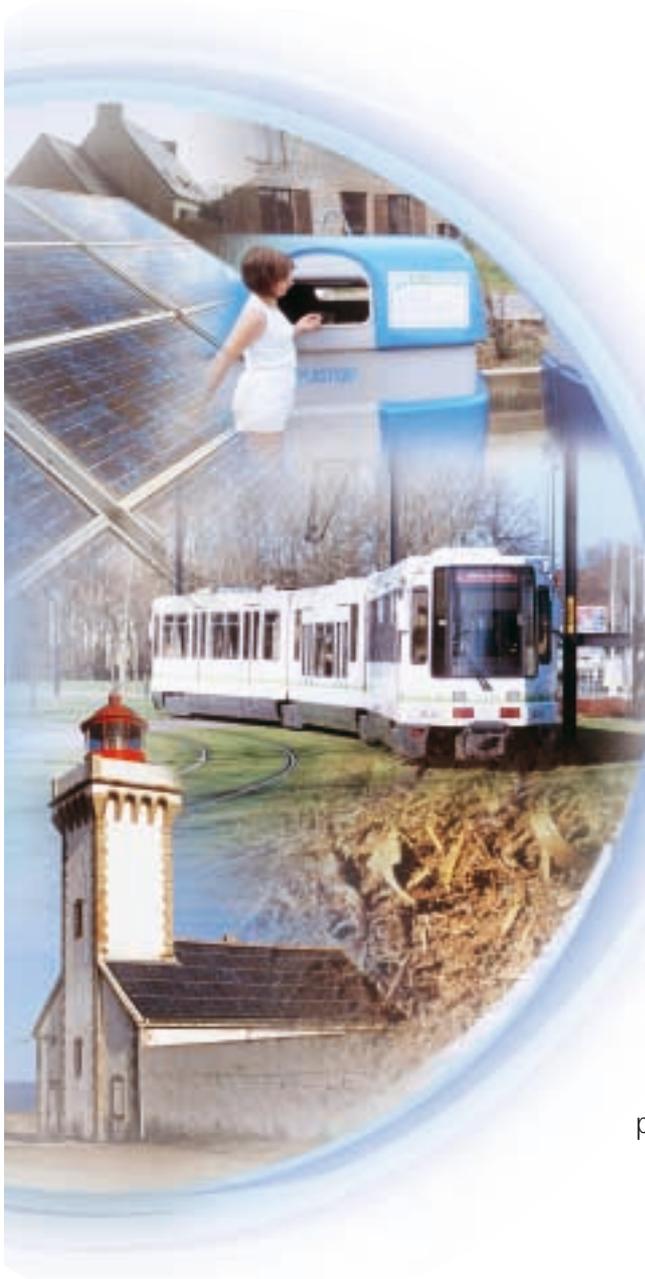


Étude pour une programmation énergétique régionale en Bretagne

Octobre 2005



Objectifs de l'étude



- Réaliser un bilan des consommations énergétiques par énergie et par secteur d'activité pour l'année de référence 1999 ;
- Identifier les perspectives d'évolution de ces consommations à l'horizon 2020 selon plusieurs scénarii ;
- Identifier les potentiels d'économies d'énergie et de développement des énergies renouvelables ;
- Proposer des pistes d'actions ;

Cette étude, dont les hypothèses doivent maintenant être validées et complétées par les acteurs régionaux, constitue une base de travail intéressante pour élaborer une politique énergétique régionale et définir un programme d'actions, et à ce titre, elle servira à alimenter les groupes de travail mis en place par le Conseil Régional en partenariat avec l'ADEME et les services de l'état pour élaborer un plan énergie pour la Bretagne.

Ce document de synthèse de l'étude a été réalisé par :
Hélène STEPHAN/ICE - Thierry MERAUD/GREEN - Yvon BASSET/ADEME Bretagne

Bilan régional de la demande d'énergie finale



Globalement, la Bretagne a consommé 6 742 ktep en 1999, soit 4 % de la consommation nationale d'énergie (cf. Tableau 1/Graphique 1). Le bilan énergétique régional présente quelques spécificités, comparé au bilan national :

Par produits :

- La Bretagne consomme plus de produits pétroliers (53 % contre 48 %) et d'électricité (23 % contre 20 %) ;
- En revanche, la consommation de gaz est nettement inférieure (15 % contre 21 %) ;
- La contribution du bois est légèrement inférieure à celle que l'on observe au niveau de la France entière (4 % contre 6 %).

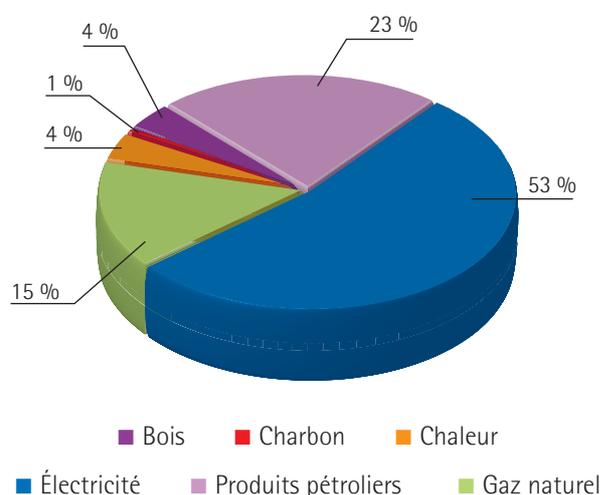
Par secteur :

- L'habitat est le premier secteur consommateur (avec 36 % de la consommation globale), devant les transports (33 %). Au niveau national, cette situation est inversée avec les transports (33 %) qui devancent l'habitat (28 %) ;
- Le poids de l'industrie (12 %) est nettement inférieur à la situation nationale (24 %) ;
- Le secteur agricole (7 %) occupe une place nettement plus significative qu'à l'échelle nationale (2 %) ;
- Le poids du secteur tertiaire est identique (12 % contre 13 %).

L'analyse sectorielle des consommations d'énergie en Bretagne met en évidence quelques autres caractéristiques :

- Les transports représentent à eux seuls presque 2/3 de la consommation régionale de produits pétroliers ;
- L'habitat concentre 50 % de la consommation régionale d'électricité. Plus globalement, l'habitat, le tertiaire et l'industrie concentrent la quasi-totalité de la consommation régionale d'électricité ;
- Les secteurs de l'habitat et de l'agriculture sont a priori plus énergivores que pour la France entière ;
- Pour les transports et le tertiaire, la situation est a priori comparable à celle de la France Entière.

BRETAGNE - CONSOMMATION GLOBALE PAR PRODUIT



BRETAGNE - CONSOMMATION GLOBALE PAR SECTEUR EN 1999

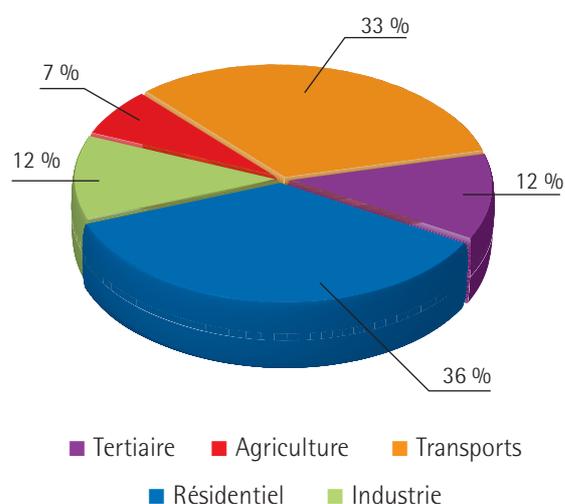


Tableau 1/Graphique 1 : Bilan régional de la demande d'énergie finale en 1999 (ktep)

	Charbon	Gaz naturel	Produits pétroliers	Électricité	Bois	Chaleur	Total
Résidentiel	193	408	747	752	290	33	2 423
Tertiaire	22	224	162	372	2	11	792
Industrie	22	291	175	332	5	0	825
Transport			2 231	10			2 241
Agriculture	0	81	272	104	5	0	461
Total	237	1 004	3 586	1 570	302	44	6 742

Contribution des énergies renouvelables



En 1999, les énergies renouvelables et décentralisées produisent en Bretagne de l'électricité à hauteur de 70 900 tep, soit l'équivalent de 824 400 MWh (cf. Tableau 2).

L'électricité produite en Bretagne provient donc pour l'essentiel (96 %) de sources d'énergies renouvelables ou décentralisées (hydraulique notamment avec l'usine marémotrice de la Rance et la petite hydraulique répartie sur différents sites de Côtes d'Armor, du Finistère et du Morbihan).

La production de La Rance est d'environ 530 000 MWh par an, pour une puissance installée de 240 000 kW. La production de la petite hydraulique a été estimée à 82 000 MWh, pour une puissance installée d'environ 40 000 kW.

Tableau 2 : Production d'électricité à partir d'énergies renouvelables, décentralisées et fossiles en 1999 (tep)

Éolien	0
Photovoltaïque	3 (~ 0)
Hydraulique	52 700
Cogénération (hors UIOM)	8 000
Incinération des ordures ménagères	10 200
Sous-total énergies renouvelables et décentralisées	70 900
Centrales thermiques (Dirinon et Brennilis)	3 000
Total général	73 900

La chaleur délivrée en réseau est produite majoritairement (71 %) à partir de l'incinération d'ordures ménagères (60 % des déchets ménagers valorisés, soit plus de 500 000 tonnes - source : ORDB).

Tableau 3 : Production de chaleur en réseau en 1999 (tep)

	Charbon	Gaz naturel	Produits pétroliers	UIOM	Électricité	Bois	Total
En cogénération	0	7 700	350	22 500	0	0	30 550
Hors cogénération	0	3 000	350	5 200	~ 0 (30)	100	8 650
Total	0	10 700	700	27 700	~ 0 (30)	100	39 200

Source : Enquête REGADEMOE, ADEME/CEREN, 1999 et Annuaire des réseaux de chaleur et de froid, Via Seva, 2003.

Tableau 4 : Consommation d'énergies renouvelables par les usagers finaux en 1999 à climat normal (tep)

	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Agriculture	Total
Solaire thermique	0	26	6	0	32
Bois	5 900	290 100	1 600	0	297 400
Total énergies renouvelables (solaire et bois)	5 900	~ 290 100	~ 1 600	0	~ 297 400
Total toutes énergies	825 800	2 423 100	791 600	461 400	4 501 900

Sur les 39 200 tep de chaleur produite par les réseaux de chaleur en Bretagne, 78 % le sont en cogénération (cf. Tableau 3).

Le bois, avec 297 374 tep (soit environ 7 % de la consommation régionale en 1999) est la première source d'énergie renouvelable consommée (pour l'essentiel sous forme de bois-bûche dans l'habitat, le bois plaquette intervenant pour environ 6 000 tep). Le solaire thermique (1 112 m² de capteurs installés en 1999 - source ADEME) et le solaire photovoltaïque (environ 50 kWc installés) restent encore marginaux - (cf. Tableau 4).

Au cours des années récentes, les ENR ont connu un développement encourageant, marqué par l'émergence de nouvelles filières :

- **Éolien** : en 1999, aucune installation éolienne n'était encore en fonctionnement. La première installation, celle de Goulien (Finistère), a commencé à produire en 2001, puis celles de Plouarzel (2000, Finistère), de Dinéault, Beuzec-Cap-Sizun et Plouye (2002, Finistère), et Plougras (2003, Côtes d'Armor) sont entrées en fonctionnement. Ainsi, on peut raisonnablement estimer à environ 2 300 tep en 2003, la production d'électricité d'origine éolienne.
- **Solaire thermique** : sur la période 1999-2003, le parc de capteurs solaires installés (CESI, CESC, SSC) a quadruplé.
- **Biogaz** : la première unité, celle de la station d'épuration de Saint-Brieuc, a été mise en place en 2002 ; le biogaz produit est valorisé sous forme de chaleur, à raison de 2 200 MWh par an, pour les besoins du process de séchage des boues.

Analyse prospective des consommations d'énergie



L'exercice de prospective des consommations d'énergie de la région Bretagne mené dans le cadre de l'étude, a porté sur les horizons 2006 (année d'achèvement du Contrat de Plan État-Région) et 2020 (année objectif du Schéma de Service Collectif de l'Énergie), et a principalement concerné les secteurs "résidentiel", "tertiaire", "industrie" et "transports".

Trois jeux d'hypothèses d'évolution des déterminants socio-économiques et énergétiques, constituent les trois scénarii retenus dans l'exercice de prospective :

Le scénario "**Butoir**" ne prenant en compte aucune amélioration de l'efficacité énergétique et considérant que seules les évolutions démographiques et économiques sont à l'origine de l'évolution des consommations d'énergie ;

Le scénario "**Tendance**" prenant en compte l'amélioration de l'efficacité des consommations d'énergie, strictement liée à la mise en œuvre des mesures à caractère réglementaire déjà décidées (*exemple : RT 2000*);

Le scénario "**Maîtrise**" reflétant la mise en œuvre d'une politique volontariste de maîtrise de la demande d'énergie et de développement des énergies renouvelables. Pour les ENR, un scénario "**Maximaliste**" a même été envisagé en complément, considérant une exploitation exhaustive du potentiel, sans aucune limitation des moyens de financement.

Le **Tableau 5** présente les résultats de l'exercice de simulation mis en œuvre, pour les trois scénarii envisagés.

Tableau 5 : Évolution des consommations d'énergie finale par secteur

	1 999	2 020		
		Scénario Butoir	Scénario Tendance	Scénario Maîtrise
Industrie	825	1 121	1 033	956
Résidentiel	2 423	3 036	2 970	2 443
Tertiaire	791	1 015	967	791
Transports	2 185	3 748	3 599	3 029
TOTAL	6 224	8 920	8 569	7 219
<i>Variation 1999-2020</i>	-	43 %	38 %	16 %

Le **Tableau 6** présente les potentiels d'économies d'énergie exploitables par secteur à l'horizon 2020.

Tableau 6 - Potentiels d'économies d'énergie par secteur à l'horizon 2020

	Valeur absolue (ktep)	Valeur relative (ktep)
Industrie	77	6 %
Résidentiel	527	39 %
Tertiaire	176	13 %
Transports	570	42 %
TOTAL	1 350	100 %

**En pourcentage de la consommation d'énergie finale en 2020 du scénario "Tendance".*

Analyse prospective des consommations d'énergie



■ Le potentiel globalement estimé à 1 350 ktep à l'horizon 2020, se répartit comme suit :

> **DANS L'INDUSTRIE (77 KTEP, SOIT 6 % DES ÉCONOMIES RÉALISABLES)**

Le potentiel d'économies d'énergie porte d'abord sur les usages thermiques (86 % des économies mobilisables), et concerne :

- L'amélioration du rendement des chaudières et des réseaux de vapeur, notamment par une diminution des pertes de chaleur (amélioration de l'isolation thermique des équipements, récupération de la chaleur des gaz de combustion, etc.) ;
- L'amélioration de la maintenance des équipements (décrassement des surfaces d'échange des chaudières, optimisation de l'eau de purge chaude, automatisation des commandes de contrôle de la température des systèmes de chauffage, etc.) ;
- L'amélioration de l'isolation thermique des bâtiments industriels.

Le deuxième gisement important d'économies d'énergie porte sur les usages électriques (14 %) : remplacement des moteurs existants (soit par des moteurs à vitesse variable, soit par des moteurs à haut rendement), amélioration de l'efficacité des systèmes de refroidissement (notamment pour l'usage réfrigération) et amélioration de la production d'air comprimé.

> **DANS LE RÉSIDENTIEL (527 KTEP, SOIT 39 % DES ÉCONOMIES RÉALISABLES)**

L'essentiel des économies concerne les mesures de réhabilitation thermique des bâtiments existants, et la maîtrise des usages spécifiques de l'électricité : sur le froid (systématisation des appareils de classe A), l'éclairage (installation de 10 ampoules à basse et très basse consommation par logement) et l'audiovisuel (optimisation des veilles, notamment par la promotion d'interrupteurs à télécommande pour la prise d'alimentation de l'ensemble Hifi-téléviseur-vidéo-etc.).

La mise en œuvre du scénario "Maîtrise" permet de stabiliser la consommation d'énergie du secteur à l'horizon 2020.

> **DANS LE TERTIAIRE (176 KTEP, SOIT 13 % DES ÉCONOMIES RÉALISABLES)**

Dans le cadre du scénario "Maîtrise", la consommation d'énergie du secteur tertiaire reste stable entre 1999 et 2020, quasiment pour chaque usage :

- 3 % pour le chauffage, + 4 % pour les usages spécifiques de l'électricité et + 2 % pour l'eau chaude sanitaire et la cuisson.

L'essentiel des économies est affecté au chauffage (48 % du potentiel globalement mobilisable), avec une part plus importante que pour le résidentiel dédiée à l'isolation thermique des bâtiments neufs (rattrapage des mesures réglementaires).

Le second gisement important d'économies d'énergie concerne les usages spécifiques de l'électricité qui représentent 35 % du potentiel. Les actions associées portent principalement sur l'éclairage des locaux (remplacement des ampoules à incandescence par des lampes basse consommation et remplacement des ballasts en place par des ballasts électroniques), les ventilateurs (remplacement du matériel en place par des appareils à haut rendement et mise en place de variateurs de vitesse) et l'éclairage public (optimisation de la gestion de l'éclairage).

> **DANS LES TRANSPORTS (570 KTEP, SOIT 42 % DES ÉCONOMIES RÉALISABLES)**

Les principales mesures ou actions envisagées, volontairement limitées au secteur des transports routiers, concernent **l'amélioration des consommations unitaires des véhicules particuliers** (0,5 % d'amélioration en moyenne par an, conformément aux objectifs de l'accord défini avec les constructeurs automobiles), **l'orientation des ménages vers l'achat de véhicules économes**, **l'amélioration de la consommation unitaire des poids lourds** (0,9 % par an en moyenne), et **le développement des modes de transports alternatifs à la voiture particulière** (transports en commun, vélo, marche à pied, co-voiturage, voiture partagée, etc.) qui constitue le principal gisement d'économies d'énergie (- 8 %).

Potentiel de développement des énergies renouvelables



Les tableaux ci-après synthétisent les potentiels de développement des énergies renouvelables, pour les différentes filières existantes, exploités à l'horizon 2020 dans le cadre des principaux scénarii considérés :

- **Solaire thermique** : les résultats sont très variables, de 2800 tep (scénario "tendance"), à 11 200 tep (scénario "maîtrise" considérant qu'1/4 des constructions neuves seront équipées) et 215 000 tep (scénario "maximaliste"). Les principaux marchés porteurs sont les installations en maisons individuelles (presque 90 % des tep exploitables à l'horizon 2020), et dans une moindre mesure les installations collectives dans les logements sociaux et dans les bâtiments tertiaires (notamment dans l'hôtellerie et dans les bâtiments de santé).

Tableaux 7 : Potentiel d'utilisation des énergies renouvelables pour la production de chaleur et d'électricité (2020)

7.1 : OBJECTIFS DU SCÉNARIO TENDANCE

Filière	Production de chaleur (tep)	Production d'électricité (tep)	Production totale (tep)
Solaire thermique	2 800	0	2 800
Solaire photovoltaïque	0	10	10
Éolien	0	144 500	144 500
Incinération des déchets	43 517	10 233	53 750
Bois énergie	318 300	0	318 300
Biogaz	6 800	1 700	8 500
Hydraulique	~ 0	~ 0	0
Cogénération	~ 0	~ 0	0

7.2 : OBJECTIFS DU SCÉNARIO MAÎTRISE

Filière	Production de chaleur (tep)	Production d'électricité (tep)	Production totale (tep)
Solaire thermique	11 200	0	11 200
Solaire photovoltaïque	0	1 400	1 400
Éolien	0	361 200	361 200
Incinération des déchets	53 750	10 233	63 988
Bois énergie	360 000	0	360 000
Biogaz	28 200	7 000	35 200
Hydraulique	~ 0	~ 0	0
Cogénération	194 500	173 600	368 100

7.3 : OBJECTIFS DU SCÉNARIO MAXIMALISTE

Filière	Production de chaleur (tep)	Production d'électricité (tep)	Production totale (tep)
Solaire thermique	215 000	0	215 000
Solaire photovoltaïque	0	14 100	14 100
Éolien	0	722 400	722 400
Incinération des déchets	53 750	10 233	63 983
Bois énergie	425 000	0	425 000
Biogaz	50 800	12 700	63 500
Hydraulique	~ 0	~ 0	0
Cogénération	392 600	291 200	683 800

Potentiel de développement des énergies renouvelables



- **Solaire photovoltaïque** : le gisement étudié ne prend en compte que la cible du résidentiel et plus particulièrement celle des ménages habitant en milieu rural et en maison individuelle. Des hypothèses techniques ont été formulées (sur le taux de couverture des besoins d'électricité spécifique d'un logement par des modules photovoltaïques égal a priori à 30 %; sur la production d'électricité par m² de panneaux; etc.). La contribution du photovoltaïque restera marginale à l'horizon 2020.
 - **Éolien** : en accord avec l'ADEME, le potentiel théorique que l'on propose de retenir est de 4000 MW. Si l'on retient une durée de fonctionnement de 2100 heures (moyenne des durées observées sur les installations éoliennes déjà en fonctionnement en Bretagne), cette puissance devrait permettre de produire 8400000 MWh, soit l'équivalent de 722400 tep en 2020.
 - **Bois énergie** : pour le bois plaquette, le potentiel disponible peut globalement être estimé à 135000 tep (*source: ADEME*), dont 20000 tep dans l'industrie, 65000 tep dans le résidentiel, 35000 tep dans le secteur "collectivités et assimilés" et 15000 tep dans l'agriculture. Pour le bois bûche, les 3 scénarii considérés envisagent une quasi-stabilité des consommations, estimées à 290000 tep en 1999.
 - **Hydraulique** : il a été proposé de conserver les options du SSCE, considérant que le potentiel hydraulique breton est presque totalement exploité.
 - **Cogénération** : trois cibles prioritaires ont été retenues pour la mise en place d'installations de cogénération (hôpitaux et maisons de retraite, IAA et serres), caractérisées par des besoins de chauffage importants et réguliers. Ce potentiel varie de 368000 à 684000 tep entre le scénario "tendance" et le scénario "maximaliste" (dont plus de 50 % pour la production de chaleur et plus de 40 % pour la production d'électricité).
 - **Valorisation énergétique des déchets** : les principales filières de valorisation énergétique prises en compte concernent la méthanisation (production de biogaz) et l'incinération avec récupération d'énergie. Dans le premier cas, 79400 tep de biogaz pourraient être récupérés d'ici à 2020 (*source: ADEME Bretagne*), à raison d'un rendement de 80 % induisant une production globale d'énergie d'environ 63500 tep à l'horizon 2020 (dont 20 % d'électricité et 80 % de chaleur). Pour l'incinération, les estimations mises en oeuvre reposent, pour tous les scénarii envisagés, sur l'hypothèse d'une stabilité des quantités d'ordures ménagères incinérées à l'horizon 2020. Ceci s'explique compte tenu, d'une part des options prises en compte dans les plans départementaux de gestion des déchets visant à stabiliser la quantité de déchets à traiter et à développer l'ensemble des filières de valorisation matière et la collecte sélective, d'autre part de l'absence de projets de construction de nouvelles UIOM. On peut alors estimer l'énergie valorisée à partir de l'incinération d'ordures ménagères (chaleur et électricité), en intégrant des rendements de production (aujourd'hui estimés à 1177 kWh/t) susceptibles de s'améliorer plus ou moins selon les scénarii, lesquels aboutissent à un potentiel valorisable compris entre 54000 et 64000 tep à l'horizon 2020.
- En prenant en compte la contribution des énergies renouvelables pour la production d'électricité (éolien et hydraulique), pour la production de chaleur des réseaux (déchets ménagers, biogaz, bois, cogénération), et directement en énergie finale (bois, solaire thermique), **la part des énergies renouvelables dans le bilan global de la demande d'énergie finale de la Région Bretagne peut donc globalement être estimée :**
- à 6,5 % en 2020 - "Scénario Tendance" ;
 - à 15 % en 2020 - "Scénario Maîtrise" (*ce qui correspond à une progression très nette par rapport au précédent scénario*) ;
 - à 25 % en 2020 - "Scénario Maximaliste" (*potentiel théorique*).

Bilan des émissions de CO2



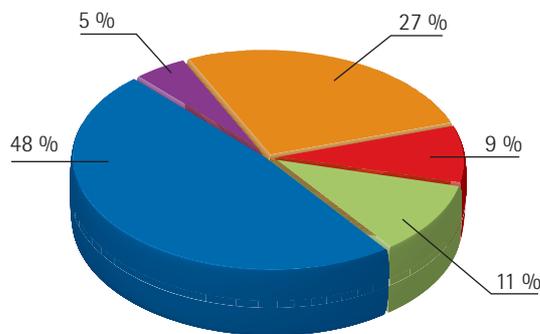
Le bilan présenté ci-dessous est celui de l'année 1999, considérée comme année de référence de l'exercice de simulation mené dans le cadre de cette étude, il est comparé au bilan énergétique de l'année 1990, considérée comme année de référence du Protocole de Kyoto (source CEREN). Les bilans de CO2 ont été élaborés à partir des hypothèses sur les facteurs d'émission conformes aux sources d'information nationales (pour l'électricité, ont été prises en compte les données ADEME/EDF, qui nuancent les facteurs d'émission selon les usages).

La consommation totale d'énergie en Bretagne (à climat normal) a ainsi pu être estimée à :

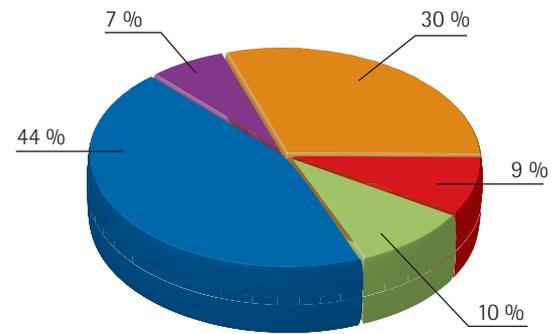
6742 ktep en 1999 (contre 5426 ktep en 1990), soit une progression de presque 25 % en l'espace de 10 ans.

Dans le même temps, le bilan des émissions de CO2 s'est élevé à 15,9 millions de tonnes, contre 13,5 millions de tonnes en 1990, soit une progression nettement inférieure (+ 18 %) qui s'explique par les efforts d'économie et de substitution d'énergie (notamment pour les produits pétroliers).

BILAN DES ÉMISSIONS DE CO2 EN 1990 : 13 491 KT



BILAN DES ÉMISSIONS DE CO2 EN 1999 : 15 878 KT

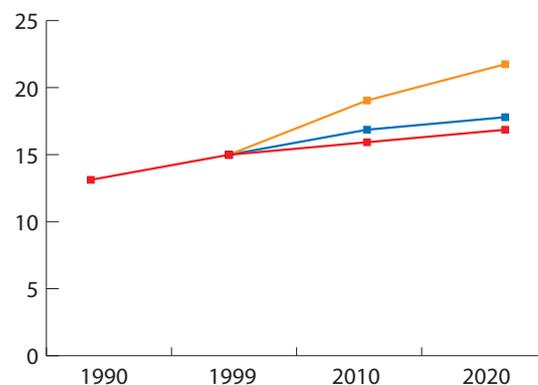


■ Agriculture ■ Résidentiel ■ Tertiaire ■ Industrie ■ Transport

Si cette tendance se poursuivait (scénario "tendance"), la consommation d'énergie devrait respectivement atteindre 7,9 Mtep et 9,2 Mtep aux horizons 2010 et 2020 (soit + 18 % et + 37 % par rapport à 1999), cependant que les émissions de CO2 devraient dans le même temps progresser de + 18 % et + 37 %. On est encore loin de l'objectif de stabilité prévu par la ratification du Protocole de Kyoto pour 2008-2012 par rapport à 1990 !

ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE CO2 SELON LES SCÉNARIOS PROSPECTIFS

■ Tendance
■ Maîtrise
■ Maximaliste



L'intérêt d'une politique très vigoureuse de maîtrise de l'énergie et de promotion des énergies renouvelables se trouve ainsi relancé, les scénarios "maîtrise" et "maximaliste" induisant une nette inflexion des émissions de CO2 (+ 6 % à l'horizon 2010, + 10 à 14 % à l'horizon 2020 par rapport à 1999). L'objectif de stabilité en 2010 par rapport à 1990 n'étant pas atteint, cela démontre clairement la nécessité de mise en place de mesures incitatives aux économies d'énergie.

Présentation des principales pistes d'actions



Les propositions de pistes d'actions permettent d'exploiter les potentiels de maîtrise des consommations d'énergie (en particulier d'électricité) et d'utilisation des énergies renouvelables identifiés dans l'étude. Elles n'ont surtout pas vocation à être exhaustives et opérationnelles, mais doivent permettre uniquement d'orienter la définition d'un programme d'actions.

Chaque action est présentée dans une fiche qui situe le contexte de l'action, les partenaires à mobiliser, les enjeux tant énergétiques que financiers.

Les actions identifiées dans l'étude sont les suivantes :

1. Réhabilitation thermique des logements sociaux (HLM)
2. Réhabilitation thermique de l'habitat privé
3. Promotion des LBC et des AEP
4. Maîtrise de l'énergie dans les bâtiments publics
5. Maîtrise de l'énergie dans le tertiaire privé
6. Construction neuve et conception HQE des bâtiments
7. Cogénération dans l'industrie
8. Maîtrise de l'énergie dans l'agriculture
9. Optimisation des déplacements : routiers, urbains, interurbains
10. Solaire thermique
11. Développement de l'éolien
12. Poursuite du plan bois - énergie
13. Alternative au renforcement des lignes électriques / actions de MDE