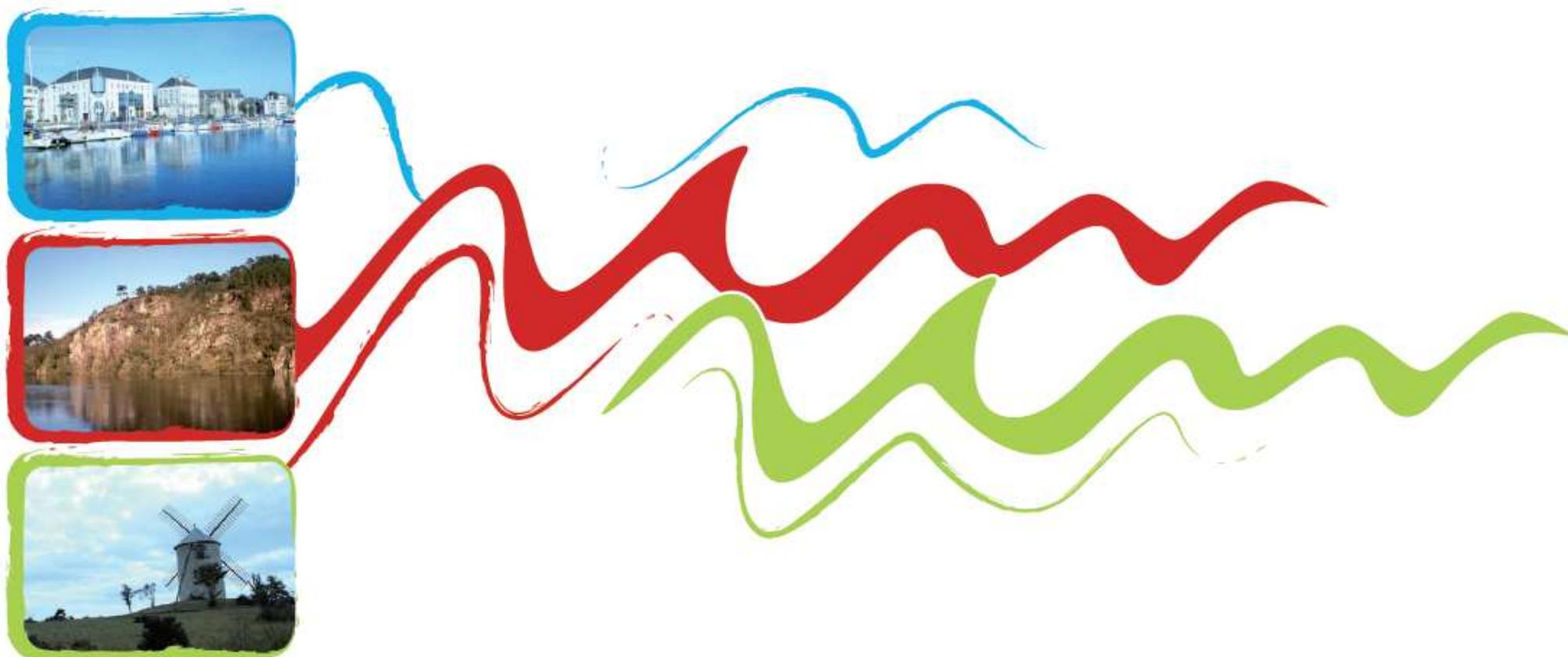


PLAN CLIMAT ENERGIE TERRITORIAL

Pays de Redon Bretagne Sud



Diagnostic – profil Climat-Energie



Décembre 2010

Sommaire

1.	Introduction à la démarche.....	3
1.1.	Les enjeux du changement climatique.....	3
1.2.	Les engagements internationaux, nationaux et locaux	8
1.3.	L'engagement du Pays	8
1.4.	Les différentes étapes de la démarche	9
2.	Quelques repères sur le territoire	10
2.1.	Les tendances démographiques	10
2.2.	Les tendances économiques	10
2.3.	Les tendances en matière d'urbanisme.....	10
2.4.	Les tendances agricoles.....	12
2.5.	Les Infrastructures de transport.....	12
2.6.	Synthèse des éléments de repère du territoire	12
3.	Bilan des consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre	13
3.1.	Méthode	13
3.2.	Synthèse	14
3.3.	Le résidentiel (113 500 teq CO ₂ , 13 % du total)	16
3.4.	Le tertiaire (36 000 teq CO ₂ , 4 % du total)	21
3.5.	L'industrie (35 000 teq CO ₂ , 4% du total).....	22
3.6.	L'agriculture (404 000 teq CO ₂ , 45 % du total)	23
3.7.	Les déchets (17 000 teq CO ₂ , 2 % du total).....	25
3.8.	Le transport de voyageurs (267 000 teq CO ₂ , 30 % du total)	26
3.9.	Le transport de marchandises (27 000 teq CO ₂ , 3 % du total)....	30
3.10.	Utilisation des Terres, leurs Changements d'affectations et les Forêts (-88 000 teq CO ₂).....	32
4.	Bilan de la production énergétique.....	33
4.1.	Production électrique	33
4.2.	Production de chaleur.....	35
4.3.	Synthèse des productions d'énergies existantes	37
4.4.	Approvisionnement en énergie importée	38
5.	Potentiels de production d'énergies renouvelables	39
5.1.	Production électrique	39
5.2.	Production de chaleur.....	41
5.3.	Synthèse des potentiels de production d'énergies renouvelables.....	42
6.	Vulnérabilités du territoire	43
6.1.	Gestion de l'eau.....	43
6.2.	Agriculture et forêts.....	47
6.3.	Précarité énergétique.....	56
7.	Glossaire	58

Sauf mention contraire, tous les graphiques présentés dans ce rapport sont issus d'Ener'GES Territoires Bretagne, l'outil utilisé pour l'évaluation des consommations d'énergies et émissions de gaz à effet de serre.

1. Introduction à la démarche

Ce document constitue le diagnostic et le profil climat - énergie du Pays de Redon Bretagne Sud.

Il présente :

- Le diagnostic des consommations d'énergie
- Le diagnostic des émissions de gaz à effet de serre
- Le bilan des productions d'énergies existantes
- Le potentiel de développement des énergies renouvelables
- Des éléments de vulnérabilité du territoire au changement climatique

Il constitue la première phase du Plan Climat Energie du territoire.

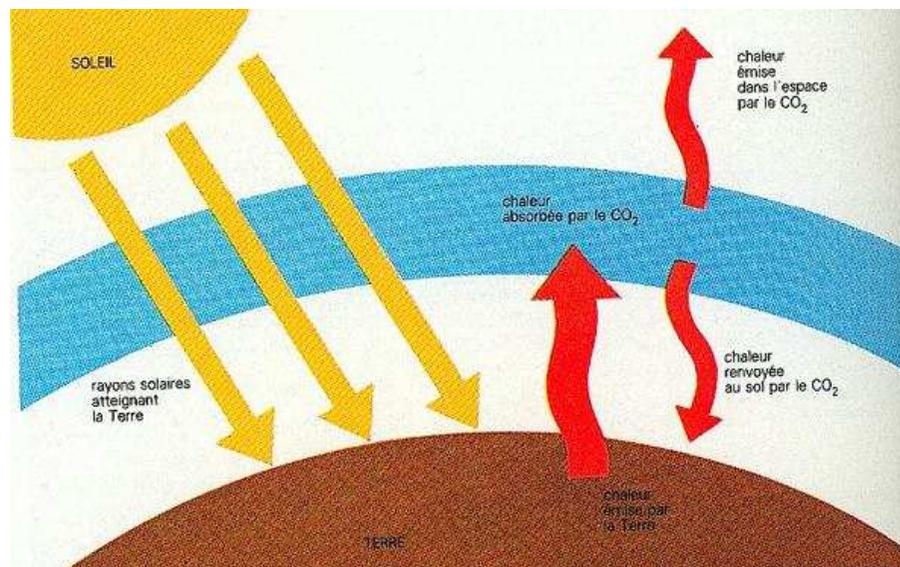
1.1. Les enjeux du changement climatique

Le phénomène d'effet de serre

L'effet de serre est un phénomène naturel influant sur le climat, essentiel pour la vie sur Terre.

Certains gaz présents en petites quantités dans l'atmosphère (CO₂, méthane...) piègent une partie du rayonnement solaire. Ils maintiennent ainsi la surface terrestre à une température moyenne de l'ordre de 15°C (au lieu de -18°C).

L'effet de serre a donc un rôle important sur la température et est un phénomène indispensable à la vie sur Terre.



Jusqu'à un passé récent, l'activité humaine n'a eu qu'une contribution dérisoire sur l'effet de serre. Cependant, depuis deux siècles, on assiste à un changement d'ordre de grandeur. La consommation d'énergie de l'humanité a ainsi été multipliée par 150 en moins de deux siècles. Les émissions de gaz à effet de serre associées à cette évolution entraînent des modifications de l'atmosphère.

Les évolutions constatées de l'atmosphère

Les émissions liées à l'activité humaine engendrent une accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

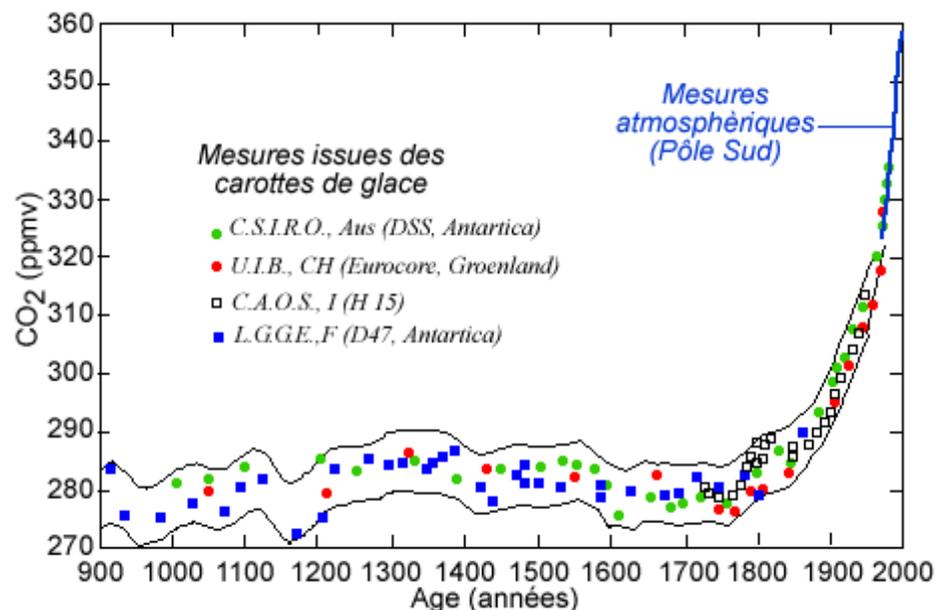
Une partie du carbone stocké de manière souterraine ou dans les forêts est transférée vers l'atmosphère. Ce phénomène est notamment lié à la combustion d'énergies fossiles et à la déforestation.

Les quantités en jeu, assez faibles au départ (début de l'ère industrielle) ne sont plus aujourd'hui négligeables. Ainsi, en 2010, l'équivalent de 30 milliards de barils de combustibles fossiles va être consommé, avec pour conséquences une accumulation de carbone et autres gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Un des facteurs importants ici, outre la quantité relâchée dans l'atmosphère, est le facteur temps. Il faut très peu de temps pour transférer du carbone du sous-sol vers l'atmosphère (il suffit de l'extraire

et de le brûler). En revanche, pour transférer du carbone de l'atmosphère vers le sous-sol : on parle en millions d'années.

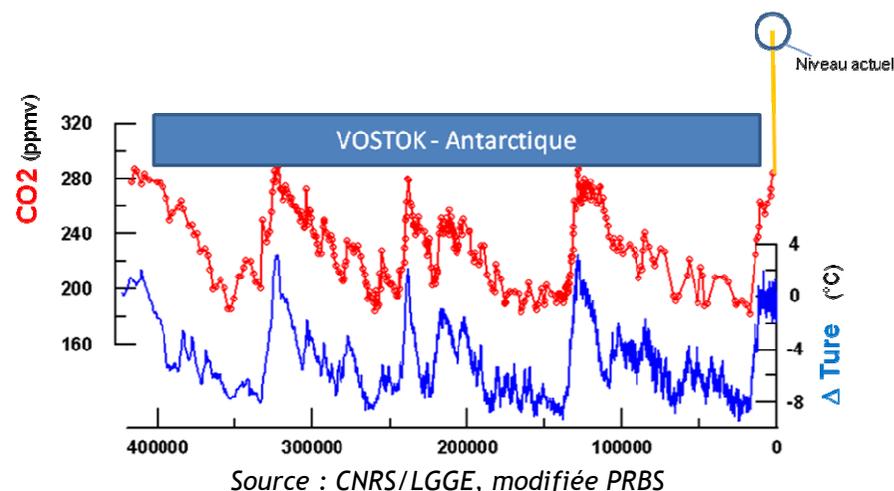
Une partie de ces émissions « supplémentaires » est absorbée par le milieu (les océans et la biomasse), mais un excédent de l'ordre de 15 Giga tonnes par an de CO₂ reste dans l'atmosphère. Un déséquilibre a donc été créé, mis en évidence par les mesures effectuées : le taux de CO₂ dans l'atmosphère augmente très rapidement.



Source : compilation d'après J.M. Barnola et J. Chappellaz

Les données depuis les années 1950 proviennent de mesures atmosphériques. Les données antérieures sont issues de l'analyse de composition des bulles d'air prélevées dans des carottes de glace. Plus le carottage est profond, plus les bulles d'air sont anciennes.

Des prélèvements de glace plus profonds prélevés en Antarctique ont permis de remonter à plus de 400 000 ans.



Dans l'histoire plus lointaine, le graphique ci-dessus met ainsi en évidence des fluctuations à la fois de la température moyenne du globe (courbe bleue) et de la concentration en CO₂ de l'atmosphère (courbe rouge). Est couverte par le graphe ci-dessus une succession de quatre périodes glaciaires et interglaciaires (cycles d'environ 120 000 ans).

Trois enseignements majeurs peuvent être tirés de ces données passées:

- 1- des variations cycliques de CO₂ dans l'atmosphère comprises entre 180 et 280 ppmv.
- 2- une corrélation entre les variations de CO₂ et de la température
- 3- Les mesures de CO₂ actuelles dans l'atmosphère sortent complètement du cadre des fluctuations naturelles observées auparavant (388 ppmv début 2010)

La vitesse et l'ampleur des évolutions semblent également inédites.

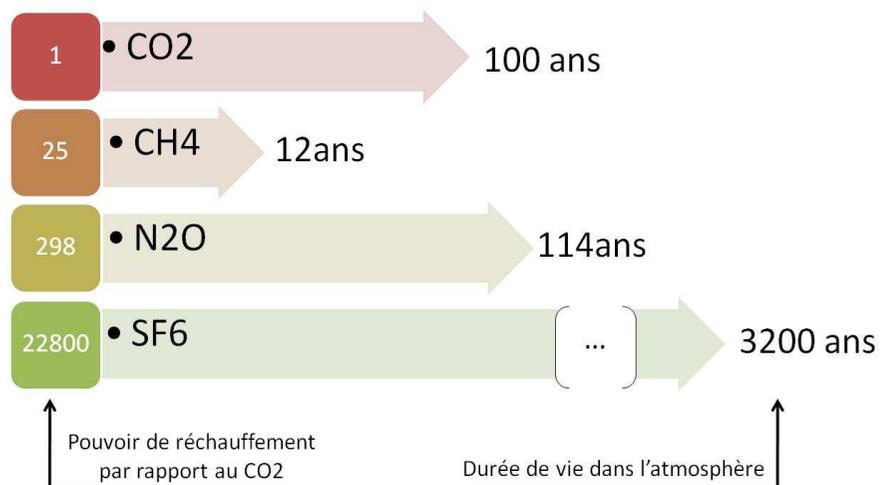
Durée de vie des GES

La durée de vie dans l'atmosphère des gaz à effet de serre varie énormément : douze ans pour le méthane, une centaine d'années pour le CO₂ et jusqu'à 50 000 ans pour certains gaz fluorés utilisés pour la fabrication d'équipements électroniques.

Ceci veut dire que le CO₂ produit aujourd'hui fera encore effet dans un siècle. L'effet de serre lié à ces gaz se poursuivra donc pendant un temps assez long après la réduction des émissions.

Le pouvoir de réchauffement varie également selon le gaz considéré. Un kilogramme de méthane produit autant d'effet de serre que vingt cinq kilogrammes de CO₂. Certains gaz fluorés ont un pouvoir de réchauffement vingt-deux mille fois supérieur au CO₂.

Des gaz émis en très petite quantité peuvent ainsi également fortement contribuer à l'accroissement de l'effet de serre.

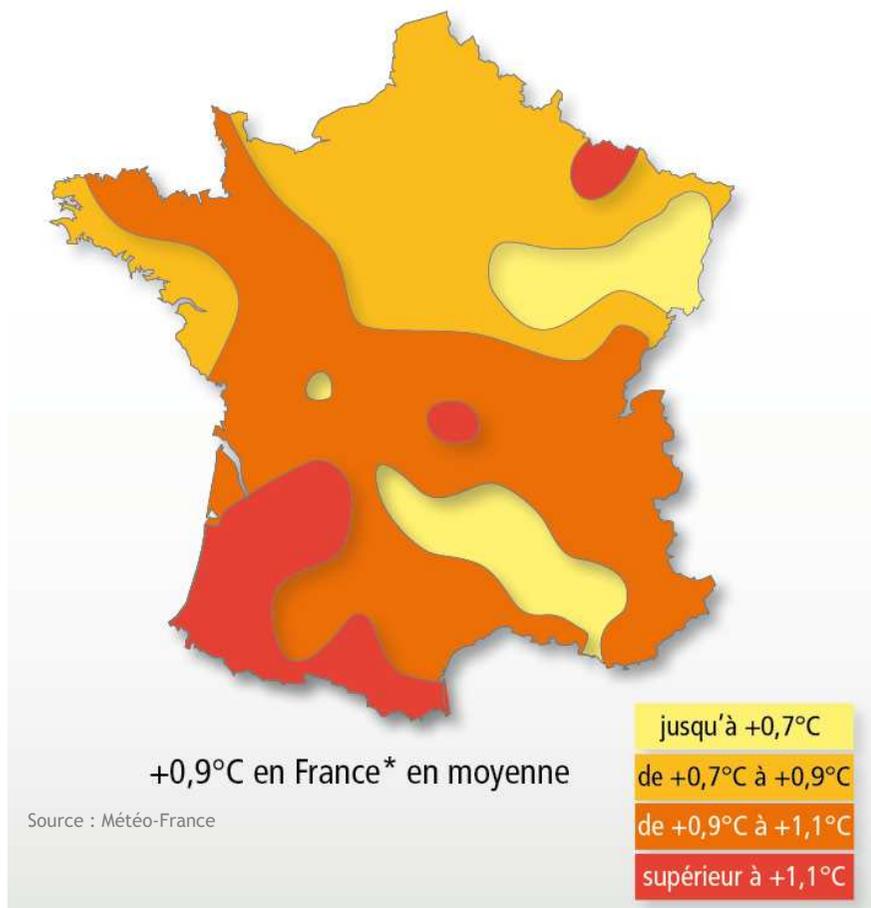


Source: GIEC 2007

Constats météorologiques sur les dernières décennies

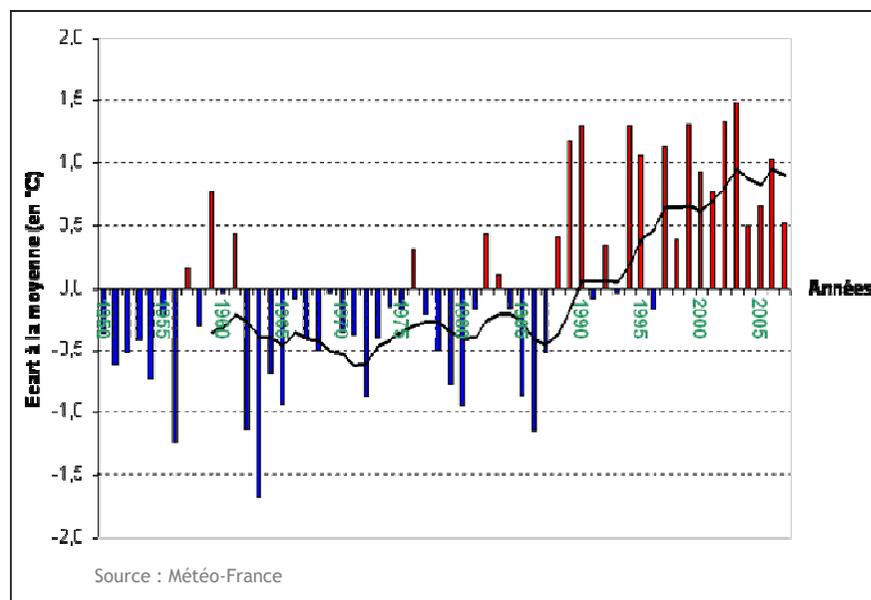
Le réchauffement planétaire observé au cours du 20^{ème} siècle a également concerné la France.

Réchauffement observé au XX^e siècle



Les données de MétéoFrance recueillies localement depuis 60 ans (voir données de Rennes-St Jacques ci-dessous) sont sans équivoque : une tendance au réchauffement est déjà engagée sur notre territoire.

Evolution de la température à Rennes de 1950 à 2007



Pour ce qui concerne les précipitations, en revanche, aucune tendance particulière n'a pu être décelée par l'analyse des relevés locaux (pluviométrie annuelle Redon 1928-2008).

« Pourtant, on a eu un hiver froid, non ? »

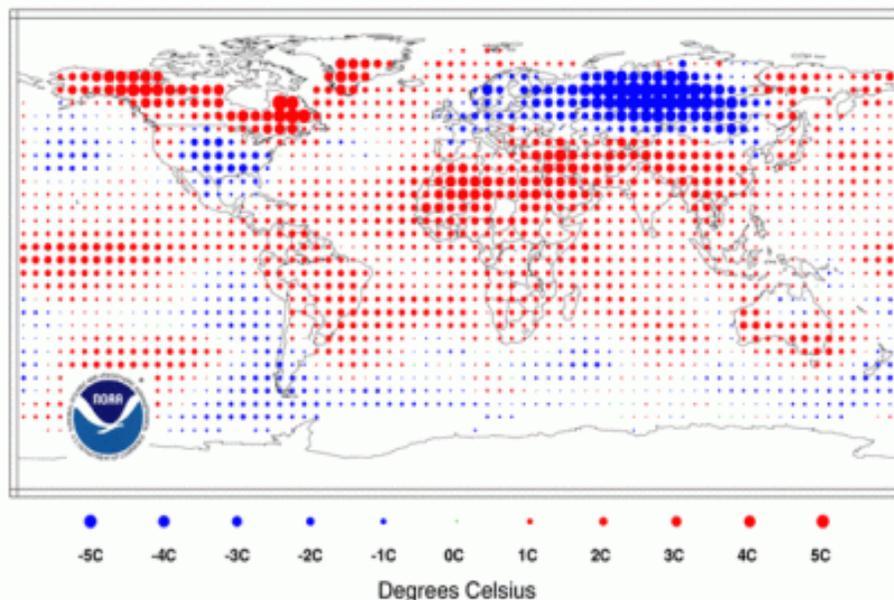
La tendance au réchauffement global observé ne signifie pas que ce réchauffement est homogène partout sur la planète. De même, il y aura toujours une variabilité du climat synonyme de fluctuations d'une année sur l'autre. Ceci ne remet pas en cause une tendance de fond.

Ainsi, en France, nous venons de connaître un hiver 2009/2010 plutôt froid. La carte en page suivante montre que si cette tendance a particulièrement touché l'Europe, au niveau mondial c'est pourtant un réchauffement qui est observé. Le mois d'Avril 2010 serait d'ailleurs au niveau mondial le plus chaud observé depuis 1850 (source NOAA).

Temperature Anomalies Dec-Feb 2010

(with respect to a 1971-2000 base period)

National Climatic Data Center/NESDIS/NOAA



Par ailleurs, il est important de bien distinguer les deux disciplines que sont la **météorologie** d'une part et la **climatologie** d'autre part.

La météorologie est le domaine « du temps qu'il fait aujourd'hui et qu'il fera dans les quelques jours à venir à un endroit précis».

La climatologie, elle, vise la caractérisation des conditions atmosphériques sur des périodes beaucoup plus longues, et ne s'intéresse pas aux fluctuations rapides et à des échelles d'espace et de temps très fines.

Conclusion de cette partie introductive

Cette partie introductive sur le changement climatique peut être résumée par ces quelques constats :

- L'humanité va consommer en 2010 environ 30 milliards de barils de pétrole, qui sont transformés en dioxyde de carbone et rejetés dans l'atmosphère.
- Les mesures actuelles de gaz à effets de serre dans l'atmosphère montrent des niveaux beaucoup plus élevés que par le passé et en augmentation chaque année.
- Les données sur les 400 000 dernières années montrent un lien clair entre teneur en gaz à effet de serre dans l'atmosphère et température moyenne de surface du globe.
- Les mesures météorologiques des dernières décennies montrent déjà un début de réchauffement global

Qu'en déduire pour l'avenir de notre climat?

Tous les modèles climatiques s'accordent sur un réchauffement qui va se poursuivre et s'amplifier. Déterminer l'ampleur du réchauffement global, la vitesse à laquelle il va se produire, et la répartition régionale (les impacts locaux) sont des tâches d'une très grande complexité. Ceci explique l'incertitude sur l'ampleur du réchauffement, qui serait compris entre +2 et +6°C d'ici la fin du siècle, selon les scénarios et les mesures qui seront prises d'ici là.

1.2. Les engagements internationaux, nationaux et locaux

Une compréhension progressive du changement climatique

Le phénomène d'effet de serre est décrit depuis 1827. Et dès 1896, Arrhénius formule l'hypothèse que la combustion du charbon, pétrole et du gaz naturel peut conduire à un rejet de CO₂ qui entraîne un réchauffement de la planète. Il a été longtemps impossible de vérifier ces conséquences, les moyens de mesures et connaissances scientifiques disponibles ne permettant pas de mesurer et de faire le suivi de la température moyenne terrestre.

Depuis les années 1960, les progrès scientifiques ont permis peu à peu cette vérification avec la généralisation des mesures météorologiques sur le globe et l'arrivée des satellites d'observation. Le développement des connaissances en océanographie et glaciologie ont ensuite permis de reconstituer l'historique du climat et de l'atmosphère.

Ces moyens techniques ont permis de confirmer sans équivoque que la teneur en gaz à effet de serre est en forte augmentation actuellement et que la Terre commence à se réchauffer.

Les négociations internationales ont ensuite abouti, suite au Sommet de Rio en 1992, à l'adoption d'une Convention cadre des nations unies sur le changement climatique (CCNUCC), puis à l'adoption en 1997 du Protocole de Kyoto (entré en application en 2005). Cependant, l'objectif actuel du Protocole de Kyoto ne sera pas suffisant pour enrayer les effets du changement climatique. Des objectifs plus ambitieux seront nécessaires pour la prochaine période d'engagement (après 2012) afin de limiter l'augmentation de température globale sous les 2 °C d'ici la fin du siècle par rapport au niveau préindustriel.

Les objectifs européens : les 3 fois 20 pour 2020

Le paquet Energie-climat adopté fin 2008 engage l'Europe à réduire de 20% ses émissions de GES d'ici 2020, à améliorer de 20% l'efficacité énergétique et à atteindre une proportion de 20% d'énergies renouvelables (les 3 x 20).

Le facteur 4 pour la France à l'horizon 2050

En 2004, le « Plan climat » national a fixé un objectif de division par 4 des émissions de GES à l'horizon 2050 (dit « Objectif Facteur 4 » inscrit dans la loi de Programme de 2005 fixant les orientations de la politique énergétique française).

En 2005, la loi POPE, loi de programmation fixant les orientations de la politique énergétique, impose de réduire de 2% par an d'ici à 2015 et de 2,5% d'ici à 2030 l'intensité énergétique finale (c'est-à-dire le rapport entre la consommation d'énergie et la croissance économique).

Enfin la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement renforce le rôle des collectivités et stipule que « l'Etat incitera les régions, les départements et les communes et leurs groupements de plus de 50 000 habitants à établir, en cohérence avec les documents d'urbanisme, des plans climat-énergie territoriaux avant 2012 ».

La collectivité locale est un acteur clef à l'interface entre des enjeux et des engagements nationaux et internationaux, et une nécessité d'agir localement.

La déclinaison opérationnelle dans les territoires est indispensable pour atteindre les objectifs fixés.

La collectivité locale en est un maillon clé du fait de ses compétences en matière d'urbanisme, d'habitat, de transport, de déchets...

1.3. L'engagement du Pays

En 2007, le Pays de Redon Bretagne Sud a lancé la définition d'une politique énergétique du territoire, qui a aboutit en 2008 à la création d'un service énergie-climat, à la mise en place d'un service de Conseil en Energie Partagé à destination des collectivités, et à l'ouverture en 2009 d'un Espace Info Energie pour l'information des particuliers.

Le Plan Climat Energie Territorial est l'aboutissement de cette politique énergétique.

Il vise la prise en compte des problématiques du changement climatique et de l'énergie par un plan d'actions engageant l'ensemble des acteurs publics et privés du territoire.

Le Plan Climat Territorial est un document cadre qui structure l'action en matière d'énergie et de climat et qui diffuse dans tous les autres documents du Pays ou des EPCI le composant (SCoT, PLU, PDU, PLH etc.).

1.4. Les différentes étapes de la démarche

Trois grandes étapes constituent le Plan Climat :

- Le diagnostic (cf. le présent document)
- La concertation sur les grandes orientations
- La construction du plan d'action

1.5. A quoi sert un diagnostic ?

Le diagnostic présente un état des lieux du territoire vis-à-vis des enjeux climatiques et énergétiques. Il est destiné à alimenter les phases ultérieures du Plan Climat Energie Territorial lors du processus de co-élaboration du plan d'actions.

Il permet notamment de :

- Territorialiser les enjeux climatiques et énergétiques

Le changement climatique, bien qu'étant un enjeu global, touche les territoires de façon différenciée.

Les déterminants des consommations d'énergie et de gaz à effet de serre varient également selon les territoires (présence d'une grosse unité industrielle, place de l'agriculture, caractère résidentiel et importance des émissions liées au logement et au transport de personnes...)

- Observer en vue d'agir

Le diagnostic a pour objectif de comprendre le territoire afin d'identifier les capacités d'action des acteurs locaux. Il convient en conséquence de mettre en évidence les secteurs prioritaires pour la réduction des

émissions. Suite au diagnostic, la priorisation des secteurs dans l'élaboration du plan d'actions pourra se faire selon plusieurs critères :

- Leur importance en émissions de gaz à effet de serre,
- Les marges de manœuvres des acteurs locaux,
- La pertinence économique et la capacité technique à agir sur le secteur

Il ne s'agit donc pas de pointer du doigt certains secteurs dont le volume des émissions est important, mais bien d'identifier les meilleurs moyens d'agir localement pour réduire les émissions de gaz à effet de serre du territoire, de ses habitants, de ses acteurs économiques.

L'approche calculatoire et inventaire des consommations et émissions est précédée d'une mise en perspective des différents secteurs, et complétée par l'analyse de points de vulnérabilités potentiels du territoire.

1.6. Ce avec quoi il ne doit pas être confondu

Le diagnostic n'est pas un outil de suivi. Les méthodes et bases de données sources utilisées n'ont pas pour objectif et ne permettent pas la prise en compte des impacts de chaque action individuelle mise en œuvre.

D'autre part, l'impact global d'une action dépasse souvent le périmètre du diagnostic. Des choix de périmètre ont été effectués pour la réalisation du diagnostic afin de s'assurer de l'homogénéité, de l'additivité et de la cohérence du diagnostic, dont l'objectif est d'alimenter la construction d'une stratégie énergie-climat. Ainsi, on ne comptabilise pas l'énergie due à la fabrication d'un véhicule utilisé sur le territoire (« énergie grise », ou encore « émissions indirectes ») car celle-ci est déjà prise en compte dans la branche « automobile » de l'industrie. Néanmoins, pour évaluer la pertinence d'une action, il peut être intéressant de s'intéresser à son impact global sur les émissions de gaz à effet de serre, et donc de sortir du périmètre du diagnostic.

2. Quelques repères sur le territoire

Ce chapitre met en évidence les principales caractéristiques et tendances du territoire du Pays de Redon Bretagne Sud ayant un impact sur son profil énergie-climat.

2.1. Les tendances démographiques

Le territoire compte 88 793 habitants (RGP 2006) qui se répartissent sur 55 communes.

Entre 1999 et 2006, la croissance démographique est de 9,1 %.

Cette croissance concerne principalement les secteurs de Maure-de-Bretagne et de Pipriac au nord du territoire.

La population du territoire est globalement plus âgée que les moyennes départementales.

Le SCOT prévoit la poursuite et l'amplification de cette croissance démographique, et fixe un objectif de 30 000 habitants supplémentaires d'ici 2030 (+30% entre 2010 et 2030, soit +1,3% par an).

2.2. Les tendances économiques

Deux données singularisent les emplois du secteur privé sur le Pays : l'importance des emplois industriels (36%, contre 22% en moyenne sur les trois départements) avec notamment la présence des établissements Yves Rocher et de sous-traitants de la filière automobile (ex. Faurécia). Le secteur tertiaire est à contrario sous représenté avec 53% de l'emploi salarié (contre 68% en moyenne sur les trois départements).

Autre trait qui distingue le Pays : l'importance économique de l'agriculture. Les agriculteurs représentent près de 9% des actifs ayant un emploi pour une SAU de 87 383 ha.

53% des foyers fiscaux du Pays sont non imposables en 2006 (contre 48% en moyenne pour les trois départements). En 2006, le revenu net imposable moyen était de 14 033 € (contre 16 902 € pour les trois départements).

En moyenne on travaille de moins en moins dans sa commune de résidence. Ainsi en 2006, près de 11 000 actifs travaillent en dehors du Pays (contre 8 000 en 1999). 35 % se dirigeant vers la métropole rennaise. S'il existe un mouvement inverse (environ 6000 actifs en 2006), le solde reste déficitaire pour le Pays.

2.3. Les tendances en matière d'urbanisme

Le diagnostic du SCOT présente un parc de logements est de 48 300 logements en 2007 (source Filocom 2007) dont 80% sont des résidences principales et 91% des logements individuels. L'outil de diagnostic des consommations/émissions utilisé dans le cadre du Plan Climat et basé sur l'année 2005 recense 43 700 logements (source INSEE RGP99+ SITADEL 2000-2005).

Le territoire est caractérisé par un taux très élevé d'habitat individuel (91%) ainsi que par une extrême dispersion de l'habitat.

La dynamique de construction est très forte (en particulier dans la partie du territoire la plus proche du bassin rennais) et très supérieure aux moyennes départementales (taux de croissance des logements autorisés +14,4% entre 2000 et 2006 pour le Pays, contre +9,1% de moyenne sur les trois départements).

Malgré une forte augmentation du prix moyen au m² entre 2002 et 2006 (+216%), le Pays de Redon Bretagne Sud garde en 2006 un prix moyen du m² (60€) parmi les plus faibles d'Ille-et-Vilaine.

La consommation moyenne parcellaire en maison individuelle sur le territoire affiche une moyenne de 2300m² entre 1990 et 2004.

Le nombre moyen de personnes par ménage a tendance à diminuer de 2.5 à 2.4 sur l'ensemble du territoire, entre 1999 et 2007.

Dans le contexte de croissance démographique actuel et prévu, cette dispersion peut entraîner un mitage et une urbanisation linéaire le long des voiries, synonyme d'étalement et de consommations d'espace.

Les caractéristiques de ce type d'habitat individuel dispersé sont notamment :

- Une consommation d'espace très importante
- Une consommation d'énergie (chauffage) nettement supérieure à l'habitat groupé ou collectif
- Les problématiques de coût des réseaux :
 - o Impossibilité économique de mise en place de réseaux de chaleur (par exemple bois- énergie), ou de desserte en gaz naturel, du fait des trop grandes distances entre consommateurs
 - o Coûts plus élevés des dessertes pour les réseaux électriques (mais aussi assainissement collectif, eau...)
 - o Problématiques de renforcement du réseau d'électricité pour maintenir une tension suffisante en bout de ligne
- Des besoins de transport accrus
- La difficulté de mettre en place des transports collectifs lorsque les densités sont trop faibles.

Logement vacant

Le logement vacant avec 4 480 logements en 2007 sur le territoire représente un taux important de 9.5%, supérieur de 3 points à celui de la région Bretagne (6.7%). En revanche, les résidences secondaires, au nombre de 4 350 sur le Pays, représentent un taux de 11.3% inférieur de 1 point au taux régional (Bretagne) de 12.2 %.

L'importance du logement vacant sera à prendre en compte dans la stratégie d'accueil des nouveaux ménages : leur installation ne correspond pas obligatoirement à une nouvelle construction mais pourra optimiser un capital de logements existants via des actions de réhabilitation.

Perspectives en matière d'urbanisme

Le SCoT préconise:

- Un objectif de 30 000 habitants supplémentaires pour 2030.
- Une répartition de la croissance démographique selon l'armature de bourgs et villages structurant le Pays.
- Une diversification des modes d'urbaniser et d'habiter moins consommateurs d'espace.

Sur cette base, c'est 14 673 logements qui devront être construits d'ici 2030 sur le territoire du Pays de Redon Bretagne Sud.

Conjointement à cette problématique du logement et de la croissance démographique, le SCoT préconise une offre fonctionnelle communale suivant la définition de territoires de proximité, ou «territoires 10 mn». Il s'agit d'espaces où les équipements et services de proximité sont accessibles à moins de 10mn, à partir des pôles relais.

La dynamique de construction actuelle, combinée à ces prévisions, laisse donc penser que la construction neuve sera un enjeu important sur notre territoire pour les deux décennies à venir (principalement un enjeu aménagement et transport, l'aspect performance énergétique devant être en grande partie traité par les futures réglementations thermiques).

Si la dynamique démographique est un signe de vitalité et d'attractivité pour le territoire du Pays de Redon Bretagne Sud, mal maîtrisée, elle peut aussi générer des effets pervers négatifs :

- l'équilibre entre les espaces urbanisés d'une part et les espaces naturels et agricoles d'autre part risquerait d'être rompu. Les conflits d'usage se multiplieraient ainsi que les risques de mitage de l'espace.
- la relative faiblesse des prix du foncier (facteur d'attractivité notamment pour les populations du bassin rennais) risque de renforcer la résidentialisation, avec un nombre croissant d'actifs travaillant à l'extérieur du territoire.

2.4. Les tendances agricoles

Le Pays de Redon et Vilaine est caractérisé par une forte occupation de l'espace par l'agriculture. 64% du territoire est exploité par l'activité agricole. Cependant, on relève une perte d'espace agricole continue sur les 20 dernières années au rythme d'environ 500 ha/an.

Le Pays de Redon et Vilaine est un territoire essentiellement laitier (2/3 des exploitations).

Les chiffres clés de la production laitière :

- 995 exploitations laitières
- 252 millions de litres de lait / an
- 253 000 l de lait en moyenne par exploitation
- 55 000 vaches laitières

(sources EDE, DDAF - 2006)

Ramené à la consommation moyenne annuelle par habitant, le Pays de Redon et Vilaine produit le lait et les produits laitiers consommés annuellement par 700 000 personnes, soit presque 8 fois la population du Pays.

La filière laitière a connu un contexte de consolidation et de concentration des moyens de production par exploitation. Entre 2000 et 2006, 23 % des exploitations laitières ont disparu. Dans le même temps, la référence moyenne laitière par exploitation a augmenté de 49 000 l de lait sur la partie Loire Atlantique du Pays.

2.5. Les Infrastructures de transport

Redon est au cœur d'un carrefour routier menant vers Vannes (D775), Rennes (D177), Saint-Nazaire (D773), Nantes (D773 et D164). Ces axes sont de plus en plus sollicités et certains sont en cours d'aménagement à 2x2 voies (routes de Vannes et de Rennes).

Ces aménagements vont très probablement générer des trafics supplémentaires en favorisant la recherche de foncier moins cher plus éloigné de la métropole rennaise. Ceci aurait une incidence en termes d'augmentation des émissions du secteur transport, et de risque de dépendance accrue aux déplacements en véhicule individuel et aux produits pétroliers.

Le Pays bénéficie sur une partie de son territoire d'une desserte TER de qualité et en constante progression vers Rennes et Vannes. Au contraire le lien ferré vers Nantes et Saint-Nazaire reste insuffisant. Située sur la ligne Paris / Quimper, la Gare de Redon bénéficie également d'arrêts TGV.

Cette offre sera améliorée avec la réalisation du Projet Bretagne Grande Vitesse, qui fixe l'objectif placer Brest et Quimper à 3 heures de Paris. Pour y parvenir, trois actions majeures doivent être menées d'ici 2012 :

- La réalisation de la LGV jusqu'à Rennes, pour un gain de temps de l'ordre de 40 minutes vers Paris,
- La modernisation des axes Rennes - Brest et Rennes - Quimper, via Redon qui permet de gagner 15 minutes sur chaque destination grâce, notamment, à la rectification des courbes, la modernisation de la signalisation, la suppression des passages à niveaux et la mise en service de TGV pendulaires
- La modernisation des gares par une réflexion sur l'intermodalité, notamment au travers de la création des pôles d'échanges multimodaux (PEM), entre l'offre ferrée et les autres réseaux de transport collectifs comme les cars départementaux ou transports d'agglomération. Le PEM de Redon va être un enjeu important pour le transport à l'échelle du Pays.

2.6. Synthèse des éléments de repère du territoire

Le Pays de Redon Bretagne Sud présente trois facteurs discriminants défavorables en cas d'augmentation durable des prix des énergies fossiles et des carburants :

- Des besoins de chauffage en résidentiel plus importants que la moyenne (lié au mode d'urbanisation avec une sur-représentation des maisons individuelles)
- Des besoins de mobilité quotidienne plutôt plus importants que la moyenne, avec une augmentation des distances pour aller travailler
- Des foyers présentant des revenus plus faibles que la moyenne.

La combinaison de ces trois facteurs suggère une plus grande vulnérabilité à la précarité énergétique.

3. Bilan des consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre

3.1. Méthode

Contexte

Face aux enjeux de la planification territoriale énergie/climat, la connaissance des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre (GES) des territoires bretons est un préalable incontournable pour l'élaboration des stratégies d'actions.

Lorsque le Pays de Redon Bretagne Sud a souhaité s'engager dans cette démarche de diagnostic, il est rapidement apparu que de plus en plus de territoires allaient être confrontés à la même démarche.

En partenariat avec le Pays de Redon Bretagne Sud, l'État, l'Ademe et le Conseil Régional se sont alors engagés dans la structuration d'une base de données régionale commune d'évaluation des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. Le Pays a ainsi pris part à la phase de développement et de test de l'outil en tant que territoire d'évaluation.

L'outil de diagnostic

Cet outil permet de constituer des profils de consommation et d'émission à différentes échelles territoriales. Il apporte une information homogène, valorisable dans le cadre de l'élaboration du plan climat.

Les secteurs traités sont : Les transports, le bâtiment, l'industrie, l'agriculture, les déchets, l'UTCF (Utilisation des terres, leurs changements et la forêt).

Principes retenus

L'outil a été construit pour permettre un compromis entre l'**additivité** des bilans des territoires et la mise en évidence des **leviers d'actions** à l'échelle locale.

Les principes d'homogénéité de la méthode et d'additivité entre tous les territoires bretons ont certaines implications. Par exemple :

- Pour éviter les doubles comptes, les consommations et émissions liées à la fabrication d'un produit manufacturé sont comptabilisées dans la branche industrie correspondante du territoire producteur, et ne sont pas re-comptabilisées sur le territoire qui les importe.
- Transports : les émissions sont affectées pour moitié au territoire d'origine et pour moitié au territoire de destination du déplacement (pas d'affectation aux territoires de transit)
- Déchets : les émissions du traitement sont affectées au territoire générant le déchet
- Électricité: les émissions sont affectées au lieu de consommation et non à celui de la production

Sources de données

La reconstitution des consommations énergétiques et des émissions de GES s'appuie sur :

- des bases de données statistiques : démographie, logements (INSEE), cheptels agricoles,
- des données/enquêtes permettant d'établir des hypothèses et calibrer les modèles (consommations d'énergie...),
- des paramètres techniques sectoriels (caractéristiques des bâtiments...) et des facteurs d'émissions.

Les résultats restitués sont représentatifs de l'année 2005.

Les limites d'utilisation et précautions

Cet outil a été conçu pour servir de base à l'élaboration du diagnostic énergie-climat. Il ne s'agit pas d'un outil de suivi des consommations d'énergie.

Les résultats sont pour certains des données modélisées, emprunts d'une incertitude parfois élevée, mais offrant une vision fine des mécanismes d'émissions.

3.2. Synthèse

Energie

La consommation d'énergie du territoire pour l'année 2005 (année de référence du diagnostic) a représenté l'équivalent de 244 000 TEP (tonnes équivalent pétrole) d'énergie primaire.

Ramené en équivalent litres de fioul domestique, l'ensemble des consommations d'énergie à l'échelle du Pays sur une année représente ainsi l'équivalent de 287 millions de litres de fioul.

Deux formes d'énergies dominent largement le bouquet énergétique: les produits pétroliers et l'électricité.

La décomposition par secteur renseigne sur l'utilisation qui est faite de ces énergies.

Deux secteurs concentrent 80% des consommations d'énergie du territoire. Il s'agit:

- Du secteur du bâtiment (principalement le résidentiel)
- Du secteur du transport (essentiellement voyageurs).

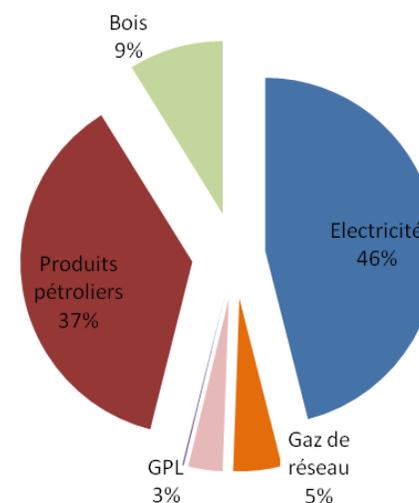
Tonne Equivalent Pétrole (TEP)

Unité d'énergie utilisée pour comparer entre elles des formes d'énergie différentes (correspond au pouvoir calorifique d'une tonne de pétrole).

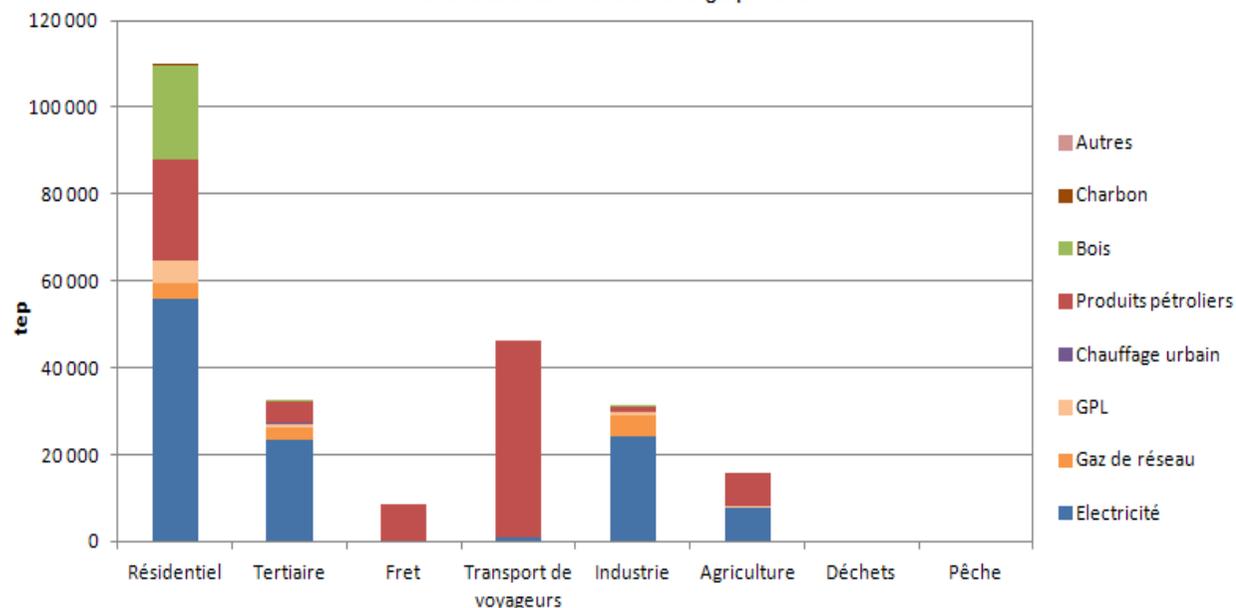
Energie Primaire /Energie Finale :

Voir définitions en Annexe 1

répartition des consommations par énergie



Bilan des consommations d'énergie primaire



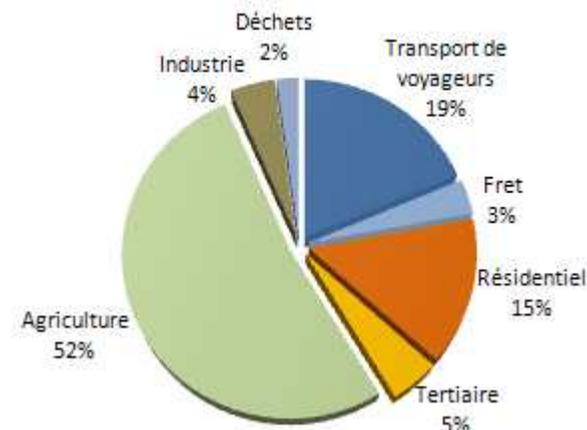
Gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre générées sur le territoire pour l'année 2005 (année de référence du diagnostic) ont représenté l'équivalent de 780 000 t_{eq} CO₂ (tonnes équivalent CO₂*), soit 9 t_{eq} CO₂ par habitant.

Les trois principaux secteurs émetteurs de gaz à effet de serre sur territoire sont :

- L'agriculture, avec 52% des émissions
- Le déplacement des personnes (« transport de voyageurs »), avec 19% des émissions
- Le résidentiel, avec 15% des émissions

Répartition des émissions totales



La tonne équivalent CO₂ (t_{eq} CO₂)

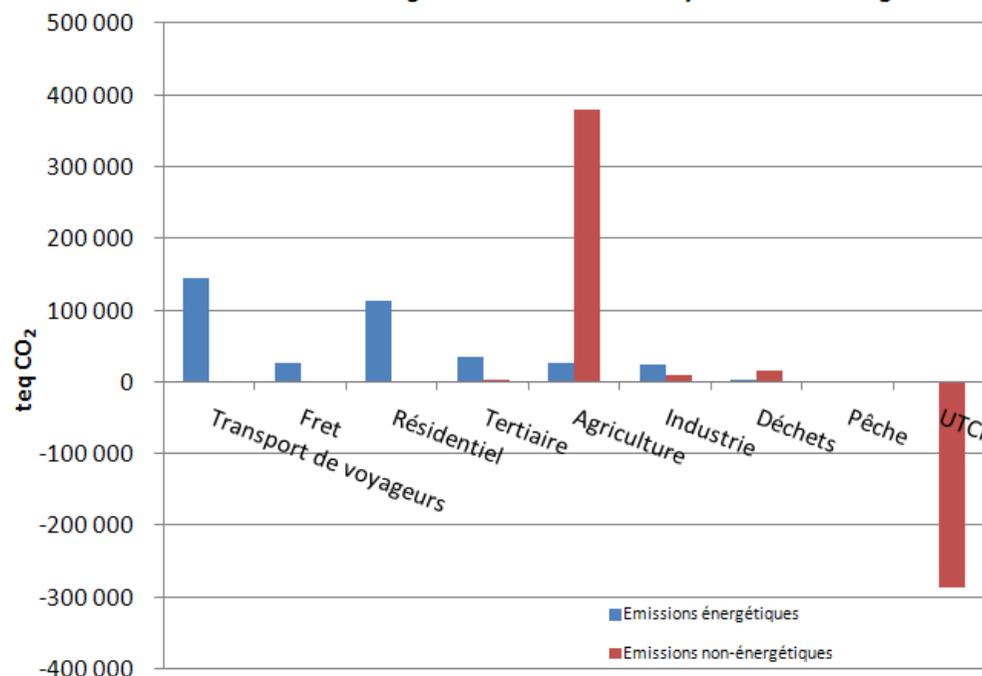
Unité utilisée pour comparer l'effet des différents GES (gaz à effet de serre) entre eux.

Tous les GES ne contribuent pas de la même manière à l'augmentation de l'effet de serre. Deux facteurs caractérisent cette contribution :

- l'efficacité radiative du gaz
- sa durée de vie dans l'atmosphère

La conversion en t_{eq} CO₂ fait appel au pouvoir de réchauffement d'un gaz donné à horizon 100 ans, et le compare à celui du CO₂.

Profil d'émissions de gaz à effet de serre du Pays de redon Bretagne Sud



Emissions énergétiques

Émissions de GES liées à une consommation d'énergie

Emissions non-énergétiques

Emissions de GES qui ne proviennent pas d'une consommation d'énergie (émission de N₂O liées à l'utilisation d'engrais, émissions de méthane par les ruminants, fluides frigorigènes...)

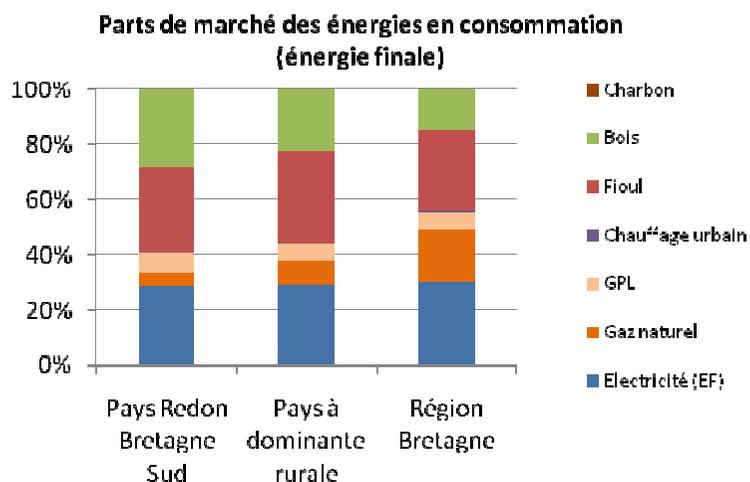
3.3. Le résidentiel (113 500 teq CO₂, 15 % du total)

Le secteur résidentiel est le **plus gros consommateur d'énergie du territoire**, avec 110 000 TEP (45% du total).

C'est le troisième secteur en termes d'émissions des gaz à effet de serre, avec 113 500 t_{eq} CO₂ et 15% du total.

Energies utilisées en résidentiel

Ce secteur fait appel principalement à l'électricité, au fioul et au bois.



Le bouquet énergétique fait apparaître deux particularités de notre territoire:

- une moindre utilisation du gaz naturel, y compris par rapport aux autres territoires bretons à dominante rurale.
- Une utilisation du bois plus importante

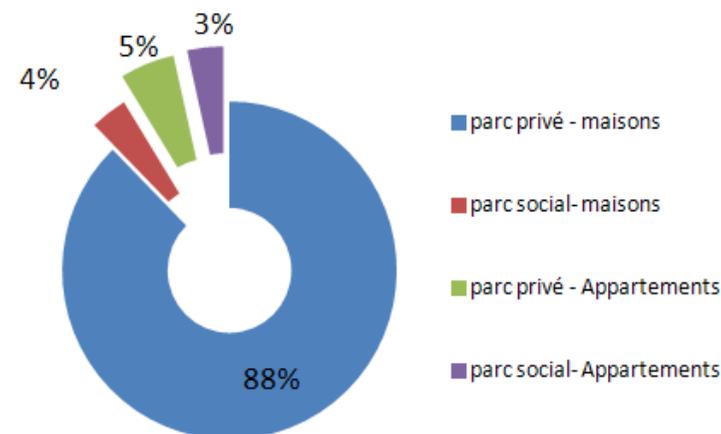
Le recours moindre au gaz naturel est lié à un faible accès au réseau de gaz naturel. Seules 5 communes sur 55 sont actuellement desservies. C'est notamment lié à un habitat dispersé rendant peu rentable la mise en place de réseaux.

Structure du parc de logements

Les principales caractéristiques du parc de logement sont :

- Un très fort taux d'habitat individuel, avec 91% de maisons individuelles. Ce qui se traduit par des consommations d'énergie beaucoup plus élevées que pour des logements collectifs.
- Un nombre important de logements vacants
- Parc privé potentiellement indigne
- 55% de logement construits avant 1975.

Structure du parc de logements



Le logement social représente entre 5% et 7% du parc (suivant les sources et années de références disponibles).

Logements sociaux :

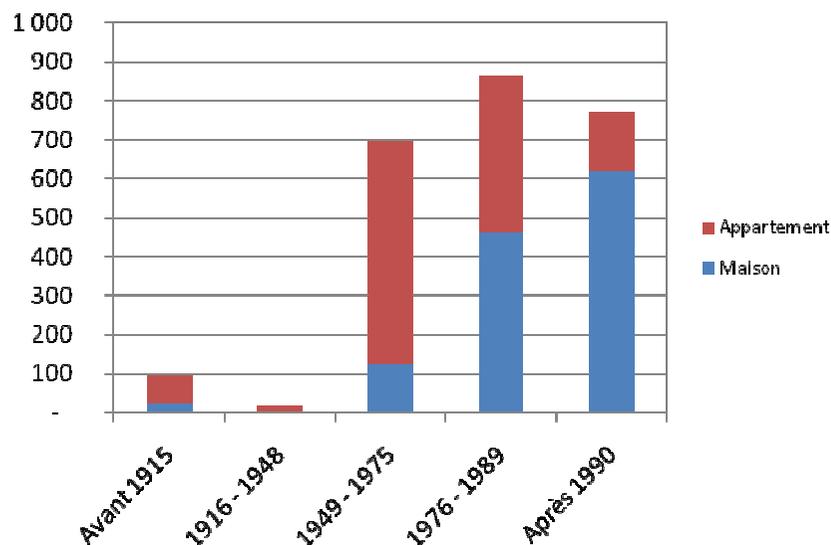
Le logement social représente une part faible du parc de logement du Pays. Il peut néanmoins être intéressant d'agir sur ce parc qui touche une population moins favorisée, et passe par un nombre réduit de bailleurs sociaux, déjà partenaires des collectivités.

La Ville de Redon concentre 40% des logements sociaux du territoire (et près de 70% des logements collectifs sociaux du Pays).

En 2006, on dénombre environ 2 500 logements sociaux, avec pour moitié des appartements et moitié des logements individuels.

En logement social, il se construit de moins en moins de collectif et de plus en plus d'individuel.

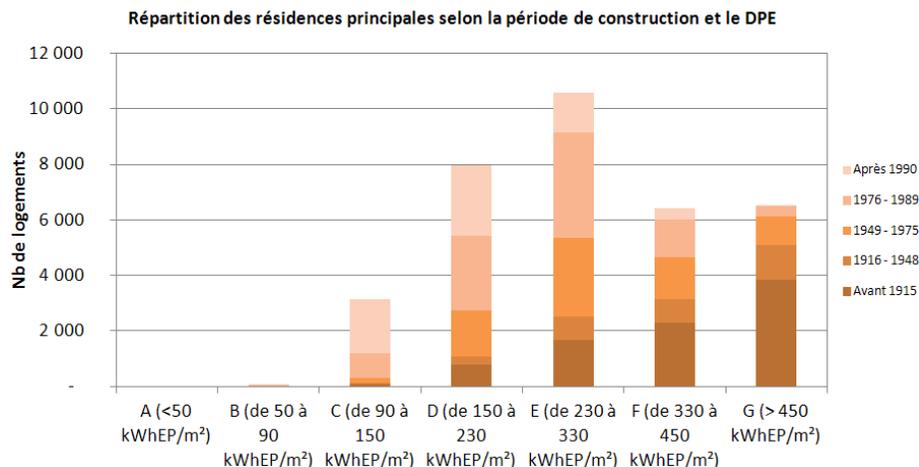
évolution du type de logements sociaux par période de construction



Le parc de logements sociaux collectifs date donc principalement d'avant 1975, alors que le parc de logements sociaux individuels est plus récent.

Répartition des logements en fonction de leur étiquette DPE

La répartition du parc de logements en fonction de l'étiquette énergie DPE (Diagnostic de Performance Energétique) permet d'évaluer son niveau de performance thermique.



Cette étiquette énergie, comporte **7 classes de A à G** (A correspondant à la meilleure performance, G à la plus mauvaise).

Un logement en classe G consomme en moyenne **12 fois plus d'énergie** qu'un bâtiment aux normes BBC classé A.

Les classes G, F et E devraient être amenées à terme à subir une rénovation thermique. En ce qui concerne les classes C et D, il ne semble pas pertinent d'un point de vue énergétique et économique de généraliser une rénovation thermique lourde (économies trop faible par rapport au montant des travaux).

- Classe G : concerne 19% des résidences principales
- Classes F+G : 38% des résidences principales
- Classes E+F+G : 68% des résidences principales

Ceci témoigne d'un important potentiel de réhabilitation thermique du parc de logements existants sur le Pays.

Le « Grenelle de l'environnement » a fixé un **objectif de diminution de 38 % de la consommation d'énergie du parc de bâtiments à l'horizon 2020**. Or, dans la mesure où la construction de bâtiments neufs ne représente, chaque année, que 1 à 2% du parc existant, **l'enjeu véritable est bien la rénovation thermique des bâtiments anciens**.

Il y a tout intérêt à **cibler en priorité les bâtiments les plus consommateurs** (classe G). On obtient la même réduction globale de consommation du parc en rénovant 5000 logements de la classe G vers C, qu'en rénovant 10 000 logements de la classe E vers C.

Pour un montant de travaux similaire, les économies d'énergie réalisées en passant une maison de la classe G vers B sont 2 à 3 fois supérieures à celles réalisées en passant une maison classée E vers B. Les travaux seront alors rentabilisés 2 à 3 fois plus rapidement dans le premier cas.

De même, il est important lors d'une **rénovation thermique conséquente, de cibler un niveau de performances thermique suffisamment élevé**. Le risque est en effet réel avec des rénovations peu performantes de tuer le gisement d'économies d'énergies potentielles.

Par exemple, passer une maison de classe F à D peut paraître « déjà bien ». Cependant, il est probable que le montant des travaux pour passer directement en C ou en B n'aurait été que peu supérieur, alors que les économies d'énergie supplémentaires semblent désormais définitivement perdues. En effet, on ne refera pas une deuxième rénovation thermique lourde, qui serait beaucoup moins rentable que la première.

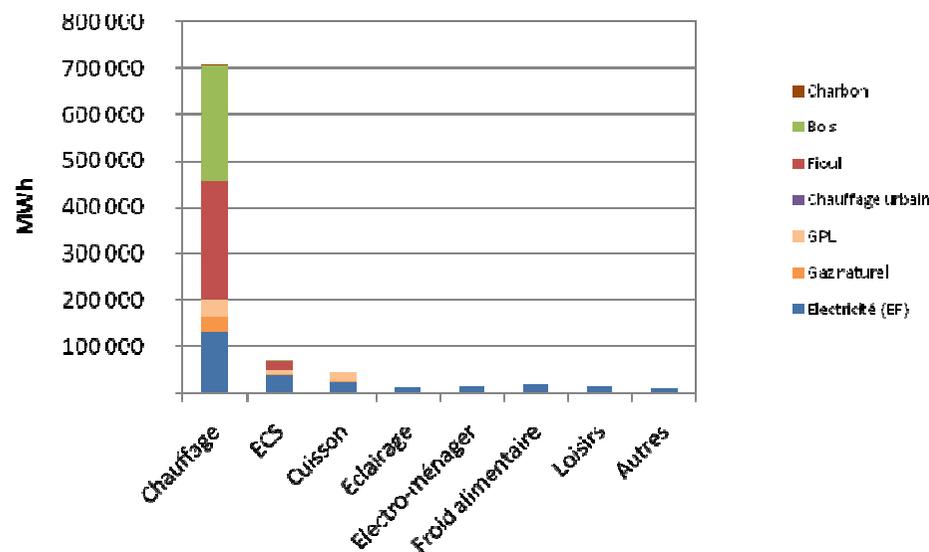
Répartition des consommations en fonction des usages

Si l'on s'intéresse à l'usage qui est fait de l'énergie finale (livrée chez le consommateur), le chauffage représente de très loin le premier usage de l'énergie en résidentiel, avec 80% des consommations pour ce seul poste.

92% des consommations résidentielles sont liées à un besoin de chaleur (chauffage, eau chaude et cuisson, qui sont les trois postes les plus importants). La chaleur est une forme d'énergie relativement simple à obtenir à partir de n'importe quel combustible ou énergie secondaire (possibilité de substitution entre énergies)

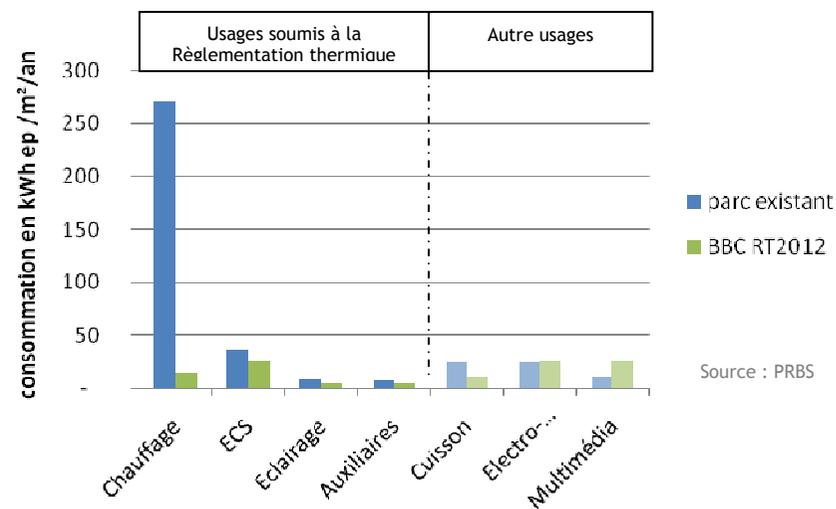
Les 8% restants correspondent à des usages spécifiques généralement couverts uniquement par l'électricité.

Résidentiel- Consommations d'énergie finale par usage et énergie



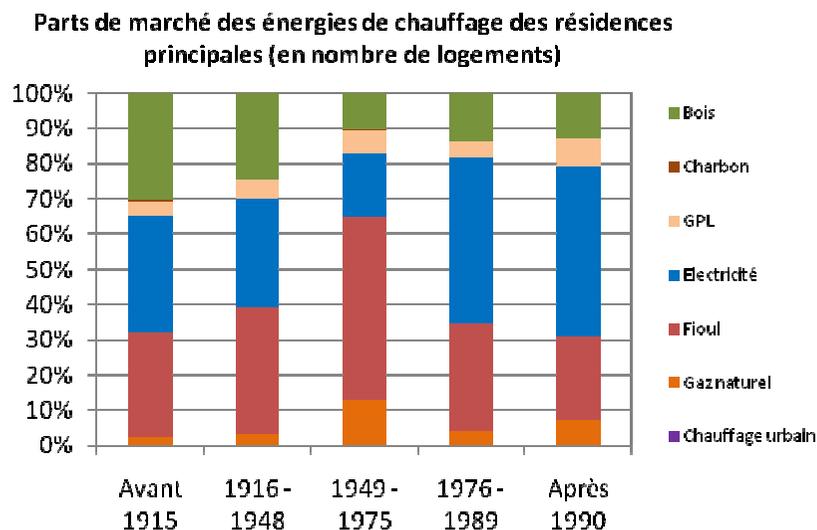
A titre indicatif, les consommations d'énergie primaire par usage sont comparées ci-dessous pour :

- un logement représentant la moyenne du parc existant
- une répartition type d'un logement performant (niveau BBC, correspondant au niveau règlementaire exigé en 2012 pour tout logement neuf).



Cette répartition permet de constater le potentiel d'économies d'énergie réalisable notamment sur le poste chauffage.

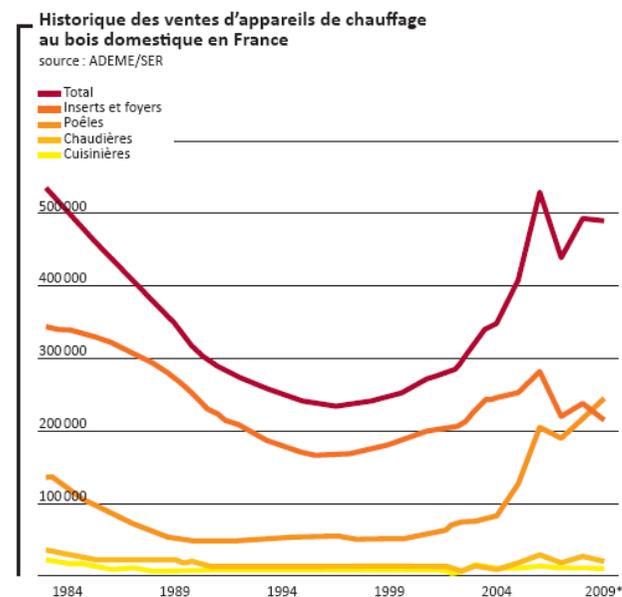
Zoom sur le chauffage



Les maisons construites après guerre entre 1949 et 1975 faisaient principalement appel au fioul pour se chauffer.

Pour les logements construits depuis 1975, c'est le chauffage électrique qui occupe la première place.

Le bois reste la troisième mode de chauffage installé, assez loin derrière l'électricité et le fioul. Sa part de marché devrait cependant progresser. Les ventes sont en effet de nouveau en augmentation depuis quelques années.



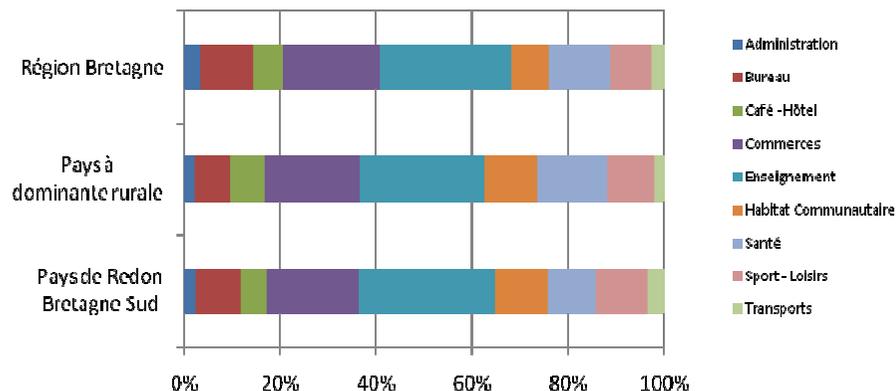
De plus, la généralisation des bâtiments BBC (Basse Consommation), avec des besoins de chauffage environ 10 fois moindre que sur le parc existant, va permettre de réduire fortement les volumes de bois bûche ou granulé nécessaires pour chauffer une maison, réduisant les contraintes liées à ce mode de chauffage.

3.4. Le tertiaire (36 000 teq CO₂, 5 % du total)

Structure du parc tertiaire

Le parc tertiaire du territoire représente près d'un million de m².

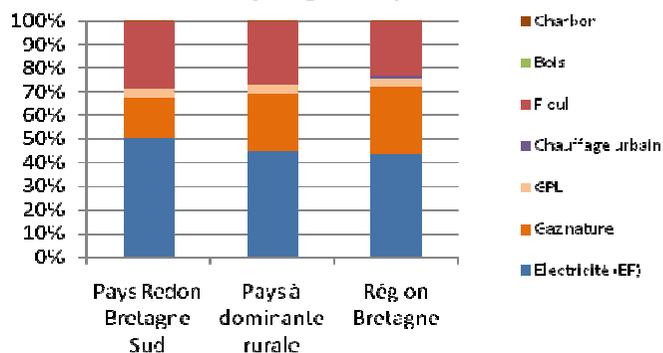
Répartition des surfaces tertiaires par branche



Les deux branches les plus importantes en termes de surface sont l'enseignement et les commerces. Ces deux branches cumulent la moitié des surfaces tertiaires.

Part de marché des énergies en tertiaire

Parts de marché des énergies en consommation (énergie finale)

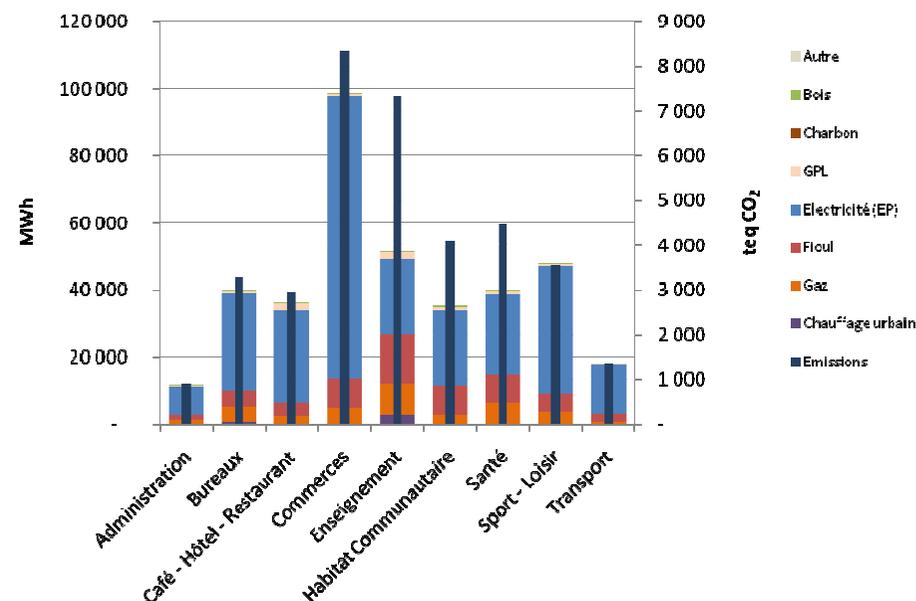


Le bouquet énergétique fait apparaître deux particularités de notre territoire:

- Une part de marché de l'électricité plus importante
- une moindre utilisation du gaz naturel, y compris par rapport aux autres territoires bretons à dominante rurale.

Consommations par usage

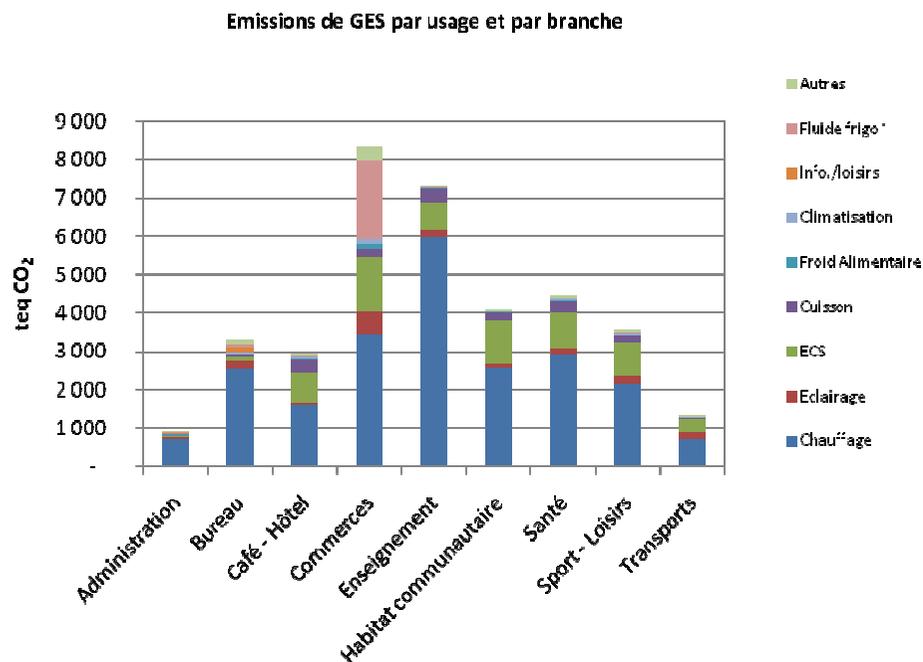
Consommation d'énergie primaire par énergie et émissions par branche



Le commerce est la branche qui consomme le plus d'énergie. Elle fait massivement appel à l'électricité (lié en partie à une plus grande utilisation de l'électricité pour des usages de froid, de climatisation, d'éclairage).

La seconde branche consommatrice est l'enseignement, qui à l'inverse est plutôt caractérisée par des consommations d'énergies fossiles (premier secteur consommateur de fioul et de gaz pour le tertiaire).

Emissions par usage



Les branches commerces et enseignement sont également les plus contributrices en termes d'émissions, dans des proportions différentes des consommations cependant. Du fait de l'usage important de combustibles fossiles pour le chauffage, les locaux d'enseignement occupent une place beaucoup plus importante dans les émissions que dans les consommations. Les principaux postes émetteurs sont les usages thermiques :

- Le chauffage des locaux (62% des émissions), avec une part prédominante des locaux d'enseignement
- l'eau chaude sanitaire (17% des émissions).

3.5. L'industrie (35 000 teq CO₂, 4% du total)

L'information locale fine sur les consommations d'énergie du secteur industriel n'est pas disponible.

La méthode utilisée pour ce diagnostic est alors une reconstitution des émissions à partir des consommations régionales de ce secteur. Ces consommations vont ensuite être « ventilées » par commune à partir de la connaissance de l'emploi par branche industrielle et d'un mix énergétique type par branche.

L'incertitude liée à cette méthode ainsi que le secret statistique font qu'il n'est pas judicieux de présenter des résultats de diagnostic à une échelle territoriale fine ou la décomposition des émissions par branche.

L'industrie représente un poste d'émissions faible à l'échelle du territoire.

3.6. L'agriculture (405 000 teq CO₂, 52 % du total)

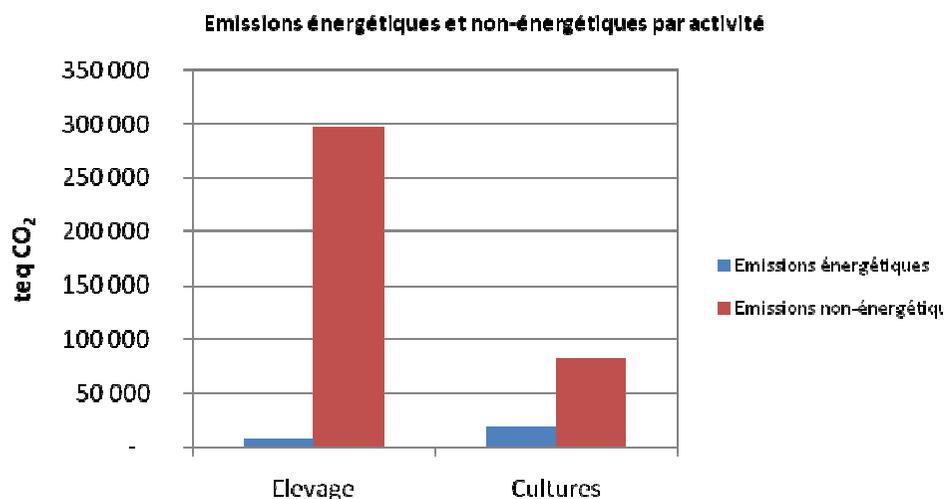
Synthèse

Les émissions de gaz à effet de serre générées sur le territoire par les activités agricoles représentent, en 2005, environ 400 000 teq CO₂, soit 52% des émissions du Pays.

Notons que les émissions liées à l'agriculture représentent 20% des émissions au niveau national, 30% au niveau de la région Bretagne, et 52% sur le territoire du Pays de Redon Bretagne Sud. C'est donc une spécificité importante de notre territoire.

Les consommations d'énergie du secteur agricole représentent 15 000 TEP par an, soit 5% des consommations totales d'énergie du Pays.

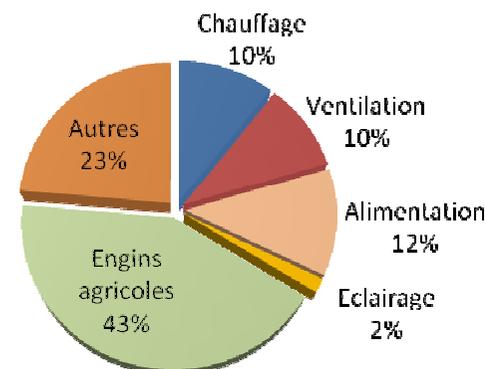
En effet, contrairement aux autres secteurs d'activité, la très grande majorité des émissions du secteur agricole (94%) ne sont pas liées à une consommation d'énergie. Il s'agit d'émissions dites « non - énergétiques ».



Les émissions du secteur agricole sont principalement liées à l'élevage (75% des émissions), les cultures représentant les 25% restant.

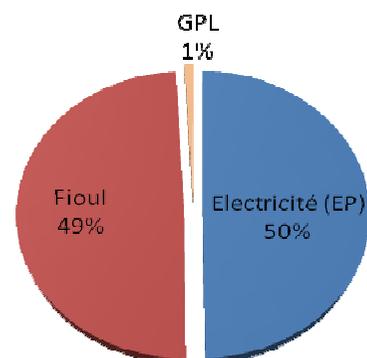
Consommations d'énergie

Répartition des consommations d'énergie du secteur agricole par usage



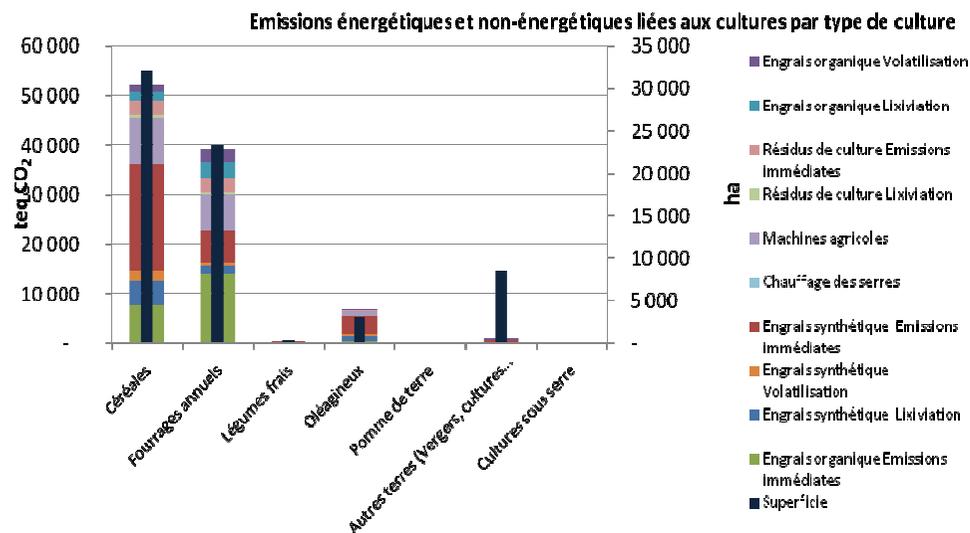
Le principal poste de consommation d'énergie des exploitations sont les engins agricoles.

Répartition des consommations du secteur agricole par énergie



Le fioul et l'électricité sont les deux énergies utilisées en agriculture (à parts égales).

Cultures

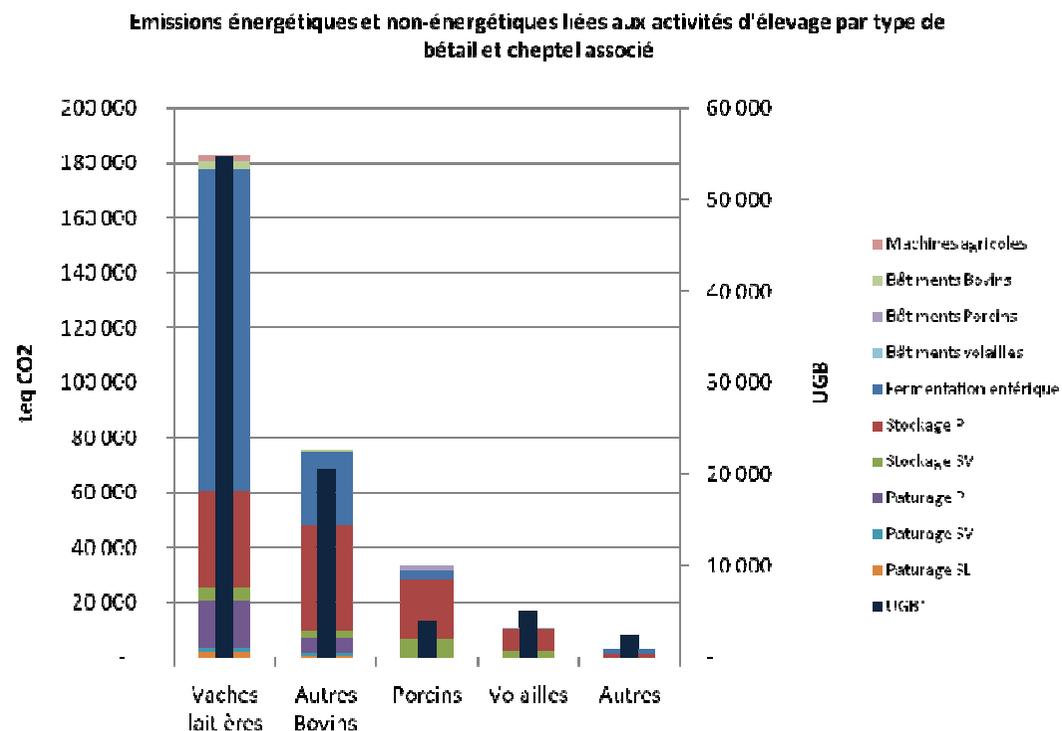


L'analyse des émissions par type de culture montre la prédominance des céréales et des fourrages annuels (maïs),

Les émissions de gaz à effet de serre associées aux cultures sont essentiellement liées à l'usage d'engrais (synthétiques et organiques).

Les machines agricoles ne représentent que 15 à 20% des émissions associées aux cultures.

Elevage



L'élevage (75% des émissions d'origine agricole) est caractérisé par une prédominance de l'élevage laitier, tant en termes de cheptel que d'émissions de gaz à effet de serre.

Les principales sources d'émissions sont la fermentation entérique pour les bovins (particulièrement marquée pour les vaches laitières), et le stockage des effluents.

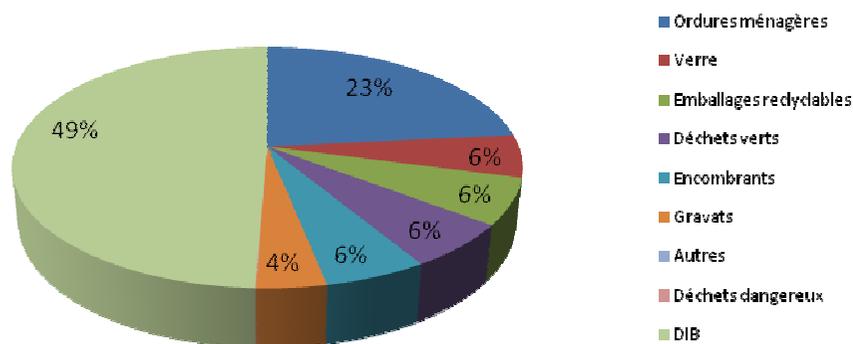
L'utilisation d'énergie (machines, bâtiments) représente seulement 2% des sources d'émissions dans le cas de l'élevage.

3.7. Les déchets (17 000 teq CO₂, 2 % du total)

Les émissions liées au traitement des déchets sont imputées au territoire d'origine, et non pas aux lieux de traitement. Il semble en effet plus cohérent d'identifier les leviers d'actions sur le territoire de production des déchets, plutôt que sur leur lieu de traitement.

Le secteur des déchets représente 2% des émissions de GES du Pays, avec environ 17 000 teq CO₂ /an.

Tonnages de déchets collectés

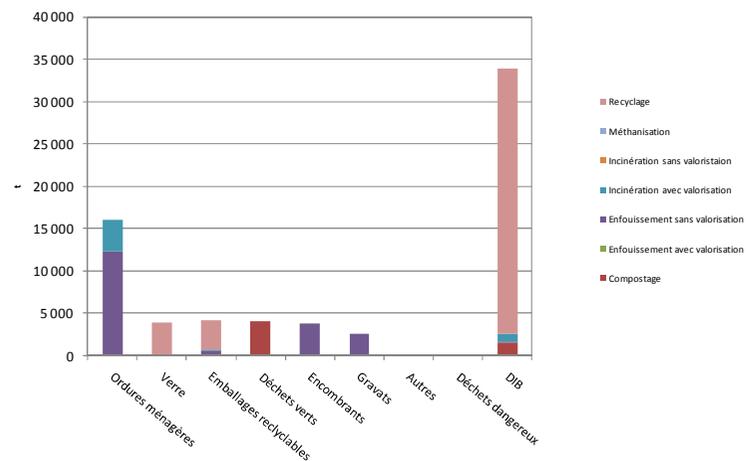


Source: SINOE, 2006

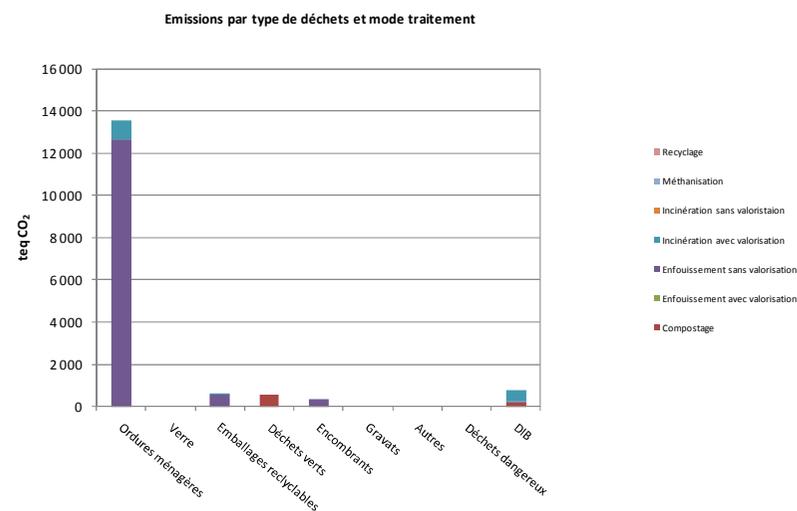
Les tonnages de déchets collectés sont pour moitié des déchets ménagers et pour moitié des déchets industriels banals (DIB).

Les déchets ménagers sont eux-mêmes composés à 46% d'ordures ménagères résiduelles, l'autre moitié correspondant aux différentes collectes sélectives.

tonnages de déchets par type et mode traitement



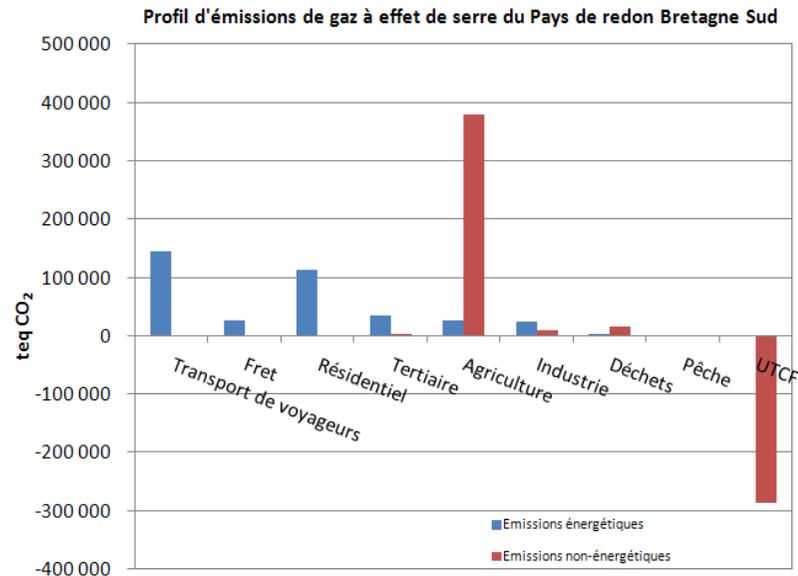
Emissions par type de déchets et par mode de traitement



L'enfouissement sans valorisation est le mode de traitement prépondérant en 2006 et il représente 86% des émissions de gaz à effets de serre associées au secteur déchets sur notre territoire.

3.8. Le transport de voyageurs (145 000 teq CO₂, 19 % du total)

Le transport de personnes est la première source d'émissions de gaz à effets de serre liées à une consommation d'énergie (39% de l'ensemble des émissions énergétiques, 19% de toutes émissions confondues).



Le diagnostic distingue :

- la **mobilité quotidienne** : reconstitution du besoin de mobilité selon 5 motifs (travail, scolaire, loisirs, achats, autres).
- La **mobilité exceptionnelle** : représente les déplacements touristiques liés aux visiteurs arrivant sur notre territoire, les déplacements longue distance réalisés par les habitants du territoire vers l'extérieur, les excursions (déplacement dans la journée), et le rayonnement interne des touristes séjournant sur le territoire.

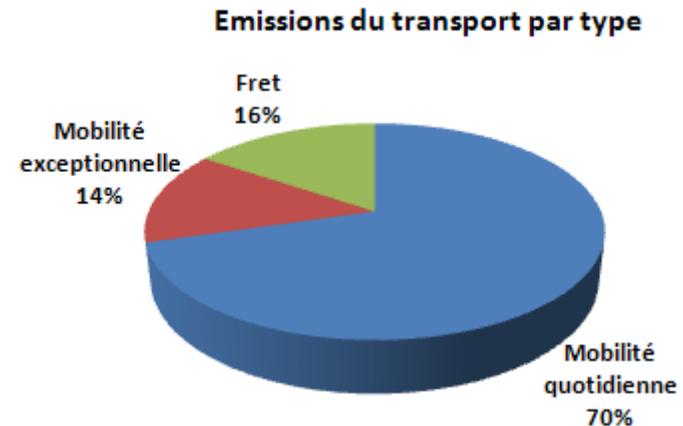
Les émissions liées au transport sont affectées pour moitié au territoire d'origine et pour moitié au territoire de destination du déplacement (pas d'affectation aux territoires de transit).

Ceci permet de conserver le principe d'additivité entre territoires, évite les doubles comptes, et met en évidence des leviers d'actions à l'échelle locale.

Par exemple, une commune traversée par une 2X2 voies n'a que peu de leviers d'actions sur ce flux de transit, plutôt lié à la commune de départ et la commune de destination.

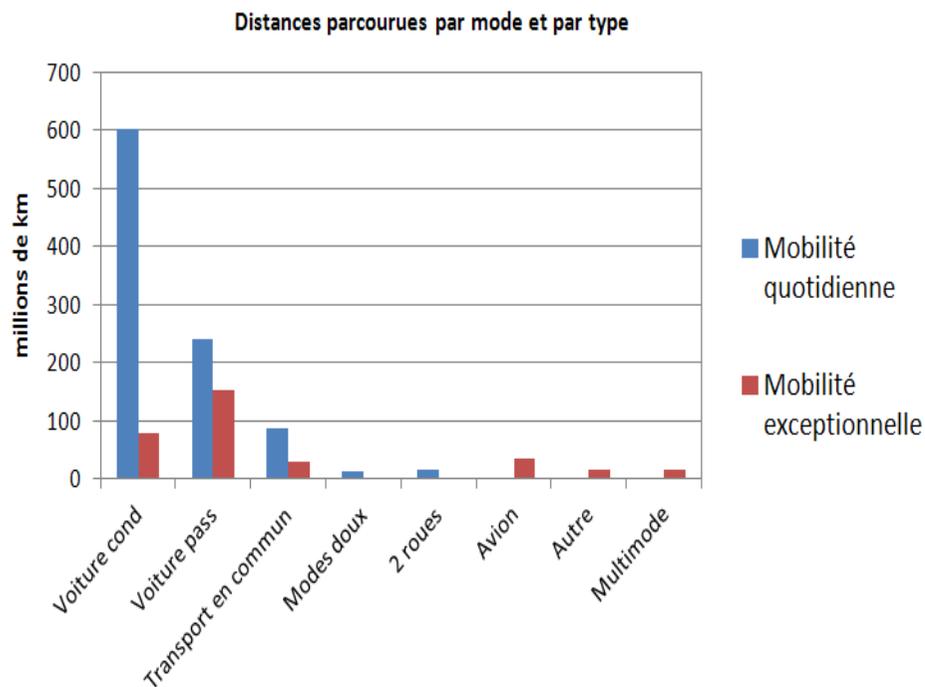
Mobilité quotidienne

Emissions de gaz à effet de serre - part de la mobilité quotidienne dans le transport



La mobilité quotidienne représente un enjeu très fort, avec 70% des émissions de l'ensemble du secteur des transports.

Nombre de kilomètres parcourus pour la mobilité quotidienne par mode



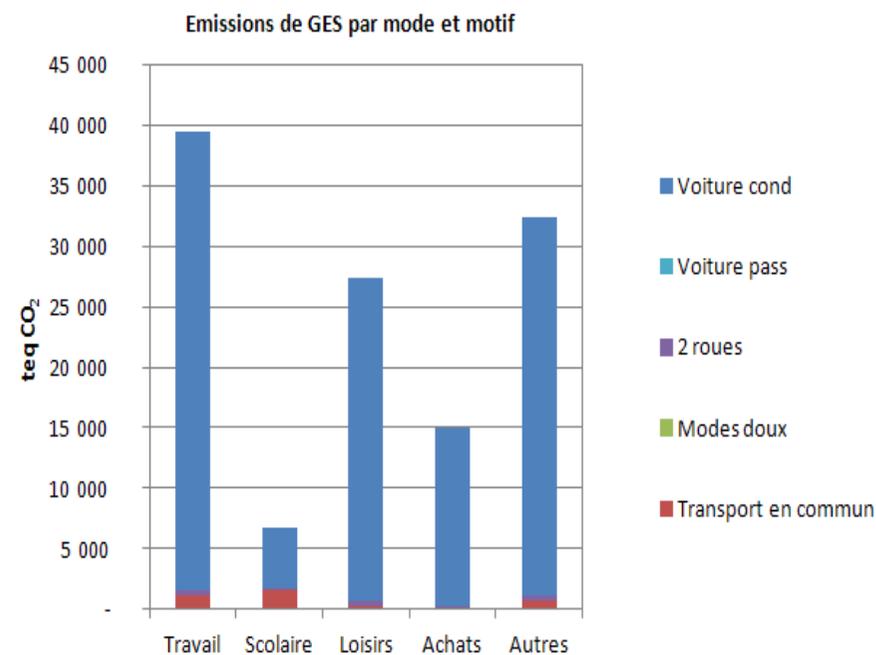
La mobilité quotidienne est associée de manière très pregnante à la voiture : 88% des distances parcourues dans le cadre de la mobilité quotidienne le sont en voiture.

ZOOM METHODOLOGIE :

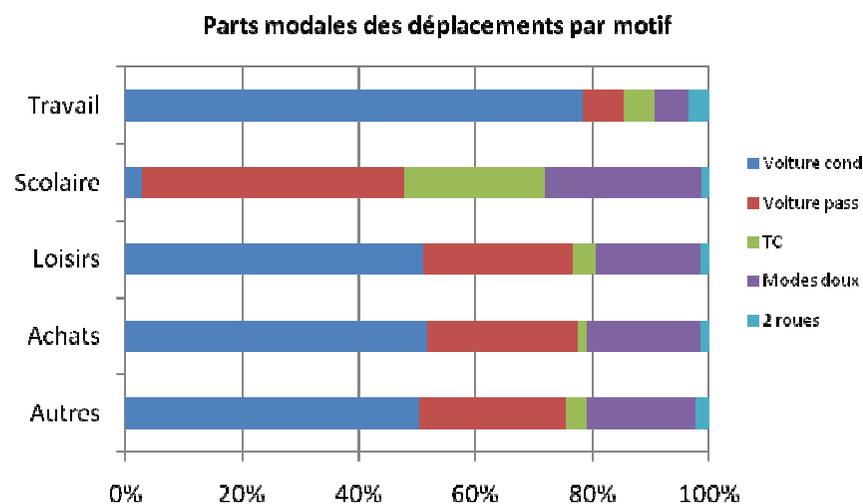
Une voiture effectuant 10km avec 2 personnes à bord :
= 10 km « véhicule » ou 20 km « passagers »

Les distances rapportées dans le diagnostic sont les distances « passagers » (besoins de déplacements)

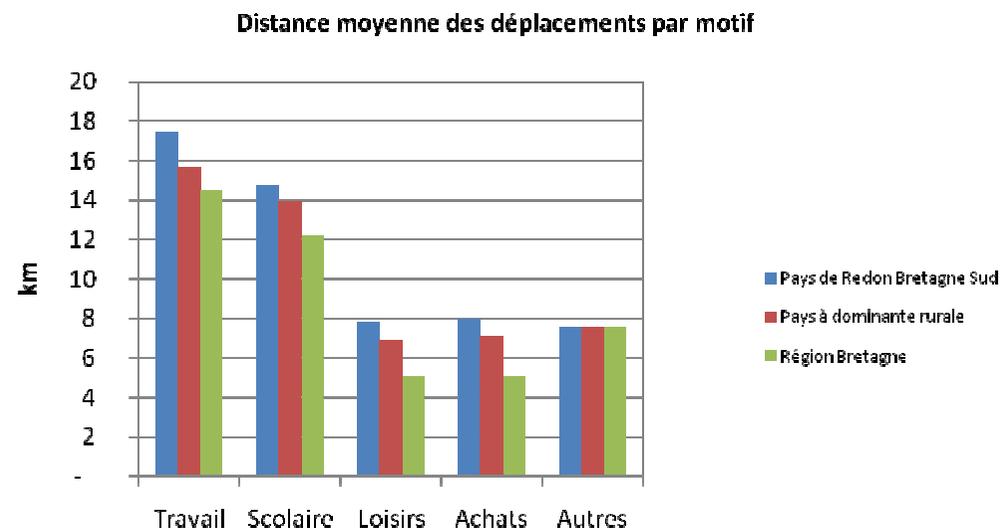
Emissions de la mobilité quotidienne par mode et par motif



Le trajet domicile- travail est le motif de déplacement le plus émetteur.



L'analyse des déplacements quotidiens par motif montre que la place de la voiture reste hégémonique (près de 80% des déplacements) sur la quasi-totalité des motifs. Seuls les déplacements scolaires enregistrent une part significative des transports en commun et des modes doux (la voiture ne représentant «que» la moitié des transports pour ce motif).



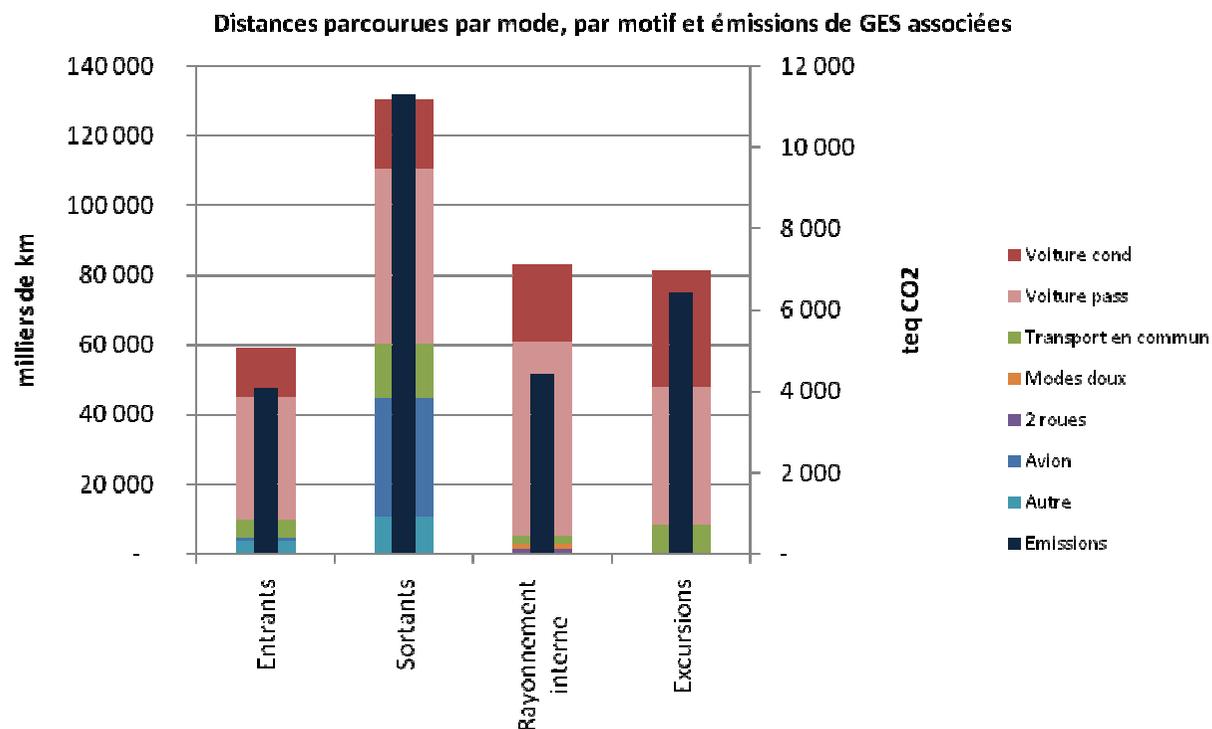
Les distances moyennes parcourues sont plus importantes sur notre territoire que sur les autres territoires bretons, y compris les territoires de même typologie, et ce pour l'ensemble des motifs de déplacement.

L'urbanisme et l'aménagement du territoire sont des leviers pour contribuer à réduire les distances à parcourir. L'action sur la densité et mixité fonctionnelle (logement, emploi, service) présente un double effet:

- permet de limiter les émissions par une réduction des distances parcourues
- facilite le transfert vers les modes doux pour les plus courtes distances

Mobilité exceptionnelle

Graphique des distances parcourues par mode et par motif, et émissions de GES associées



La principale contribution aux mobilités exceptionnelles (déplacements touristiques) est liée aux déplacements sortants, c'est-à-dire aux habitants du Pays qui voyagent vers l'extérieur.

La moitié des distances liées à ces déplacements touristiques vers l'extérieur du territoire s'effectuent en voiture, et un quart en avion.

3.9. Le transport de marchandises (27 000 teq CO₂, 3 % du total)

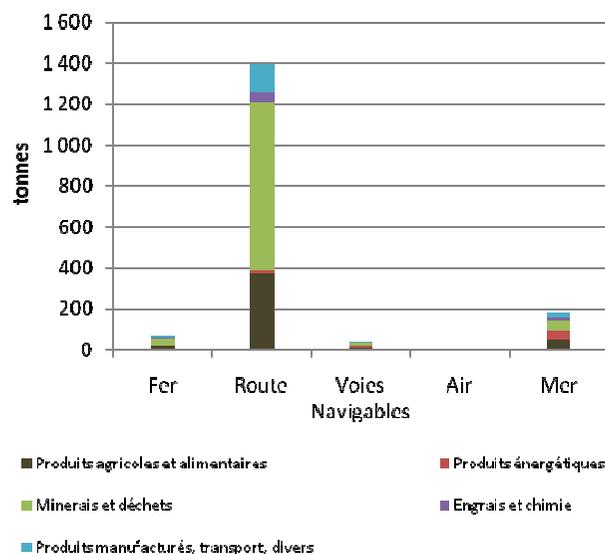
Note sur la méthodologie utilisée :

Les flux de transport sont affectés pour moitié au territoire d'origine et pour moitié au territoire de destination du déplacement (les flux de transit sont exclus). Ceci permet de conserver le principe d'additivité entre territoires, évite les doubles comptes, et met en évidence des leviers d'actions à l'échelle locale. La responsabilité du flux est partagée entre l'émetteur et le destinataire, mais n'incombe pas aux territoires traversés.

Le périmètre géographique utilisé pour les flux de marchandises est international, permettant de ne négliger aucun flux et ne se limitant pas aux flux nationaux.

Tonnages de marchandises entrants/sortants par mode

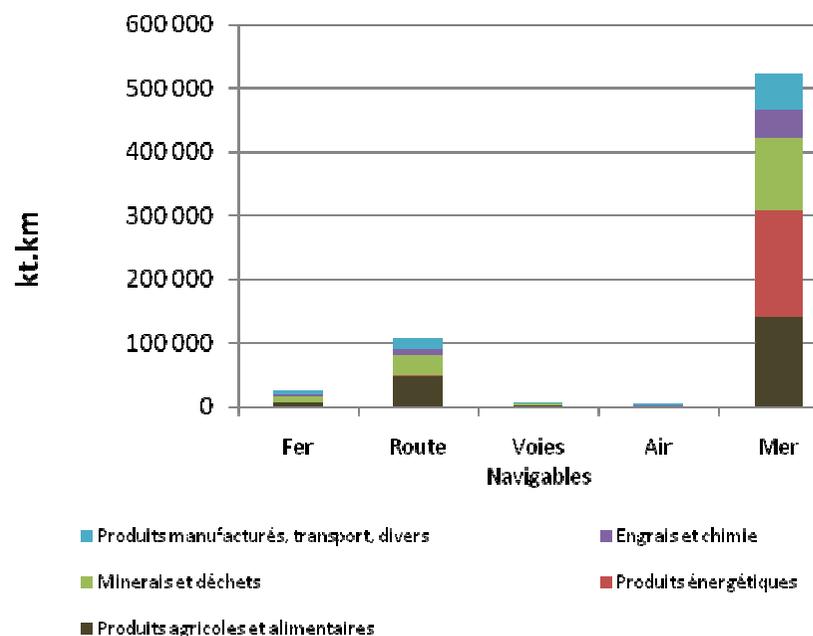
Tonnages de marchandises (entrants et sortants) par mode et typologie



En termes de tonnages, 83 % des marchandises entrants et sortants du territoire sont transportées par la route.

Flux de marchandises entrants/sortants par mode

Flux de marchandises (entrants et sortants) par mode et typologie

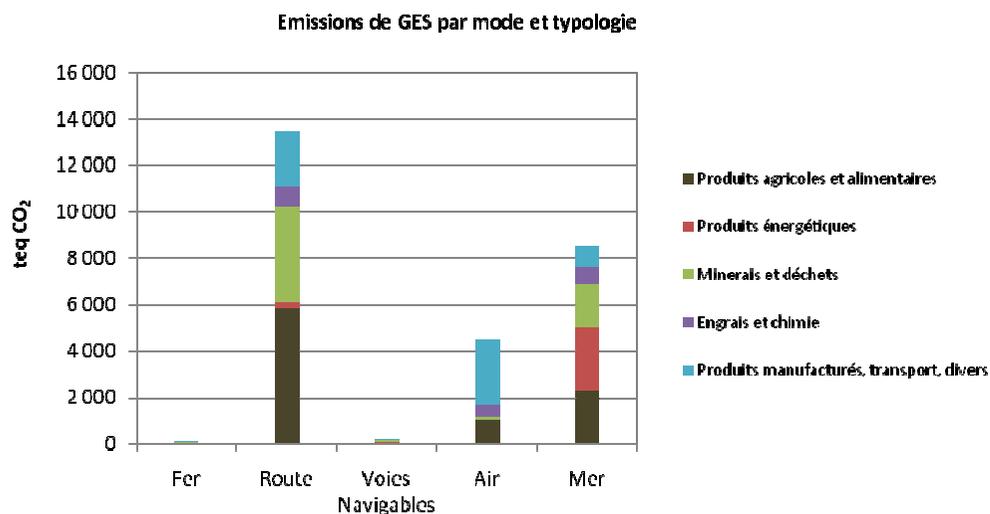


La notion de flux de marchandise fait intervenir, en plus du tonnage, la distance parcourue. L'analyse des flux de marchandises entrant et sortant du territoire (tonnages multipliés par distances parcourues, en milliers de tonnes.km) indique que 80% des flux se font par voie maritime.

Ainsi, même si en tonnages le transport par bateau était faible (11% des tonnages), les distances importantes parcourues en font le mode de transport prépondérant en termes de flux transportés.

A l'inverse, le transport routier ne représente plus que 16% du flux de marchandises. Le tonnage est essentiellement routier, mais les distances parcourues sont beaucoup plus courtes.

Emissions de GES par typologie et par mode



Le transport routier représente 50% des émissions de gaz à effet de serre associées au transport de marchandise. Pourtant, le transport routier ne représente que 16% du flux de marchandises.

Le tableau ci-dessous présente pour chacun des modes de transport de marchandises les niveaux de consommation et d'émissions par unité de flux (grammes/ tonne.km).

Pour déplacer 1 tonne sur 1 km, il faut donc **86 fois plus d'énergie en avion qu'en train**, et cela génère **300 fois plus d'émissions de CO₂**.

De même, il faut donc **7 fois plus d'énergie en camion que par bateau**, et cela génère **7 fois plus d'émissions de CO₂**.

L'intérêt de privilégier les voies d'eau et les voies ferrées est donc mis en évidence, tant du point de vue des consommations d'énergie que des émissions.

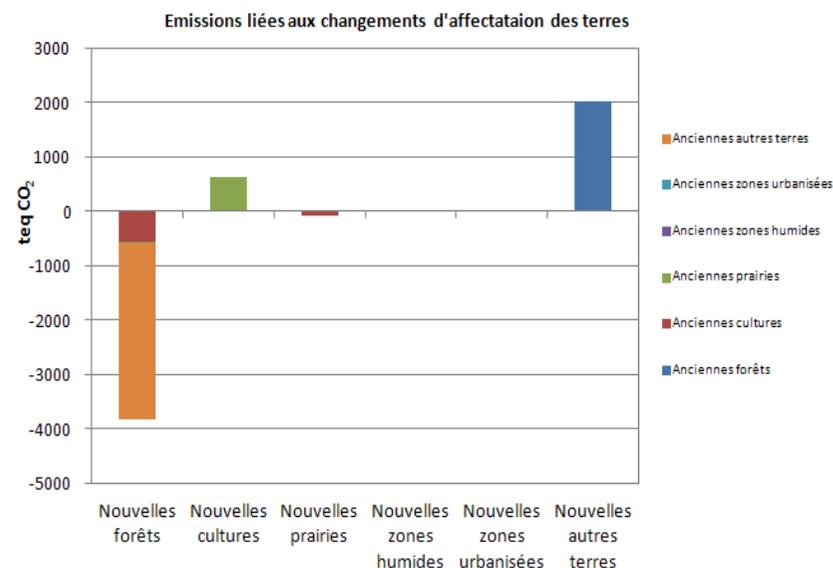
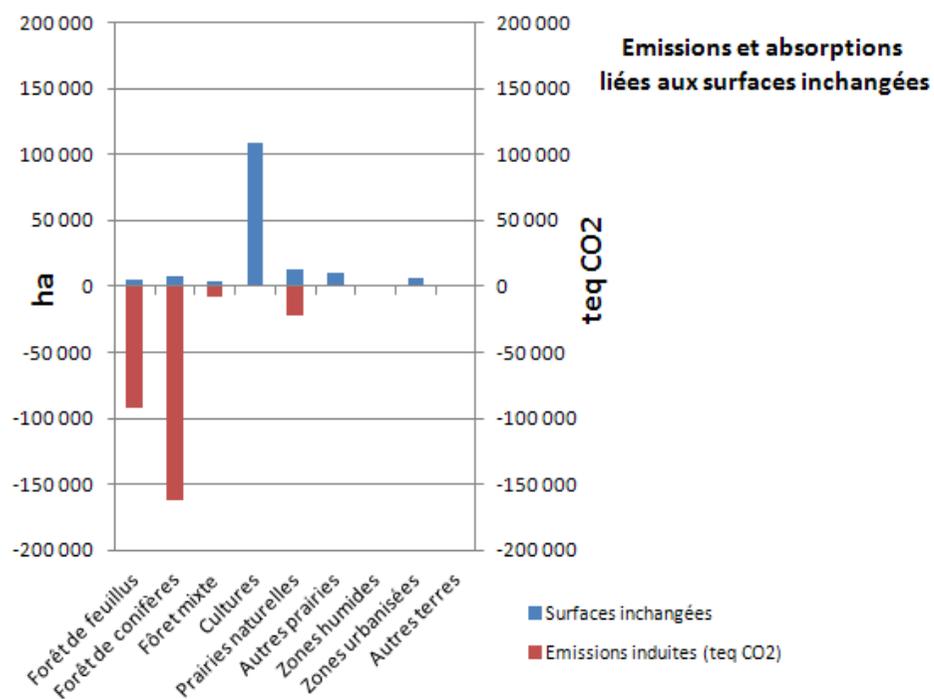
<i>facteurs de consommation et d'émission</i>	Consommation unitaire d'énergie (en gep/t.km)	Type d'énergie	Emissions de CO ₂ (g/t.km)	Emissions de CH ₄ (mg/t.km)	Emissions de N ₂ O (mg/t.km)
Routier	39	Diesel	122	6,45	6,45
Aérien	406	Kérosène	1 215	8,50	33,98
Ferroviaire	4,7	Mix diesel et électricité (86% élec, mix énergétique français)	4	0,11	0,78
Fluvial	12	Fioul	39	3,50	1
Maritime	5	Fioul	16	1,46	0,42

3.10. Utilisation des Terres, leurs Changements d'affectations et les Forêts (-280 000 teq CO₂)

L'utilisation des sols influe sur le cycle du carbone et des autres GES (échanges entre l'atmosphère et le sol, en particulier la biomasse qui le recouvre).

On distingue les terres qui restent en l'état des terres qui changent d'affectation. En restant en l'état, seules les forêts fonctionnent comme des puits. Pour les autres catégories, c'est principalement lors d'un changement d'affectation des sols qu'ont lieu les émissions et les absorptions. Par exemple lors de la conversion d'une prairie en zone cultivée, il y a des émissions de CO₂ dues à la libération du carbone du sol lors du retournement.

On note que les absorptions qui correspondent à l'effet « puits carbone » de la croissance de la biomasse, sont représentées par une émission négative.



En comparaison, les émissions/absorptions liées aux changements d'affectation de sols sont dérisoires (quelques dizaines de teq CO₂ /an en émissions par les cultures sur anciennes prairies, qui sont compensées par quelques hectares de nouvelles forêts).

4. Bilan de la production énergétique

4.1. Production électrique

Production classique (centrales thermiques et nucléaires)

Il n'y a pas de centrale de production électrique thermique ou nucléaire sur le territoire.

Production éolienne

A juin 2010, on totalise 10 éoliennes en fonctionnement sur le territoire, représentant une puissance cumulée proche de 17 MWC et une production annuelle électrique estimée à 40 GWh. Cette production correspond à 8% des besoins d'électricité du territoire (énergie finale).

EOLIEN		Nombre de mâts	Puissance installée (MW)	Production (MWh/an)
Production existante				
Sainte-Marie	Entreprise le Coq	1	1.25	2500
Grand Fougeray	La Noë Blanche	3 (2hors Pays)	6	14 000
Grand Fougeray	Parc d'activités des Quatre Routes	2	2	4 500
Maure de Bretagne	Croix des Trois Chênaux	4	8	18 500
TOTAL		10 mâts	17.25	40 000

Production hydraulique

Il n'y a pas de production hydroélectrique recensée sur le territoire.

Solaire photovoltaïque

Les données de recensement des installations photovoltaïques sont partielles et leur évolution rapide. Au printemps 2010, une centaine d'installations de production d'électricité photovoltaïques serait raccordée ou en voie de l'être, représentant une puissance installée de l'ordre de 0,84 MWC pour une production annuelle estimée à 840 MWh/an.

La majorité des installations sont de petite puissance (1 à 3 kw) sur des toitures résidentielles. Quelques installations sur des bâtiments agricoles ou des bâtiments publics présentent des puissances plus importantes (10 à 100 kW).

Il n'y a pas de centrale au sol (puissance généralement de plusieurs MW).

PHOTOVOLTAÏQUE	Nombre d'installations	Surface (m ²)	Puissance installée (MW)	Production (MWh/an)
Production existante				
TOTAL	Env. 100	6 500	0,84	840

Installations de cogénération

La cogénération est la production simultanée d'électricité et de chaleur, la chaleur étant issue de la production électrique.

La production d'électricité classique (nucléaire, charbon, fioul, gaz) fait appel à beaucoup de chaleur, dont près des deux tiers sont généralement rejetés à l'atmosphère ou dans les cours d'eau et perdus.

Le rendement de production d'électricité seule est donc assez faible.

Un cogénérateur valorise l'énergie thermique produite qui n'a pas été valorisée lors la production d'électricité. Le rendement global est donc nettement meilleur. Cette chaleur résiduelle est généralement utilisée à des fins de chauffage (réseaux de chaleur) ou pour des procédés industriels n'exigeant pas des niveaux de température trop importants.

L'une des contraintes de la cogénération est de disposer d'un utilisateur pour cette chaleur à proximité de l'installation.

Il existe plusieurs types de cogénération :

- Cogénération industrielle : sur un site industriel ayant des besoins importants de chaleur et d'électricité. Le plus souvent par une turbine à gaz alimentée au gaz naturel.
- Cogénération sur site d'incinération des ordures ménagères, via une turbine vapeur qui utilise la chaleur produite sur place par l'incinérateur.
- Cogénération sur une unité de méthanisation, via un moteur gaz qui utilise le biogaz produit sur place.
- Micro-cogénération : également appelées chaudières électrogènes, ces petits générateurs tirent avantage de la production de chaleur nécessaire au chauffage d'un bâtiment ou d'une maison pour faire en même temps de l'électricité. Le rendement global est nettement meilleur qu'une production séparée de chaleur (chaudière) et d'électricité (centrale électrique). Autre avantage, ces petites unités généralement basées sur un moteur Stirling existent pour tout type de sources de chaleur (gaz, granulés de bois, solaire, fioul...)

A l'heure actuelle, une seule unité de cogénération est recensée sur le territoire. Il s'agit d'une charcuterie industrielle qui valorise les graisses de cuisson dans un groupe électrogène spécifique.

COGENERATION Production existante	Nombre d'installations à fin 2009	Puissance (kW)	Production (MWh/an)
	1	30 kW électrique	200 MWh/an d'électricité
	(pm)	+ 40 kW thermique	+ 260 MWh/an de chaleur
TOTAL	1	30	200

Valorisation des déchets

Il n'y a pas d'installation de production d'électricité par valorisation énergétique des déchets sur le territoire. (Une partie des déchets de la CCPR et du SMICTOM du NAR est cependant envoyée vers l'incinérateur

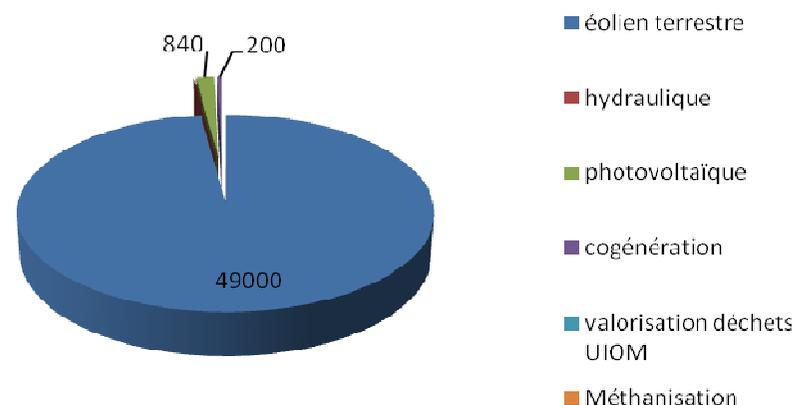
de Rennes, qui valorise ces déchets sous forme d'électricité et de chaleur).

Méthanisation

Il n'y a pas d'installation de méthanisation produisant de l'électricité recensée sur le territoire.

Synthèse production d'électricité existante

Production annuelle d'électricité sur le territoire (MWh/an)



Les productions d'électricité existantes sur le territoire couvrent l'équivalent de 8% des consommations d'électricité (énergie finale), et 2% de l'énergie totale consommée en 2005 (énergie finale).

- 98% de cette électricité produite est d'origine éolienne (10 éoliennes en fonctionnement)
- 2% est d'origine photovoltaïque (une centaine d'installations)

4.2. Production de chaleur

Réseaux de chaleur

Il n'y a pas réseau de chaleur recensé sur le territoire.

Bois énergie

Les principales formes de bois-énergie sont :

- le bois bûche
- le granulé de bois
- le bois déchiqueté (plaquettes)

Bois bûche

Pour le bois bûche, il est difficile d'évaluer la production issue du territoire. Ce combustible échappe généralement à une filière marchande classique qui permettrait d'en connaître les volumes (principaux modes d'approvisionnement : autoconsommation, marché de particulier à particulier...). Ainsi, seulement 6% du bois consommé en France serait inscrit dans un circuit commercial.

La production de chaleur à partir de bois bûche du territoire est alors considérée égale à la consommation de bois des ménages, estimée à partir du parc d'appareils de chauffages au bois déclaré dans les enquêtes INSEE.

BOIS BÛCHE	Production (MWh/an)
Production existante	
TOTAL	250 000

Bois déchiqueté

Les principales applications des chaudières automatiques au bois déchiqueté se trouvent dans les secteurs suivants :

- santé (hôpitaux / maisons de retraite)
- collectivités (équipements publics, réseaux de chaleur)
- industrie
- exploitations agricoles

CHAUDIÈRES BOIS DECHIQUETÉ	Nombre d'installations à fin 2009	Puissance cumulée (kW)	Production (MWh/an)
Production existante			
Industrie/artisanat Exploitations agricoles/particuliers	3	1935	3870
TOTAL	30	2835	4770

Signalons que quelques projets de chaufferies bois ont été validés sur le territoire et vont voir le jour en 2010/2011 (notamment une chaufferie industrielle et une chaufferie collective alimentant des équipements publics).

Granulés de bois

Il n'y a pas de données disponibles sur la consommation de granulés bois sur le Pays.

Méthanisation

Une installation de méthanisation est recensée sur le territoire. Il s'agit d'une installation industrielle, pour laquelle les données sur les quantités de chaleur produite (et a priori autoconsommées) ne sont pas connues.

Valorisation des déchets (ordures ménagères)

Il n'y a pas installation de valorisation énergétique des déchets sur le territoire. (Une partie des déchets de la CCPR et du SMICTOM du NAR est cependant envoyée vers l'incinérateur de Rennes, qui valorise ces déchets sous forme d'électricité et de chaleur).

Solaire thermique

Il n'existe pas de données permettant le suivi des installations d'équipements solaires thermiques sur le territoire.

Une estimation du nombre d'installations a cependant été faite en combinant différentes sources de données locales partielles.

Deux types d'installations produisant de la chaleur à partir du rayonnement solaire sont distingués :

- Les chauffe-eau solaires individuels ou collectifs (CESI, CES) : utilisés uniquement pour la production d'eau chaude sanitaire (typiquement 4 à 6 m² pour une maison familiale)
- Les systèmes solaires combinés (SSC) : qui produisent à la fois l'eau chaude sanitaire et une partie du chauffage de la maison (typiquement 10 à 20 m² pour une maison familiale)

SOLAIRE THERMIQUE Production existante	Nombre d'installations à fin 2009	Surface capteurs (m ²)	Production (MWh/an)
Chauffe-eau solaires	124	610	210
Systèmes solaires combinés (chauffage et eau chaude)	21	350	120
TOTAL	145	960	330

Installations de cogénération

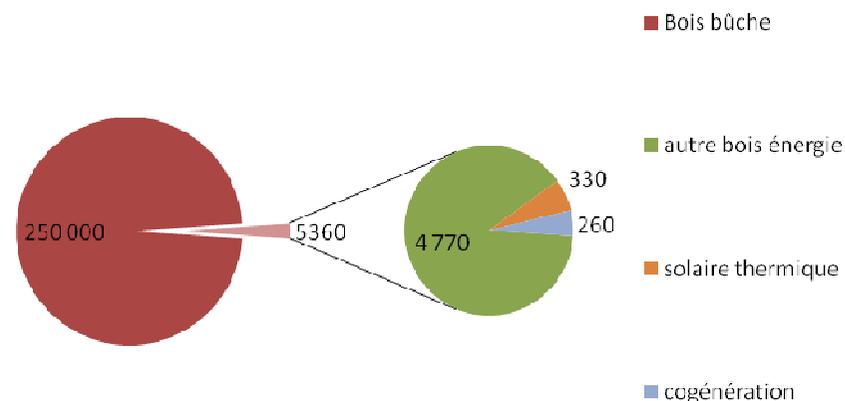
La cogénération est la production simultanée d'électricité et de chaleur (voir définition au 4.1- Production électrique).

L'installation recensée est donc la même que présentée dans la partie production d'électricité (charcuterie industrielle qui valorise les graisses de cuisson). Seule la production thermique est cette fois comptabilisée. Cette production de chaleur est autoconsommée sur le site.

COGENERATION Production existante	Nombre d'installations à fin 2009	Puissance (kW)	Production (MWh/an)
	1	40 kW thermique	260 MWh/an de chaleur
	(pm)	+ 30 kW électrique	+ 200 MWh/an d'électricité
TOTAL	1	40	260

Synthèse production de chaleur existante

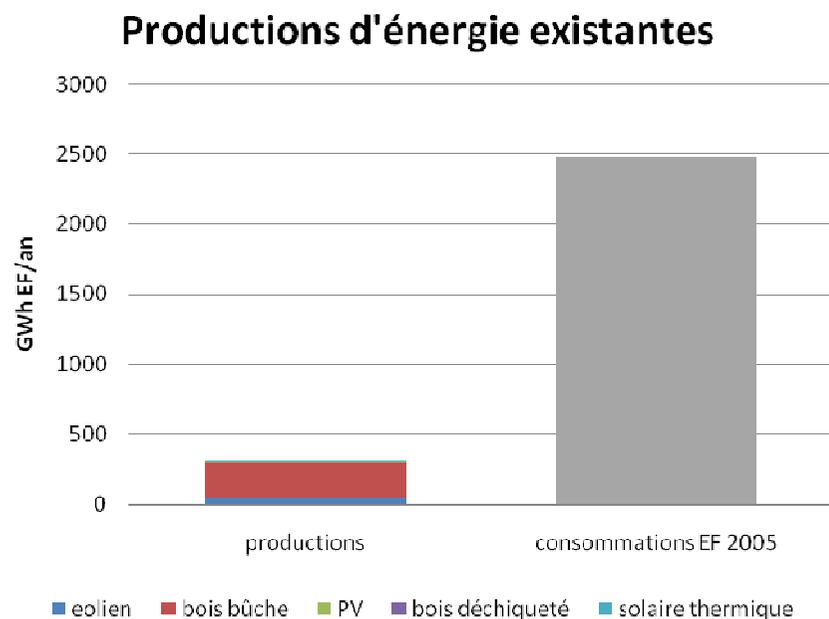
Production annuelle de chaleur sur le territoire (MWh/an)



Les productions de chaleur existantes sur le territoire couvrent l'équivalent de 10% des consommations d'énergie du territoire (en énergie finale).

Le bois représente plus de 99% de la chaleur produite (dont 98% pour le bois bûche)

4.3. Synthèse des productions d'énergies existantes



Le Pays de Redon Bretagne Sud produit actuellement de l'ordre de 12% des consommations d'énergie finale* (2005) du territoire.

Les principales productions sont

- le bois bûche (produisant l'équivalent de 10% des consommations)
- l'éolien (2%).

Les autres productions sont nettement inférieurs à 1% des consommations.

4.4. Approvisionnement en énergie importée

Environ 88% de l'énergie consommée sur le territoire du Pays est actuellement importée, principalement sous forme de produits pétroliers, de gaz, et d'électricité.

Produits pétroliers

L'approvisionnement en produits pétroliers est exclusivement réalisé par des productions extérieures au territoire :

- par transport maritime (port de Lorient, terminal de Donges),
- par transport routier depuis la raffinerie de Donges (Loire Atlantique)
- via le dépôt de Vern sur Seiche approvisionné par oléoducs depuis la raffinerie de Donges

Gaz naturel

L'approvisionnement du territoire en gaz naturel se fait par transport maritime, via le terminal méthanier de Montoir de Bretagne (Loire Atlantique) puis par gazoduc. Le gaz livré est principalement originaire d'Egypte, d'Algérie et du Nigéria.

Carte du réseau de transport de gaz naturel en Bretagne en 2004

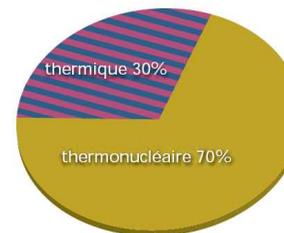


Sur le territoire du Pays, 5 communes sont desservies en gaz naturel (Redon, St Nicolas de Redon, Allaire, Sainte Marie et Bains Sur Oust).

Electricité

L'Observatoire de l'Energie en Bretagne estime que 70% de l'électricité entrant sur le réseau breton est d'origine thermonucléaire (via les centrales de Flamanville dans le Cotentin et de Chinon en Indre et Loire).

Origine de l'approvisionnement électrique hors Bretagne :



centrales de Flamanville dans le Cotentin et de Chinon en Indre et Loire).

Les 30% restant proviennent de la centrale thermique de Cordemais, près de Nantes. Cette centrale fonctionne au charbon et au fioul.

Sources : RTE, EDF, SOeS, CRB
Données non corrigées du climat

On peut considérer que l'électricité importée sur le Pays de Redon Bretagne Sud suit également ce type de ratio.

Du fait de sa position géographique péninsulaire et du manque de moyens de production d'énergie régionaux, le réseau de transport de l'électricité de la Bretagne est très fortement sollicité : chutes de tension, saturation des lignes... Le réseau breton est ainsi l'un des plus fragiles de France.

Une troisième difficulté du réseau électrique est la gestion de la pointe de puissance demandée en hiver. Cette pointe est notamment accentuée par le mode de chauffage électrique, très répandu dans l'Ouest. Sur la région Bretagne, la consommation de pointe a ainsi progressé de 20% entre 2002 et 2009.

La gestion de ces pointes de consommation repose généralement sur l'utilisation de moyens de production spécifiques, centrales thermiques au charbon, fioul ou gaz, fortement émetteurs de CO₂.

Rappelons que lors des pointes hivernales, pour fournir 1 kWh d'électricité à un chauffage électrique ou une pompe à chaleur sur Redon, il aura fallu produire environ 3 kWh de chaleur à la centrale électrique de Cordemais à partir de charbon ou de fioul.

5. Potentiels de production d'énergies renouvelables

Tous les territoires ne sont pas égaux face aux potentiels d'énergies renouvelables. L'objectif national de 23% d'énergies renouvelables en 2020 devra donc être modulé selon les potentialités de chaque territoire. L'objectif de l'étude des potentiels de développement des productions d'énergies renouvelables du territoire est double. Il s'agit pour chacun des types d'énergies renouvelables, au-delà de son stade de développement et de déploiement actuel,

- d'apprécier les limites physiques et autres freins à leur déploiement au-delà d'un certain seuil.
- de voir quelle serait la part de notre consommation substituable à moyen terme

Ces études de potentiels ne recherchent pas la précision, mais l'ordre de grandeur, afin d'appréhender les grandes masses en jeu et ce qu'on est en capacité d'attendre de chacune des filières.

Il s'agit donc ici d'évaluer le gisement brut (la limite haute), sans prendre en considération à ce stade les possibilités ou difficultés pour mobiliser ces gisements. De même, cette estimation se base sur les technologies actuellement disponibles.

5.1. Production électrique

Production éolienne

Seuls les projets construits à l'intérieur d'une Zone de Développement Eolien (ZDE) peuvent bénéficier du tarif d'achat de l'électricité éolienne. Les ZDE sont arrêtées par le préfet sur proposition des communes ou communautés de communes. L'arrêt d'une zone précise les puissances minimale et maximale pouvant être installées sur la zone.

La liste des ZDE déjà approuvées par arrêté préfectoral constitue un potentiel de 130 MW sur le Pays de Redon Bretagne Sud.

Toutes les EPCI du territoire n'ont pas encore présenté leurs propositions de ZDE. La majorité d'entre elles a cependant déjà engagé des études préalables.

En ajoutant aux ZDE déjà arrêtées les zones identifiées dans ces études préalables, le potentiel éolien à l'échelle du Pays serait de l'ordre de

300 MW, pour une production annuelle moyenne de l'ordre de 700 GWh/an.

EOLIEN	INSTALLÉ	POTENTIEL
Puissance (MW)	17	300
Production (MWh/an)	40 000	700 000

Production hydraulique

Le potentiel hydraulique sur le territoire est très faible. L'utilisation marée motrice de la Vilaine serait par exemple en contradiction avec la production d'eau potable.

De plus, la tendance actuelle est plutôt à la recherche de réouverture des cours d'eau qu'à la création de nouveaux obstacles.

Le potentiel hydroélectrique du territoire est donc de fait très limité.

HYDROELECTRICITE	INSTALLÉ	POTENTIEL
Puissance (MW)	0	0
Production (MWh/an)	0	0

Solaire photovoltaïque

Distinction entre différents types d'installations photovoltaïques, différents marchés assez séparés (pas les mêmes opérateurs, pas toujours les mêmes matériels non plus?) suivant le support utilisé pour les panneaux.

On distinguera ainsi :

- Les installations en toiture résidentielles chez les particuliers (2 à 3 kW, 15 à 20 m²)
- Les installations en toiture de bâtiments d'exploitations agricoles (5 à 120 kW, 30 à 1000 m²)
- Les installations en toiture industrielle
- Les centrales au sol : généralement de grande puissance (> 1 MWc, plusieurs hectares)

Le gisement potentiel est examiné tour à tour pour chacun de ces types de centrales.

Installations en toitures résidentielles

Concerne un grand nombre d'installations de petite puissance (typiquement 2 à 3 kWc). La limite physique (gisement brut) retenue est le nombre de toitures orientées au sud sans masque.

- Sur l'existant

On dénombre en 2005 environ 32000 maisons individuelles. En considérant qu'un tiers est bien orienté et sans masque, le gisement brut serait alors de 10 000 installations de 3 kWc, soit un plafond de 30 MWC de puissance installée.

Ceci correspond à une production annuelle de l'ordre de 30 Gwh/an de production potentielle, représentant :

- 12% de la consommation d'électricité résidentielle actuelle du territoire (en énergie finale),
- 6% de la consommation d'électricité tous secteurs confondus,
- 1% de l'énergie, tous types d'énergies et tous secteurs confondus (en énergie finale).

- Sur le neuf

Pour évaluer la contribution potentielle des constructions neuves d'ici 2020, les tendances prévues par le SCOT permettent d'estimer à 6500 le nombre de nouvelles maisons individuelles d'ici 2020. En considérant que la moitié sera bien orientée et sans masque (amélioration de ce taux avec l'arrivée de la RT2012* et la généralisation du niveau BBC* puis l'orientation vers le BEPOS*), le gisement brut serait alors de 3250 installations supplémentaires de 3 kWc, soit un de l'ordre de 10 MWC supplémentaires, pour une production annuelle potentielle de 10 Gwh/an de production potentielle.

Centrales au sol

Une centrale au sol de 2 MWC (environ 5 ha) représente l'équivalent de production de 1000 installations en toiture de particuliers (base 2kWc par installation en résidentiel).

Ce type d'installation présente moins de contraintes techniques qu'une intégration au bâti. Conjugué à des économies d'échelle sur le matériel

et la mise en œuvre, ceci permet une réduction du coût des investissements par unité de puissance.

Toutefois, afin de protéger les espaces agricoles et forestiers, et préserver les milieux naturels, la quasi-totalité des projets de centrales au sol situées sur des terres agricoles ou des surfaces boisées à défricher sont actuellement refusés.

Parmi les sites potentiellement intéressants pour l'installation de centrales au sol, on retiendra donc principalement :

- Les centres d'enfouissement techniques (CET) et anciennes décharges.
- Les zones d'activité déclassées

La plupart des CET et décharges de plusieurs hectares devraient ainsi être équipées de centrales photovoltaïques dans les années à venir.

Le potentiel sur le Pays de Redon Bretagne Sud est cependant presque nul à ce jour (aucun CET, pas de zone d'activité déclassée disponible identifiée).

Installations en toitures industrielles

Nous ne disposons pas à l'heure actuelle de données permettant d'estimer ce gisement.

Installations en toitures agricoles

Gisement brut : (limite physiques), sachant qu'on considère uniquement les installations sur bâtiments existants ou bâtiments neufs dont la création n'est pas uniquement destinée à obtenir le tarif de rachat intégration en toiture (les contrôles vont s'accroître pour éviter cette dérive).

- Sur l'existant

Le territoire compte environ 1600 exploitations agricoles. En première approximation, l'estimation du gisement brut considère une installation par exploitation agricole d'une puissance moyenne de 36 kW, correspondant avec les technologies actuelles à environ 300m² de toiture bien orientée disponibles (les puissances installées sur bâtiments agricoles sur le Pays vont actuellement de 5kW à 120 kW).

Cette hypothèse fournit en gisement brut une puissance installée de 60 MW, et une production annuelle associée d'environ 60 GWh/an

A nouveau, précisons que le gisement réellement mobilisable à moyen terme sera probablement plus faible.

- Sur le neuf

Bien que le nombre d'exploitations diminue, on assiste à un regroupement, une augmentation de leur taille, et à la poursuite de la construction de bâtiments, même si cette dernière tendance est à la baisse. D'ici 2020, en se basant sur les chiffres de construction des années passées, on peut estimer que près de 1000 bâtiments agricoles seront construits d'ici 2020. En considérant qu'un tiers est bien orienté, sans masque, et apte à recevoir une installation de 36 kWc, le gisement brut serait alors de 300 installations, soit un plafond de 10 MWh de puissance installée.

Ceci correspond à une production annuelle de l'ordre de 10 Gwh/an.

Le potentiel de production des différents types de centrales photovoltaïques est donc estimé à environ 110 MW pour une production annuelle de l'ordre de 110 000 MWh/an.

PHOTOVOLTAÏQUE	INSTALLÉ	POTENTIEL
Puissance (MW)	1,2	110
Production (MWh/an)	1 200	110 000

Méthanisation

Le Pays de Redon Bretagne Sud est caractérisé par une forte présence de l'élevage laitier, avec un gisement de déjections animales assez diffus.

Une autre caractéristique est la faible représentation des industries agro-alimentaires, susceptibles de fournir des sous-produits à fort potentiel méthanogène valorisables en co-digestion.

Le potentiel de production d'électricité par méthanisation sur le territoire est donc a priori relativement limité.

Valorisation des déchets (ordures ménagères)

Il n'y a pas de potentiel de création d'unités d'incinération des ordures ménagères avec valorisation par production d'électricité sur le territoire.

5.2. Production de chaleur

Bois énergie

Une étude des gisements bois énergie (plaquettes de bois déchiqueté) mobilisables à l'échelle du Pays, réalisée en 2009, a identifié un gisement brut 35 000 t/an, avec un potentiel de 15 000 t/an mobilisables de façon pérenne.

Ce gisement mobilisable provient des secteurs suivants : gisement forestier : 37%, bocage : 33%, industrie : 24%, déchets : 6%.

Il représente l'équivalent de 45 000 MWh de chaleur par an.

Méthanisation

Le biogaz étant généralement valorisé en co-génération (production simultanée de chaleur et d'électricité), voir remarques pour la méthanisation en partie production d'électricité.

Solaire thermique

Installations en toitures résidentielles

Deux types d'installation produisant de la chaleur à partir du rayonnement solaire sont distingués :

- Les chauffe-eau solaire individuels ou collectifs (CESI, CES) : utilisés uniquement pour la production d'eau chaude sanitaire (typiquement 4 à 6 m² pour une maison familiale)
- Les Systèmes Solaires Combinés (SSC) : qui produisent à la fois l'eau chaude sanitaire et une partie du chauffage de la maison (typiquement 10 à 20 m² pour une maison familiale)

Limite physique (gisement brut): nombre de toitures orientées au sud sans masque.

Note : il pourrait y avoir concurrence pour ces toitures avec le solaire photovoltaïque. On peut considérer que c'est le cas pour les SSC, mais pas pour les CESI (petite surface, compatible avec une installation photovoltaïque).

Précisons qu'un panneau solaire thermique produit généralement 350 à 400 kWh par m² et par an sous forme de chaleur (eau chaude), alors qu'un panneau photovoltaïque produira 150 kWh d'électricité par m² et par an. Plutôt que d'utiliser cette électricité pour produire de la chaleur (eau chaude sanitaire électrique par exemple), il est donc plus cohérent de

privilégier une surface restreinte pour les panneaux thermiques assurant la majorité des besoins d'eau chaude, avant de compléter éventuellement la surface restante par des panneaux photovoltaïques produisant de l'électricité.

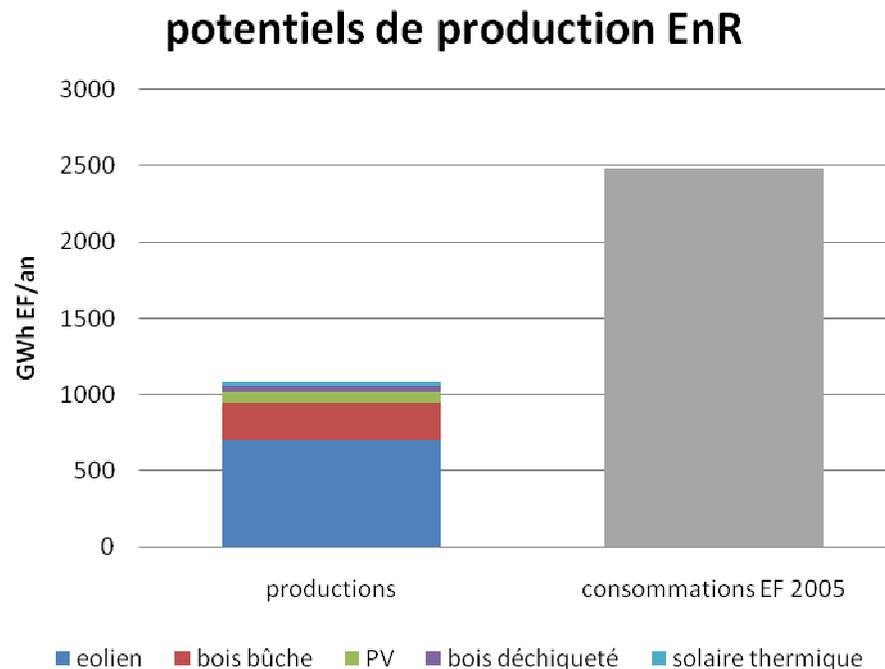
Pour les chauffe-eau solaires individuels (CESI), en reprenant les hypothèses de disponibilités de toitures que pour le photovoltaïque, le gisement brut serait donc de 13250 installations (en neuf + rénovation). Sur la base de 5m² et pour un productible de 350 kWh/m²/an, la production potentielle associée est de l'ordre de 23 Gwh/an.

Installations en toitures agricoles

Les deux tiers des exploitations agricoles du Pays sont spécialisées en lait. Une installation de chauffe-eau solaire thermique moyenne de 8m² pour la salle de traite permettrait de fournir de l'ordre de 3000 kWh/an. En considérant une installation solaire thermique de ce type sur les deux tiers des 1600 exploitations agricoles du Pays (exploitations laitières), le gisement brut associé est de 8500 m² de capteurs pour une production annuelle de l'ordre de 3 GWh/an.

SOLAIRE THERMIQUE	INSTALLE	POTENTIEL
Surface (m ²)	960	75 000
Production (MWh/an)	330	26 000

5.3. Synthèse des potentiels de production d'énergies renouvelables



Les gisements bruts d'énergies renouvelables identifiés, s'il étaient exploités à leur maximum, représenteraient une production d'énergie équivalente à environ 40% de l'énergie finale* consommée sur le territoire en 2005.

Les principaux gisements de production d'énergie renouvelables du territoire sont l'éolien et le bois bûche (déjà valorisé).

6. Vulnérabilités du territoire

Limiter les émissions de gaz à effet de serre est indispensable afin de limiter l'ampleur des dérèglements climatiques à l'horizon de la seconde moitié de ce siècle.

Il semble cependant acquis que même si nous parvenons à en limiter l'ampleur, un certain niveau de dérèglements est tout de même inévitable en raison de l'inertie du système climatique. En résultera une nécessaire adaptation de notre territoire et de ses activités. Cette adaptation doit être envisagée comme un complément désormais indispensable aux actions d'atténuation (réduction des émissions de gaz à effet de serre).

Les incertitudes sur la prévision des effets locaux du changement climatique peuvent sembler rendre vaine ou prématurée une réflexion sur l'adaptation. Il n'en est rien. Certaines vulnérabilités peuvent être envisagées ou déjà identifiées. Plus tôt elles seront prises en compte, et moins l'adaptation sera brutale.

6.1. Gestion de l'eau

Contribution de Jean-Pierre Arrondeau, Directeur Adjoint de l'IAV (Institution d'aménagement de la Vilaine), à La Roche-Bernard.

Les Marais de Vilaine et du Pays de Redon correspondent aux anciens marais du fond de l'estuaire de la Vilaine.

Ils sont aujourd'hui dégagés de l'influence de la marée dynamique (variation cyclique des niveaux et des courants) et de la marée de salinité (variation cyclique de la limite entre l'eau douce et l'eau salée) d'abord par la construction du barrage de Redon (supprimé en 2001), et surtout par la construction du barrage d'Arzal.

Pour autant, ils constituent toujours une zone très peu élevée avec **moins de 40cm de différence d'altitude entre Redon et la mer**, et une zone sous contrôle de la variation des débits et des niveaux de la mer.

Les débits de la Vilaine peuvent varier de quelques m³/seconde en été à plus de 1500m³/seconde lors des grandes crues. Par ailleurs, l'amplitude des marées est de l'ordre de 6m par grand coefficient. Ces deux paramètres sont ajustés à tout moment dans le cadre de la gestion du barrage d'Arzal, soit pour viser la sécurité des populations en hiver (abaissement du plan d'eau), soit pour assurer la réserve d'eau douce pour la consommation d'eau potable en été (élévation du plan d'eau). Ces deux pôles de la gestion sont en réalité un peu plus complexes pour tenir compte de l'activité agricole sur le marais, de la salinité admissible des eaux de la retenue, de la qualité des milieux estuariens et des marais, de la navigation de plaisance ...

Cet équilibre fragile a été conçu et est mis en œuvre dans une situation hydrologique et océanographique connue, basée sur de longues années de mesures hydrologiques et une connaissance prédictive fine des cycles de marée.

Le changement climatique peut bouleverser ces équilibres sous deux angles.

Le premier est celui de la modification de la pluviosité. Les modèles locaux sont encore peu précis. Ils semblent annoncer une nouvelle répartition des mois pluvieux et un renforcement dans la fréquence des événements extrêmes de type orageux.

Le second angle est celui de l'élévation du niveau marin, dont l'impact sur les inondations est abordé dans le chapitre suivant. De façon plus générale, cette élévation ne sera pas sans influence sur les modes de gestion en été, la capacité de régulation des niveaux amont, et des points importants celui de l'intrusion saline.

Le couplage de ces deux angles est encore difficile à percevoir. Mais par exemple des orages plus fréquents au moment des marées d'équinoxe en fin d'été pourraient aboutir à des submersions locales des marais gênant les pratiques agricoles.

Les années à venir nous imposerons un suivi fin des niveaux, débits et surcotes du barrage, et probablement de définir des stratégies d'adaptation locales.

Risque d'inondation

Contribution de Stéphanie Woimant, Ingénieur à l'IAV (Institution d'aménagement de la Vilaine), à La Roche-Bernard.

L'objectif est ici d'étudier l'impact d'un des effets du réchauffement climatique, le rehaussement du niveau de la mer¹, pour un événement historique connu, la crue de janvier 2001 (crue marquante sur le secteur).

Il s'agit donc d'une première approche d'un phénomène complexe.

I. Le contexte du secteur d'étude

Source : «L'étude de modélisation du bassin de la Vilaine » IAV, Janvier 2007.

➤ Les crues historiques sur le secteur

Les débits et les périodes de retour des principales crues aux stations de mesure de débit sont récapitulés dans le tableau ci-dessous (dans l'ordre décroissant de valeur de débit) :

Vilaine à Guipry-Malon			Vilaine à Rieux		
Crue	Débit (en m ³ /s)	Période de retour estimée de la pointe de crue	Crue	Débit (en m ³ /s)	Période de retour estimée de la pointe de crue
janv-01	568	50 à 100 ans	janv-95	1 190	10 à 20 ans
janv-95	498	30 à 50 ans	janv-01	1 115	10 à 20 ans
déc-99	488	20 à 30 ans	déc-99	1 024	10 à 20 ans
mars-01	468	20 à 30 ans	déc-00	922	5 à 10 ans
déc-00	367	5 à 10 ans	mars-01	914	5 à 10 ans

Les crues les plus marquantes en termes de débit sur le secteur de la Vilaine aval sont les crues de janvier 2001 et janvier 1995.

¹ pour lequel des données officielles ont été émises

Les résultats de hauteur d'eau/niveau d'eau ont été analysés plus précisément au niveau de 3 secteurs vulnérables aux inondations. Il s'agit des secteurs suivants, de l'amont vers l'aval :

- Guipry (amont écluse),
- Redon (échelle de l'ancien barrage),
- Redon Oust (échelle du pont d'Aucfer).

Les niveaux maxi. atteints aux principaux points sensibles de la Vilaine aval sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Crue historique Cote de débordement dommageable	Niveaux maxi atteints (m IGN69)		
	Guipry	Redon Vilaine	Redon Oust
janv-95	8.94	5.50	5.06
déc-99	8.83	5.07	4.74
déc-00	8.15	4.69	4.54
janv-01	9.15	5.21	4.96
mars-01	8.66	4.79	4.42

Les crues les plus marquantes en termes de hauteur d'eau sur le secteur de la Vilaine aval sont les crues de janvier 2001 et janvier 1995.

Conclusion

Les crues les plus marquantes en termes de débit et de hauteur d'eau sur le secteur d'étude sont les crues de janvier 2001 et janvier 1995. La crue de janvier 1995 est une crue composée de plusieurs pics successifs pour laquelle nous ne disposons pas de mesure de niveau d'eau au droit du barrage d'Arzal. Ainsi, afin de réaliser les simulations, la crue de Janvier 2001 a été retenue. Cette crue est plus récente et mieux représentative de la configuration actuelle de la Vilaine.

➤ Le modèle utilisé

L'Institution d'Aménagement de la Vilaine a fait réaliser entre 2004 et 2006 une « étude de modélisation du bassin de la Vilaine » dont les objectifs généraux étaient les suivants :

- compréhension des mécanismes généraux de formation et de propagation des crues à l'échelle du bassin versant de la Vilaine ;
- simulation d'aménagements et analyse de leur incidence ;
- mise en place d'outils de modélisation qui ont servi de base au développement par la suite d'un modèle opérationnel de prévision à l'échelle du bassin de la Vilaine.

Le modèle mis en place dans le cadre de cette étude porte sur le réseau structurant principal du bassin de la Vilaine. Pour des raisons d'exploitabilité, il a été divisé en trois sous-modèles indépendants le modèle « Vilaine amont », le modèle « Vilaine médiane et aval » et le modèle « Oust ».

Le modèle hydraulique a été calé sur 5 crues : janvier 1995, décembre 1999, décembre 2000, janvier 2001, mars 2001.

C'est ce modèle qui a été utilisé dans le cadre de la présente étude.

II. Le rehaussement du niveau de la mer

➤ Les hypothèses de travail

Nous avons considéré pour une crue similaire à la crue de janvier 2001 un rehaussement du niveau de la mer lié au réchauffement climatique.

Dans son 4ème rapport de 2007, le GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) recommande comme hypothèse « pessimiste » de retenir pour l'élévation du niveau moyen de la mer en 2100 une valeur de 0,60 m (valeur arrondie à partir de 0,59 m en 2090-2099)².

² Cette recommandation, fondée sur l'état de la connaissance actuelle, pourra être revue en fonction des résultats futurs de la recherche sur le climat.

Ainsi, cette valeur a été retenue pour les simulations.

Les hypothèses de travail sont les suivantes :

- condition aval : marée réelle observée durant la crue de janvier 2001 rehaussée de +0.6 m (en marée basse comme en marée haute).
- A titre indicatif, d'après le SHOM, la marée prédite au port de référence (Port Navalo) était de coefficient 66 à 72 le 07 janvier 2001, de 79 à 84 le 08 janvier 2001 et de 90 à 95 le 09 janvier 2001.
- débit de la crue de Janvier 2001,
- fonctionnement du barrage d'Arzal conforme au règlement de gestion actuel.

➤ Les incidences du rehaussement du niveau de la mer

Les principaux résultats en termes d'incidence sur les niveaux d'eau sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Lieu	Rehaussement de la ligne d'eau (cm)
Arzal - Amont du barrage (Vilaine)	+ 40 cm
Pont de Cran à Rieux (Vilaine)	+ 15 cm
Ancien Barrage de Redon (Vilaine)	+ 7 cm
Pont d'Aucfer à Redon (Oust)	+ 7 cm
Ile aux Pies en amont de Redon (Oust)	+ 1 cm
Guipry (Vilaine)	< 1 cm

Impacts d'un rehaussement de la marée de 60 cm sur une crue type crue de janvier 2001

L'incidence sur le rehaussement de la ligne d'eau est plus marquée au droit du barrage d'Arzal. Elle s'atténue en remontant vers l'amont et ne se fait plus sensiblement ressentir au droit de Guipry (incidence <1 cm).

Au droit du secteur de Redon, où les enjeux sont nombreux, le rehaussement de la ligne d'eau est de +7 cm.

Outre l'impact sur le rehaussement de la ligne d'eau, le rehaussement du niveau de la mer a également un impact sur l'augmentation de la durée de submersion.

Par exemple, au droit de l'ancien barrage de Redon sur la Vilaine, durant la crue de Janvier 2001, la cote de 5 m IGN 69³ a été dépassée durant 27h (1.1j). En cas de rehaussement du niveau de la mer, cette cote serait dépassée durant 40h (1.7j), soit pendant près d'une demi-journée supplémentaire.

De même sur le secteur du Pont d'Aucfer sur l'Oust. La cote débordement dommageable à l'échelle du pont d'Aucfer est de 4.8 m IGN 69. Durant la crue de Janvier 2001, cette cote a été dépassée durant 58 h (2.4 j). En cas de rehaussement du niveau de la marée, cette cote serait dépassée durant 68h (2.8j), soit pendant près d'une demi-journée supplémentaire.

III. Conclusion

Pour un évènement tel que celui de janvier 2001, le rehaussement du niveau de la mer aurait eu un impact, sur certains des secteurs d'enjeux, sur la sur-élévation de la ligne d'eau (environ +7 cm à Redon) et sur l'augmentation de la durée de submersion (près d'une demi-journée supplémentaire à Redon).

La crue de janvier 2001 est une des crues connues les marquantes sur le secteur de Redon et de nombreux enjeux ont été touchés. Ainsi le rehaussement du niveau de la mer entraînerait une sur-inondation de ces enjeux, voire l'inondation de nouveaux enjeux.

Le coefficient prédit de la marée le jour du pic de crue observé à Redon (nuit du 07/01/01 ou 08/01/01) était de coefficient 79 (*source : SHOM*).

L'objectif était ici d'étudier l'impact d'un des effets du réchauffement climatique, le rehaussement du niveau de la mer⁴, pour un évènement

historique connu, la crue de janvier 2001 (crue marquante sur le secteur). Il s'agit donc de l'étude d'un cas particulier.

Pour appréhender réellement l'effet d'un tel phénomène, une étude spécifique serait nécessaire. Elle permettrait de représenter plusieurs configurations et combinaisons de débits (petites crues, crues moyennes, crues exceptionnelles...) et de marées (marées de vives eaux ou de mortes eaux, marée exceptionnelle...) et de conclure sur les grandes tendances des impacts liés au rehaussement du niveau de la mer sur les niveaux et l'évacuation des débits de la Vilaine.

³ La cote de 5 m IGN 69 est largement supérieure à la cote de débordement dommageable qui est estimée à 4.3 m sur ce secteur.

⁴ pour lequel des données officielles ont été émises

6.2. Agriculture, forêts et milieux naturels

Contribution d'Hervé Le Bouler, Directeur du CNBF (Conservatoire National de la Biodiversité forestière), à Guémené-Penfao.

Changements climatiques et vulnérabilité du Pays de Redon Bretagne -Sud

I. Le climat actuel

Le Pays de Redon Bretagne Sud (PRBS) est à l'interface de deux types de climats:

- Le climat breton occidental à hivers très doux, sans vagues de froid inférieures à $-8^{\circ}\text{C}/-10^{\circ}\text{C}$ et à étés doux et humides sans sécheresse estivale.
- Le climat du bassin de la Loire aval (secteur Manceau, Angevin, Nantais à hiver doux mais à fréquentes pénétrations froides hivernales ($-10^{\circ}\text{C}/-15^{\circ}\text{C}$) et à sécheresse estivale quasi systématiques (zones viticoles). Ce climat présente une extension atténuée caractéristique vers le nord-ouest en occupant tous le centre et le sud du bassin de Rennes et traversant l'est du PRBS.

Vers le sud-ouest du PRBS (Vilaine estuarienne) le climat présente une forme à hivers très doux et étés secs, qui prolonge vers le nord-ouest les climats vendéens côtiers et Guérandais.

Vers le nord ouest du PRBS sur le sud des collines de Paimpont Brocéliande (région de Guer) le climat se rapproche de celui du centre Bretagne avec des étés plus frais et une humidité générale plus forte.

II. Les effets du climat actuel

➤ Impact subjectifs.

Pour le grand public, les contextes météorologiques estivaux de type Bretagne centrale (plus frais et humides et moins ensoleillés que la normale locale) sont en général perçus négativement (« été pourri ») pour le tourisme et les activités de loisir de plein air. A contrario les contextes climatiques de type Angevin et Vendéen sont perçus positivement (« bel été »).

➤ Impacts objectifs.

Impacts des phénomènes courts de durée quotidienne à hebdomadaire.

a) Tempêtes et précipitations abondantes.

Il s'agit de phénomènes de fin d'automne et d'hiver en conditions non froides, arrivant de l'atlantique. Le principal aléa est l'inondation du fait de la configuration hydrographique du PRBS.

Le PRBS est resté en dehors du cœur des trajectoires des violentes tempêtes des 30 dernières années (1987, 1999-2000, 2009) mais se situe dans leur zone de passage potentiel. Les dégâts aux bâtiments et aux forêts ont donc été faibles au regard d'autres régions. Le risque est cependant réel et fort.

Concernant les précipitations associées aux dépressions d'ouest; sans vents locaux exceptionnels; le PRBS a connu une série d'événements forts aux alentours de la fin du 20^{ème} siècle après une assez longue période de calme relatif.

Il en est résulté une série d'inondations qui ont fortement affectés le PRBS et en particulier les rives de la Vilaine moyenne de Messac à Redon et la basse vallée de leurs affluents locaux ; leurs impacts territoriaux sont forts (urbanisme, gestion du Barrage d'Arzal, désorganisation temporaire de la vie collective).

b) Vagues de froid.

Les vagues de froid sont rares et toujours très atténuées, 5 à 10 degrés moins froids, par rapport à l'ouest du bassin parisien. Le PRBS se trouve alors dans le contexte breton général plus doux lié à l'aspect péninsulaire atlantique. Très exceptionnellement (1956, 1963, 1985) des vagues de froid plus intenses (minimas à $-10^{\circ}\text{C}/-15^{\circ}\text{C}$) ont pu être observées.

Les phénomènes neigeux et verglaçants associés sont exceptionnels, à la différence de la Bretagne Nord et de la Normandie, le PRBS restant à l'écart des dépressions à neige arrivant ordinairement de la Manche.

Impacts des phénomènes longs de durée mensuelle.

c) Sècheresse estivale.

Ces phénomènes connaissent une fréquence et une intensité qui croît du nord-ouest (secteur de Guer) au sud-est (secteur de Blain-Guéméné). Ils sont le plus souvent la conséquence d'un déficit de précipitations que de températures élevées.

Les effets sont alors forts sur la disponibilité en eau dans les sols, (impact agricoles et forestiers) et le débit des cours d'eau (particulièrement les affluents de la rive gauche de la Vilaine Chère, Don, Isac).

Les sécheresses estivales provoquent des tensions sur les usages de l'eau et la gestion des stocks d'eau douce à Arzal. Sur le plan agricole elles affectent significativement les productions fourragères d'été, essentiellement le maïs fourrage. En fonction de leur fréquence et de leur intensité elles peuvent mettre en cause la continuité de l'alimentation animale dans les systèmes de production bovine.

Les périodes de sécheresse provoquent également des vagues d'incendies de forêt qui affectent principalement les massifs de pin maritime situés sur les crêtes de la partie sud du PRBS.

III. Les changements climatiques possibles.

Les changements dépendent des estimations de l'évolution des températures et des précipitations. Ils sont variables selon les hypothèses et les modèles.

Les modèles retenus ici sont ceux prévoyant un scénario d'augmentation mondiale des températures moyennes de 2 à 3 degrés d'ici 2100 avec une accélération du changement à compter de 2050.

Ces modèles prévoient pour le PRBS :

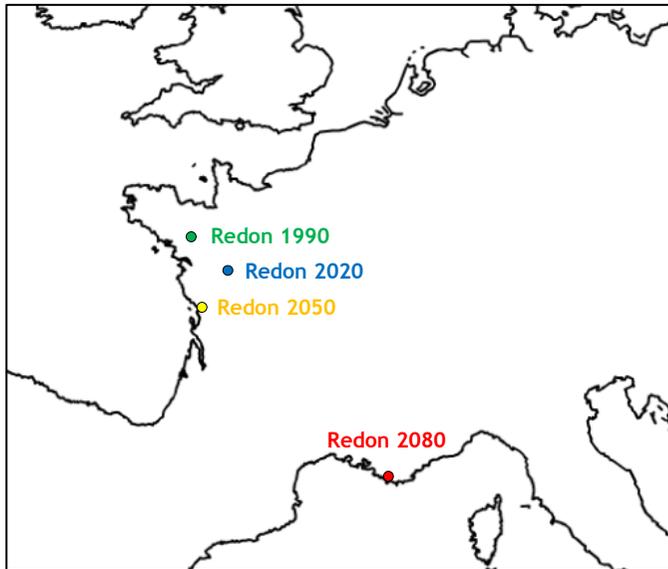
- Une diminution du froid hivernal conduisant à ceux actuellement rencontrés sur la côte Sud Bretagne et la Vendée (froid hivernal de Vannes, Le Croisic)
- Une légère augmentation des pluies hivernales, avec une marge d'incertitude forte, les précipitations hivernales pourraient ressembler à celles actuellement rencontrées dans la moitié ouest du Morbihan avec un gradient sud (plus sec cf. Lorient)- nord (plus humide (cf. le Faouet)
- une augmentation de 2 à 3 degrés des températures estivales accompagnée d'une baisse des précipitations de l'ordre de 10 à 15%

L'évolution des phénomènes exceptionnels de type tempête n'est pas ou très mal modélisée.

Les **années climatiques exceptionnelles** sèches et chaudes des 50 dernières années (hivers très doux, étés secs) sont représentatives de ce qui **deviendrait la norme** dans le futur pour les précipitations avec cependant l'absence de référence dans le passé de ce que représentera l'évolution des températures moyennes d'été qui elles sont restées quasi stables; les années de sécheresse du passé sont surtout des années sans pluie, plus que des années très chaudes.

Le climat futur du PRBS pourrait ressembler successivement au cours du siècle aux climats actuels :

- **du sud Loire / côte vendéenne**
- **de La Rochelle**
- **de la région Toulonnaise**



Carte des climats actuels représentatifs du futur climat de Redon (basée sur résultats des modèles Hadley center hamdcm3 A2A)

IV. Impact des climats futurs et vulnérabilité.

➤ Impacts subjectifs.

Les climats moins froids l'hiver, plus chauds et moins pluvieux donc plus ensoleillés l'été devraient être bien perçus dans la vie quotidienne et pour les activités touristiques avec un côté « Sud » positif. Les difficultés liées aux ressources en eau, les risques accrus d'incendies de forêt et les impacts visuels des sécheresses sur la végétation pourraient à l'inverse et de façon différenciée selon les publics développer le sentiment d'années de crise.

Les effets négatifs des grands froids peu fréquents actuellement mais marquant les mémoires devraient devenir plus rares mais peut être aussi plus marquants par perte de l'adaptation locale à ces aléas.

➤ Impacts objectifs.

L'évolution des risques de fortes tempêtes restant très aléatoire pour l'instant, il est difficile de le commenter.

Il en va de même dans un tout autre domaine sur les impacts sur la consommation d'énergie et la santé humaine qui sortent de mon domaine de compétence.

L'augmentation des pluies hivernales pourrait entraîner un risque, mal mesuré dans son ampleur pour l'instant, d'augmentation des phénomènes d'inondation.

De la même façon, le passage à un climat de type méditerranéen conduit à se poser la question des risques de pluies brutales. L'exemple, très médiatisé, des régions méditerranéennes françaises est à reprendre avec précaution car leur fonctionnement hydrologique est en grand partie conditionné par l'environnement montagnard proche totalement absent en PRBS.

L'impact le plus fort et le plus certain concerne l'augmentation de la sécheresse estivale. Il va se produire un ciseau entre l'augmentation des températures et l'accroissement besoins en eau des plantes qui en résulte alors qu'il y a une baisse des pluviométries d'été.

Selon les modèles, le phénomène suivra comme actuellement un gradient sud-est (effet fort), nord-ouest (effet atténués ou plus tardifs).

Les impacts attendus sont :

- Etiages d'été sévère à total dans les rivières.
- Tensions sur les ressources en eau potable, bien que la réserve d'Arzal soit une sécurité remarquable pour autant que parallèlement la diminution des flux d'été n'entraîne pas des effets négatifs sur la qualité de l'eau stockée par effet de concentration des polluants.
- **Difficultés lourdes** pour les **activités agricoles** à base de fourrage d'été dépendant de l'alimentation en eau estivale. Les activités d'élevage bovin dans les systèmes du PRBS à base de fourrages cultivés annuellement ou de prairies temporaires apparaissent comme **particulièrement vulnérables**. L'irrigation de substitution dans nos régions sans nappes exploitables par stockage d'eau hivernal

comme cela se produit déjà en Loire Atlantique, en Vendée et en Gascogne ne parait pas être une solution généralisable pour des problèmes de sites disponibles, de rentabilité économique des investissements et de compatibilité avec les enjeux environnementaux liées aux politiques globales de qualité de l'eau et de gestion quantitative (enjeu eau potable prioritaire)

- Modification des paysages ruraux avec risques forts et probables d'entrée en **dépérissement** des essences constituant le **maillage bocager** (chêne pédonculé)
- Augmentation des risques d'incendie des massifs de forêts résineuse (pins maritimes).

Au regard de l'expérience des décennies récentes il semble qu'il y ait pour les impacts de sécheresse estivale des effets de seuils qui font passer assez brutalement d'une situation normale, voir un peu tendue, sans impacts notoires à des situation de crise ou les impacts deviennent brutalement importants sans qu'il y ait ensuite de notion de progressivité dans les dégâts : une forêt brûlée, une récolte perdue le sont une fois pour toutes.

Dans les dernières décennies, ces années très sèches sont de fréquence de retour de type décennal, les années qui suivent permettent de récupérer de l'année sèche et de revenir à une situation « normale ». A climat constant les écosystèmes et les systèmes anthropisés fonctionnent avec une sorte d'élasticité qui ne met pas en cause leur stabilité globale à long terme, d'autant plus que l'intervention humaine à base d'indemnisation et de mesures de reconstitution est alors systématiquement et rapidement mises en œuvre.

L'augmentation de fréquence des années sèches et l'apparition corrélative d'années très sèches conduit à se poser la question de la limite « d'élasticité » des systèmes naturel et humains et des impacts sur l'activité (maintien de la production bovine à base fourragère) et les écosystèmes (devenir des pinèdes et de bocage). L'élasticité moindre pourrait de plus être aggravée dans un contexte où les possibilités d'intervention publique et les ressources financières propres diminueraient par manque de ressources globales et l'émergence d'autres priorités.

Impact sur les arbres

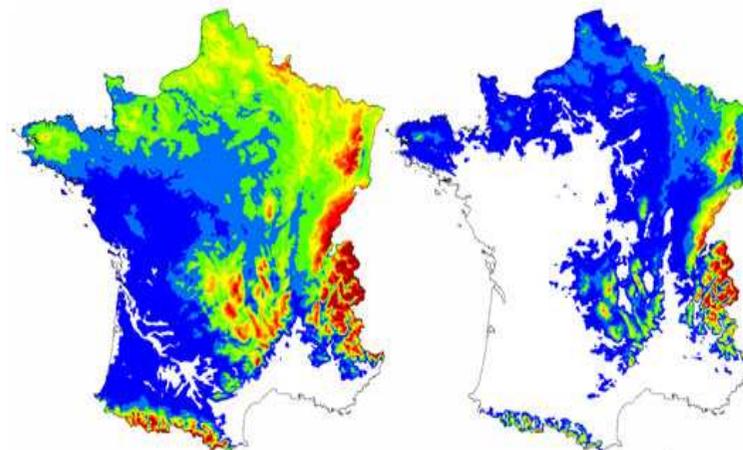
Chaque espèce d'arbre possède une aire climatique potentielle, correspondant à des exigences assez strictes (chaleur, eau, froid hivernal) qui lui sont propres pour pouvoir vivre et se reproduire. Contrairement aux animaux, les arbres ne peuvent ni se mettre à l'abri si les conditions climatiques sont mauvaises, ni se déplacer en migration saisonnière. En conséquence les endroits où on les rencontre naturellement sont bien délimités et constituent leur aire géographique. Lors de changements de climat lents comme pendant les glaciations, les espèces peuvent se déplacer grâce à leurs graines, rejoindre des endroits qui leur conviennent puis revenir lorsque les conditions redeviennent favorables. Ce type de déplacement s'effectue sur des millénaires.

Le réchauffement actuel, beaucoup trop rapide pour ce type de déplacement, pose la question du risque de disparition d'espèces. Il serait donc nécessaire d'identifier les conditions climatiques propres à chaque espèce et d'évaluer si les conditions climatiques futures leur conviendront.

Les travaux des forestiers de l'INRA permettent d'illustrer cette situation sur le Pays de Redon Bretagne Sud (PRBS) à travers l'exemple de deux espèces : le hêtre et le chêne vert.

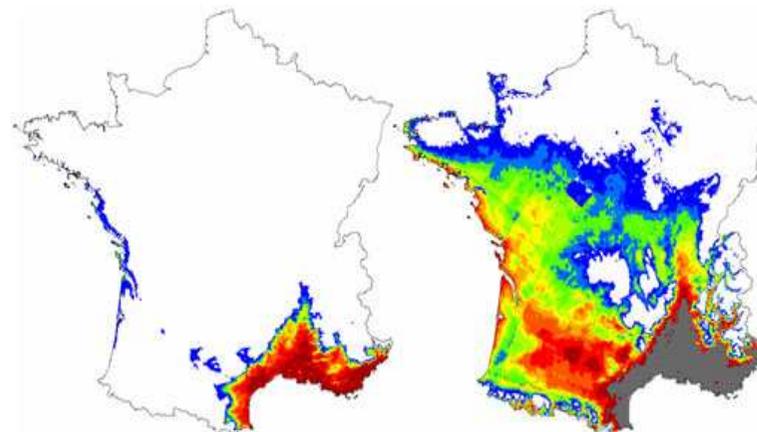
Le Hêtre est déjà en limite de son aire dans le PRBS du fait d'un climat trop sec l'été. Il est cependant encore présent, disséminé dans le bocage et de façon plus concentré dans les forêts.

Le Chêne vert à feuilles persistantes, à l'inverse, est naturellement absent du PRBS mais présent dans toutes les régions méditerranéennes et sur une très étroite bande littorale à partir de Vannes vers le sud.



Aire climatique potentielle du hêtre, actuelle (à gauche), et à la fin du 21^{ème} siècle (à droite).

Note : la probabilité de présence augmente du bleu vers le rouge.



Aire climatique potentielle du chêne vert, actuelle (à gauche), et à la fin du 21^{ème} siècle (à droite).

Selon ces modèles, d'ici la fin du siècle, le hêtre n'aurait plus sa place sur le Pays de Redon Bretagne Sud, alors que le chêne vert devient potentiellement présent. Ce type d'approche concerne toutes les espèces d'arbres, mais également les plantes d'ornement et les plantes cultivées (ray-gras, maïs...)

Si l'adaptation par changement d'espèce le moment venu est relativement plus aisée pour les plantes cultivées et ressemées tous les ans, cela pose d'énormes problèmes pour les arbres.

- Que planter aujourd'hui qui sera adapté demain?
- Quel devenir pour les arbres des forêts et des haies en place? (si dépérissement, à quel horizon ?)
- Comment les espèces nouvelles vont elles arriver ? Faut-il les y aider par les plantations ?
- Faut il ne rien faire et attendre...

On ne connaît pas de précédent historique de changement climatique aussi rapide. S'il semblerait sage d'assister la végétation dans son adaptation, il convient de rester pragmatique face aux incertitudes sur le devenir des espèces en place, et d'agir en fonction des connaissances qui arriveront peu à peu si on fait les efforts nécessaires pour les obtenir

Face au changement climatique il est parfois difficile de conclure en termes de risques ou d'opportunités nouvelles. Si de nouvelles espèces s'installent, est-ce un risque d'invasion ou une solution aux problèmes du remplacement des espèces qui deviennent inadaptées?

En PRBS les vingt dernières années ont été marquées par des hivers très doux qui ont permis à des espèces d'affinités méditerranéennes de commencer à se répandre naturellement dans la nature en s'échappant des parcs et des jardins. Les exemples ci -contre sont observés en 2010 dans l'arboretum du CNBF à Guémené-Penfao.



Semis naturels d'eucalyptus sous un arbre de 30 ans



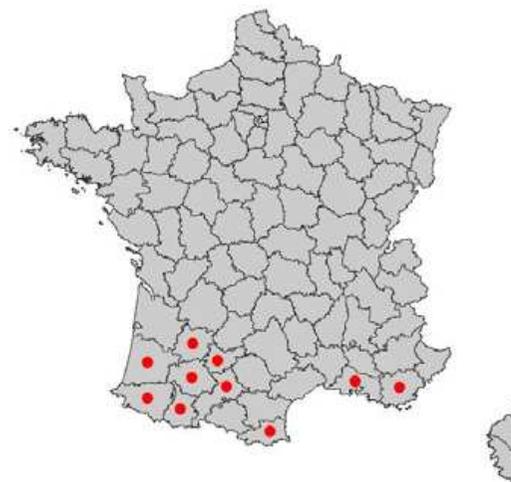
Semis et drageons spontanés de mimosa (*acacia dealbata*)

Les risques biologiques

Concernant les maladies, le réchauffement permet à des espèces sensibles au froid de s'étendre. Ainsi pour le phytophthora du chêne, responsable dans le sud-ouest de la France de la maladie de l'encre du chêne. La maladie se manifeste par la formation d'un chancre sur la partie basse du tronc, qui déprécie fortement le bois produit.

Ce champignon d'origine tropicale étant très sensible au gel, la maladie est pour le moment seulement présente au sud de l'Europe.

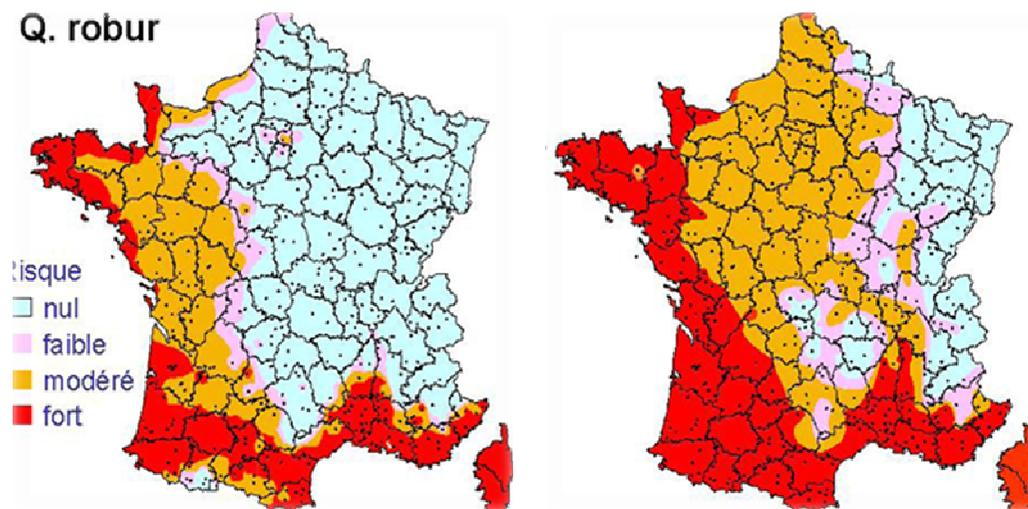
L'évolution du climat lui ouvre des zones importantes de colonisation vers le nord.



Répartition actuelle de l'encre du chêne

maladie de l'encre du chêne

Q. robur



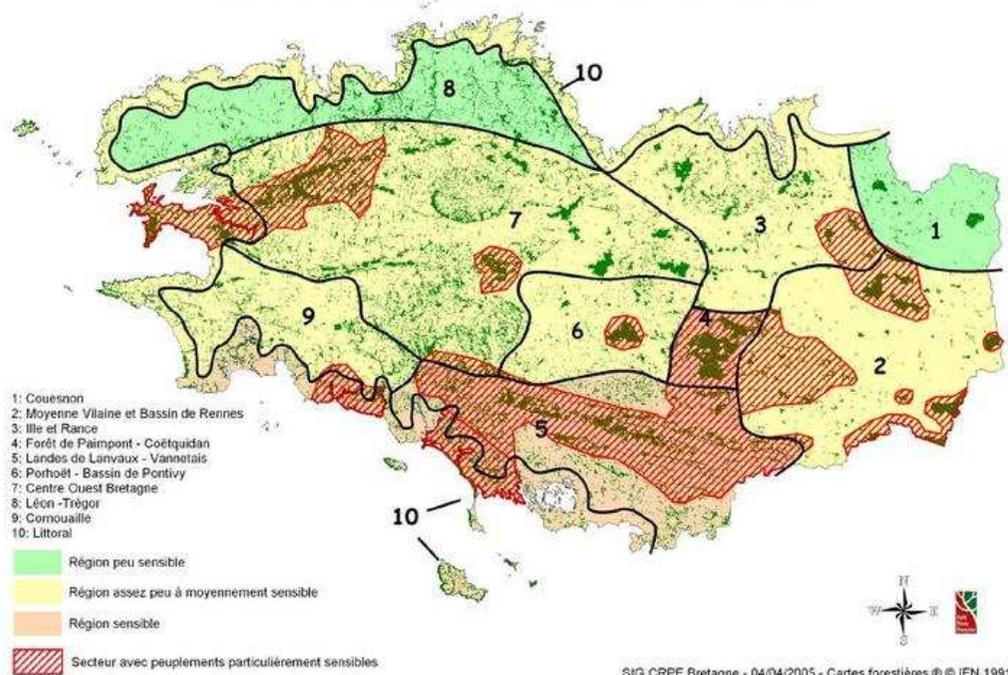
A l'inverse le changement climatique avec des étés plus chaud et plus sec peut faire reculer d'autres parasites comme le chancre du peuplier.

Cartes des risques : situation 1968-1998 et prédiction 2068-2098

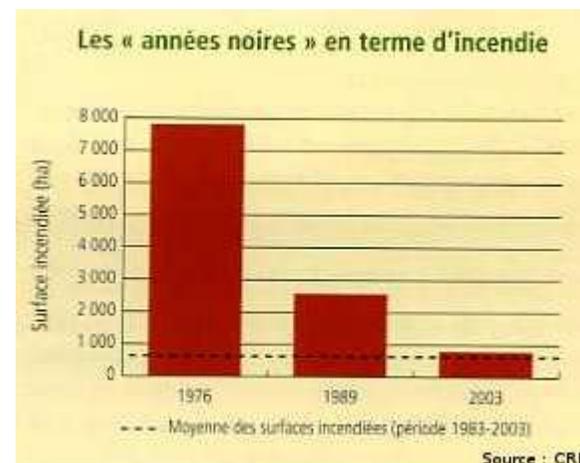
Risque d'incendie

Le Pays de Redon Bretagne Sud est avec les Landes de Lanvaux la région du Massif armoricain la plus sensible aux incendies de forêts. Cela tient à son climat, à la nature des forêts de pins maritime qui est quasiment la seule essence susceptible de pousser sur les terrains pauvres et secs caractéristiques de notre région. La faible valorisation potentielle du bois et le manque d'équipement et d'organisation pour l'exploitation durable de ce type de forêts aggravent encore le risque.

Carte de la sensibilité des espaces boisés aux incendies



Depuis 1945, chaque année sèche et chaude est une année à risque d'incendies et certaines années ont été réellement catastrophiques. Le tableau ci dessous donne les chiffres pour la Bretagne administrative.



Dans le futur, le climat plus chaud et plus sec va rendre quasi permanent les situations de type 1976 ou 1989. Les risques devraient rapidement augmenter.

L'enjeu dépasse les aspects strictement forestiers du fait de l'imbrication de plus en forte entre les espaces boisés et les espaces construits et du développement des équipements publics et privés au contact des forêts. Les conséquences en termes de sécurité publique et de paysage peuvent être dramatiques. Le Pays de Redon Bretagne Sud est dans une situation que l'on peut comparer à la Galice espagnole et au nord du Portugal (qui ne sont pas non plus en zone méditerranéenne). De multiples zones sont concernées par l'augmentation rapide de ces risques conjugués (La Gacilly, cantons de Pipriac et de Redon, secteur de Guéméné-Penfao).

Il y a réellement urgence à ce que les acteurs du territoire prennent en compte ce problème, dont la solution passe par la mise en place d'une gestion véritablement durable des forêts concernées. L'une des clés est l'émergence de débouchés locaux économiquement crédibles aux bois en place, afin de pouvoir financer les interventions sylvicoles, les éclaircies et l'entretien des massifs.

Les incendies de forêts seront peut être les signes les plus visibles de l'effet du changement climatique en cours et à venir.

V. SYNTHÈSE - agriculture, forêt et milieux naturels

Dans un climat devenant plus doux l'hiver, plus chaud et sec l'été, les ressources en eau deviennent critiques l'été et généralisent en les amplifiant à l'ensemble du PRBS les situations de crise de sécheresse que l'on connaît périodiquement dans sa partie Loire-Atlantique.

L'agriculture d'élevage, l'écosystème bocager à base de chênes, les boisements de pins maritimes semblent les plus vulnérables. La ressource accessible en eau potable est moins sensible du fait de l'existence de la réserve de Férel et des systèmes de distribution d'eau associés.

La vulnérabilité peut être aggravée par le contexte général des conditions de prises de décisions publiques et privées. L'évolution dans le temps vers les situations décrites sous contraintes de climat futur risque de se faire sous forme d'apparition de plus en plus fréquentes mais non systématiques et aléatoires au niveau décennal d'années de crise avec effet de seuil s'apparentant à des années déjà connues dans le passé.

Le risque est alors de considérer ces années de crise comme la manifestation habituelle de la variabilité ordinaire du climat et de conclure qu'elles doivent être également gérées de la façon habituelle dans leurs conséquences par des mesures de remise en état sans se préoccuper de réfléchir et de mettre en œuvre à temps des adaptations systémiques nécessitant des ruptures culturelles et des investissements significatifs.

Le retard à la mise en œuvre de mesures systémiques d'adaptation et la possible généralisation de conditions chaudes et sèches vers 2050 pourrait alors provoquer des ruptures dans la stabilité des systèmes très dépendant du climat : gestion de l'eau, agriculture et forêts.

6.3. Précarité énergétique

Dans un contexte de renchérissement des énergies, le besoin d'énergie est un facteur aggravant des inégalités sociales. Vivre dans un logement qui est une « passoire thermique », être obligé d'utiliser une voiture pour aller à son travail accentuent les inégalités.

FOYER A

- Logement de 100m² classe G, chauffage fioul
- carburant : 40 000 km/an
(2 personnes travaillant entre 30 et 40 km de leur domicile, + 10000 km /an pour autres déplacements)

Budget actuel chauffage + carburant : 5200 €/an
Budget si de doublement du prix des énergies : 10 400 €/an

+ 5200 €/an

FOYER B

- Logement de 100m² classe A (BBC), chauffage bois
- carburant : 10 000 km/an
(1 personne travaillant à proximité de son domicile, l'autre entre 10 et 15 km, + 5000 km /an pour autres déplacements)

Budget actuel chauffage + carburant : 800 €/an
Budget si de doublement du prix des énergies : 1600 €/an

+ 800 €/an

Nous avons globalement un territoire à tendance vulnérable sur la précarité énergétique car combinant plusieurs facteurs discriminants :

- Une particularité : >90% de logements individuels. Dont une grande majorité en individuel pur (la maison au milieu de son terrain), fortement consommatrice d'énergie de chauffage
- Un parc de logements plutôt ancien, qui aggrave le point précédent
- Autre particularité : un habitat extrêmement dispersé, qui d'une part engendre des besoins de transport importants, et d'autre part rend

difficile la mise en place de transports en commun pour répondre à ce besoin.

- Des revenus modestes (53% des foyers fiscaux du Pays sont non imposables en 2006)
- Un déficit d'emploi sur le territoire qui entraîne une migration vers des aires d'attractions extérieures et génère un surcroît de déplacements

L'effet du renchérissement des prix de l'énergie aurait ainsi des conséquences très importantes sur ce territoire, probablement plus marquées encore que sur d'autres.

Entre Mai 2009 et Mai 2010, le fioul domestique a augmenté de 36% sur un an, alors même que le monde traverse une crise économique importante, qui tend à limiter les hausses de prix du baril.

Il est aussi de plus en plus communément admis que la hausse continue des niveaux de production pétrolière pour répondre à la demande croissante ne pourra pas se poursuivre très longtemps. Le renchérissement des produits pétroliers devrait s'accroître dès lors que l'offre peinera à suivre la croissance de la demande, sans attendre la raréfaction de la ressource.

CONCLUSION

Le profil climat/énergie du Pays de Redon Bretagne Sud met en évidence trois secteurs contribuant pour l'essentiel des consommations d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre (GES):

Pour les consommations d'énergie :

- Le bâtiment (principalement le résidentiel, et le poste chauffage)
- Le déplacement des personnes, avec une grande dépendance à un seul mode de transport (voiture individuelle) et une seule énergie (le pétrole)

Pour les émissions de GES :

- l'agriculture : premier secteur en termes d'émissions de GES, lié à la l'importance de l'élevage laitier.
- Le résidentiel
- Le déplacement des personnes

Pour chacun de ces trois secteurs, il est également constaté un poids plus important que sur la moyenne des territoires similaires (territoires bretons à dominante rurale).

Le lien entre les émissions de GES et les changements climatiques semble aujourd'hui établi. Des évolutions du climat sont mesurées localement sur le siècle écoulé. Ces évolutions climatiques sont amenées à se poursuivre. Les modélisations actuelles prévoient une amplification des changements climatiques à partir de 2050.

Localement, certains secteurs dépendant du climat apparaissent d'ores et déjà vulnérables. A défaut de mesures d'adaptations, la possible généralisation de conditions climatiques actuellement considérées comme exceptionnelles pourrait remettre en cause la stabilité de ces systèmes (gestion de l'eau, agriculture et forêts).

Il devient donc nécessaire de s'organiser à l'échelle du territoire. Le Plan Climat Energie Territoriale va avoir pour objectifs de prendre des mesures de façon à :

- maîtriser les émissions du territoire, qui contribuent à accentuer ces changements
- anticiper ces vulnérabilités et préparer l'adaptation aux changements climatiques en cours et à venir

7. Glossaire

Adaptation : politiques et mesures visant à prendre en compte le changement climatique pour s'adapter à ses effets.

Atténuation : politiques et mesures visant à atténuer le changement climatique, par la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou par leur séquestration.

BBC : Bâtiment Basse Consommation. Label dont le niveau de performance thermique correspond à celui qui sera exigé par la future RT2012.

BEPOS : Bâtiment à Energie POSitive. Niveau de performance prévu pour la future réglementation à horizon 2020. Les bâtiments neufs devront alors combiner des besoins en énergie très faibles à une petite production d'énergie renouvelable couvrant au minimum l'équivalent de ces besoins.

DIB : Déchets industriels banals.

Emission énergétiques : Émissions de GES liées à une consommation d'énergie

Emission non-énergétiques : Emissions de GES ne provenant pas d'une consommation d'énergie (émission de N₂O liées à l'utilisation d'engrais, émissions de CH₄ par les ruminants, fluides frigorigènes...)

Energie finale : Voir annexe 1. L'énergie finale correspond à l'énergie disponible au niveau du consommateur (électricité livrée au foyer, essence introduite dans le réservoir, etc.).

Energie primaire : Voir annexe 1. L'énergie primaire correspond à l'énergie nécessaire pour produire et livrer l'énergie finale.

GES : Gaz à Effet de Serre

GIEC : le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat a été créé en 1988 par l'Organisation Météorologique Mondiale et le

Programme des Nations Unies pour l'Environnement pour évaluer de façon impartiale les informations internationales scientifiques, techniques et socioéconomiques sur l'évolution du climat. En 2007, après six années de travail, auxquelles ont participé plus de 2 500 scientifiques internationaux, les conclusions du quatrième Rapport du GIEC ont été rendues publiques en 2007 et encadrent les négociations internationales en cours sur les suites à donner au Protocole de Kyoto, qui expire fin 2012.

ECS : Eau chaude sanitaire.

PCET : Plan Climat Energie Territorial.

PRBS : Pays de Redon Bretagne Sud.

RT2012 : Règlementation thermique 2012, applicable à toute construction de bâtiment neuf à partir de janvier 2013, et par anticipation dès Juillet 2011 pour les bâtiments publics et tertiaires.

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale.

TEP : Tonne équivalent Pétrole. Unité d'énergie utilisée pour comparer entre elles des formes d'énergie différentes (correspond au pouvoir calorifique d'une tonne de pétrole).

Teq CO₂ : Tonne équivalent CO₂.

Le CO₂ est le principal gaz à effet de serre ; les autres gaz sont donc exprimés en équivalent CO₂ selon leur pouvoir de réchauffement global.

UTCF : « utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie » : il s'agit de la désignation du secteur de l'utilisation des terres, incluant notamment la forêt dans la cadre de la convention cadre des nations unies sur le changement climatique et dans les guides méthodologiques du GIEC.

1 GWh = 1 000 MWh = 1 000 000 kWh

Annexe 1 : Energie primaire et énergie finale

L'**énergie finale** est celle qui est consommée par l'utilisateur final (1kWh d'électricité à la prise de courant, 1 litre de fioul pour la chaudière...)

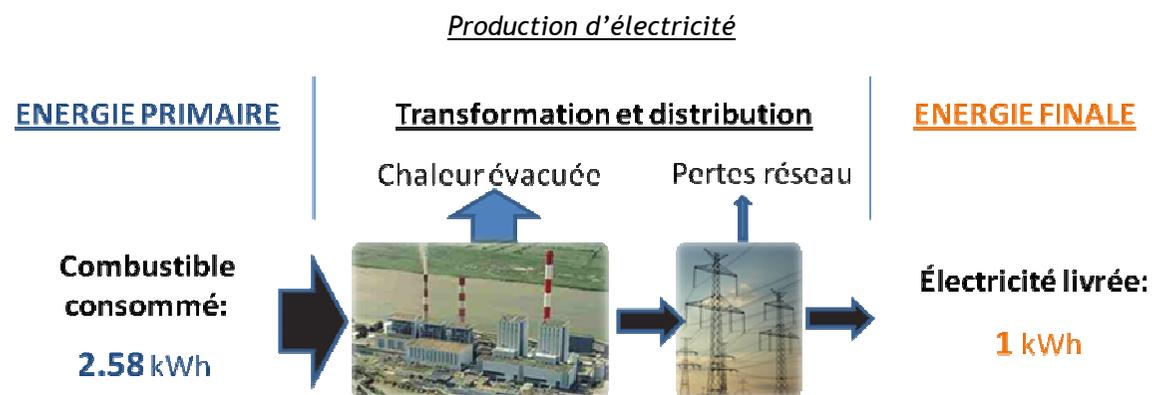
L'**énergie primaire** est l'énergie nécessaire pour fournir l'énergie finale que nous consommons.

Par exemple pour fournir un kWh d'électricité à la prise à partir d'une centrale thermique ou nucléaire, il a fallu produire environ 3 kWh de chaleur dans cette centrale à partir d'un combustible (uranium, fioul, charbon, gaz...). Près des deux tiers de cette chaleur sont perdus lors de la transformation en électricité et dissipés dans l'atmosphère ou les cours d'eau.

En France, l'annexe 3.2 de l'arrêté du 15 septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments existants définit les facteurs de conversion suivants (entre énergie finale exprimée en PCI et énergie primaire) :

- 2,58 pour l'électricité
- 1 pour les autres énergies.

Notons que ces chiffres relèvent plus d'une convention que d'une réalité physique absolue.



Energie finale ou énergie primaire ?

Il n'y a pas une approche « meilleure » que l'autre. Tout dépend du type d'analyse visée. La consommation d'énergie finale est une notion plus accessible (c'est le chiffre qui apparaît sur une facture). Son usage est particulièrement pertinent pour analyser la demande d'énergie, caractériser l'efficacité énergétique des installations, ou la part relative des différents usages (chauffage, éclairage, froid, électroménager, etc.).

En revanche, pour travailler sur les différentes sources d'énergie, les additionner, les comparer, ainsi que pour calculer les émissions de GES correspondantes, il faut passer par l'énergie primaire.