1
  http://urbamet.documentation.equipement.gouv.fr/documents/CETTEXST005797/CETTEXST005797.pdf
  avril 2008 :
  http://www.urba2000.com/club-ecomobilite-DUD/IMG/pdf/Mobilite_durable_rapport_final_Avril_2008.pdf

**Évolutions des Technologies**

- Véhicule « Grand Public » 2030. Septembre 2008. Centre d'analyse Stratégique
  http://www.inrets.fr/fileadmin/recherche/transversal/pfi/PFI_VE/pdf/rapport-syrota-voiture-electrique.pdf
- Les émissions moyennes de CO2 des véhicules neufs. ADEME
- Une évaluation prospective des véhicules électriques. CGDD. Point sur N°86. mai 2011
  http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/LPS86.pdf
- Atelier sur l'éco-conduite 22-23 novembre 2007 (forum international des transports) – Conclusions et messages à l'intention des décideurs
  http://www.internationaltransportforum.org/Proceedings/ecodriving/EcoConclusfr.pdf

## SEUILS REGLEMENTAIRES DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Ces valeurs sont issues de l'article R. 221-1.II du Code de l'Environnement.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Objectifs de qualité**<br>Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble | | | |
| Dioxyde d'azote ($NO_2$) | Santé | 40 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | |
| Particules ($PM_{10}$) | Santé | 30 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | |
| Particules (PM2,5) | Santé | 10 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | À partir de 2015 |
| Dioxyde de soufre ($SO_2$) | Santé | 50 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | |
| Ozone ($O_3$) | Santé | 120 µg/m$^3$ – maximum journalier de la moyenne sur 8h, sur une année | |
| Plomb ($P_b$) | Santé | 0,25 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | |
| Benzène | Santé | 2 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | |
| **Valeurs cibles**<br>Niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble | | | |
| Particules ($PM_{2,5}$) | Santé | 20 µg/m$^3$ – moyenne annuelle civile | À partir de 2015 |
| Ozone ($O_3$) | Santé | 120 µg/m$^3$ – maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an, moyenne sur 3 ans | Depuis 2010 |
| Arsenic ($A_s$) | Santé, environnement | 6 µg/m$^3$ – moyenne annuelle du contenu total de la fraction $PM_{10}$ | À partir de 2013 |
| Cadmium ($C_d$) | Santé, environnement | 5 µg/m$^3$ – moyenne annuelle du contenu total de la fraction $PM_{10}$ | À partir de 2013 |
| Nickel ($N_i$) | Santé, environnement | 20 µg/m$^3$ – moyenne annuelle du contenu total de la fraction $PM_{10}$ | À partir de 2013 |
| Benzo(a)pyrène | Santé, environnement | 1 µg/m$^3$ – moyenne annuelle du contenu total de la fraction $PM_{10}$ | À partir de 2013 |
| **Valeurs limites**<br>Niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble | | | |
| Dioxyde d'azote ($NO_2$) | Santé<br>Santé | 200 µg/m$^3$ – moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 fois par an<br>40 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | Depuis 2010<br>Depuis 2010 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Particules ($PM_{10}$) | Santé | 50 µg/m$^3$ – moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 35 fois par an | Depuis 2005 |
| | Santé | 40 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | Depuis 2005 |
| Particules ($PM_{2,5}$) | Santé | 25 µg/m$^3$ – moyenne annuelle (26 µg/m$^3$ en 2013 et 2014) | À partir de 2015 |
| | Santé | | |
| Dioxyde de soufre ($SO_2$) | Santé | 350 µg/m$^3$ – moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 fois par an | Depuis 2005 |
| | Santé | 125 µg/m$^3$ – moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 fois par an | Depuis 2005 |
| Monoxyde de carbone (CO) | Santé | 10 µg/m$^3$ – maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h | Depuis 2005 |
| Plomb ($P_b$) | Santé | 0,5 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | Depuis 2005 (2010 en proximité indus.) |
| Benzène ($C_6H_6$) | Santé | 5 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | Depuis 2010 |
| **Objectifs à long terme** | | | |
| Ozone ($O_3$) | Santé | 120 µg/m$^3$ – maximum journalier de la moyenne sur 8h pendant une année civile | |
| | Végétation | 6 000 µg/m$^3$.h – AOT 40 calculé à partir de valeurs horaires entre 8h et 20h de mai à juillet | |
| **Seuils d'information-recommandation et d'alerte** | | | |
| Dioxyde d'azote ($NO_2$) | Information | 200 µg/m$^3$ – moyenne horaire | |
| | Alerte | 400 µg/m$^3$ – moyenne horaire sur 3 heures consécutives | |
| Particules ($PM_{10}$) | Information | 50 µg/m$^3$ – moyenne journalière | |
| | Alerte | 80 µg/m$^3$ – moyenne journalière | |
| Dioxyde de soufre ($SO_2$) | Information | 300 µg/m$^3$ – moyenne horaire | |
| | Alerte | 500 µg/m$^3$ – moyenne horaire sur 3 heures consécutives | |
| Ozone ($O_3$) | Information | 180 µg/m$^3$ – moyenne horaire | |
| | Alerte | Seuil 1 : 240 µg/m$^3$ pendant 3 h puis seuil 2 : 300 µg/m$^3$ et seuil 3 : 360 µg/m$^3$ | |
| **Protection de la végétation** | | | |
| Dioxyde d'azote ($NO_2$) | Végétation | 30 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | |
| Dioxyde de soufre ($SO_2$) | Végétation | 20 µg/m$^3$ – moyenne du 1er octobre au 31 mars | |
| | | 20 µg/m$^3$ – moyenne annuelle | |
| Ozone ($O_3$) | Végétation | Objectif : 6 000 µg/m$^3$.h en AOT 40 - valeurs horaires de mai à juillet | |
| | | Valeur cible : 18 000 µg/m$^3$.h en AOT 40 - valeurs horaires entre 8h et 20h de mai à juillet en moyenne sur 5 ans | |

## INTEGRATION DU PLAN PARTICULES DANS LE SCHEMA REGIONAL

Le schéma régional climat, air et énergie se doit d'être compatible avec le plan particule ; plan national adopté afin d'atteindre l'objectif issu du Grenelle de l'Environnement de réduction de 30 % d'ici 2015 les émissions de $PM_{2,5}$.

Le tableau suivant précise, pour chaque action du plan pouvant être déclinée, l'orientation du schéma correspondante.

| ***Mesure du plan particules demandant une déclinaison locale*** | ***Numéro(s) d'orientation correspondante(s) du schéma*** |
|---|---|
| ***Secteur domestique*** | |
| 1) Réorienter la communication publique sur les risques liés à une mauvaise combustion de la biomasse et au brûlage à l'air libre | *27* |
| 2) Renouveler au plus vite le parc français d'appareils de chauffage au bois | *27* |
| 3) Focaliser les aides sur les appareils et systèmes de chauffage les moins émetteurs de particules et promouvoir l'innovation | *27* |
| 6) Mettre en place une information et une sensibilisation des particuliers sur les émissions polluantes de leur chaudière | *5* |
| 7) Le brûlage à l'air libre | *20* |
| 8) Le Plan Bâtiment du Grenelle de l'Environnement | *1, 2, 3* |
| ***Secteur industriel et résidentiel / tertiaire*** | |
| 4) Améliorer les conditions des appels d'offres relatifs aux installations utilisant de la biomasse | *27* |
| ***Secteur des transports*** | |
| 2) Mieux réguler la mobilité | *6* |
| 3) Favoriser les transports actifs et les mobilités douces | *10* |
| 4) Améliorer le parc de véhicules captifs | *10* |
| 5) Réduire les émissions de particules par les véhicules particuliers, notamment le parc des anciens véhicules diesel, ainsi que par les véhicules utilitaires et les poids lourds | *10 et 11* |
| 7) Encourager la mise en place de dispositifs de réduction des émissions des engins de chantier | *4* |
| 8) Réduire les émissions des navires et des bateaux | *29* |
| 9) Réduire les émissions des zones aéroportuaires | *29* |
| 10) Réduire les émissions des deux roues | *10* |
| 11) Améliorer les performances environnementales du fret routier | *11* |
| ***Secteur agricole*** | |
| 1) Synthèse des connaissances relatives aux pratiques en agriculture les plus émettrices de particules et de précurseurs de particules | *13* |
| 3) Diffuser les meilleures pratiques respectueuses de l'environnement aérien | *14* |
| 4) Adapter l'alimentation animale aux besoins des animaux selon leur stade de croissance | *14* |
| 5) Développer la couverture des fosses | *14* |
| 6) Développer l'utilisation de matériels d'épandage moins propices à la volatilisation dans l'air | *14* |
| 7) Réduire les émissions de polluants atmosphériques par les tracteurs | *14* |
| 8) Développer le travail simplifié du sol | *14* |
| 9) Réduire les émissions dues aux engrais minéraux | *14* |
| ***Amélioration des connaissances*** | *22* |

# Annexe 6 - Qualité de l'air

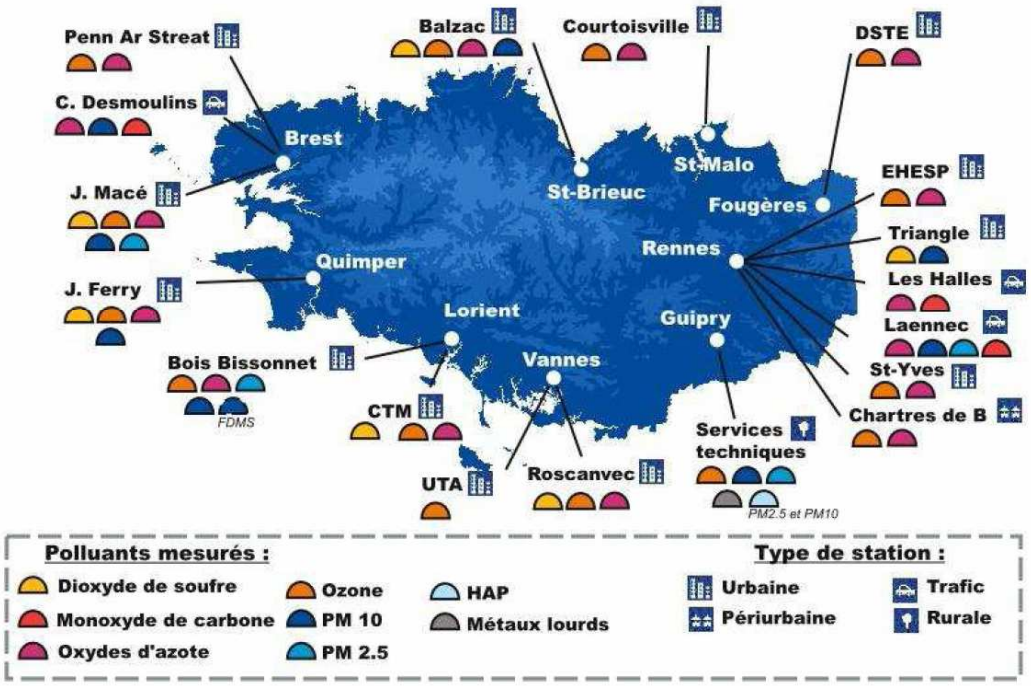
## CORRESPONDANCE AVEC LE PRQA

Le Plan Régional pour la Qualité de l'Air avait retenu un certain nombre d'orientation qui sont reprises dans le présent schéma régional. La table suivante présente la correspondance entre les deux documents.

| ***Orientation du PRQA*** | ***Numéro(s) d'orientation correspondante(s) du schéma*** |
|---|---|
| ***Mieux connaître les émissions liées à l'usage de produits phytosanitaires et les réduire*** | |
| Améliorer la connaissance sur les émissions de phytosanitaires liées aux différents usages | *13 et 14* |
| Diminuer significativement les émissions associées à l'utilisation de produits phytosanitaires | *14* |
| ***Penser l'aménagement du territoire et les politiques de déplacement afin de réduire les émissions liées à l'usage des véhicules*** | |
| Diminuer les besoins en déplacements motorisés par une action forte sur l'aménagement de l'espace et l'urbanisme | *6* |
| Développer et promouvoir les modes de transport alternatifs à la route en développant l'offre transport de voyageurs | *7 et 8* |
| Développer et promouvoir les modes de transport alternatifs à la route en développant l'offre transport de marchandises | *10* |
| Développer et promouvoir les modes de transport alternatifs à la route en développant l'offre volet « comportements et « technologies » | *9 et 12* |
| ***Réduire les émissions des secteurs résidentiel et tertiaire*** | |
| Diminuer la consommation énergétique globale des bâtiments en agissant sur l'enveloppe et sur l'aménagement | *1, 2, 3 et 16* |
| Améliorer le fonctionnement des systèmes énergétiques, promouvoir la substitution des énergies carbonnées | *18* |
| ***Poursuivre la limitation des émissions liées aux activités économiques (agriculture, industrie et artisanat)*** | |
| Poursuivre et renforcer les actions de limitation des émissions liées à l'activité agricole.<br>Poursuivre la réduction des émissions industrielles et artisanales | *14*<br>*18* |
| ***Approfondir les connaissances liées à la qualité de l'air*** | |
| Améliorer la connaissance de certaines sources d'émissions spécifiques | *29* |
| Poursuivre la mesure de la qualité de l'air | *29* |
| Améliorer la connaissance entre santé, air et environnement | *29* |
| ***Renforcer l'information et la sensibilisation des publics*** | |
| Contribuer à l'amélioration de la connaissance des acteurs locaux et du grand public sur la qualité de l'air et faire évoluer leur regard sur cette problématique | *29 et 32* |

## Dispositif de surveillance Air Breizh

Air Breizh dispose de 18 stations de mesure réparties dans les principales villes bretonnes et d'un parc de 54 analyseurs en site fixe.




*Sites de mesure de la qualité de l'air en Bretagne*

## Liste des communes en zone sensible

| Nom de la commune | Code INSEE | Population |
|---|---|---|
| COETMIEUX | 22044 | 1500 |
| HILLION | 22081 | 4000 |
| LAMBALLE | 22093 | 11000 |
| LANGUEUX | 22106 | 6800 |
| MESLIN | 22151 | 900 |
| NOYAL | 22160 | 800 |
| PLERIN | 22187 | 13400 |
| PLESTAN | 22193 | 1500 |
| PLEUDIHEN-SUR-RANCE | 22197 | 2700 |
| POMMERET | 22246 | 1800 |
| PORDIC | 22251 | 5600 |
| SAINT-BRIEUC | 22278 | 46400 |
| TREFFRIN | 22351 | 600 |
| TREGUEUX | 22360 | 7200 |
| TREMUSON | 22372 | 1800 |

| Nom de la commune | Code INSEE | Population |
|---|---|---|
| LAILLE | 35139 | 4400 |
| LIFFRE | 35152 | 6600 |
| MINIAC-MORVAN | 35179 | 3300 |
| MONTAUBAN-DE-BRETAGNE | 35184 | 4400 |
| MONTGERMONT | 35189 | 3100 |
| MORDELLES | 35196 | 6600 |
| NOYAL-CHATILLON-SUR-SEICHE | 35206 | 5800 |
| NOYAL-SUR-VILAINE | 35207 | 4900 |
| PACE | 35210 | 8300 |
| PLEUMELEUC | 35227 | 2400 |
| RENNES | 35238 | 209600 |
| LE RHEU | 35240 | 6900 |
| SAINT-GILLES | 35275 | 3500 |
| SAINT-GREGOIRE | 35278 | 8200 |
| SAINT-JACQUES-DE-LA-LANDE | 35281 | 9600 |

## Annexe 6 - Qualité de l'air

| Nom de la commune | Code INSEE | Population |
|---|---|---|
| YFFINIAC | 22389 | 4500 |
| BOHARS | 29011 | 3300 |
| BREST | 29019 | 144500 |
| BRIEC | 29020 | 5100 |
| CARHAIX-PLOUGUER | 29024 | 7700 |
| CHATEAULIN | 29026 | 5300 |
| DAOULAS | 29043 | 1700 |
| DIRINON | 29045 | 2400 |
| ERGUE-GABERIC | 29051 | 7500 |
| LE FAOU | 29053 | 1700 |
| GOUESNOU | 29061 | 6100 |
| GUIPAVAS | 29075 | 13600 |
| HANVEC | 29078 | 1900 |
| IRVILLAC | 29086 | 1200 |
| LOPERHET | 29140 | 3500 |
| LOTHEY | 29142 | 400 |
| PENMARCH | 29158 | 5700 |
| PLOUGASTEL-DAOULAS | 29189 | 12900 |
| PORT-LAUNAY | 29222 | 500 |
| QUIMPER | 29232 | 64900 |
| LE RELECQ-KERHUON | 29235 | 10700 |
| ROSNOEN | 29240 | 900 |
| SAINT-COULITZ | 29243 | 400 |
| SAINT-SEGAL | 29263 | 900 |
| SAINT-URBAIN | 29270 | 1400 |
| PONT-DE-BUIS-LES-QUIMERCH | 29302 | 3700 |
| BEDEE | 35023 | 3600 |
| BREAL-SOUS-MONTFORT | 35037 | 4500 |
| BRECE | 35039 | 1700 |
| CESSON-SEVIGNE | 35051 | 15600 |
| CHANTEPIE | 35055 | 7900 |
| CHARTRES-DE-BRETAGNE | 35066 | 6900 |
| CHATEAUBOURG | 35068 | 5500 |
| CHATEAUNEUF-D'ILLE-ET-VILAINE | 35070 | 1100 |

| Nom de la commune | Code INSEE | Population |
|---|---|---|
| SAINT-JOUAN-DES-GUERETS | 35284 | 2700 |
| SAINT-MALO | 35288 | 49700 |
| SAINT-PERE | 35306 | 2100 |
| SAINT-THURIAL | 35319 | 1800 |
| SERVON-SUR-VILAINE | 35327 | 3300 |
| THORIGNE-FOUILLARD | 35334 | 6800 |
| VEZIN-LE-COQUET | 35353 | 3800 |
| PONT-PEAN | 35363 | 3600 |
| PONT-PEAN | 35363 | 3600 |
| AURAY | 56007 | 12400 |
| BRECH | 56023 | 5900 |
| CAUDAN | 56036 | 6800 |
| CRACH | 56046 | 3200 |
| ELVEN | 56053 | 4500 |
| GESTEL | 56063 | 2500 |
| GUIDEL | 56078 | 9900 |
| HENNEBONT | 56083 | 14200 |
| LANDAUL | 56096 | 1700 |
| LANESTER | 56098 | 22600 |
| LARMOR-PLAGE | 56107 | 8400 |
| LOCOAL-MENDON | 56119 | 2900 |
| LORIENT | 56121 | 58500 |
| PLOEREN | 56164 | 5300 |
| PLOUGOUMELEN | 56167 | 2200 |
| PLUNERET | 56176 | 4600 |
| QUEVEN | 56185 | 8700 |
| SAINT-AVE | 56206 | 9900 |
| SAINT-NOLFF | 56231 | 3600 |
| SENE | 56243 | 8100 |
| SURZUR | 56248 | 3200 |
| THEIX | 56251 | 6600 |
| LA TRINITE-SURZUR | 56259 | 1000 |
| VANNES | 56260 | 53100 |

# GLOSSAIRE ET ACRONYMES

# SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

# TABLES DES ILLUSTRATIONS

# Glossaire et acronymes

| | |
|---|---|
| AASQA : | Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air en France |
| ABEA : | Association bretonne des entreprises agroalimentaires |
| ABIBOIS : | Association des professionnels de la filière bois en Bretagne |
| ADEME : | Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie |
| AGENDA 21 : | Projet territorial de développement durable pour le XXI$^{ème}$ siècle – Plan d'action pour le XXI$^{ème}$ siècle |
| AGRESTE : | Service de statistiques et d'études sur l'agriculture, la forêt, l'agro-alimentaire, l'occupation du sol, les équipements et l'environnement en zone rural du ministère de l'Agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt. |
| AILE : | Association d'Initiatives Locales pour l'Énergie et l'Environnement créée par l'ADEME Bretagne et les CUMA (Coopératives d'Utilisation de Matériels Agricoles) de l'Ouest |
| AIR BREIZH : | Association agréée par le ministère chargé de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air en Bretagne |
| AMI : | Appel à Manifestation d'Intérêt |
| ANAH : | Agence Nationale de l'Habitat : a pour mission de promouvoir le développement et la qualité du parc de logements privés. |
| AOT : | Autorité Organisatrice de Transports : collectivités auxquelles la loi d'orientation pour les transports intérieurs de 1982, dite « loi Loti » a confié la mission d'organiser les transports. |
| ARIST : | Agence Régionale d'Information Stratégique et Technologique |
| BBC : | Bâtiment Basse Consommation |
| BDI : | Bretagne Développement Innovation |
| BHNS : | Bus à Haut Niveau de Service |
| CAPEB : | Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment |
| CAFE : | « Clean Air for Europe », programme européen « Air pur pour l'Europe » |
| CAS : | Centre d'Analyse Stratégique : institution d'expertise et d'aide à la décision placée auprès du Premier ministre. Le Centre a pour mission d'éclairer le Gouvernement dans la définition et la mise en œuvre de ses orientations stratégiques en matière économique, sociale, environnementale ou technologique. |
| CAUE : | Conseil en Architecture Urbanisme et Environnement : association départementale ayant pour missions de développer l'information, la sensibilisation et la participation du plus grand nombre dans les domaines de l'architecture, de l'urbanisme, de l'environnement et des paysages. |
| CCI : | Chambre de Commerce et d'Industrie |
| CCNUCC : | Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, adoptée au cours du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992, entrée en vigueur le 21 mars 1994 et ratifiée par 189 pays en 2004. |
| CEB : | Cellule Économique de Bretagne : association créée en 1970 sous l'impulsion des pouvoirs publics et des professionnels de la construction. Outil technique et lieu de concertation qui assume des missions d'observation, d'information, d'études sur des thématiques spécifiques (emploi-formation, construction & développement durable, déchets/recyclage, matériaux, etc.). |
| CEE : | Certificats d'Économies d'Énergie, créé par la loi de programme fixant les orientations de la politique énergétique, dite « loi POPE » de 2005, et constituant l'un des instruments de la politique de maîtrise de la demande énergétique. |

# Glossaire et acronymes

| | |
|---|---|
| CEREN : | Centre d'Études et de Recherches Économiques sur l'Énergie, centre d'intérêt économique |
| CERTU : | Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie. |
| CES : | Chauffe-Eau Solaire |
| CESER | Conseil économique, social et environnemental |
| CESI : | Chauffe-Eau Solaire Individuel |
| CGDD : | Commissariat Général au Développement Durable du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie : en charge de la promotion du développement durable, tant au sein de toutes les politiques publiques que dans les actions de l'ensemble des acteurs socio-économiques. |
| CGEDD : | Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie : chargé de conseiller le Gouvernement dans les domaines de l'environnement, des transports, du bâtiment et des travaux publics, de la mer, de l'aménagement et du développement durables des territoires, du logement, de l'urbanisme, de la politique de la ville et du changement climatique. |
| CITEPA : | Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique : association en charge d'identifier, analyser et diffuser des données et des méthodes sur la pollution atmosphérique - notamment les émissions dans l'air et le changement climatique. |
| CNRM : | Centre National de Recherche Météorologique |
| CPER : | Contrat de projets État-Région |
| CRAB : | Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne |
| CRE : | Commission de Régulation de l'Énergie : autorité administrative indépendante chargée de veiller au bon fonctionnement des marchés de l'électricité et du gaz en France. |
| CRMA : | Chambre Régionale de Métiers et de l'Artisanat |
| CRML : | Conférence régionale Mer et Littoral |
| CUMA : | Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole |
| CUS : | Contrats d'Utilité Sociale |
| DCNS : | Direction des constructions navales Systèmes et Services : entreprise intervenant dans le domaine de l'armement naval. |
| DIB : | Déchet Industriel Banal |
| DIRM : | Directions InterRégionales de la Mer : services déconcentrés relevant des ministres chargés de la mer et du développement durable, en charge de la conduite des politiques de l'État en matière de développement durable de la mer, de gestion des ressources et de régulation des activités maritimes. |
| DPE : | Diagnostic de Performance Energétique |
| Economie bas-carbone : | Economie faiblement émettrice de gaz à effet de serre |
| ECS : | Eau Chaude Sanitaire |
| EDF : | Électricité De France |
| EIE : | Espaces Info Energie : initiés par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) en 2001, pour sensibiliser et informer le grand public gratuitement et de manière objective sur l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. |
| EMR : | Énergies Marines Renouvelables |

# Glossaire et acronymes

| | |
|---|---|
| Ener'GES : | Outil d'évaluation territorialisée des consommations d'énergie et des émissions de GES en Bretagne. |
| Energie finale : | L'énergie finale est l'énergie mise à disposition du consommateur sous une forme directement utilisable : stères de bois, litres de fioul, mètres cubes de gaz, wattheures électriques. Selon les types d'énergie, l'énergie finale aura subie un nombre plus ou moins important de pertes liées à la transformation de l'énergie primaire en énergie utile (secondaire), à son transport et à sa distribution finale au consommateur (énergie finale réellement consommée) : les pertes peuvent tout à fait être considérables comme dans le cas de la production d'électricité à partir d'uranium. |
| Energie primaire : | L'énergie primaire est l'énergie tirée de la nature (énergie tirée du soleil, des fleuves ou du vent) ou contenue dans les produits énergétiques tirés de la nature (comme les combustibles fossiles ou le bois) avant transformation et acheminement vers le consommateur. On considère donc que l'énergie électrique produite à partir d'une éolienne, d'un barrage ou de capteurs photovoltaïques est une énergie primaire. |
| EnR : | Énergie renouvelable |
| EPCI : | Établissement Public de Coopération Intercommunale |
| EPF | Établissement Public Foncier : établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) qui négocie et mène les procédures permettant de constituer des réserves foncières en amont de la phase de réalisation de projet d'aménagement public. La Bretagne est dotée d'un EPF dénommé « Foncier de Bretagne ». |
| FNTR : | Fédération Nationale des transports Routiers |
| FRB : | Fédération Régionale du Bâtiment |
| GES : | Gaz à Effet de Serre |
| GIEC : | Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat : organisation mise en place en 1988, par l'Organisation Météorologique Mondiale et par le Programme pour l'Environnement des Nations Unies. Le rôle du GIEC est « d'expertiser l'information scientifique, technique et socio-économique qui concerne le risque de changement climatique provoqué par l'homme ». |
| GIP Bretagne Environnement : | Groupement d'Intérêt Public Bretagne Environnement, outil d'intérêt communautaire de diffusion et de valorisation des données environnementales concernant la Bretagne. |
| GMS : | Grandes et Moyennes Surfaces |
| GNV : | Gaz Naturel pour Véhicules |
| GPL : | Gaz de Pétrole Liquéfié |
| GWh : | Unité énergétique, milliards de watts heure, 1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kWh |
| IAA : | Industrie Agro-Alimentaire |
| ICPE : | Installations Classées pour la Protection de l'Environnement |
| IEED : | Institut d'Excellence dans les Énergies Décarbonées : plates-formes interdisciplinaires dans le domaine des énergies décarbonées, rassemblant les compétences de l'industrie et de la recherche publique dans une logique de co-investissement public-privé. |
| INERIS : | Institut National de l'EnviRonnement industriel et des rISques : établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle du ministère chargé de l'Écologie, qui contribue à la prévention des risques que les activités économiques font peser sur la santé, la sécurité des personnes et des biens, et sur l'environnement. |
| INSEE : | Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE) : une direction générale du ministère de l'Économie et des Finances, qui collecte, produit, analyse et diffuse des informations sur l'économie et la société française. |
| InVS : | Institut de Veille Sanitaire, établissement public dont la mission générale est de surveiller, en permanence, l'état de santé de la population et son évolution. |
| MO : | Matière organique |

# Glossaire et acronymes

| | |
|---|---|
| MTD : | Meilleures Technologies Disponibles |
| NEGAWATT : | association, groupe d'études, de propositions et d'actions pour une politique énergétique fondée sur la sobriété et l'efficacité énergétique et un recours plus affirmé aux énergies renouvelables. |
| Normes EURO : | Normes européennes d'émissions, réglementées par l'Union européenne qui fixent les limites maximales de rejets polluants pour les véhicules roulants s'appliquant aux véhicules neufs. |
| OMS : | Organisation Mondiale de la Santé : autorité directrice et coordonnatrice de l'Organisation des Nations Unies, spécialisée dans le domaine de la santé. |
| ONERC : | Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique : sous la tutelle du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, ayant pour mission la collecte et la diffusion des informations, études et recherches sur les risques liés au réchauffement climatique et aux phénomènes climatiques extrêmes. |
| OPAH : | Opérations Programmées d'Amélioration de l'Habitat : outil d'intervention publique mis en place sur des territoires conjuguant des difficultés liées à l'habitat privé : logements insalubres, problèmes de santé publique, économies d'énergie dans les logements, territoires ruraux en dévitalisation, copropriétés en grande difficulté... |
| OREGES : | Observatoire Régional de l'Energie et des Gaz à Effet de Serre de Bretagne : mis en place par l'État, le Conseil régional de Bretagne et l'ADEME au sein du Groupement d'Intérêt Public Bretagne Environnement. |
| ORTB : | Observatoire Régional des Transports de Bretagne : association qui a pour objet de mettre en place et de développer les outils de connaissance et d'information régionale sur les transports et les déplacements des personnes et des marchandises et de diffuser les résultats par les moyens appropriés. L'ORTB regroupe des personnes morales de droit public et de droit privé, acteurs du milieu des transports et du monde économique. |
| PCET : | Plan climat-énergie territorial : Obligation du Grenelle pour les collectivités de plus de 50 000 habitants. D'une validité de 5 ans, le plan comprend un bilan des émissions de gaz à effet de serre de la collectivité. Il comprend également deux volets d'actions relatifs au changement climatique : un sur l'atténuation, l'autre sur l'adaptation. Le périmètre obligatoire est le fonctionnement de la collectivité, son patrimoine et ses compétences. |
| PCI : | Pouvoir Calorifique Inférieur |
| PDE : | Plan de Déplacement d'Entreprise |
| PDES : | Plans de Déplacement des Etablissements Scolaires |
| PDU : | Plan de Déplacements Urbains : déterminant, dans le cadre d'un périmètre de transport urbain, l'organisation du transport des personnes et des marchandises, la circulation et le stationnement. |
| PLH : | Programme Local de l'Habitat : dispositif d'observation, de définition et de programmation des investissements et des actions en matière de politique du logement à l'échelle d'un territoire. |
| PLU : | Plan Local d'Urbanisme : document d'urbanisme qui, à l'échelle d'une commune, établit un projet global d'urbanisme et d'aménagement et fixe en conséquence les règles générales d'utilisation du sol sur le territoire considéré |
| PLUI : | Plan Local d'Urbanisme Intercommunal : document d'urbanisme à l'échelle intercommunale. |
| Pôle Mer Bretagne : | Pôle de compétitivité breton sur la mer, source d'innovation et de développement économique. |
| POS : | Plan d'Occupation des Sols : document remplacé par les PLU par la Loi Solidarité et renouvellement urbain (SRU) de 2000. Toutefois, les anciens POS subsistent et gardent toute leur validité juridique tant qu'ils n'ont pas été transformés en PLU. |
| PME : | Petites et Moyennes Entreprises |

# Glossaire et acronymes

| | |
|---|---|
| PNACC : | Plan National d'Adaptation au Changement Climatique : présenté en 2011, il comprend des mesures concrètes, opérationnelles pour préparer, pendant les cinq années à venir, de 2011 à 2015, la France à faire face et à tirer parti de nouvelles conditions climatiques. |
| PNDVE : | Plan national pour le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables : lancé en 2009. |
| PPA : | Plan de Protection de l'atmosphère : élaborés par les préfets de département et concernent les agglomérations de plus de 250 000 habitants ainsi que les zones où les valeurs limites sont dépassées ou risquent de l'être. Ils rassemblent les informations nécessaires à l'inventaire et à l'évaluation de la qualité de l'air de la zone considérée. Ils énumèrent les principales mesures préventives et correctives temporaires ou permanentes, pouvant être prises en vue de réduire les émissions des sources de pollution atmosphérique et d'atteindre les objectifs fixés par le plan. Ils sont introduits par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) en 1996. |
| PPE : | Plan de Performance Énergétique |
| PREDIT : | Programme de Recherche et d'Innovation dans les Transports Terrestres français qui réunit les ministères de l'Écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer (MEEDDM), de l'Enseignement supérieur et de la recherche (MESR), et de l'Industrie, ainsi que les agences déployant les politiques correspondantes, l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et l'Agence nationale de la recherche (ANR). |
| PRQA : | Plan Régional pour la Qualité de l'Air : élaboré par les Conseils régionaux et préparé sous l'égide du préfet. Il est introduit par la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) en 1996 qui fixe des orientations régionales à moyen et long terme, permettant de prévenir ou de réduire la pollution atmosphérique ou d'en atténuer les effets. |
| PRSE : | Programme Régional Santé Environnement |
| PVE : | Plan Végétal Environnement |
| RTE : | Réseau de Transport d'Électricité |
| SAU : | Surface Agricole Utile |
| SCEQE : | Système Communautaire d'Échange de Quotas d'Émission : système de plafonnement des émissions de dioxyde de carbone ($CO_2$) et autres gaz à effet de serre dans des entreprises, attribuant un prix à chaque tonne de dioxyde de carbone émise. |
| SCOT : | Schéma de Cohérence Territoriale : document d'urbanisme qui détermine, à l'échelle de plusieurs communes ou groupements de communes, un projet de territoire visant à mettre en cohérence l'ensemble des politiques sectorielles, notamment en matière d'urbanisme, d'habitat, de déplacements et d'équipements commerciaux, dans un environnement préservé et valorisé. Il a été instauré par la loi relative à la Solidarité et renouvellement urbain (SRU) de 2000. |
| SDE : | Schéma de Développement Eolien |
| SEMAEB : | Société d'Economie Mixte pour l'Aménagement et l'Equipement de la Bretagne |
| SER : | Syndicat des Énergies Renouvelables : organisation industrielle française des énergies renouvelables, ayant pour vocation de promouvoir les intérêts des industriels et des professionnels des énergies renouvelables auprès des pouvoirs publics, du Parlement et de toutes les instances en charge de l'énergie, de l'industrie, de l'emploi et de la Recherche. |
| SIAGM : | Syndicat intercommunal d'aménagement du Golfe Morbihan |

# Glossaire et acronymes

| | |
|---|---|
| SRCE : | Schéma Régional de Cohérence Écologique : introduit par les lois Grenelle de 2009 et 2010, document cadre régional d'identification et de mise en œuvre de la trame verte et bleue d'importance régionale, c'est-à-dire le réseau écologique qu'il convient de préserver pour garantir à l'échelle régionale les déplacements des espèces animales et végétales. |
| SRMDT : | Schéma Régional Multimodale des Déplacements et des Transports : élaboré par le Conseil régional. |
| SRT : | Schéma Régional du Tourisme : élaboré par le Conseil régional |
| SSC : | Système solaire Combiné |
| TC : | Transport en commun |
| TCSP : | Transport en commun en site propre |
| TER : | Transport Express Régional |
| T eq$CO_2$ : | tonne équivalent $CO_2$ (dioxyde de carbone) : unité commune à tous les gaz à effet de serre. |
| UIOM : | Usine d'Incinération des Ordures Ménagères |
| USH : | Union Sociale pour l'Habitat |
| UTCF : | Utilisation des Terres, leurs Changements et la Forêt : à la fois un puits et une source d'émission de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote. L'UTCF couvre la récolte et l'accroissement forestier, la conversion des forêts (défrichement) et des prairies ainsi que les sols dont la composition en carbone est sensible à la nature des activités auxquelles ils sont dédiés (forêt, prairies, terres cultivées). |
| VE : | Véhicule Électrique |
| ZAE : | Zones d'Activités Economiques |
| ZDE : | Zones de développement de l'Éolien |
| ZPPAUP : | Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager : dispositif ayant pour objet d'assurer la protection du patrimoine paysager et urbain, et mettre en valeur des quartiers et sites à protéger pour des motifs d'ordre esthétique ou historique. |
| ZH : | Zone Humide |

# Source bibilographiques


## Activites economiques

ADEME, « Tourisme durable en Bretagne », 2012.

COCEB, « L'économie bretonne en chiffre »s, 2010.

GIP Bretagne Environnement, « L'industrie en Bretagne », www.bretagne-environnement.org.

Comité présidé par Christian de Perthuis, « Trajectoires 2020 – 2050 vers une économie sobre en carbone », 2010.

Comité Régional du Tourisme en Bretagne, « Le tourisme, un secteur incontournable de l'économie régionale », 2011.

Conseil Economique, Social et Environnemental de Bretagne, Maryvonne GUIAVARC'H et Jean LE TRAON, « Quels modes de développement économique pour la Bretagne de demain ? », Janvier 2012, 219 pages.

Conseil Economique, Social et Environnemental de Bretagne, Claudia NEUBAUER, Bernard DUBOIS et Jean-Claude MOY, « Appropriation sociale et mise en débat des sciences et technologies en Bretagne, une approche prospective », Mars 2012, 269 pages.

Direction interrégionale de la mer Nord Atlantique-Manche Ouest, « Monographie maritime de la façade maritime Nord Atlantique-Manche Ouest (interrégion Bretagne - Pays de la Loire) », 201.

INSEE Bretagne, « La population de la Bretagne à l'horizon 2014 : cinq scénarios alternatifs », Octant Analyse n°43, Février 2013.

## Agriculture et Foret

Agences d'urbanisme de Bretagne (ADEUPA, AUDELOR, AUDIAR, QCD), CAUE 56, CAD 22, « La Bretagne a doublé ses surfaces artificialisées en 20 ans », Juillet 2010, 8 pages.

Agreste Bretagne, synthèse, « Résultats des enquêtes Teruti-Lucas 2006 et 2010 : En Bretagne, 22 000 hectares artificialisés 4 ans », mai 2011.

Chambre d'Agriculture de Bretagne, « Agriculture et agroalimentaire en Bretagne », 2011.

Chambre d'Agriculture de Bretagne, « Contribution au SRCAE », juin 2012.

Conseil Régional, « Pour une nouvelle alliance agricole », juin 2011.

Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAAF), Bretagne, Agreste, « Recensement agricole 2010 : premières tendances », septembre 2011.

DRAAF Bretagne, Agreste, « Mémento de la statistique agricole », 2010.

DRAAF Bretagne, Agreste, « Extrait des tableaux de l'Agriculture Bretonne : cultures énergétiques », 2009,

DRAAF Bretagne, Agreste, « L'activité forestière bretonne en 2009 », 2011.

Danièle Pro, Ecole Nationale de Chimie de Rennes, Thèse, « Développement de nouveaux inhibiteurs d'uréases et de la nitrification à des fins phytosanitaires », 2011.

## Batiments

Cellule Economique de Bretagne (CEB), « Construction & développement durable en Bretagne : La rénovation des logements existants », mai 2009.

CEB, note de synthèse « état des lieux bâtiment résidentiel », avril 2012.

CEB, Energie Demain, « État des lieux des consommations énergétiques du parc bâti tertiaire et gisements associés sur la région Bretagne », décembre 2011.

CEB, diaporama, « étude du parc et des consommations énergétiques du secteur Tertiaire Existant de la région Bretagne - Scénarios prospectifs », juin 2012.

Commissariat Général du développement Durable, MEDDE, « Evaluation des mesures du Grenelle de l'Environnement sur le parc de logements », novembre 2011.

# Source bibilographiques

## CHANGEMENT CLIMATIQUE (VULNERABILITES ET IMPACTS)


Caisse Des Dépôts / Mission Climat, étude climat n°18 – « Infrastructures de transport en France : vulnérabilité au changement climatique et possibilités d'adaptation », septembre 2009.

CEB, DREAL Bretagne, diaporama, « Quelle approche de la précarité énergétique en Bretagne ? », septembre 2010.

Centre d'Etudes sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU), « Budget énergétique des ménages - Atlas des territoires vulnérables », novembre 2011.

Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), « Météorologie, climat et déplacements touristiques », mars 2010.

Conseil Economique, Social et Environnemental de Bretagne, Gilbert BLANCHARD et Jean-Luc LE GUELLEC, « Pouvoirs et démocratie en Bretagne à l'épreuve du changement climatique, à l'horizon 2030 », Octobre 2009, 195 pages.

Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne (CSEB), « Quelle connaissances actuelles sur le changement climatique, de l'échelle globale à l'échelle régionales ? », janvier 2012.

C. CLUS-AUBY, R. PASKOFF et F. VERGER, Conservatoire du Littoral, « Impact du changement climatique sur le patrimoine du Conservatoire du Littoral - Scénarios d'érosion et de submersion à l'horizon 2100 », 2004.

Institut d'Aménagement et d'URbanisme Ile de France (IAURIF), « Ilots de chaleur urbains- l'adaptation de la ville aux chaleurs urbaines », 2010.

Institut Français de l'Environnement (IFEN), « le stock de carbone dans les sols agricoles diminue », novembre 2007.

Herve LE BOULER, diaporama, « Impacts des changements climatiques sur les forêts et la végétation naturelle en Bretagne à l'horizon 2030 et 2080. Scénarios prospectifs et incertitudes », mars 2012.

Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi, direction du Tourisme, Dossier – « Effets du changement climatique sur le tourisme », 2009.

Météo-France, « Le changement climatique en Bretagne », mars 2012.

ONERC, « Villes et adaptation au changement climatique », rapport au Premier ministre et au Parlement, 2010.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), CDC Climat, Repère – « Chiffres clés du climat France et Monde », 2011.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et Ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative, « Les effets qualitatifs du changement climatique sur la santé en France », 2008.

Nicholas Stern, STERN REVIEW: "The Economics of Climate Change", 2006.

Observatoire Régional Habitat et Logement Rhône-Alpes, Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise, fiches de synthèse du séminaire, « La double vulnérabilité énergétique des territoires : habitat et transport », juin 2010.

Philippe Merot, INRA, diaporama, « Les enjeux du Changement Climatique pour les territoires du Grand Ouest », 2011.

Y. Peings, M. Jamous, S. Planton, H. Le Treut, sous la direction de J. Jouzel, « Rapport de la mission Jouzel sur les scénarios climatiques de référence ».

Volume 1 : « Scénarios régionalisés », janvier 2011.

Volume 2 : « Scénarios régionalisés - Indices de référence pour la métropole », février 2012.

Volume 3 : « Evolution du niveau de la mer », février 2012.

GIEC, rapports,1990, 1995, 2001 et 2007.

# Source bibilographiques


## Énergie, emissions de gaz a effet de serre

ADEME, « Contribution de l'ADEME à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050 », Synthèse, 40pages, avril 2013.

AILE, diaporama, « La méthanisation en Bretagne : état des lieux, perspectives », 2011.

Conseil Economique, Social et Environnemental de Bretagne, Ange BRIERE et Alain LE MENN, « Pour une approche concertée des politiques énergétiques en Bretagne », Juin 2009, 332 pages.

Conseil Economique, Social et Environnemental de Bretagne, Guy JOURDEN et Philippe MARCHAND, « Des énergies marines en Bretagne : à nous de jouer ! », Mars 2009, 352 pages.

GIP Bretagne Environnement, Observatoire de l'Energie et des GES (OREGES), tableaux des consommations d'énergies et d'émissions de GES de l'outil Ener'GES, 2012.

GIP Bretagne environnement, « Chiffres clefs de l'énergie en Bretagne », 2011.

GIP Bretagne environnement, ADEME, CRB, DREAL, diaporama, « Le solaire thermique passif et actif dans les bâtiments : État des lieux et perspectives du solaire actif en Bretagne », juillet 2011.

Conférence bretonne de l'énergie, compte-rendu de l'Atelier « Méthanisation en pointe », 16 mars 2012.

MEDDE, Direction Générale de l'Energie et du Climat, « Scénarios prospectifs Energie – Climat – Air à horizon 2030 », 2011.

MEDDE, Conseil général de l'environnement et du développement durable, Jean-René BRUNETIERE (Sous la coordination de), « Le Facteur 4 en France : la division par 4 des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050 », Rapport final, Février 2013, n°-0 08378-01.

## Qualite de l'air

Air Breizh, « Bilan synthétique de la qualité de l'air 2005 – 2010 », janvier 2012.

Air Breizh, « Bilan des émissions de polluants atmosphériques dont les GES en Bretagne en 2005 », janvier 2012.

Agence Régionale de la Santé, « Impact sanitaire de la pollution atmosphérique en Bretagne », décembre 2011.

Conseil Régional, Plan Régional de la Qualité de l'Air 2008-2013.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, « Le plan particules : Des mesures nationales et locales pour améliorer la qualité de l'air », juillet 2010.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, « Les enjeux atmosphériques - État des lieux France-Région pour l'élaboration des schémas régionaux climat, air, énergie (SRCAE) », juillet 2011.

Ministère de la Santé et des Sports, Haut Conseil de la santé publique, « avis relatif aux risques pour la santé liés aux effets qualitatifs du changement climatique », novembre 2009.

## Transport regional de l'environnement, de l'amenagement et du logement de Bretagne

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Bretagne (DREAL), diaporama, « Logistique et transport dans le secteur agroalimentaire en BRETAGNE », mai 2010.

Direction Départementale des Territoires et de la Mer d'Ille-et-Vilaine (DDTM35), Stratys, « Etude prospective de la mobilité sur l'aire urbaine de Rennes à l'horizon 2050 », 2010.

Observatoire Régional des Tansports en Bretagne (ORTB), Mobilité des Bretons, « Enquête Nationale des Transports et Déplacements 2008 », décembre 2011.

ORTB, « Les transports en Bretagne - chiffres clefs », 2010.

## Autres : les sources bibliographiques des annexes Bâtiments, Transport et Agriculture sont citées dans les annexes correspondantes.

# Tables des illustations

## Partie 1


| | | |
|---|---|---|
| **Schéma 1** | Représentation de l'effet de serre naturel (Trenberth et al., 2007) | **10** |
| **Graphique 1** | Evolution des GES depuis 10 000 ans, pour le Dioxyde de carbone (CO2 à gauche) et le méthane (CH4 à droite) (GIEC 2007) | **11** |
| **Graphique 2** | Moyenne annuelle mondiale des températures relevées (points noirs) (GIEC, 2007) | **11** |
| **Graphique 3** | Evolution du niveau de la mer moyen global entre 1850 et 2100 (GIEC, 2007) | **12** |
| **Graphique 4** | Les effets du changement climatique selon le GIEC (2007) | **12** |
| **Graphique 5** | Evolution des températures moyennes globales selon les scénarios du GIEC (GIEC, 2007) | **14** |
| **Graphique 6** | Évolution du prix du baril de pétrole en dollar au cours des dix dernières années | **17** |
| **Schéma 2** | Échelles de pollutions atmosphériques | **19** |


## Partie 2


| | | |
|---|---|---|
| **Schéma 3** | Hiérarchie normative autour du SRCAE | **25** |
| **Schéma 4** | Organisation du projet de SRCAE | **26** |


## Partie 3-1


| | | |
|---|---|---|
| **Figure 1** | Bilan de la consommation finale d'énergie en 2010 (non corrigée du climat) | **30** |
| **Figure 2** | Consommation finale en Bretagne par énergie 2000-2010 | **31** |
| **Figure 3** | Consommation d'énergie finale par secteur et intensité énergétique des Pays en 2005 | **31** |
| **Figure 4** | Répartition par secteur de la consommation finale d'énergie en 2010 | **32** |
| **Figures 5 / Figure 6** | Les résidences principales bretonnes par énergie de chauffage principal et par type de logement | **33** |
| **Figure 7** | Performance énergétique du parc régional de logements - Source : Cellule économique de Bretagne, données 2005 | **33** |
| **Figure 8 / Figure 9** | Les consommations d'énergie finale par branches d'activités et les consommations d'énergie finale par usages | **34** |
| **Figure 10** | Mix énergétique du transport | **36** |
| **Figure 11** | Consommation énergétique par type d'énergie de l'agriculture en 2005 | **37** |
| **Figure 12** | Part de chaque énergie dans la production régionale d'énergie finale en 2010 | **39** |
| **Figure 13** | Evolution de la production d'énergie en Bretagne de 2000 à 2010 | **39** |
| **Figure 14** | Production électrique et thermique renouvelable par filière en Bretagne en 2010 | **40** |
| **Tableau 1** | Production renouvelable en Bretagne en 2010 (réalisée) et 2012 (estimée) | **40** |
| **Figure 15** | Évolution du nombre, de la puissance et de la production d'électricité des éoliennes | **41** |
| **Figure 16** | Consommation de bois bûche et logements équipés de chauffage au bois de 2000 à 2010 | **42** |
| **Figure 17** | Puissance et production thermique des chaufferies collectives au bois de 2000 à 2010 | **42** |
| **Tableau 2** | Bilan des installations de méthanisation | **43** |
| **Figure 18** | Production thermique et électrique par valorisation du biogaz de 2000 à 2010 | **43** |
| **Figure 19** | Nombre d'installations solaires photovoltaïques, puissance et production de 2000 à 2010 | **44** |
| **Figure 20** | Répartition des surfaces installées fin 2010 | **45** |
| **Figure 21** | Augmentation en valeur relative du budget chauffage des ménages avec le scénario d'évolution des prix du fioul domestique (+ 58%), du gaz naturel (+17%) et du gaz propane (+23%) – Source : CERTU | **48** |
| **Figure 22** | Part du budget chauffage dans le budget énergétique domestique total - Source : CERTU | **48** |

# Tables des illustations

## Partie 3-2


| | | |
|---|---|---|
| **Tableau 3** | Concentrations atmosphériques en GES, durée de séjour des GES dans l'atmosphère et pouvoir radiatif global sur 100 ans | **50** |
| **Figure 23** | Répartition des émissions régionales | **51** |
| **Figure 24** | Répartition des émissions de gaz à effet de serre entre émissions énergétiques et non énergétiques | **52** |
| **Figure 25** | Répartition des émissions agricoles entre émissions énergétiques et non énergétiques | **53** |
| **Figure 26** | Répartition des émissions de GES par branche du secteur tertiaire en 2005 | **54** |
| **Figure 27** | Emissions de gaz à effet de serre du transport en Bretagne | **54** |
| **Figure 28** | Emissions selon les types de navire | **55** |
| **Figure 29** | Moyennes des températures maximales d'été pour les scénarios d'émissions du GIEC en Bretagne (GIEC, 2007) | **57** |
| **Figure 30** | Moyennes des précipitations hivernales pour les scénarios du GIEC en Bretagne (GIEC, 2007) | **57** |
| **Tableau 4** | Evolution des rendements des principales cultures aux futurs proche (FP) et lointain (FL) selon le scénario A1B | **59** |
| **Figure 31** | Production journalière (moyenne sur 30 ans) de fourrage à Rennes pour la fétuque élevée, pour trois périodes étudiées scénario A1B (Climaster, cité dans CSEB, 2012) | **59** |
| **Figure 32** | Analyse de la présence du hêtre et du chêne vert dans les futurs proche et lointain (Programme CARBOFOR cité dans CSEB, 2012) | **61** |
| **Figure 33** | Carte d'anomalie d'IFM à trois horizons pour trois scénarios par rapport à la période de référence 1961-2000 (Chatry et al. cité dans CSEB, 2012) | **61** |
| **Figure 34** | Evolution des températures de la mer du Nord à l'horizon 2100 selon le scénario A2 | **62** |
| **Figure 35** | Projections du pH moyen à la surface des océans autour des années 1875, 1995, 2050 et 2095 (Feely et al. Cité dans CSEB, 2012) | **62** |
| **Figure 36** | Projections de l'élévation du niveau marin selon plusieurs scénarios à l'horizon 2100 (Climobs cité dans CSEB, 2012) | **64** |


## Partie 3-3


| | | |
|---|---|---|
| **Figure 37** | Répartition des émissions d'oxydes d'azote en Bretagne en 2005 - Source : Air Breizh | **67** |
| **Figure 38** | Répartition des émissions d'oxydes d'azote en France en 2005 - Source : Air Breizh | **67** |
| **Figure 39** | Évolution des concentrations moyennes annuelles et des maximums horaires sur les sites urbains et trafics - Source : Air Breizh | **68** |
| **Figure 40** | Répartition des émissions de particules inférieures à 10 µm en Bretagne en 2005 - Source : Air Breizh | **69** |
| **Figure 41** | Répartition des émissions de particules inférieures à 10 µm en France en 2005 - Source : Air Breizh | **69** |
| **Figure 42** | Carte des concentrations en PM10 lors de l'épisode de pollution d'avril 2009 - Source : PREVAIR | **69** |
| **Figure 43** | Répartition des émissions de composés organiques volatils no méthaniques en Bretagne en 2005 - Source : Air Breizh | **71** |
| **Figure 44** | Répartition des émissions de composés organiques volatils no méthaniques en France en 2005 - Source : Air Breizh | **71** |
| **Figure 45** | Répartition des émissions d'ammoniac en Bretagne en 2005 - Source : Air Breizh | **72** |
| **Figure 46** | Répartition des émissions d'ammoniac en France en 2005 - Source : Air Breizh | **72** |
| **Figure 47** | Les zones sensibles Qualité de l'air en Bretagne (Source Air Breizh) | **74** |
| **Figure 48** | Répartition des émissions en Bretagne en 2005 - Source : Air Breizh | **75** |
| **Tableau 5** | Part bretonne des émissions nationales en 2005 et 2000 - Source : Air Breizh | **76** |

# Tables des illustations

## Partie 4


| | | |
|---|---|---|
| **Tableau 6** | Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES des bâtiments résidentiels évalués pour le scénario de référence | **83** |
| **Tableau 7** | Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES des bâtiments résidentiels évalués pour le scénario volontariste | **84** |
| **Tableau 8** | Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES des bâtiments tertiaires évalués pour le scénario de référence | **85** |
| **Tableau 9** | Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES des bâtiments tertiaires évalués pour le scénario volontariste | **85** |
| **Tableau 10** | Répartition des modes de déplacement individuel - Source : GIP Bretagne Environnement - Ener'GES | **86** |
| **Tableau 11** | Hypothèses scénarios 2020 Report vers Transports collectifs et modes doux | **87** |
| **Tableau 12** | Hypothèses scénarios 2020 Covoiturage | **88** |
| **Tableau 13** | Hypothèses scénarios 2020 Performance énergétique | **88** |
| **Tableau 14** | Hypothèses scénarios 2020 Pénétration de véhicules électriques et hybrides | **88** |
| **Tableau 15** | Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES du transport de voyageurs évalués pour les scénarios de référence et volontariste | **89** |
| **Tableau 16** | Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES du transport de voyageurs évalués pour les scénarios de référence et volontariste | **90** |
| **Figure 49** | Potentiels des mesures de réduction des émissions de GES à l'horizon 2050 par action de réduction | **95** |
| **Tableau 17** | Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES de l'agriculture évalués pour les scénarios de référence et volontariste | **94** |
| **Tableau 18** | Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES de l'industrie évalués pour les scénarios de référence et volontariste | **86** |
| **Tableau 19** | Synthèse des potentiels de développement des énergies renouvelables aux horizons 2020 et 2050 | **106** |
| **Figure 50** | Comparatif des potentiels de développement des énergies renouvelables et de récupération à 2020 et 2050 selon les différentes hypothèses de progression basse et haute | **106** |


## Partie 5


| | | |
|---|---|---|
| **Tableau 20** | Synthèse des scénarios de progression des potentiels bretons d'économie d'énergie et de réduction des émissions de GES par scénario et par secteur | **110** |
| **Figure 51** | Comparaison des scénarios sectoriels de réduction des consommations d'énergie | **111** |
| **Figure 52** | Comparaison des scénarios sectoriels de réduction des émissions de GES | **111** |
| **Figure 53** | Scénarios bretons de réduction des consommations d'énergie finale à 2020 et 2050 | **112** |
| **Figure 54** | Scénarios bretons de réduction des émissions de GES régionales à 2020 et 2050 | **112** |
| **Tableau 21** | Parts des productions bretonnes d'énergies renouvelables dans la consommation bretonne d'énergie finale en 2020 selon les différents scénarios étudiés | **114** |


### Annexe 1


| | | |
|---|---|---|
| **Figure 55** | Illustration schématique des scénarios SRES (GIEC, 2001) | **179** |
| **Figure 56** | Emissions mondiales de GES (en Gt éqCO2) en l'absence de politiques climatiques | **180** |


### Annexe 2


| | | |
|---|---|---|
| **Figure 57** | Répartition des émissions de gaz à effet de serre régionales (Ener'GES) | **188** |
| **Figure 58** | Répartition des émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture | **188** |
| **Figure 59** | Potentiels des mesures de réduction des émissions à l'horizon 2050 dans le scénario central | **194** |