

LES ENERGIES

Bilan

Choix de développement

Evolution souhaitable

Sommaire

1. Introduction	2
2. Consommation énergétique pour électricité en 2011 (%)	2
2.1. Consommation d'électricité	2
2.2. Réserves estimées	3
2.3. Comparaison entre les différentes sources d'énergie	3
3. Caractéristiques des installations	4
3.1. Puissances unitaires installées (pour un système)	4
3.2. Surface occupée (pour une installation de base classique)	4
3.3. Disponibilité des systèmes	5
3.4. Rendement des installations	5
4. Caractéristiques des différentes installations	6
4.1. Délais de démarrage	6
4.2. Longévités de fonctionnement	6
4.3. Coût de revient	6
4.4. Emission de CO ²	6
5. Analyse	7
5.1. Les énergies renouvelables	7
5.2. Les énergies indispensables aux énergies renouvelables	7
6. Conclusion	8

1. Introduction

BILAN QUANTITATIF des MODES de PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE.

A la veille des rencontres devant décider la transition énergétique de la France, il est bon de préciser les paramètres à prendre en compte pour permettre une comparaison équitable des différents systèmes potentiels existants.

2. Consommation énergétique pour électricité en 2011 (%)

2.1. Consommation d'électricité

Source d'énergie	France *	Monde*
Nucléaire	74,1	13
Thermique	10,8	67
Hydraulique	12,3	16
Renouvelable hors hydraulique (1) <i>(1) Eolien, solaire, géothermie, méthanisation</i>	2,8	4
* les valeurs sont exprimées en %		

Remarque : On notera la marginalité des énergies renouvelables, malgré un accroissement récent, et la difficulté à long terme d'une substitution possible.

2.2. Réserves estimées

Réserves estimées (en années, par rapport au rythme de consommation actuel)

Source d'énergie	Période	Observations
Bois	Non mesurable	Forte dispersion
Pétrole	40 à 50 ans	+ avec pétrole profond
Gaz	60 à 80 ans	+ doublé avec gaz de schistes
Charbon	Quelques 100 ans	
Nucléaire	~ 100 ans	avec uranium enrichi
Nucléaire fission	~ 100 ans	Davantage avec sur générateur, et illimité avec fusion
Hydraulique	Non limitées	Variations saisonnières
Eolien solaire	Illimitées	Mais intermittentes et variables selon le lieu

2.3. Comparaison entre les différentes sources d'énergie

Limitée (~ 100 ans et +)	Longue durée (100 à 1000 ans)	Illimitée (renouvelable)
Pétrole	Géothermie	Hydraulique
Gaz	Nucléaire (surgénérateur)	Eolien
Charbon		Solaire
Nucléaire (classique)		Biomasse
		Nucléaire (fusion)

Remarque : Hors énergies fossiles, les réserves sont toutes supérieures à une durée de vie humaine.

3. Caractéristiques des installations

3.1. Puissances unitaires installées (pour un système)

Installation	Puissance	Observations
Thermique (Centrale)	200 à 800 MW	Chine et Russie jusqu'à 5000 MW
Hydraulique (Centrale)	200 à 800 MW	3 Gorges-Chine 18000 MW
Nucléaire (1 réacteur)	900 à 1400 MW	
Eolien	0,5 à 8 MW	
Solaire	Quelques kW à 20 MW	

Remarque :

En ordre de grandeur comparatif de production 1 réacteur REP d'environ 1.000 MW est équivalent à :

- 2 à 5 centrales thermiques
- 3 à 5 gros barrages
- 3.000 éoliennes terrestres, et (~ 1.500 en mer)
- 6 millions de m2 de panneaux PV (puissance réelle°)

N.B. : On ne peut pas généraliser davantage, chaque installation étant spécifique.

3.2. Surface occupée (pour une installation de base classique)

Installation	Désignation	Surface
Centrale nucléaire		0,2 km ²
Solaire PV	Champ de panneaux d'environ	100 km ²
Hydroélectricité	Retenue d'eau	300 à 400 km ²
Eolien	Champ d'éoliennes	500 km ²
Biomasse	Surface	3000 km ²

Remarque : D'où l'encombrement du sol nécessaire aux installations d'énergies renouvelables

3.3. Disponibilité des systèmes

C'est une donnée très importante pour une installation énergétique.

Elle caractérise sa fiabilité de fonctionnement, en particulier pour une production électrique.

Elle s'exprime en heures de fonctionnement annuel, on trouve ainsi pour les différents systèmes :

Installation	Disponibilité	Observations
Centrale à flamme (gaz et charbon)	8000 h/an	
Barrage hydraulique	~ 2000 h/an	A priori non limité, mais fonction du climat et de la pluviosité,
Nucléaire	~7500 h/an	Taux de disponibilité de 80 à 85 %
Eolien terrestre	~ 2000 h/an	3000 h/an sur mer
Solaire PV	~ 2000 h/an	900 h en Bretagne à 1400 h en Corse

Remarque : Ce qui montre qu'éolien et solaire ne peuvent pas constituer des énergies indépendantes, ni massiques, mais seulement d'appoint.

3.4. Rendement des installations

C'est le rapport entre l'énergie reçue par le système, essentiellement sous forme thermique, à celle utilisable pour l'utilisation (électrique, mécanique ou thermique).

Pour les énergies intermittentes, ceci n'a pas vraiment de sens intrinsèque puisqu'on ne peut pas mesurer un rendement à l'arrêt (il traduit donc la disponibilité).

Source d'énergie	Rendement	Observations
Moteur thermique	35 à 40 %	
Moteur électrique	80 à 85 %	
Centrale à flamme	35 à 40%	Jusqu'à 50% avec cogénération* Jusqu'à 60% prévu avec les nouvelles centrales à gaz
Centrale nucléaire	30 à 35%	Pour EPR
Centrale hydraulique	~80%	
Eolien terrestre	20 à 25%	30 à 35 % en off shore (pour des vents de 10 à 25 m/s)
Solaire PV	~10% (si amorphe)	15 à 20% (Si cristallin), mais rien la nuit
Pile à hydrogène	~60%	

(*) La cogénération consiste à produire simultanément dans une même installation de l'électricité et de la chaleur

Remarque : On constate le très faible rendement du photovoltaïque, indice d'une technique pas encore mure.

4. Caractéristiques des différentes installations

4.1. Délais de démarrage

Centrale à gaz : quelques minutes

Nucléaire : 2 à 3 jours

Hydraulique : instantané

4.2. Longévités de fonctionnement

Ou, durée de vie, estimée:

- Centrales à flamme, et nucléaire 30 à 40, voire 60 ans
- Barrage hydraulique ~100 ans et plus
- Eolienne, et capteur solaire ~ 20 à 25 ans

4.3. Coût de revient

Il faut bien retenir l'ordre de grandeur de ces chiffres, en relatif, et différencier le coût de revient du prix de vente qui tient compte des subventions accordées.

Source d'énergie	En €/MWh	Par rapport au nucléaire
Nucléaire	39 à 42*	1
Gaz	70 à 80	1,8 à 2
Charbon	60 à 70	1,5 à 1,8
Hydraulique	35 grosse 80 petite	0,8 à 2
Eolien terre	70 à 90	1,7 à 2
Eolien mer	120 à 140	2,8 à 3,3
Photovoltaïque	200 à 300	5 à 7,5
Biomasse	110 à 1220	2,7 à 3

(*)Coût C3P : coût comptable complet = 39,8 €/MWh,

Coût recalculé et actualisé d'après la Cour des Comptes = 49,5 €/MWh, pour les réacteurs actuels.

4.4. Emission de CO²

Source d'énergie	En grammes KWh	kg équivalent carbone par tep selon Manicore : moyenne
Charbon	750 à 1100	1123
Pétrole	850	840
Gaz	400 à 500	700
Photovoltaïque	50 à 150	316
Eolien	3 à 22	32
Nucléaire	6	19
Hydraulique	4	13
Biomasse (bois)	13 à 350 (sans replantation)	7 (replanté)

5. Analyse

5.1. Les énergies renouvelables

Les « Verts » pensent qu'il suffit de développer les énergies nouvelles particulièrement l'éolien et le solaire.

Or, on sait que ceux-ci fonctionnent de façon intermittente et diffuse :

1. **L'éolien pour produire doit recevoir un vent** dans une gamme de vitesses allant de 15 à 90 km/h. En deçà il ne crée pas de courant et au delà on doit mettre les pales « en drapeau » pour arrêter le rotor de façon à ne pas le détruire.
En fait, au mieux, on fournit de l'électricité au réseau que 2.000 h/an sur terre, et 3.000 h/an en mer (soit un rendement de 25 à 35 %, une année = 8.640 h).
2. **Le photovoltaïque ne fonctionne pas la nuit**, et peu les jours où le ciel est voilé.

On évalue son rendement à environ 10 % de l'ensoleillement reçu qui, en France, représente 1.000 à 1.500 KWh/m²/an, en allant du Nord au Sud. C'est en fait une activité régionalisée qui doit rester proche du lieu de consommation.

Ainsi, dans les 2 cas, on doit leur associer un autre type d'énergie pour assurer une continuité de l'électricité car celle-ci ne se conserve pas (ou très mal), et bien sûr, créer des lignes électriques (réseaux) pour relier ces systèmes, dispersés sur le territoire, jusqu'aux lieux d'utilisation.

5.2. Les énergies indispensables aux énergies renouvelables

Si l'on exclu le nucléaire (détesté par les « Ecolos »), pour ces sources d'appoint obligatoires il ne reste le thermique et l'hydraulique.

Les systèmes à flamme (fuel, gaz, et charbon) génèrent du CO² incompatibles avec les engagements internationaux pris pour réduire cette pollution. De plus ces combustibles doivent être importés, d'où un accroissement du déficit commercial de notre pays, qui ne dispose ni de pétrole, ni de mines ().*

Et, les sites propres à utiliser l'hydraulique sont pratiquement saturés en France.

6. Conclusion

On voit donc mal comment se passer de l'atome, qui reste notre point fort (massif et sans CO 2) et que l'on peut sécuriser tout en restant à un coût de revient qui ne dépassera pas 50 €/MWh, c'est à dire le plus économique de la zone Euro.

Mais on peut aussi hypocritement faire plaisir aux « Verts » **et couler notre bilan économique avec le peu d'industrie qui nous reste, car, contrairement à une croyance populaire et entretenue le vent et le soleil ne sont pas gratuits.**

() Il est bon de constater que l'Allemagne, qui a optée pour la sortie du nucléaire s'inquiète pour sa compétitivité et que le débat est très vif sur le coût du « tournant énergétique » prévu...*

Avec la faillite du solaire (que l'on pouvait prévoir sous ce climat : abandon de Siemens), et la difficulté d'accroître l'investissement en éolien marin qui impose de construire un nouveau réseau TNT...

À quoi s'ajoutent encore, avec le recours important au charbon, un niveau de pollution au CO 2 devenu inacceptable.

Enfin, et ceci est fondamental, il existe une corrélation parfaite entre PIB et consommation d'énergie disponible.

D'où, sans développement énergétique pas de relance industrielle, et donc, pas de croissance.

Ceci est vital pour disposer d'industries lourdes (sidérurgie, métallurgie, chimie, cimenterie, verrerie, papeterie), bases de toutes les autres...ce qui exclu à la fois l'éolien et le solaire incompatibles avec la demande massive et leur intermittence.

Comme de plus les ressources naturelles s'épuisent, que l'énergie nouvelle doit être décarbonnée et d'un coût accessible (alors que les sites propres à l'hydraulique sont saturés en France et dans l'UE)

Que reste-t-il pour satisfaire à nos besoins ?

Le nucléaire pour l'essentiel.

Sinon, nous coulons : la physique restant plus forte que les discours des politiques.

(*) Avec 2 évolutions possibles, l'EPR (bientôt actif) et le surgénérateur (projet « Astrid » qui pourrait brûler la plupart des déchets nucléaires).

Puis, à plus long terme, ITER si la faisabilité est démontrée.

Le parc nucléaire mondial en exploitation est d'environ 440 réacteurs installés dans 31 pays.

Plusieurs dizaines de réacteurs sont en construction ou en projet à ce jour. Ces derniers concernent des pays qui ont des réacteurs en exploitation et qui souhaitent développer ou relancer la construction de réacteurs (principalement la Chine, l'Inde, les USA, le Royaume Uni, l'Afrique du Sud, le Brésil, des pays de l'Europe de l'Est...).

Les projets de construction de réacteurs concernent aussi de nouveaux pays souhaitant accéder au nucléaire (par exemple, l'Algérie, les Emirats arabes unis, l'Arabie Saoudite, la Jordanie ou le Maroc).

Maurice Reyne