

De l'énergie primaire à l'énergie finale

Le charbon, le gaz, le bois sont consommés sans transformation majeure par le consommateur final, soit directement, soit par une production de chaleur effectuée au voisinage de la consommation : grandes chaudières de chauffage urbain ou chaudières d'immeubles alimentées par des combustibles. Les produits pétroliers – essence, fiouls – sont produits à partir du pétrole brut dans les raffineries. L'électricité est produite par différentes techniques : centrales thermiques à combustibles fossiles (charbon, fioul, gaz naturel) dites « centrales thermiques classiques », centrales nucléaires, centrales hydroélectriques, installations éoliennes et photovoltaïques⁽³⁾.

Le bilan en énergie primaire

L'énergie « primaire » correspond à des produits énergétiques « bruts » dans l'état (ou proches de l'état) dans lequel ils sont fournis par la nature : charbon, pétrole, gaz naturel, bois (également déchets combustibles qui sont fournis par les activités humaines)⁽⁴⁾. Pour l'électricité, on considère comme « électricité primaire » celle qui est produite par d'autres moyens que les centrales thermiques classiques : énergie nucléaire, hydraulique, éolien, photovoltaïque, géothermie.

Chacune de ces sources d'énergie est mesurée dans une unité qui lui est propre : tonne de charbon, stère de bois, tonne de pétrole brut⁽⁵⁾, mètre cube pour le gaz naturel. Le kilowattheure (kWh) est l'unité utilisée pour l'électricité, mais aussi pour le gaz et la chaleur.

Comme pour l'énergie finale, l'unité commune officielle est le Joule, mais en France on utilise la « tonne équivalent pétrole » (tep). Pour les combustibles fossiles et le bois, la valeur en tep est calculée à partir du pouvoir calorifique de chaque « énergie primaire ».

La comptabilité de l'électricité primaire est plus complexe (voir fiche 1). La production d'électricité par l'hydraulique (ainsi que l'éolien et le photovoltaïque), comptabilisée en kWh, est exprimée en tep en utilisant la conversion des unités physiques (comme pour la consommation finale) : 1 000 kWh valent 0,086 tep. Pour la production d'électricité par des centrales nucléaires, on comptabilise en énergie primaire la chaleur produite par le réacteur nucléaire⁽⁶⁾. Lorsqu'une centrale nucléaire produit 1 kWh d'électricité, le réacteur nucléaire qui l'équipe produit 3 kWh de chaleur dont 2 représentent les pertes calorifiques liées à la transformation de chaleur en électricité (principe de Carnot). Cette chaleur est rejetée dans la rivière, la mer ou l'atmosphère. Ainsi, lorsqu'une centrale nucléaire produit 1 000 kWh, cette production est comptabilisée $0,086 \times 0,33 = 0,2606$ tep. Il en est de même pour l'électricité géothermique : pour produire 1 kWh d'électricité on considère qu'il faut 10 kWh de chaleur géothermique. Cette production est comptabilisée à 0,86 tep.

Les quantités d'énergies primaires utilisées en France pour produire les énergies finales nécessaires à la satisfaction des différents besoins énergétiques figurent dans le tableau suivant (on appelle ces quantités les « disponibilités » en énergie primaire).

Les disponibilités en énergie primaire en 2006 (Mtep)

Charbon	Pétrole	Gaz naturel	Électricité nucléaire	Électricité hydraulique	Énergies renouvelables	Total
12,4	91,8	40,3	112	5,6	13,1	275,3
4,5 %	33 %	14,4 %	41 %	2 %	4,6 %	100 %

Source : Observatoire de l'énergie. Valeurs corrigées du climat

Dans ce bilan primaire, l'électricité d'origine nucléaire occupe la première place avec 41 %, devant le pétrole et loin devant les autres sources.

(3) L'électricité est produite également par des centrales fonctionnant en cogénération (production de chaleur et d'électricité) qui peuvent utiliser notamment des déchets urbains solides ou du bois et des déchets de bois.

(4) On ne place pas l'uranium dans les énergies primaires, bien qu'il constitue la matière première de base de la production de chaleur dans les réacteurs nucléaires. Il serait logique de le comptabiliser au même titre que les sources fossiles. Ne pas le faire permet d'escamoter la question de son importation. De ce fait, la production d'énergie par les centrales nucléaires est considérée comme intégralement « nationale », ce qui est discuté.

(5) Le « baril », utilisé internationalement pour exprimer les productions et les prix, vaut 1/7 de tonne.

(6) Une centrale nucléaire fonctionne comme une centrale thermique classique dans laquelle la chaudière est remplacée par un réacteur nucléaire produisant de la chaleur transformée ensuite en électricité grâce à une turbine et un alternateur.

De l'énergie primaire à l'énergie finale

La différence entre les valeurs de la disponibilité d'énergie primaire (275,3 Mtep) et la consommation d'énergie finale (161,7 Mtep), soit 113,6 Mtep, provient :

- Des consommations des industries de l'énergie : consommation des raffineries (5,2 Mtep) et consommation d'électricité du secteur énergétique⁽⁷⁾ (4,6 Mtep).
- De la différence (environ 7 Mtep) entre la consommation de combustibles (charbon, produits pétroliers, gaz, biomasse) pour la production d'électricité et les 5,2 Mtep d'électricité produite⁽⁸⁾.
- Des pertes (et ajustements statistiques) de 81,3 Mtep, pour l'essentiel les rejets de chaleur liés à la production d'électricité par les centrales nucléaires (77 Mtep) et des pertes de transport d'électricité.
- Des consommations des produits fossiles (charbon, pétrole, gaz) à des fins non énergétiques (industrie chimique, goudrons, etc.) (15,4 Mtep).

Production nationale et échanges d'énergie

Le tableau suivant indique, pour chaque source d'énergie primaire, les quantités produites en France et celles qui sont importées, le bilan fournissant les disponibilités (ou consommation primaire).

Production nationale et échanges d'énergie (primaire) en 2006 (Mtep)

	Charbon	Pétrole	Gaz naturel	Électricité nucléaire	Électricité renouvelable*	Énergies renouvelables	Total
Production nationale	0,2	1,3	1	117,3	5,6	11,9	138,1
Importations nettes**	12,2	90,5	39,3	- 5,3***	0	0	137,2
Disponibilités	12,4	91,8	40,3	112	5,6	13,1	275,3

Source : Observatoire de l'énergie. Valeurs corrigées du climat

*Hydraulique, éolien, photovoltaïque

** Importations – exportations.

*** Les exportations d'électricité sont attribuées à la production d'origine nucléaire.

La place des énergies renouvelables dans le bilan de l'approvisionnement d'énergie

Au total, les énergies renouvelables contribuent en 2006 pour 18,7 Mtep (13,1+5,6) à l'approvisionnement en énergie de la France, soit 6,8 % de cet approvisionnement (hors utilisations non énergétiques).

Le tableau ci-dessous résume les données des fiches 2 et 3 en ce qui concerne les renouvelables.

Renouvelables et nucléaire dans le bilan primaire et final Français en 2006

	Énergie primaire	Énergie finale
Énergie renouvelable (Mtep)	18,7	16
Part dans le bilan	6,8 %	9,9 %
Énergie nucléaire dans le bilan (Mtep)	112	27
Part dans le bilan	41 %	17 %

On remarquera la très faible différence qui existe pour les renouvelables entre énergie primaire et finale avec des pertes de 2,7 Mtep, soit 14 %. Au contraire pour le nucléaire la différence est considérable avec des pertes

(7) Notamment les usines d'enrichissement de l'uranium.

(8) Cette différence correspond à la perte de chaleur qui accompagne la production d'électricité et pourrait donc être comptabilisée dans la rubrique « pertes » qui ne prend actuellement en compte que les pertes de chaleur des centrales nucléaires.

de 85 Mtep, soit 76 %, somme des pertes de chaleur des centrales, des consommations internes de la branche et des pertes de transport et distribution de l'électricité.

Cette différence explique en très grande part la faible efficacité énergétique Énergie primaire/Énergie finale (EEFP) de notre pays qui n'atteignait que 59 % en 2006. La situation se présente beaucoup mieux pour d'autres pays de l'Union européenne comme le montre le tableau ci dessous.

Effacité énergétique E primaire/E finale (EEFP) de quelques pays européens en 2005

Espace énergétique	Primaire	Finale	EEFP
France	275,7	158,1	57,3 %
Allemagne	345	230,6	74,2 %
Italie	186	133,8	71,9 %
Danemark	19,8	15,33	77,3 %

Ces pays font pourtant largement appel aux énergies fossiles (charbon et gaz) pour produire leur électricité. Mais d'une part, cette production se fait en général avec de meilleurs rendements que pour le nucléaire (36 à plus de 55 % selon les combustibles) et, de plus, une partie de l'électricité est produite en cogénération avec des efficacités E finale/E primaire élevées (>75%). Enfin, la plupart de ces pays consomment moins d'électricité en proportion dans leur bilan final que la France : l'Allemagne et l'Italie ne consomment que 19,2 % d'énergie finale sous forme d'électricité, le Danemark, 18,2 %, la France près de 23 %.

Cet ensemble de raisons conduit à des gains d'efficacité E finale/E primaire de 15 à 20 points pour ces pays par rapport au cas français.