



Dans la filière de deuxième génération qui pourrait résoudre le problème de compétition avec les cultures alimentaires, il y a actuellement de nombreux travaux de recherche sur :

- La transformation de la lignite et de la cellulose en éthanol, en se basant sur la constatation que les termites possèdent des bactéries qui produisent des enzymes capables de convertir du bois en sucre en 24 heures.

- La production d'huile végétale à partir de plantes robustes pouvant pousser en zones arides ou sur des sols salés (Jatropha curcas, Pongamia pinnata).

La production et la consommation des biocarburants (biodiesel et éthanol) ont connu une très forte croissance ces dernières années (35% en moyenne).

Les Etats-Unis et le Brésil sont en tête pour la production de bioéthanol avec 16 millions de m³ chacun par an, et l'Europe avec 1 million de m³.

Bien que beaucoup considèrent que les biocarburants peuvent constituer au moins une alternative de transition face à l'épuisement des carburants fossiles, il faut préciser qu'ils sont caractérisés par de nombreux risques et contraintes :

- **Compétition avec les cultures alimentaires** et assimilation à une nouvelle forme de colonisation des pays du Sud qui pourraient être amenés à s'orienter pour des raisons économiques vers des monocultures destinées aux biocarburants au détriment des cultures alimentaires.

- Augmentation des prix des produits agricoles. A titre d'exemple selon l'OCDE, **60% de la hausse de la demande mondiale en céréales et huiles végétales entre 2005 et 2007, suivis d'une véritable explosion des prix, était due aux biocarburants.**

- Déforestation et réduction des surfaces arables à l'échelle mondiale.

- Haut pourcentage (70 à 80%) des déchets par rapport aux intrants.

- Utilisation excessive de fertilisants et émission de nitrates par les moteurs qui fonctionnent à l'alcool.

- Rendement de 66% par rapport aux carburants fossiles (essence).

## 7. CAS PARTICULIER DE L'HYDROGENE

Il s'agit en fait de l'utilisation de l'hydrogène en tant que combustible pouvant ainsi remplacer un combustible conventionnel pour produire de l'énergie. L'hydrogène est le composant chimique le plus répandu sur la surface de la terre ou dans les mers.

L'usage de l'hydrogène repose actuellement surtout sur le principe de la pile à combustible qui est l'objet de nombreux travaux de recherche actuellement parce qu'il pourrait constituer à l'avenir une solution devant l'épuisement des énergies non renouvelables. Le procédé consiste à combiner de l'hydrogène avec l'oxygène de l'air pour produire de l'électricité alimentant un moteur électrique avec un rendement d'environ 50%.

Dans un véhicule 75 litres d'hydrogène liquide ou 25 litres comprimés équivalent à 40 litres d'essence pour 500 km d'autonomie.

Les contraintes majeures qui le caractérisent sont :

- Sa production actuelle qui nécessite autant d'énergie (hydrolyse, craquage des hydrocarbures, etc.) qu'il en produit.
- Son stockage et son exploita-

tion extrêmement risqués (inflammable et explosif).

- Son prix de revient très élevé pour le moment.

- Le prix de revient de la pile à combustible très élevé : 100 fois le moteur traditionnel.

## 8. CAS PARTICULIER DU NUCLÉAIRE

Bien qu'il s'agisse d'une énergie non renouvelable bon marché (0,04 euros le kWh) par rapport aux hydrocarbures et au charbon, et très utilisée dans tous les pays **d'Amérique du Nord, d'Europe et d'Asie**, elle demeure encore très controversée du fait :

- Des risques d'accident (bien qu'il faille noter qu'en 25 ans, il y a eu moins d'accidents que dans les hydrocarbures, le charbon et l'hydroélectricité).

- Des problèmes de gestion des déchets radioactifs.

- Des ressources limitées (60 ans) au même titre que les hydrocarbures (50 ans).

Par contre, les recherches en cours en matière de surgénération pourraient étendre de façon considérable la durée de vie des ressources existantes. Certains experts avancent le chiffre de **plusieurs centaines d'années de réserves dans ce cas**. (Voir tableau 1)

## 9. LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE MONDE

Actuellement, **67% des sources d'énergie dans le monde sont issues des combustibles fossiles, contre 16% pour le nucléaire et 17% pour les énergies renouvelables.**

**Ces dernières sont de 15% pour l'hydraulique et seulement 2% pour la biomasse, le solaire, l'éolien et la géothermie, soit un équivalent de 500 millions de tonnes équivalent pétrole (TEP).**

**Le secteur des transports est actuellement le plus gros consommateur d'énergie issue du pétrole avec 47%, suivi par le secteur des industries avec 26%, le domestique avec 13%, le secteur énergétique (électricité) avec 11%, et le secteur marin avec 3%. Ce taux de consommation est prévu demeurer approximativement le même jusqu'en 2030.**

Ces données nous permettent, par conséquent, de définir les secteurs où il y a lieu de faire le maximum de progrès en matière d'économie d'énergie et d'introduction de nouvelles sources, d'où la nécessité d'une rapide transition vers les énergies renouvelables.

La prise de conscience à l'échelle mondiale au sujet de l'épuisement inéluctable des énergies non renouvelables et les effets catastrophiques sur l'environnement et le réchauffement climatique a accéléré durant les deux décennies passées le recours aux énergies renouvelables à travers d'énormes investissements volontaristes, et surtout des travaux de recherche en vue de développer les technologies dans ce domaine.

**Les investissements dans le monde en 2007 ont atteint 85 milliards de dollars, dont 75% pour le solaire et l'éolien.**

**La consommation mondiale en énergie renouvelable est prévue atteindre un équivalent de 5 milliards de TEP en 2050.**

**A titre d'exemple, l'Union européenne investit 7 à 8 milliards d'euros par an pour la recherche-développement sur les énergies renouvelables et s'est fixé un objectif de :**

- **12% d'énergie renouvelable en 2010 et 20% en 2020**
- **22% d'électricité renouve-**

**lable en 2010**

- **16 % de la chaleur utilisée en 2010**

- **5,75 % de biocarburant en 2010 (voir tableau 2).**

Cette production hydroélectrique représente 89% de la production renouvelable, contre seulement 11% pour le solaire, l'éolien, la biomasse et la géothermie.

## ÉNERGIE ÉOLIENNE

L'Europe est pratiquement le leader mondial en matière de puissance installée en 2007 en matière d'énergie éolienne avec 56 GW (94 GW dans le monde) et 17% de croissance annuelle.

La capacité installée en Allemagne est de 22,5 GW avec 8% de croissance annuelle.

Elle est de 17 GW avec 45 % aux USA, 15 GW et 30 % en Espagne, 8 GW et 28% en Inde.

## ÉNERGIE SOLAIRE

La puissance photovoltaïque totale installée dans le monde passera de 13 500 mW en 2008 à 40 000 mW en 2015.

Sur les 9 400 mW des installations solaires photovoltaïques du monde en 2007, l'Allemagne (3 850 mW), le Japon (2150 mW) et les Etats-Unis (840 mW) représentaient ensemble plus de 70% de cette puissance.

- Le Portugal construit en ce moment la centrale photovoltaïque la plus puissante du monde avec 350 000 panneaux sur 114 hectares.

- En Allemagne, la centrale de Bavaria Solar Park comprend 57 000 panneaux. Celle de Leipzig en Allemagne alimente 5 000 foyers.

- L'Espagne et l'Australie envisagent de construire des tours solaires 750 à 1 000 mètres de hauteur pouvant produire autant d'électricité qu'un réacteur nucléaire et alimenter 120 000 à 200 000 foyers.

- La France ne produit que 6% de son énergie à partir de sources renouvelables, dont 4% à partir de la biomasse, 2% de l'hydraulique, et très peu du solaire.

- Le Maroc, par exemple, prévoit d'investir plus de 2 milliards d'euros pour développer sa production d'énergie renouvelable à partir du solaire et de l'éolien entre 2007 et 2012 pour la porter de 4% à 10%.

- **Le taux de croissance des énergies renouvelables pourrait atteindre 40% d'ici 2020, selon certains experts, vu les besoins croissants en matière d'énergie, et surtout la très probable baisse de contribution des énergies non renouvelables à partir de 2020 ou au plus tard 2030. Seules les centrales solaires concentrées (thermiques) auront alors la capacité de remplacer le manque.**

- **A terme aussi la croissance économique attendue entraînera les pays producteurs d'énergies fossiles non seulement à de fortes consommations de pétrole et de gaz, mais aussi d'eau, et par conséquent des risques de pénuries et de conflits sociaux, dont la solution passera par des mesures de conservation des ressources fossiles et un recours progressif aux ressources renouvelables au même titre que tous les autres pays consommateurs.**

## 10. COMMENT RENTABILISER LES ENERGIES RENOUVELABLES

Les progrès réalisés dans le domaine des énergies renouvelables, le taux de croissance atteint à ce jour ou prévu, n'ont été possibles que grâce à la mise en

œuvre de politiques très volontaristes en matière :

- d'économie d'énergie en premier lieu
- d'amélioration de l'efficacité énergétique

- promotion et développement des énergies renouvelables

- de subventions et de tarifications spécifiques aux énergies renouvelables

- d'obligation de rachat et de raccordement au réseau des énergies renouvelables produites

- de recherche pour améliorer les procédés de production d'énergie, les rendements, et surtout le stockage qui constitue de nos jours la principale contrainte pour toutes les énergies renouvelables.

Tous les pays occidentaux sans exception, qu'ils soient de simples consommateurs d'énergies non renouvelables ou producteurs et consommateurs en même temps, ont pris ces mesures depuis de nombreuses années surtout en matière de recherche pour développer les énergies renouvelables et disposent de véritables stratégies en la matière.

**Il est prévu qu'à partir de 2025, la plupart des énergies renouvelables seront moins chères que les énergies fossiles.**

**Selon le projet «Desertec», une étude lancée en 2003 par le Club de Rome pour accélérer la production d'électricité à partir**

**de centrales thermo-solaires et d'éoliennes au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, les besoins en eau au Moyen-Orient et en Afrique du Nord augmenteront de 300 milliards de mètres cubes actuellement à 500 milliards de mètres cubes en 2050.**

**Il faudra alors investir pas moins de 75 milliards d'euros jusqu'à 2020 pour assurer la transition entre les deux formes d'énergies, et cela pourra faire économiser 250 milliards d'euros entre 2020 et 2050, tout en permettant l'exportation d'électricité vers l'Europe avec moins de 15% de perte dans le transport de cette énergie.**

**Mais ces prévisions ont été faites sur la base d'un pétrole à 25 US\$ le baril en 2005 avec une augmentation prévisible de 1% par an, et nous sommes déjà très loin de ce prix.**

**Toujours selon la même étude, le coût du kWh évoluera de la façon suivante :** (voir tableau n° 3)

PS : les chiffres contenus dans le présent article sont tous tirés de publications disponibles sur internet.

A. A.

**\*Ancien P-DG de Sonatrach et ancien ministre des Ressources en Eau**

## Principaux producteurs d'électricité nucléaire Tableau n°1

Pays	Production en tWh et %	Puissance installée en GW et %	Part du nucléaire dans la production totale
France	431 - 16,4 %	63 - 17,0 %	78 %
Belgique	45 - 1,7 %	6 - 1,6 %	56 %
Ukraine	83 - 3,2 %	13 - 3,5 %	48 %
Suède	70 - 2,7 %	9 - 2,4 %	47 %
Corée du Sud	139 - 5,3 %	17 - 4,6 %	45 %
Suisse	28 - 1,1 %	4 - 1,1 %	39 %
Allemagne	154 - 5,9 %	20 - 5,4 %	31 %
Japon	281 - 10,7 %	48 - 13,0 %	30 %
Royaume-Uni	75 - 2,9 %	12 - 3,2 %	20 %
Etats-Unis	780 - 29,6 %	99 - 26,7 %	19 %
Russie	137 - 5,2 %	22 - 5,9 %	16 %
Canada	87 - 3,3 %	13 - 3,5 %	15 %
Total	2626 - 100 %	370 - 100 %	17 %

## Energie hydroélectrique Tableau n°2

Continent	Production hydroélectrique en 2004 (milliards de kWh)
Asie	735 (dont 397 en Chine, 99 en Inde, 77 au Japon)
Amérique du Nord	658 (dont 360 au Canada, et 270 aux USA)
Amérique Centre et Sud	613 (dont 334 au Brésil, 74 au Venezuela et 51 au Paraguay)
Europe occidentale	543 (dont 134 en Norvège, 75 en Suède, 51 en France et 41 en Italie)
CEI	241 (dont 173 en Russie)
Afrique	89
Moyen-Orient	21
Total	2900

## Tableau n°3

Source d'énergie	Coût du KWh en 2008 (En centimes euros)	Coût du KWh en 2050 (en centimes euros)
Photovoltaïque	20	4
Concentrated solar power	7	4
Eolien	6	4
hydroélectrique	3	3
Charbon	4	6
Hydrocarbures	6	8