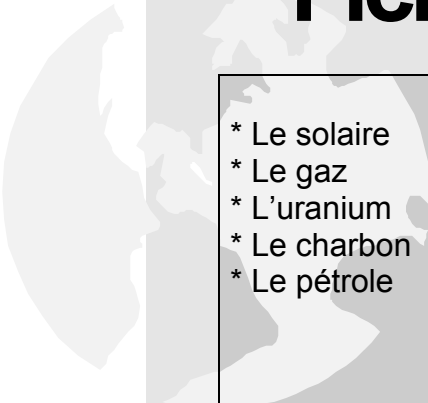


Dossier « Quelle politique énergétique pour la France ? »

Fiches techniques

- 
- * Le solaire
 - * Le gaz
 - * L'uranium
 - * Le charbon
 - * Le pétrole
 - * La biomasse
 - * L'éolien
 - * L'hydraulique
 - * La géothermie
 - * La production d'hydrogène
-
- * La consommation d'énergie dans le monde
 - * La consommation d'énergie en France
 - * La consommation d'énergie en Europe
 - * Les expériences étrangères
 - * La recherche

Mars 2006

Le solaire

En France, si les 10 000 km² de toits étaient utilisés comme générateurs solaires, la production électrique serait de 1000TWh/an soit plus du double de la consommation annuelle d'électricité (450 TWh/an)

D'après l'ADEME, le bon ensoleillement du territoire français devrait permettre de faire face à 40-70% des besoins en eau chaude + chauffage

En France : 0,5m² de panneaux solaires pour 1000 hab

En Allemagne : 11m² pour 1000hab

Coût actuel de l'électricité photovoltaïque : 500 Euros du MWh si raccordé au réseau, à comparer aux 30 Euros du MWh du nucléaire

Installation photovoltaïque : 26MW de puissance soit 40 fois moins que le Japon et 30 fois moins que l'Allemagne, 15 fois moins que les USA

Progression mondiale du photo voltaïque : 35% par an depuis 5 ans

Le Gaz

Réserve de 155Tm³ soit 135Gtep pour une consommation de 2,5Tm³/an soit des réserves pour 60 ans. La consommation de gaz augmente de 3% par an

Mais si on remplace le charbon et le pétrole par du Gaz, les réserves sont taries au bout de 17 ans
Les réserves sont situées au Moyen Orient (45%) et en Russie (un tiers)

Il y a des réserves dans les zones polaires difficilement exploitables car trop dispersées (envisagé pour 2030-2040)

Aujourd'hui, la production d'électricité à partir du gaz se fait avec des centrales combinées gaz/charbon. Certes, l'émission de CO₂ est divisée par 2 mais reste encore importante. Ce à quoi s'ajoute la vulnérabilité du coût de production électrique compte tenu de la sensibilité à la variation du prix de gaz. Autre solution : les centrales à gaz à cycles combinés

Gaz et pétrole sont indissociablement lié : les contrats à long terme d'approvisionnement en gaz sont indexés sur l'évolution du prix du pétrole.

L'approvisionnement en Gaz reste fragile. Les gazoducs traversent les pays qui peuvent exercer des chantages. Exemple : quand la Russie bloque son approvisionnement à l'Ukraine, celle-ci se prélève sur le gazoduc qui traverse son territoire (80% des exportations de Russie passent par l'Ukraine) : ceci a pour conséquence une baisse d'approvisionnement de 25% en France. La présence des USA en Afghanistan est aussi due à la volonté de créer un gazoduc.

La France s'approvisionne auprès de la Norvège (27%) de la Russie (21%) des Pays Bas (20%) de l'Algérie (12%)

L'intérêt du gaz est sa possibilité de stockage : pour réduire la fragilité du gaz par rapport au transport par gazoduc, la liquéfaction (-161°C à basse pression) est une alternative qui permet de diversifier les lieux d'approvisionnement. L'intérêt du GNL est que, s'il peut brûler, en revanche il n'explose pas

Le gaz est un moyen de propulsion : le Gaz naturel de ville (GNV) comprimé à 200b est utilisé dans les flottes de transport urbain

Autre utilisation du Gaz : le Gas-to-liquid : carburant liquide obtenu à partir de la vapoformage du gaz : $CH_4 + H_2O = (CO + 3H_2)$ appelé gaz de synthèse qui par la réaction de Fischer-Tropsch donne un carburant (cf charbon)

La cogénération

Appliquée au centrale à gaz comme à celle au charbon ou ayant recours à la biomasse, la cogénération consiste à produire en même temps de l'énergie thermique (production d'eau chaude pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire à partir de l'air réchauffé récupéré après passage dans la turbine et moyennant un échangeur thermique air –eau) et de l'énergie mécanique (turbine actionnée par l'air réchauffé qui moyennant un alternateur fournit de l'électricité)

Nécessite une localisation proche des installations susceptibles de récupérer la chaleur

L'uranium et le nucléaire

Les ressources identifiées sont de 4MT dont 2,5 raisonnablement récupérables (sur un total potentiel de 17MT)

La consommation actuelle est de 60 000 t. Donc réserve pour 70ans

Avec les réacteurs de génération « fusion », les réserves sont pour des milliers d'années. Mais pas avant 2060

Au plan mondial, l'énergie nucléaire représente 6,5% de la production primaire d'énergie, et 16% de la production électrique (même niveau que l'hydraulique, quand le Gaz représente 26% de la production électrique)

Les réserves d'uranium se situent en Australie (25%), au Kazakhstan (17%) et en Amérique du Nord (17%)

En France : 58 réacteurs à eau pressurisée. Si on décidait de remplacer les réacteurs actuels au bout de 40 ans comme prévu, il faudrait construire 13 réacteurs d'ici 2020 et 24 d'ici 2025. Il a été décidé d'allonger la durée de vie des réacteurs à 55 ans et de lisser le renouvellement pour attendre le réacteur de génération 4 espéré pour 2040 (réacteur haute température, refroidi à l'hélium, ou réacteur à neutrons rapides) ; en attendant l'objectif est de construire l'EPR (Européen Pressurized Water Reactor) pour 2015

Dans le monde : 442 réacteurs nucléaires. 25 sont en cours de construction (4 en Russie, 2 en Ukraine, 1 en Roumanie, 8 en Inde, 1 au Japon et 2 à Taiwan. La Chine projette 30 à 50 réacteurs d'ici 2020

En France, 75% de l'électricité est d'origine nucléaire

La directive européenne impose à la France de produire, en 2010, 21% d'électricité en provenance d'énergie renouvelable contre 15% aujourd'hui

Si le prix de l'uranium est multiplié par 10, le coût de l'électricité produite n'augmente que de 5%. A comparer avec les centrales à gaz : si le prix du gaz est multiplié par 10, le coût de production de l'électricité produite est multiplié par 6

L'électricité nucléaire (incluant stockage des déchets et démantèlement des centrales) revient à 28,4 Euros du MWh contre 42,1 du MWh produit au gaz et 48,3 pour les centrales à charbon.
12MWH = 1TEP

Rappel :

Atome : noyau (proton(+)) + neutrons) autour duquel gravitent des électrons (-)

Isotope d'un élément : les neutrons sont en nombre différent

Uranium : 92 protons et 92 électrons mais peut avoir 142 (U234), 143 (U235), ou 146 neutrons (U238)

Seul l'uranium 235 peut subir la fission

Dans l'uranium naturel, on a les 2 types d'isotopes : 99,3% de U238 et 0,7% de U235
Le combustible nucléaire nécessite 3 à 4% de U235. L'enrichissement se fait par l'hexafluorure d'uranium et par ultra centrifugation

Fission : (caractéristique de l'U235) : sous l'impact d'un neutron, le noyau se coupe en 2. L'énergie de liaison est alors libérée sous forme de chaleur. En se brisant le noyau libère 2 ou 3 neutrons qui peuvent à leur tour casser d'autres noyaux (réactions en chaîne)
Le plutonium comme l'U235 est capable de fission

Fusion : agglomération de 2 noyaux légers pour former un noyau lourd. Cette réaction provoquée par l'agitation thermique des atomes portée à haute T° dégage une énergie considérable (bombe H noyau de H2 – étoile). Avec ITER, on espère un prototype pour 2060

Centrale : fission des atomes de U235

Filière à eau pressurisée :

circuit primaire : (U235 + eau sous pression pour la conserver sous forme liquide ; T° de 300°)

circuit secondaire : l'eau circulant autour du circuit primaire se transforme en vapeur qui fait tourner un alternateur qui produit l'électricité. Après passage dans la turbine, l'eau est refroidie et est renvoyée dans le circuit secondaire

circuit 3 : l'objectif est de condenser la vapeur du circuit 2 : on utilise donc de l'eau provenant des rivières qui est donc rejetée plus chaude sauf si on utilise des tours à refroidissement (panache blanc de vapeur)

Différents type de centrales :

- Le combustible est soit l'uranium naturel, soit l'U235, soit le plutonium
- Le modérateur (pour favoriser la réaction en chaîne) : eau, eau lourde ou graphite
- Le caloporteur (fluide d'extraction de la chaleur produite par le combustible : eau, eau lourde, Co2, sodium, hélium)

Les centrales françaises (REP : réacteur à eau pressurisée) : U légèrement enrichi, modérateur et caloporteur : eau

Les déchets :

- A : faible activité à durée de vie inf à 300 ans : enrobés de ciment, enfermés dans des conteneurs d'acier et dans des alvéoles de béton. Stockés en surface pour une meilleure surveillance : Manche et Aube. Représente 90% des déchets. Production annuelle : 15 000m3
- C : forte activité à longue durée (éléments combustibles usés ou produit du retraitement) : les solutions : les placer à 500m de profondeur dans des conteneurs en cuivre ou vitrifiés. Représente 1,3% des déchets soit une production annuelle de 180m3 (stock actuel de 1500 m3)
- B : contient des éléments de longue durée contaminés par des déchets C : moyenne activité à vie longue. Traitement identique aux déchets C. représente 8,7 % des déchets pour une production annuelle de 1300m3. Fort volume en stock de 45 000m3

Tous les 3-4 ans, on change le combustible mais 97% sont récupérables (U et Plutonium) et 3% sont des déchets.

Le charbon

Les réserves fossiles les plus abondantes se situent aux USA (28%) en Russie (23%), en Chine (11%), en Inde (10%) en Australie et en Afrique du Sud

Sur la base des consommations actuelles, il a des réserves (510Gtep) pour 230 ans

Le charbon en France assure 5% de la production électrique (soit 5,5MTEp). En Chine le charbon représente 70% de la production électrique, en Inde 80%, en Australie 60%, en GB 36% en Allemagne 51%.

Aux USA, la production électrique provenant du charbon est 3 fois celle provenant du gaz et 2,5 fois celle provenant du nucléaire.

Avec l'abandon des mines souterraines au profit des mises à ciel ouvert d'Australie et d'Amérique, avec la mécanisation de l'extraction, le prix du charbon baisse

Le rendement énergétique d'une centrale à charbon est de 38% environ

Technique du « charbon propre » :

- Combustion du charbon sur un lit fluidisé : combustible brûle dans un lit de particules solides maintenues en suspension dans un courant d'air ascendant : la T° est de 85 °C ce qui évite la fusion des cendres et limite la production de CO₂. Le rendement peut atteindre 45%
- Centrale à cycle combiné avec gazéification intégré du charbon : le charbon sert à produire du gaz de synthèse qui actionne une turbine à gaz (réaction Fischer Tropsch)
- Centrale à vapeur supercritique (pression de 300b et de 585°C = meilleur rendement- 53%- donc moins de CO₂ produit)

Le remplacement d'une centrale à charbon à 30% de rendement par une nouvelle génération à 40% de rendement permet de réduire de 25% l'émission de CO₂

La consommation globale a augmenté de 23% entre 2001 et 2004. Le taux de croissance prévisible est de 1,5% par an jusqu'en 2015

En France, on a arrêté l'exploitation des mines de charbon en 2004 alors que l'on a 15MT de réserve en charbon.

L'utilisation du charbon pose le problème de la séquestration du CO₂.

Aux USA, en prototype, une centrale « Future Gen », consistant, à partir du charbon, à produire du gaz de synthèse qui donnera de l'hydrogène permettant de produire de l'électricité via la pile à combustible.

A partir du charbon, il est possible de produire du carburant (utilisé par les allemands pendant la guerre à défaut de pétrole) ou du gaz de synthèse (utilisé au début du siècle pour éclairer les villes –allumeurs de réverbères)

En présence d'eau et d'oxygène, le charbon se transforme en un mélange de CO et de H₂ appelé gaz de synthèse : $C + H_2O = CO + H_2$

Selon la température et le catalyseur utilisé, ce gaz de synthèse peut servir à de multiples réactions chimiques :

- Avec le procédé « Fischer-Tropsch », on peut produire tous types de chaîne carbonée : $nCO + 2n H_2 = (CH_2)_n + n H_2O$ A 350°C on a de l'essence, à basse température on a du fioul
- A 300°C et un catalyseur métallique en présence d'eau, on a production d'hydrogène : $CO + H_2O = CO_2 + H_2$ a condition de résoudre le problème de la séquestration du CO₂

Le Pétrole

Réserve estimée : 140 GT pour une consommation actuelle de 3,7GT

Avec l'amélioration du taux de récupération, avec l'exploitation de nouveaux gisements , tous les experts s'accordent pour dire que dans 40 à 80 ans il n'y aura plus de pétrole

Les USA (qui représentent 5% de la population) consomment 40% de la production pétrolière

Les réserves se situent pour 65% au Moyen orient

1 baril = 159 litres

Production : 75Mbaril/jour

Chaque année, on brûle ce que la nature a mis un million d'année à fabriquer

Le Peak Oil de production est prévu selon les experts entre 2010 et 2030

A terme les « cousins » du pétrole seraient susceptibles d'être mobilisé : les sables asphaltiques de Canada, le brut extra lourd du Venezuela ? Au total, 25 ans de consommation supplémentaires

Ressources potentielles non découvertes : 3000milliards de barils (soit 40 ans de consommation)

Si l'on améliore de 1 point la récupération des ressources en place (aujourd'hui taux de récupération de 35%), on gagne 2 ans de consommation

Pour le transport, la solution alternative à l'usage du pétrole est de produire du carburant de synthèse à partir du Charbon (Afrique du Sud) ou du gaz (Qatar)

La France a veillé à diversifier ses sources d'approvisionnement : 30% de la mer du Nord, 27% du moyen Orient, 22% d'ex URSS, 12% d'Afrique du Nord, 7% d'Afrique

Peu d'utilisation du GPL en France

La Biomasse

Il s'agit de l'utilisation du bois, les feuilles mortes, les résidus végétaux

4m3 de bois équivaut à 1Tep et 2 tonnes de CO2 en moins

Aujourd'hui on n'utilise que les graines venant des végétaux. Pour que la filière soit efficace, il faut aussi s'interroger sur l'utilisation des déchets de la filière qui représente 13T par ha. Deux procédés : gazéification ou fermentation

Bio carburant

- Huile végétale brute (pour moteur de tracteur) : mauvais rendement énergétique
- Bio diesel : huile végétale estérifiée (en Allemagne 10% de la consommation de carburant) A base de colza. 1 Ha produit 1400l de biodiesel. Communément appelé Diester
- Ethanol (essentiellement utilisé au Brésil à partir de la canne à sucre) Fabriqué en France à partir de la betterave, du blé ou de l'avoine. Ce sont des alcools. Les constructeurs peuvent fabriquer des voitures hybrides alcool /essence appelées BoshFlex Fuel
- BTL (Bio mass To Liquid) carburant à partir de la biomasse : état de recherche

En France, pour fournir 25% de la consommation nationale de carburant, il faudrait 5 à 6 Mha (à comparer à 9Mha consacrés aux céréales et au 1,2Mha de jachère)

Directive européenne : 5,75% de bio carburant en 2010 dans les carburants (soit une économie de 1,5 à 2 MTep de carburant (soit 2% de la consommation primaire de pétrole). Aujourd'hui, il y a 1% de biodiesel dans le carburant. Pour atteindre 5,75% d'incorporation d'éthanol, il faudra 225 000ha de culture de blé ou de betterave. Pour atteindre 5,75% de Ester d'huile végétale, il faudra passer de 1,1millions d'ha de colza à 2,7 millions d'ha

Le bio carburant rejette l'équivalent du CO2 absorbé par les plantes pendant leur croissance

Le rendement est faible : 1,5 environ

Le biocarburant est compétitif avec du pétrole à 100 dollars le baril

Aujourd'hui en France : le bio carburant remplace chaque année 300 000Tep et évite 800 000T de CO2

La ligno-cellulose est une matière première pour la fabrication du gaz de synthèse et la fabrication de BTL grâce à la réaction « Fischer-Tropsch »

En matière de contenu énergétique : 1 litre de pétrole est équivalent à 1,5litre d'éthanol et 1,1l d'ester d'huile végétale

La première génération de biocarburant était fabriquée uniquement à partir des graines. Demain, les bio carburants de 2eme génération (BTL) utiliseront la plante entière

La production française de bio éthanol est de 102 000T soit 2 fois moins que l'Allemagne. Celle d'ester d'huile végétale est de 384 000T soit 3 fois moins que l'Allemagne

Bio Gaz

Le bio gaz résulte de la fermentation de matière organique issue des déchets ménagers de station d'épuration ou d'usine de traitement, mais aussi des déjections animales. C'est un mélange de 2/3 de CH₄ et de 1/3 de CO₂.

En grande Bretagne, on produit 1,47MTep de bio gaz, en Allemagne 1,29 MTep et en France 0,36Mtep

Ce bio gaz peut être utilisé comme combustible (production de chaleur) ou pour produire de l'électricité (turbine à gaz - 80% en Allemagne)

Bois énergie

80% de la filière bois est utilisé par les ménages pour le chauffage (6 millions de chaudières à bois)

L'objectif est de développer l'exploitation des forêts (qui ne sont exploitées qu'à 60%) pour produire 52 Mm³ contre 40Mm³ actuels représentant l'équivalent de 9,2MTep (soit 3MTep d'énergie supplémentaire), de moderniser le parc de chaudière à bois (rendement faible de 35% environ) et de promouvoir des centrales électrique à bois (puissance de 300MW)

L'éolien

- 16 500MW en Allemagne, 3100MW au Danemark, 6200MW en Espagne et seulement 400MW en France en 2004. En Allemagne, la production d'électricité à partir de l'éolien représente avec 23TWh/an soit 4,3% de la production d'électricité ; en Espagne, avec 14TWh/an, c'est 5,7% et au Danemark avec 7TWh/an, c'est 17,1% de la production électrique.
- Ressource évaluée à 57 000 TWh/an dont 25 000 en offshore ! Aujourd'hui la production mondiale est de 70TWh/an
- En Europe, la production est de 50TWh/an pour un potentiel de 5000TWh/an
- En France on estime à 156TWh/an (66 terrestre et 90 off shore) le potentiel (soit le tiers de la consommation électrique). Objectif : une puissance de 15 000MW pour une production de 35TWh/an
- 1MW éolien produit 3 fois moins d'électricité qu'1 MW d'une centrale car intermittence du vent. Si le vent est inférieur à 18km/h, il n'y a pas de production d'électricité. Si le vent est supérieur à 90km/h, on déconnecte les éoliennes
- Se pose le problème du stockage de la production électrique qui est produite en fonction du vent et non des besoins. Une piste : profiter de la production non directement nécessaire à la consommation pour faire de la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau
- Il faut 13ha pour produire 1milliard de KWh.
- Plus on s'élève du sol, plus le vent est important d'où les évolutions actuelles des éoliennes avec des mats de 80m et des rotors de 60m pour dégager une puissance de 1000KW
- Le coût d'investissement d'une éolienne est de l'ordre de 900 Euros par KW de puissance et 2000h de fonctionnement par an contre 560 Euros par KW pour une centrale à cycle combiné Gaz avec 7000 h de fonctionnement annuel
- En France, le MWh est acheté par EDF à 80 Euros pour un prix de revient autour de 55 à 75 E/MWh

L'hydraulique

Production mondiale de 2645TWh/an (soit 20% du potentiel estimé)

Elle peut passer à 8100TWh sachant que le potentiel est estimé à 14 000TWh/an

En France la production est de 70TWh/an pour un potentiel de 72TWh

La production européenne en mini hydraulique est de 40TWh/an (France = 7TWh/an) avec un potentiel à 50TWh/an

En France : 15% de la production électrique provient de l'hydraulique

La grande Hydraulique peut se développer au Canada, en Afrique et en Chine (barrage des 3 gorges 18 000KW de puissance)

La petite hydraulique (puissance inférieure à 10MW) représente en France 2020MW, en Italie 2360MW et en Allemagne 1565MW. Globalement en Europe, elle représente 9000 MW de puissance avec pour objectif en 2010 : 14000MW

En France, la petite hydraulique même si elle augmentait de 50% (à condition de passer outre les revendications de riverains et pêcheurs), ne représenterait que 5TWhpar an soit 1% de la production électrique française

La géothermie

Les centrales à haute énergie (Guadeloupe) et basse énergie (bassin parisien) exploitent la chaleur des hydro systèmes sous terrain

La géothermie de « roches chaudes et sèches » consiste à mettre en circulation un fluide vers les fissurations à grandes profondeurs (plus de 5000m)

Ces 2 types de géothermie permettent de la production électrique

La géothermie de basse température (inf à 50°C) utilisant les pompes à chaleur est considérée comme un moyen de maîtriser la consommation électrique et non comme une source d'énergie primaire

En France, 170 000 logements sont chauffés grâce à la géothermie (surtout dans le Bassin parisien et en Aquitaine). Il y a des perspectives dans le bassin Rhénan et la plaine d'Alsace

L'hydrogène

Vecteur énergétique d'avenir : avec l'Oxygène permet le fonctionnement des piles à combustibles à condition de résoudre le problème de la séquestration du CO₂

Production :

- Par vapoformage : vapocraquage du gaz naturel



Avec 1 molécule de CH₄ on produit 4 molécules de H₂ mais production de CO₂

- A partir de la biomasse

Production de gaz de synthèse (CO + H₂) qui avec l'eau donne $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$

Mais dans ce cas, le CO₂ produit n'est que la restitution du CO₂ retenu par la biomasse, donc pas d'effet supplémentaire sur les GES

- Par électrolyse de l'eau à partir du nucléaire, notamment dans les réacteurs de génération 4 où la température plus élevée favorise l'électrolyse de l'eau

Attention : produire du H₂ consomme beaucoup d'énergie. Idem pour le stockage de l'hydrogène liquide (refroidissement ou mise sous pression)

Pile à combustible

- Procédé inverse de l'électrolyse de l'eau : $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$ (vapeur récupérée pour la chaleur et pour fabriquer l'électricité)
- Bon rendement énergétique : 80%. Dont 60% récupérable sous forme d'électricité et 20% en chaleur
- Utilisable dans les transports sous la forme de batterie classique rechargeable par pile à combustible + récupération d'électricité lors du freinage
- Aujourd'hui, le prix de revient est de 7000 Euros par KW contre 150 Euros du KW pour un moteur diesel
- Pas commerciable avant 2020

La consommation mondiale

Répartition de la consommation d'énergie primaire par type d'énergie

GTEP	TOTAL	pétrole	gaz	charbon	renouvelable	nucléaire
actuel	9.3	3.7	2.1	2.2	0.7	0.6
	100%	40%	22%	24%	7.5%	6.5%
2050	18	3.5	4.5	4.5	1.5	4

Avec un population croissant à 1,3% par an (taux de ces 50 dernières années), avec une croissance de 3% par an, et compte tenu d'un accès probable de 1,6milliards d'hommes à l'électricité, la consommation mondiale passerait à 18GTEP en 2050

Sur les 20 dernières années, il s'est consommé autant de combustibles fossiles que tout ce que l'humanité a consommé depuis la création

Kyoto : les pays industrialisés doivent réduire leur émission de gaz à effet de serre de 5,2% d'ici 2010

D'ici 2020, pour faire face à l'augmentation de la consommation électrique, il faudra réaliser 1200GW de nouvelles installations : à 80% il est fort probable que ce seront des centrales à Gaz ou charbon

A l'horizon 2010 c'est le gaz qui sera le principal recours

La consommation française

Répartition de la consommation d'énergie par activités

Se loger	travailler	Se déplacer	Produire
29%	16%	15%	40%

Répartition de la consommation d'énergie primaire par secteur d'activités

MTEP	industrie	Résidentiel (2/3) / tertiaire (1/3)	agriculture	transport	total	Branche énergie
2000	38,8	66,7	3	49,4	157,9	93,9
2020 (scénario tendanciel)	48,6	81,8	3	74,3	207,7	102,8

Sur 70MTEP consommé par le bâtiment, 49 le sont pour le chauffage et 21 pour l'eau chaude sanitaire / cuisson / éclairage / climatisation

Répartition de la consommation d'énergie primaire par type d'énergie

MTEP	Combustible solide	pétrole	gaz	électricité	Energie renouvelable	total
2000	14,2	93,9	35,6	108,5	11,9	264,1
2020 (scénario tendanciel)	11	123,9	82,4	101,8	12,5	331,6
Production française	2,3	1,8	1,5	114,4	11,9	131,9

Pour 76%, l'énergie renouvelable française provient de la filière bois (chauffage domestique et collectif) pour 15% des déchets urbains, 3% du solaire et 3% des biocarburants

75% de l'électricité française est nucléaire

La croissance entre 1973 et 2000 :

- Total : 0,6% par an d'augmentation

- L'industrie est en baisse
- Le résidentiel augmente de 0,6% par an
- Le transport augmente de 2,4% par an

Directive européenne :

- 21% de la consommation électrique doit être d'origine renouvelable en 2010 contre 15% aujourd'hui
- revenir en 2010 au niveau de production de Gaz à Effet de Serre de 1990 (soit une baisse de 8% par an entre 2000 et 2010) –impact traité de Kyoto
- réduire de 20% la consommation énergétique d'ici 2020

France : loi programme du 13/7/05

- réduire de 2% en 2015 l'intensité énergétique (consommation d'énergie/ PIB) Entre 1973 et 2004, l'intensité énergétique finale a baissé de 38%)
- intégrer 5,75% de biocarburants dans l'essence et le gazole en 2010
- 1 réacteur nucléaire prototype
- réduire de 3% par an les GES
- en 2010 : 10% des besoins énergétiques seront issus des énergies renouvelables. Plus de 50% de la production de chaleur sera issu des énergies renouvelables

La production européenne

L'Europe est indépendante du point de vue énergétique à 50%

L'électricité européenne représente 2649TWh/an dont 34% nucléaire, 27% charbon, 18% gaz et 13% hydraulique

MTEP	Royaume uni	Norvège	Allemagne	France
Production annuelle	262	227	134	132
Dont	100 pétrole et 100 nucléaire	160 pétrole	60 charbon et 40 nucléaire	110 nucléaire

Les expériences étrangères

Allemagne

- Investissement de 6,5Milliards d'Euros dans la construction de nouvelles unités de production électrique à énergie renouvelable :
2,4ME sur l'éolien, 2,1ME sur le solaire, 1,7 ME sur la biomasse, 0,2ME sur la géothermie, et 0,05ME sur l'hydraulique

- 130 000 personnes travaillent dans le secteur des énergies renouvelables
- le coût des énergies renouvelables a été divisé par 2 entre 1990 et 2005. Avec l'augmentation du prix du pétrole, d'ici 15 ans, les énergies renouvelables deviennent compétitives
- puissance de 16500MW installée en éolien en 2004 pour produire 22,6TWh par an
- 11m2 de capteurs solaires pour 1000hab avec un objectif de 100 000 toits solaires

Suède

L'objectif est de se passer du pétrole et du charbon dans les 15 ans à venir en utilisant éolienne, biocarburant, énergie marémotrice

Aujourd'hui : 26% de l'énergie est renouvelable

La forêt suédoise fournit 8,3Mtep

Danemark

6000 éoliennes pour une puissance de 3115 MW

13,6% de la production d'énergie provient de ressources renouvelables

55% de l'électricité est issue du charbon et 21% du gaz

Les axes de recherche

L'analyse de la Recherche et Développement en France montre :

- En matière de recherche sur l'efficacité énergétique, insuffisance de crédits sur l'efficacité énergétique des bâtiments
- En matière de séquestration de CO₂ : budget très insuffisant
- En matière de recherche sur les carburants issus de la biomasse : budget insuffisant
- Sur l'efficacité des réseaux électrique et le nucléaire : recherche en pointe
- Sur les énergies renouvelables (géothermie, pile à combustible, éolien, solaire, production-transport-stockage de hydrogène) la recherche française est en retard

Il nous faut rattraper ces retards en travaillant sur :

- Le développement d'une filière de l'hydrogène
- Sur la pile à combustible
- Sur la séquestration et stockage du CO₂
- Sur l'électricité photovoltaïque
- Sur les bio énergies

La maîtrise de l'énergie dans les bâtiments est un enjeu fort. Le bâtiment consomme 70MTEP par an en France. L'objectif est de réduire de 40% les consommations énergétiques en 2010 :

- En mettant au niveau actuel énergétique des constructions neuves, les constructions anciennes par réhabilitation (choix des matériaux)
- En définissant le bâtiment à énergie positive : nouveaux matériaux pour isolation, capteurs solaires, stockage énergie

Il nous faut mener une réflexion sur l'avenir du transport routier et ferroviaire

Il nous faut mener une recherche sur les structures urbaines : spécialisation des espaces, mixité et impact sur les déplacements

Il nous faut rechercher le compromis entre la sécurité passive des véhicules (augmentation du poids) sécurité active (prévention électronique) et consommation des véhicules

Il faut améliorer le rendement énergétique de nos modes de production électrique

%	Thermique Gaz	Thermique biomasse	nucléaire	hydraulique	éolien	Photovoltaïque
Aujourd'hui	53	15	34	75	30	15
Objectif 2030/2040	60	50	50(gen 4)	75	50	30