

Energies renouvelables

Benjamin Dessus
François Pharabod

où, combien, et pour quoi faire ?

Comment évaluer le potentiel ?

La plupart des études sur les perspectives de développement des filières d'énergies renouvelables sont soit des études de marché à relativement court terme (5 ans) soit des études de nature technique et économique qui tentent de prévoir l'influence des progrès techniques et de l'effet d'apprentissage industriel sur la compétitivité d'une filière déterminée par rapport à ses concurrents (fossiles, fissiles). Mais ce type d'étude fournit peu d'indications sur les potentiels de ces énergies réellement mobilisables dans chacune des régions du monde à des horizons plus ou moins lointains.

Pour apprécier le potentiel raisonnablement mobilisable de chacune des filières, il faut tout d'abord bien entendu connaître à la fois les flux annuels de ces énergies et leur distribution temporelle dans les différentes régions du monde. En fait ces données sont assez bien connues et l'on dispose de cartes mondiales et régionales d'ensoleillement, de vent ou de biomasse assez complètes¹. Tout compte fait, on connaît mieux la distribution régionale du flux solaire que celle des gisements de charbon ou d'uranium.

Il faut aussi connaître l'évolution des caractéristiques techniques et des performances économiques de chacune des filières de transformation de ces flux d'énergie jusqu'à l'usage final. Pour la plupart des filières que nous avons déjà évoquées (voir article précédent),

les recherches et les développements effectués au cours des 30 dernières années permettent d'avoir une bonne connaissance à la fois des performances et des coûts des différentes technologies. Les études technico-économiques précédemment citées permettent aussi d'anticiper les dynamiques de rendement et coût de ces filières en fonction du progrès et des quantités distribuées. Mais cela ne suffit pas. Il faut aussi apprécier dans une région donnée les besoins d'énergie des différents secteurs socio-économiques susceptibles d'y faire appel, à partir d'une analyse de la présence locale d'activités potentiellement consommatrices.

C'est sur cette triple base (physique, technico-économique et socio-économique) que B. Dessus, B. Devin et F. Pharabod² avaient proposé en 1992 d'estimer le "potentiel annuel d'utilisation" des énergies renouvelables d'une filière dans les grandes régions du monde à une époque donnée. L'encadré décrit sur un exemple la démarche retenue.

Cet exercice qui date maintenant de 10 ans avait été effectué sur 10 filières technologiques principales considérées à l'époque comme ayant atteint le stade de la démonstration technique et économique (au moins dans des conditions favorables), et comme capables de répondre à des besoins importants dans de nombreuses régions du monde : eau chaude solaire, électricité photovoltaïque hors réseau, électricité solaire sur

Un exemple de calcul : le potentiel énergétique actuel des chauffe-eau solaires dans la Communauté européenne

La technologie est bien connue : il s'agit de capteurs solaires plans comme on en voit sur le toit des maisons, fonctionnant à basse température (< 80°C) avec un rendement de l'ordre de 40% dans des régions où l'ensoleillement annuel est suffisant. Ces capteurs produisent l'eau chaude sanitaire domestique. Pour assurer une rentabilité suffisante de cette solution, au prix actuel des capteurs, il faut une ressource de soleil supérieure ou égale à 1100 kWh/m²/an. C'est le cas en France par exemple, au sud de la Loire.

Pour estimer le potentiel annuel de cette filière dans l'ensemble de la Communauté Européenne, il faut alors se poser les questions suivantes :

- Quelle est la population concernée par cette application?

Sur une population de 320 millions d'habitants, la CEE en compte environ 150 dans des régions où l'ensoleillement dépasse 1100 kWh /m²/an. Cela ne veut évidemment pas dire que dans d'autres régions l'application est impossible, mais plutôt que les usages, plus rares et plus spécifiques, n'auront pas un impact important sur le bilan énergétique global de la région.

D'autre part on se rend compte bien vite que l'implantation de capteurs solaires sur les toits des maisons ne peut pas se faire n'importe où ; c'est évidemment plus facile sur une maison individuelle que sur les tours de La Défense, en zone d'habitat dispersé que dans les grandes villes! On a donc réservé cette solution aux logements des zones rurales ou suburbaines, en habitat individuel ou semi collectif. On peut estimer que 20% de la population des régions du sud de la CEE satisfont à cette condition. Par conséquent ce sont 30 millions d'habitants, soit 9% de la population totale de la CEE qui pourraient raisonnablement bénéficier de l'eau chaude solaire.

- Quels sont les besoins d'eau chaude sanitaire de ces habitants ?

L'Européen moyen consomme environ 50 litres d'eau chaude sanitaire par jour pour les différents usages domestiques. Tenu compte du rendement des capteurs et de l'ensoleillement local il faudra de 0,8 m² à 1 m² de capteur par habitant pour fournir cette eau chaude.

Reste alors à calculer l'énergie solaire qui vient ainsi se substituer au gaz, au fuel ou à l'électricité qu'il aurait fallu utiliser pour produire cette eau chaude. En Europe, 65% de l'eau chaude sanitaire est produite au gaz ou au fuel, et 35% à l'électricité. Compte tenu des rendements de ces différentes filières, on peut calculer facilement l'énergie que remplace un m² de capteur, en moyenne 0,08 tep/m²/an.

Avec ces données, on trouve un "potentiel annuel" de l'ordre de 2,5 Mtep pour la filière eau chaude solaire dans l'habitat de la Communauté Européenne. Ce chiffre n'est évidemment qu'un ordre de grandeur, mais donne une première indication intéressante sur les enjeux associés à la filière considérée.

réseau (centrales photovoltaïques ou thermodynamiques), hydroélectricité, électricité éolienne hors réseau et sur réseau, bois énergie, énergie des déchets urbains, énergie des déchets ruraux, cultures énergétiques.

L'exercice avait été réalisé sur un monde découpé en 22 régions³.

Les auteurs n'étudiaient ni la filière chauffage solaire actif des logements qui relève de la même logique et de technologies analogues à celles employées pour l'eau chaude sanitaire, ni la filière géothermique.

D'autre part, comme le soulignaient eux-mêmes les auteurs « *Il est assez clair que d'autres filières pourraient être prises en compte comme l'énergie des vagues, les éoliennes offshore ou l'énergie des marées. Il est évident que tout nouveau progrès technologique impliquera une nouvelle évaluation des différents potentiels annuels renou-*

velables régionaux comme c'est le cas pour les énergies fossiles. Par ailleurs la croissance de la population et du niveau de vie dans les régions considérées aura une influence directe sur les besoins énergétiques ; ceci implique la possibilité d'une croissance des potentiels renouvelables estimés en relation avec les besoins sectoriels. »

Quand on revisite cet exercice réalisé il y a une dizaine d'années on s'aperçoit que la plupart des considérations et hypothèses de l'époque restent valables, en ordre de grandeur. Cependant certaines applications nouvelles sont apparues comme par exemple le photovoltaïque sur les toitures des maisons et relié au réseau. D'autres comme les centrales solaires thermodynamiques ou photovoltaïques ne se sont pratiquement pas développées au cours des dix dernières années contrairement aux projections.

D'autre part, certaines des limitations que s'étaient imposées les auteurs (par exemple sur le taux d'électricité aléatoire acceptable sur le réseau électrique, généralement choisi à un maximum de 15% en énergie) semblent aujourd'hui en voie d'être dépassées. Enfin les considérations environnementales (en particulier le changement de climat) donnent aujourd'hui une prime aux énergies renouvelables, dans la mesure où elles ne suscitent pas d'émission de gaz à effet de serre.

C'est sur ces principes qu'ils ont pu dessiner une carte mondiale du potentiel de chacune de ces énergies renouvelables et apprécier son évolution dans le temps avec le progrès technique et le développement démographique.

Le potentiel aujourd'hui

On résume ci-dessous les principales hypothèses et les principaux résultats de cette étude en signalant au passage les données qui nous paraissent aujourd'hui à corriger.

Les résultats globaux sont présentés sur 10 grandes régions par regroupement des résultats détaillés établis pour 22 régions et condensés en trois tableaux (tableaux 1, 3 et 4) : électricité primaire renouvelable, autres énergies renouvelables et potentiels totaux d'énergies renouvelables.

On pourra se reporter à la publication originale PMER (voir note 2) pour analyser les hypothèses et les résultats par filière.

Électricité primaire

Pour les dix régions du monde, le tableau 1 indique les potentiels d'électricité primaire pouvant être produite à partir de l'eau, du soleil et du vent dans les hypothèses initiales envisagées par les auteurs mais corrigées des quelques considérations précédentes. Cette prise en compte se traduit en fait essentiellement par la suppression de la colonne « électricité solaire sur réseau » qui était prévue en 1992, filière qui n'a aucune chance de dépasser la marginalité (quelques TWh au cours des 5 à 10 ans qui viennent), et ce pour des raisons économiques. Sur les 4500 TWh de potentiel électrique mondial indiqué, un peu plus de 2700 TWh sont déjà produits principalement par la grande hydraulique à la fin des années 90 (1600 environ dans les pays industrialisés et 1000 dans les PED). Restent donc à équiper :

- environ 1100 TWh dans les pays du Nord : près de 900 d'hydraulique (principalement dans les pays en transition dont le taux d'équipement est encore très faible et 200 d'éolien, plus éventuellement quelques TWh de solaire sur réseau. L'électricité hors réseau est tout à fait marginale (3 TWh).

- 740 dans les pays du Sud : 460 TWh d'hydraulique en Amérique Latine, en Afrique et en Asie, 260 TWh d'électricité hors réseau (principalement du photovoltaïque et environ 20 TWh d'éolien sur réseau. Dans les deux régions c'est l'hydraulique qui

Tableau 1 : Potentiels renouvelables d'électricité primaire mobilisables dans les années 2000 (TWh)

Potentiels annuels Électricité renouvelable (TWh)	Hydro	Eolien sur réseau	Eolien hors réseau	Solaire hors réseau	Total électricité
Amérique du Nord	767	75	0	1	843
Europe	793	63	1	2	859
Japon, Australie, Nlle Zélande	155	45	0	0	200
CEI, Europe Centrale	816	8	1	1	826
Total pays industrialisés	2531	191	2	3	2727
Amérique Latine	656	5	3	11	675
Afrique du Nord, Moyen-Orient	34	0	1	10	45
Afrique	111	2	4	26	142
Inde	80	5	18	63	166
Chine	325	9	18	34	386
Asie, Océanie	252	0	15	55	322
Total pays en développement	1458	21	59	198	1736
Total Monde	3989	212	61	201	4463

représente le potentiel équipable principal avec les hypothèses d'évolution d'équipement régional retenues (tableau 3).

Bien entendu des taux d'équipement différents pourraient être envisagés pour les années 2000 qui conduiraient à d'autres résultats. On peut observer cependant qu'entre 1985 et 1996 le taux d'équipement des pays du Nord est passé de 79 à 82%, celui des pays en transition de 3,5 à 5% et celui des PED de 8 à 12%.

Pour les autres filières, le potentiel d'électricité renouvelable des pays du Nord est important, du même ordre de grandeur que celui des PED, contrairement à une idée souvent répandue selon laquelle les énergies renouvelables sont une option essentiellement réservée aux pays pauvres du Sud.

C'est évidemment tout particulièrement le cas pour l'éolien sur réseau qui suppose à la fois la présence de réseaux maillés importants capables d'absorber sans difficulté cette énergie fluctuante et de potentiels de vent importants, ce qui est le cas de l'hémisphère Nord. C'est pourquoi le potentiel éolien des pays industrialisés atteint près de 90% du potentiel total mobilisable dans les conditions actuelles.

Pour l'électricité hors réseau c'est bien évidemment le contraire et les potentiels sont situés à plus de 98% dans les pays en développement. Remarquons que le total du potentiel correspondant, de l'ordre de 260 TWh, reste très quantitativement modeste par rapport au potentiel total de l'électricité renouvelable, moins de 6%. Globalement, le potentiel d'électricité primaire encore raisonnablement équipable de l'ensemble des filières renouvelables du pays du Nord en ce début de siècle est supérieur à celui des pays du Sud.

Énergies renouvelables non électriques

Le tableau 3 indique les potentiels annuels d'énergies renouvelables non électriques: bois, déchets, cultures énergétiques, eau chaude solaire, chauffage.

On a reconstitué une colonne chauffage des locaux (filière non retenue dans l'étude citée) à partir des données et hypothèses suivantes :

- On a tout d'abord considéré que, dans les zones qui exigeaient du chauffage des locaux les capteurs solaires étaient susceptibles de fournir environ la moitié du chauffage des logements (le solde étant fourni par des énergies non aléatoires), en moyenne 0,6 tep par logement sur un besoin moyen estimé à 1,2 tep par logement.

- On a d'autre part considéré que dans les régions qui disposaient d'un ensoleillement suffisant (> 1000 kWh par an et par m²) 30% des habitations étaient susceptibles de bénéficier d'une telle solution. Pour y parvenir il faut installer selon les régions et la taille moyenne des familles de 2,5 à 4 m² de capteur par habitant. En Europe par exemple, on suppose l'installation de 3 m² de capteur par habitant ce qui conduit pour un ménage moyen de 2,6 personnes à une surface de 8 m² fournissant annuellement 0,6 tep.

Cela conduit à envisager un potentiel d'installations solaires de 70 millions de foyers dans les pays industrialisés (environ 20% des ménages de ces régions) et de 30 millions de foyers dans les pays en développement (3 à 4% des ménages de ces pays).

Le tableau 3 attire les commentaires suivants : Si l'on tient compte du potentiel de bois non commercial déjà mobilisé au Nord (de l'ordre de 30 Mtep) et au Sud (de l'ordre de 670 Mtep), les potentiels encore mobilisables s'élèvent à environ 1700 Mtep.

Le plus important potentiel, aussi bien au Nord qu'au Sud est constitué par les utilisations modernes du bois énergie : 480 Mtep au Nord et 500 au Sud. Comme on l'a déjà constaté plus haut pour l'électricité primaire, l'enjeu quantitatif actuel n'est pas plus fort au Sud qu'au Nord. Le second potentiel est lié aux déchets ruraux et urbains : 500 Mtep environ dont 460 Mtep environ pour les déchets ruraux. Il se répartit en 180 Mtep pour les pays du Nord (dont 155 de

Tableau 2. Hypothèses de taux d'équipement hydraulique

	1996	années 2000-2010
Nord (hors pays en transition)	82 %	87 %
Pays en transition	6 %	20 %
Sud	12 %	20 %

déchets ruraux et 25 de déchets urbains) et 320 Mtep pour les pays du Sud (dont plus de 300 de déchets ruraux de l'agriculture).

Le potentiel de chauffage des locaux se situe d'abord dans les pays du Nord (48 Mtep) contre 40 dans les pays en développement (dont 70% en Chine du Nord).

L'eau chaude solaire vient ensuite avec un peu plus de 100 Mtep dont 90% dans les pays en développement.

Enfin les cultures énergétiques (70 Mtep) se répartissent à peu près également entre le Nord et le Sud. Cela tient à ce que la pression sur les

sols agricoles est beaucoup moins forte au Nord qu'au Sud (friches européennes par exemple). De toutes façons, le rôle de ces cultures susceptibles de fournir des carburants⁴ reste marginal par rapport aux besoins de carburants du Nord et du Sud qui s'élèvent à 2500 Mtep environ.

Globalement le potentiel d'énergies non électriques renouvelables encore raisonnablement mobilisables (au-delà des potentiels de bois non commercial déjà mis en œuvre) est de l'ordre de 1700 Mtep, dont 760 dans les pays du Nord et 940 dans les pays du Sud.

Tableau 3 : Potentiels annuels d'énergies renouvelables non électriques mobilisables dans les années 2000 (Mtep)

Potentiels annuels Energies renouvelables (Mtep)	Bois énergie	Eau chaude solaire	Chauffage solaire	Cultures énergétiques	Déchets	Total
Amérique du Nord	212	4	13	14	67	310
Europe	53	3	14	5	52	128
Japon, Australie, Nlle Zélande	15	2	11	4	16	48
CEI, Europe Centrale	228	2	10	15	56	311
Total pays industrialisés	508 (28)	12	48	38	191	797
Amérique Latine	483	7	0	16	65	571
Afrique du Nord, Moyen-Orient	22	4	3	1	6	36
Afrique	270	11	0	4	24	308
Inde	77	26	0	5	69	178
Chine	65	23	28	3	84	202
Asie, Océanie	229	24	9	3	65	329
Total pays en développement	1145 (645)	95	40	32	313	1624
Total Monde	1653 (673)	106	88	70	504	2421

Note : dans la colonne "bois", la deuxième valeur concerne le bois non commercial

Tableau 4 : Potentiels annuels d'énergies renouvelables totaux mobilisables dans les années 2000 (Mtep)

Potentiels annuels totaux Energies renouvelables (Mtep)	Hydro	Solaire	Eolien	Bois	Cultures	Déchets	Total
Amérique du Nord	169	18	16,4	212	14	67	496
Europe	174	17	14	53	5	52	316
Japon, Australie, Nlle Zélande	34	13	9,8	15	4	16	92
CEI, Europe Centrale	180	12	1,8	228	15	56	493
Total pays industrialisés	557	60	42	508	38	191	1397
Amérique Latine	144	9	1,8	483	16	65	718
Afrique du Nord, Moyen-Orient	8	9	0,1	22	1	6	46
Afrique	25	17	1,2	270	4	24	341
Inde	18	40	5,3	77	5	69	214
Chine	72	57	6,3	65	3	84	287
Asie, Océanie	56	46	3,3	229	3	65	402
Total pays en développement	321	178	18	1145	32	313	2007
Total Monde	878	238	60	1653	70	504	3403

Total énergies renouvelables

Si l'on regroupe les tableaux 1 et 3 en adoptant l'équivalence française 1 TWh = 0,22 Mtep, on obtient le tableau 4.

Si l'on tient compte des potentiels déjà mobilisés au Nord et au Sud au début des années 90 qui sont respectivement de l'ordre de 550 et 950 Mtep, il reste un potentiel mobilisable de l'ordre de 850 Mtep dans les pays du Nord et de 1050 Mtep dans les pays du Sud à l'orée du vingt et unième siècle.

Les enjeux sont donc du même ordre au Nord et au Sud en ce début de siècle. On peut cependant observer que le potentiel des pays du Nord est à répartir sur une population de l'ordre de 1,3 milliard d'habitants alors que celui du Sud est à répartir sur une population de l'ordre de 4,7 milliards d'habitants. L'enjeu se situe donc autour de 0,8 tep de renouvelables par habitant au Nord et de 0,3 tep par habitant au Sud.

On a vu cependant plus haut que ces potentiels, au Nord et au Sud, allaient évoluer, non seulement avec le progrès technique, mais aussi avec les besoins d'énergie eux-mêmes liés à la démographie et au développement économique, dans la mesure où les ressources physiques de chaque forme d'énergie renouvelable sont presque toutes largement supérieures aux potentiels trouvés pour les années 2000. Les besoins de populations rapidement croissantes et les progrès technologiques futurs peuvent donc encore augmenter considérablement la taille de ces potentiels renouvelables.

Quel potentiel dans vingt ans ?

Paramètres

L'augmentation des potentiels prend en compte les hypothèses suivantes d'évolution de trois paramètres principaux :

- Une hypothèse d'augmentation de la population, qui passe de 6 milliards d'habitants en 2000 à 8 milliards en 2020, avec la répartition régionale indiquée dans le tableau 5.
- Une hypothèse d'évolution de la demande énergétique par habitant. Nous retenons des valeurs cohérentes avec celles des scénarios C de l'IIASA présentés plus loin et qui condui-

sent à des consommations d'énergie de 6000 Mtep au Sud et de 5400 au Nord en 2020.

- Des hypothèses de progrès technique. Nous retenons une hypothèse de progrès technique continu (par exemple une augmentation du rendement industriel des photopiles jusqu'à 18% en 2020) mais sans véritable saut technologique⁵.

Potentiels en 2020

Dans ces conditions le tableau 6 donne des estimations pour les différentes technologies à l'horizon 2020 dans les dix régions considérées.

Commentaires

Hydraulique : l'augmentation est essentiellement due au potentiel d'équipement de l'ex URSS et des pays du Sud qui sont encore peu équipés au début des années 2000. Nous proposons les taux d'équipement du tableau 7.

Solaire : Les possibilités d'augmentation du potentiel sont dues :

- au progrès technologique : rendement de conversion en électricité sur site passant de 10 - 12% dans les années 2000 à 18 - 20% en 2020, taux d'acceptabilité d'énergie fluctuante sur réseau passant de 15 à 30% (en raison de la combinaison solaire - combustibles fossiles dans les centrales solaires et des progrès sur le stockage de l'électricité),

Tableau 5 : Augmentation de la population 1990-2020

Population	1990	2020
Amérique du Nord	276	330
Europe	458	450
Japon, Australie, Nlle Zélande	178	230
CEI, Europe Centrale	388	490
Total Nord	1300	1500
Amérique Latine	210	710
Afrique du Nord, Moyen-Orient	255	580
Afrique	465	1140
Inde	850	1310
Chine	1140	1360
Asie, Océanie	830	1400
Total Sud	3750	6500
Total Monde	5530	8000

Tableau 6 : Potentiels annuels renouvelables en 2020 (Mtep)

Potentiels annuels totaux Énergies renouvelables (Mtep)	Hydro	Solaire	Eolien	Bois	Cultures	Déchets	Total
Amérique du Nord	195	40	35	227	80	70	647
Europe	180	30	30	60	65	57	422
Japon, Australie, Nlle Zélande	40	24	20	23	11	16	134
CEI, Europe Centrale	240	24	15	250	34	62	625
Total pays industrialisés	655	117	100	560	190	205	1827
Amérique Latine	245	9	12	620	70	85	1058
Afrique du Nord, Moyen-Orient	8	25	2	25	10	17	82
Afrique	63	35	3	380	60	52	593
Inde	26	80	8	95	5	90	304
Chine	128	99	10	90	5	90	422
Asie, Océanie	90	85	10	229	10	80	555
Total pays en développement	560	345	45	1490	160	415	3015
Total Monde	1215	462	145	2050	350	620	4842

Tableau 7.

Taux d'équipement rapporté au productible exploitable	2000	2020
Nord (hors ex URSS)	87 %	94 %
Ex URSS	20 %	28 %
Sud	20 %	34 %

- à l'installation de centrales solaires compétitives dans les régions bien ensoleillées des pays du Nord,
- à l'augmentation du rendement des capteurs plans de 40 à 50%,
- à l'augmentation des populations et des besoins d'électricité, d'eau chaude et de chauffage dans les pays en développement bien ensoleillés.

A titre d'exemple, pour illustrer la méthode, voici le calcul effectué pour le solaire dans les pays du Sud (encadré ci-dessous).

Éolien : l'augmentation est due essentiellement à l'installation de fermes éoliennes compétitives dans les régions ventées des pays du Nord, principalement en Amérique du Nord et en Europe. La limitation proposée à 30% de la part d'électricité éolienne sur le réseau en raison de son caractère fluctuant ne se cumule pas avec la limitation analogue imposée au solaire dans la mesure où les régions concernées sont distinctes (Canada et nord de l'Europe pour le vent, sud des Etats-Unis et de l'Europe pour le solaire).

Évolution 2000-2020 du potentiel d'énergie solaire au Sud

I - Situation des années 2000 : le tableau 3 donne un potentiel solaire au Sud de 178 Mtep, dont 95 Mtep d'eau chaude solaire, 43 Mtep d'électricité décentralisée et 40 Mtep de chauffage des locaux ; en moyenne, 53% de la surface des pays bénéficie de conditions climatiques favorables ; le réseau peut accepter 10% d'énergie fluctuante.

II - Hypothèses pour le Sud en 2020 : consommation énergétique globale égale à 6000 Mtep, consommation par habitant 1,5 fois celle des années 90-2000, pourcentage d'électricité dans les approvisionnements de 16% (contre 13% en 1990), accroissement de la population concernée par l'énergie solaire de 50%.

III - Eau chaude solaire et chauffage des locaux : $135 \text{ Mtep} \times 1,5 = 202 \text{ Mtep}$ (même consommation par habitant qu'en 1990).

IV - Électricité décentralisée : $43 \text{ Mtep} \times 1,5 \times 1,5 \times 16/13 = 119 \text{ Mtep}$.

V - Électricité sur réseau : implantation dans les pays du Sud de centrales solaires au niveau initialement prévu par les auteurs mais avec 20 ans de décalage : 24 Mtep

VI - Potentiel solaire global : $202 + 119 + 24 = 345 \text{ Mtep}$, presque un doublement par rapport aux années 2000.

Bois :

- Pour le Nord, la réserve totale de bois commercialisé ou non n'augmente pas significativement de 1990 à 2020 dans la mesure où le taux d'accès à la ressource atteint déjà plus de 75% en 2000, mais la part de bois non commercialisé disparaît progressivement dans ces régions. Sur les 190 Mtep de cultures énergétiques dans le Nord, 100 pourraient provenir de forêts plantées dans ce but (par exemple 15 millions d'hectares mis en jachère en Europe pourraient produire 60 Mtep en 2020).

- Pour le Sud, le taux d'accès à la ressource pourrait passer de 25% en 1985 à 65% en 2020. Un point important à noter concerne la décroissance de la réserve de bois non commercial de 645 à 350 Mtep, alors que celle de bois commercialisé augmente de 500 à 1120 Mtep des années 2000 à l'horizon 2020. C'est un facteur favorable à l'environnement dans la mesure où l'utilisation commerciale du bois est beaucoup moins polluante que ses usages traditionnels peu efficaces. 100 Mtep pourraient provenir de forêts cultivées, principalement en Amérique Latine et en Afrique.

Cultures énergétiques : les cultures énergétiques produisent 350 Mtep à partir de céréales, de colza, de betteraves dans le Nord et à partir de canne à sucre et de palme dans les régions peu denses des pays du Sud où la compétitivité avec la production alimentaire est faible.

Déchets : on a considéré que l'évolution des réserves était due essentiellement à l'augmentation de la production agricole indispensable à l'alimentation d'une population mondiale en croissance et à l'augmentation de la production de déchets urbains par habitant des pays du Sud qui atteindrait $1,5 \cdot 10^{-2}$ tep en 2020 ($2,5 \cdot 10^{-2}$ pour l'Europe en 1990).

Si de nouveau, on tient compte des potentiels déjà mobilisés actuellement au Nord (environ 550 Mtep) et au Sud (950 Mtep), il resterait à mobiliser :

- Au Nord, 1280 Mtep, d'abord de bois (420 Mtep), puis d'hydraulique (290 Mtep), de cultures énergétiques (180 Mtep), de déchets

(180 Mtep), de solaire (110 Mtep) d'éolien (100 Mtep).

- Au Sud, 2050 Mtep, également d'abord de bois (800 Mtep), puis d'hydraulique (365 Mtep, soit 1660 TWh), de solaire (345 Mtep), de déchets (335 Mtep), de cultures énergétiques (160 Mtep) et enfin d'éolien (45 Mtep).

En 2020 les potentiels accessibles supplémentaires dans les pays du Sud sont ainsi 1,6 fois supérieurs à ceux des pays du Nord.

En fait, c'est d'abord le bois qui fait la différence (800 contre 420 Mtep). Les potentiels hydrauliques et ceux des cultures énergétiques sont du même ordre.

Le potentiel solaire du Sud, est composé à plus de 60% d'applications thermiques et plus marginalement d'applications électriques (540 TWh d'électricité hors réseau et 110 TWh sur le réseau). L'éolien intervient pour 200 TWh. L'ensemble des potentiels électriques solaire et éolien de 2020 dans les pays du Sud, s'il est effectivement mis en œuvre, atteint 850 TWh, ce qui est considérable, mais ne représente que la moitié du potentiel hydraulique accessible de ces mêmes pays à la même époque.

D'autres évaluations pour 2050

Il est intéressant de comparer ces chiffres avec ceux indiqués par José Goldemberg et al. dans le World Energy Assessment qu'ils ont publié en 2000 sous l'égide du PNUD et du Conseil mondial de l'énergie pour l'horizon 2050⁶. En effet, les chiffres indiqués par ce rapport sont pour la plupart nettement plus optimistes que ceux que nous avons trouvé comme l'indique le tableau 8 et il est important de comprendre ce qui justifie ces différences d'analyse.

Si les différences trouvées pour l'hydraulique s'expliquent aisément par la différence d'horizons de temps envisagés dans les deux études (avec une saturation de l'équipement au Nord et une poursuite de l'équipement jusque vers 80% des possibilités au Sud dans l'étude WEA alors que l'étude PMER - cf. note 2- se fondaient sur des taux nettement plus modestes en 2020), les très

grandes différences d'estimations constatées pour la biomasse et l'éolien ne peuvent pas être expliqués par la seule différence de date d'estimation.

Eolien

À partir d'une estimation analogue à celle de PMER des potentiels techniques régionaux de vent, WEA déduit un potentiel réellement accessible à partir d'un seul critère d'occupation du territoire (4% des territoires). C'est ce qui le conduit à un potentiel très important au Nord comme au Sud, de 4100 Mtep (18 000 TWh environ). L'analyse PMER s'effectue à partir de la même estimation des potentiels de vent sur la base d'un critère très différent puisqu'il retient comme paramètre principal le taux d'électricité éolienne maximal acceptable par un réseau du fait de son aspect intermittent et aléatoire. Les deux limites principales viennent donc de l'estimation de la consommation d'électricité régionale à une époque donnée et du taux choisi. Au-delà des différences de consommation d'électricité qu'on peut envisager en 2020 et 2050, on voit bien que le fait de choisir un critère tenant compte de cette consommation et de la part admissible par le réseau d'énergie annuelle aléatoire conduit à des abattements de potentiel beaucoup plus important que le choix d'un critère d'occupation d'espace au sol. L'estimation PMER semble beaucoup plus réaliste dans l'état actuel des technologies et du maillage des réseaux électriques. Il faudrait en effet pouvoir envisager des maillages de réseau très denses au niveau de continents entiers (voire même intercontinentaux) pour pouvoir compter sur une mutualisation météorologique suffisante pour assurer une relative constance de fourniture d'électricité éolienne.

Cultures énergétiques

C'est pour d'autres raisons que les deux études présentent des résultats très divergents tout au moins pour les pays du Sud. On a vu en effet plus haut que l'analyse PMER se fonde sur la ré-affectation de terres actuellement cultivées à des fins de cultures énergétiques dans des régions dont la densité de population ne risquait pas de conduire à des concurrences d'usage de sol trop importantes. Dans ces conditions en 2020, l'étude PMER propose une affectation de l'ordre de 100 millions d'hectares à des cultures énergétiques (60 au Nord et 40 au Sud environ). Cette analyse se fonde en fait sur l'idée que les pays du Sud, confrontés aux difficultés d'alimentation d'une population en très rapide croissance, ne pourront pas consacrer beaucoup de terres à la fonction énergétique. L'analyse WEA se fonde sur une idée très différente. Elle considère en effet que parmi les 4 milliards d'hectares de terre actuellement non occupées par les activités agricoles ou forestières, (terres non cultivées, zones humides, routes, zones habitées, forêts protégées, montagnes, etc.) 1,3 milliards d'hectares de terres actuellement inemployées pourraient être mises en culture à des fins de production énergétique. L'essentiel le serait dans les pays en développement pour 1,2 milliards d'hectares, principalement en Amérique du sud (660, millions d'hectares) et en Afrique (près de 500 millions d'hectares) et beaucoup plus marginalement dans les pays du Nord (100 millions d'hectares). Bien entendu cette mobilisation massive de terres dans les pays en développement, si elle était réalisable, permettrait une production considérable de biomasse à des fins énergétiques que WEA estime à 4400 millions de tep, plus de 25 fois supérieures à celles de PMER pour les pays

Tableau 8. Comparaison des perspectives PMER (Dessus et al.) et WEA (Goldembergs et al.)

	Cultures énergétiques		Hydraulique		Éolien	
	PMER 2020	WEA 2050	PMER 2020	WEA 2050	PMER 2020	WEA 2050
Nord	190	400	655	730	100	2300
Sud	160	4000	560	1270	45	1800
Total	350	4400	1215	2000	145	4100

du Sud à l'horizon 2050. Mais on est là devant une estimation de nature physique d'un potentiel technique maximal, qui ne tient compte ni des concurrences d'usage du sol à des fins alimentaires, ni des autres usages des plantations éventuelles de bois à des fins autres que l'énergie (bois d'œuvre, pâte à papier, etc.), ni de considérations d'accessibilité et d'économie. Il semble donc plus prudent de s'en tenir à des estimations de l'ordre de celle de l'étude PMER qui sont certes beaucoup plus conservatrices mais aussi beaucoup plus réalistes pour les 20 ans qui viennent.

Que conclure de ces différentes estimations ?

Les estimations présentées ne représentent que des ordres de grandeur des potentiels accessibles des différentes régions du monde en 2000 et 2020. Elles montrent cependant que le recours aux énergies renouvelables, à travers les différentes filières que nous avons envisagées, représente un enjeu considérable au Sud et au Nord, aussi bien dès maintenant que vers 2020.

Bien entendu, l'existence de potentiels accessibles (c'est-à-dire physiquement disponibles à des coûts compétitifs) n'induit pas qu'ils seront exploités. En particulier, il peut exister une très forte dissymétrie d'exploitation entre les pays riches, dont la demande énergétique solvable dépasse déjà de loin les potentiels indiqués, et les pays pauvres dont la demande énergétique reste faible par absence de développement.

Raison de plus pour considérer comme prioritaire la récolte de ces potentiels dans les pays du Nord, plutôt que de compter sur les pays en développement pour récolter les leurs à court terme.

Sigles

CME : Conseil Mondial de l'Énergie

DOE : Department of Energy (USA)

FAO : Food and Agricultural Organisation

IIASA : International Institute for Applied Systems Analysis

ISES : International Solar Energy Society

Mtep : Million de tonne d'équivalent pétrole

MWh : Million de watt-heure (millier de kWh)

PED : Pays en développement

PMER : Potentiel Mondial des Énergies Renouvelables (Dessus et al., 1992)

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

TWh : Téra watt-heure (milliards de kWh)

De quoi s'agit-il ?

- 1 Reproduisant inconsciemment le discours qu'ils contestent chez leurs adversaires, tenants du tout nucléaire.
- 2 À la condition de pouvoir transporter le précieux liquide.
- 3 Cette classification prend en compte à la fois l'adéquation de la filière aux besoins exprimés et l'importance du potentiel de l'application envisagée : par exemple le photovoltaïque à la fois très bien adapté à l'application électricité hors réseau et à fort potentiel d'usage dans de nombreuses parties du monde obtient la note ****. Le même photovoltaïque obtient la note ** seulement pour l'électricité sur réseau et ce pour des raisons principalement économiques de concurrence avec d'autres filières électriques.
- 4 À condition d'avoir résolu le problème du stockage de l'électricité ainsi produite dans le cas où ce n'est pas le réseau qui assure l'équilibre besoins offre d'électricité.
- 5 C'était déjà le cas avec l'énergie nucléaire dont la seule filière d'usage est la production hyper centralisée d'électricité, excluant par là même les usages chaleur et les usages carburant.

Où, combien, et pour quoi faire ?

- 1 Sources : ISES pour le rayonnement solaire, CME pour les bassins hydrauliques, DOE pour les vitesses de vent, FAO pour les productions de bois et de biomasse.
- 2 B. Dessus, B. Devin, F. Pharabod, " Le potentiel mondial des énergies renouvelables ", La Houille Blanche, n°1, 1992. Cette étude sera appelée PMER (Potentiel Mondial des Energies Renouvelables) dans la suite.
- 3 Le monde en 22 régions en 1990 : Canada, Etats-Unis, Communauté Européenne, Europe du Nord et pays Alps (Islande, Norvège, Suède, Finlande, Autriche, Suisse), Europe centrale, Union Soviétique, Japon, Australie et Nouvelle-Zélande, Mexique, Brésil, Amérique Latine (autres pays), Europe du Sud (Chypre, Israël, Malte, Turquie, Yougoslavie), Moyen-Orient (Iran compris), Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Lybie, Egypte, Soudan), Nigéria et Gabon, Afrique (autres pays), Afrique du Sud, Inde, Chine, Corée du Sud-Taiwan-Hong-Kong-Singapour, Indonésie, Asie-Océanie (autres pays).
- 4 Même si leur potentiel pourrait être augmenté en particulier dans les pays du Nord qui sont en situation de surproduction agricole et animale.
- 5 Des développements plus futuristes (tels que les satellites solaires ou un système solaire-hydrogène) pourraient augmenter considérablement les potentiels accessibles.
- 6 World Energy Assessment, UNDP New York, Sept 2000, (notée WEA).

Energies renouvelables au nord

- 1 Nous n'ouvrons pas ici le débat sur les différents types de subventions cachées de la collectivité aux filières nucléaires et fossiles.
- 2 Nous recon naissons que ceci est une simplification d'une situation plus complexe. En effet, certains locataires d'HLM chauffés électriquement choisissent de ne pas chauffer, du fait du montant de la facture.
- 3 Certaines des renouvelables ont depuis longtemps atteint un fort niveau de compétitivité, au point de constituer le choix de préférence pour des industries intensives en énergie, par exemple l'hydro-électricité pour l'aluminium. La compétitivité prix d'autres filières dépend de multiples conditions, notamment de la disponibilité et de la qualité de la ressource renouvelable. Toutefois, les écarts de prix final ne sont cruciaux que pour quelques industries intensives en énergie, exposées à une concurrence internationale.
- 4 Mais quel long terme ? Les perspectives d'épuisement des ressources en pétrole et gaz à plusieurs décennies ne sont-elles pas insaisissables par le processus démocratique ? Nos compagnies pétrolières se préparent pour la transition vers l'ère de l'après pétrole. Mais elles agissent efficacement pour empêcher la prise en compte de cette réalité par les Etats et les peuples.

- 5 Toutefois, l'approvisionnement en pétrole et en gaz est assuré pour au moins 40 ans pour le premier et 75 ans pour le second. Voir *World Energy Assessment: energy and the challenge of sustainability (WEA)*; UNDP, UN DESA, WEC; NY; 2000.
- 6 WEA, op. cit.
- 7 Cette fragilité est un facteur qui conditionne la politique étrangère et militaire des grandes puissances industrielles.
- 8 Bien sûr, dans la limite des terres disponibles.
- 9 Rappelons-nous les pannes de courant dues à la tempête de 1999.
- 10 Des calculs de ce genre ont été effectués dans le cadre d'études françaises (*Conséquences des installations de stockage des déchets nucléaires sur la santé publique et l'environnement*; Rapport de Mme Michèle RIVASI, députée; 17 mars 2000; sur le site de l'Assemblée nationale; *Le contrôle de la sûreté et de la sécurité des installations nucléaires*; Rapport de M. Claude BIRRAUX, député; 25 mars 1999; sur le site de l'Assemblée nationale) et européennes (projet ExternE, voir <http://externe.jrc.es/>).
- 11 Ont-ils évalué le risque ?
- 12 Il existe de nombreux mécanismes possibles pour traiter ce surcoût (voir ci-après article Menanteau - Lamy).

Développement durable au sud

- 1 *World Energy Assessment: energy and the challenge of sustainability (WEA)*; UNDP, UN DESA, WEC; NY; 2000.
- 2 Le terme "G77" réfère au groupe des pays en développement. Les négociations internationales prennent le souvent la forme d'un débat entre trois groupes : le G77, l'Union Européenne et le JUSCANZ (Japan, USA, Canada, Australie et Nouvelle Zélande). La Chine n'appartient pas au G77, mais s'y associe le plus souvent.
- 3 Notez que l'existence d'un réseau ne garantit pas aux citoyens un accès effectif à l'énergie. Le réseau peut être déficient ou insuffisamment alimenté. Par ailleurs, le prix du service peut le mettre hors de portée pour une partie de la population. Toutefois, les EnR, parce qu'elles sont en général chères au kWh, n'apportent pas une solution spécifique à ces problèmes.
- 4 Wamukonya, Njeri; Davis, Mark; "Socio-economic impacts of rural electrification in Namibia: comparisons between grid, solar and unelectrified households"; *Energy for Sustainable Development*, Volume V No. 3; septembre 2001.
- 5 Notez aussi, que du point de vue financier, le taux d'actualisation (notion comptable qui reflète les taux d'intérêt mais aussi des facteurs de risque) entre dans le calcul de la proportion de valeur ajoutée nationale d'un projet. Les taux d'actualisation appliqués dans les PED sont plus élevés que dans les pays industrialisés. Ceci défavorise les EnR qui ont souvent un coût initial élevé.
- 6 Il s'agit d'un problème majeur de santé publique. Voir WEA, op. cit.
- 7 L'utilisation de bio-combustibles tend à réduire certaines émissions, comme le soufre, le plomb et NOx. Par contre, des études soulèvent des craintes quant aux effets carcinogènes de certains produits de combustion de bio-combustibles.

EnR et coopération

- 1 Les énergies renouvelables, de quoi s'agit-il ? Dans ce numéro.
- 2 Les contraintes sociologiques au développement des EnR. Ci-après.
- 3 Énergies renouvelables et effet de serre. Dans ce numéro.
- 4 Le potentiel mondial des énergies renouvelables / La houille blanche (1992).
- 5 Energies renouvelables, où, combien pour quoi faire ? Dans ce numéro.
- 6 Société-monde contre terreur-monde / Supplément / Le Monde, jeudi 22 novembre 2001.
- 7 La place des EnR dans les scénarios à moyen et long terme. Dans ce numéro.

- 8 Youba Sokona et Jean Philippe Thomas: Energie et lutte contre la pauvreté, un autre débat que celui des EnR (dans ce numéro).
- 9 Edgar Blaustein : Développement durable au Sud : l'enjeu de l'accès à l'énergie (dans ce numéro).
- 10 The uneven road for the non grid programme in South Africa /Njeri Wamunkoya paru dans *Energy for Sustainable Development Volume V – No 3 – Septembre 2001* Bangalore. Traduction ci-après.

Afrique du sud

- 1 La population de l'Afrique du Sud était d'environ 46 millions en 1999.
- 2 En 1999 une somme de 64 millions de ZAR avait été inscrite au budget mais jamais utilisée. En août 2000 le NER a inscrit 20 millions de ZAR supplémentaires pour l'électrification par mini-réseaux.
- 3 Le Livre blanc sur l'énergie (1998) stipule que la réalisation de l'accès universel à l'électricité pour tous les foyers était un objectif du gouvernement.
- 4 NER, le numéro de juillet 2000 de l'*Electricity Regulatory Journal* contient les objectifs d'électrification pour l'an 2000. Sur un total de 403 000 connections, 23 000 seront réalisées par des systèmes photovoltaïques hors réseau.
- 5 Par exemple, les taux de subvention n'avaient pas été divulgués.
- 6 La société commune Eskom-Shell est exclue, puisqu'une concession avait déjà été attribuée à cette société avant ce processus.
- 7 Alinéa 6(1) de la Loi sur l'Electricité prévoit qu'un permis de fournisseur est obligatoire seulement pour des ventes annuelles de plus de 5 GWh.
- 8 Ce groupe de concessionnaires s'est retiré depuis.

Energie et pauvreté dans les PED

- 1 Voir en particulier : " L'Energie dans les zones rurales en Afrique : pour l'environnement et contre la pauvreté " - Actes du Forum Régional du Conseil Mondial de l'Energie – (CME). « Quelles priorités pour le secteur de l'énergie en Afrique à l'horizon 2020 » ; février 1997, Dakar. P. 49 à 54.
- 2 On ne citera que pour mémoire les mécanismes des marchés de matières premières énergétiques qui au niveau mondial font perdurer des inégalités criantes entre les acteurs, entraînant les déficits des balances de paiement et par suite l'augmentation du poids de la dette pour les PVD. Il faut rappeler que dans la plupart des pays sahéliens, la part des produits pétroliers dans les importations est de plus de 70 %. Quand ces pays sont producteurs, les modes de répartition des richesses très inégalitaires que l'on rencontre sur le continent excluent le plus souvent les pauvres des bénéfices liés à la détention de ressources énergétiques. On ne fera que souligner les collusions qui existent d'ailleurs, dans certains pays, entre le pouvoir politique et les grandes compagnies pétrolières !
- 3 Voir en particulier, "Energy issues", The World Bank Group, FPD Energy Note No 7, novembre 1995.
- 4 Cf. Note 2 supra.
- 5 "Vivre et mourir en Afrique", Ph. Engelhard, T.Ben Abdallah et M.Seck, ENDA Syspro, Dakar, 1988.
- 6 "Centrales photovoltaïques de Diaoulé et de Ndiébel : suivi socio-économique", Rapport final, Masse LO, Sécou SARR, ENDA Energie, Dakar, décembre 1993.
- 7 Voir également : - Nalini Burn & Laurent Coche, UNDP 2000 " The multifunctional platform : energy for village level economic and social development " - Youba Sokona, 2000 "Case study on the multifunctional platform in Mali" Contribution for the World Energy Assessment.
- 8 "Vulgarisation de la Convention de lutte contre la Désertification et Elargissement du Réseau des ONG sur la Désertification".- ENDA TM, Dakar, avril 1995. 16p.
- 9 D'un point de vue macro-économique, on peut relier cette démarche à celles qui s'inscrivent dans les nouvelles théories économiques de la croissance endogène.

Stimuler le marché des EnR

- 1 Directive 2001/77/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 septembre 2001, JO L 283, p. 33 à 40.
- 2 Ce texte a bénéficié de nombreux échanges avec D. Finon.
- 3 Source : *WindPower Monthly*, The Windindicator (<http://www.wpm.co.nz>), décembre 2001.
- 4 Égal à 90 % du prix de vente au résidentiel.
- 5 Irlande et Ecosse incluses.
- 6 Source ADEME.
- 7 Selon les estimations 2001 de l'Ademe, et en tenant compte d'un effort de maîtrise de la demande d'électricité d'environ 30 TWh, la demande totale d'électricité devrait atteindre 510 TWh en 2010. La contribution attendue des EnR s'éleverait alors à 107 TWh/an, soit un apport supplémentaire de 40 TWh d'ici 2010. Cet objectif pourrait être réparti de la façon suivante entre les différentes filières : éolien 29 TWh, biomasse 5,9 TWh, petite hydraulique 4 TWh, géothermie 0,8 TWh et photovoltaïque 0,3 TWh. Notons que pour l'éolien, cet objectif signifie l'installation d'un parc d'au moins 10000 MW d'ici 2010.
- 8 E-SER : électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables.
- 9 En 2000, sur les 81 nouvelles machines installées, la plupart provenait de l'industrie danoise. (International Energy Agency, *Wind Annual Report 2000*, Mai 2001).
- 10 Les tarifs applicables aux DOM-TOM et à la Corse sont de 60cF/kWh pour toutes les installations pendant les 5 premières années, puis passent à 49 (resp. 30) cF/kWh les 10 années suivantes pour les sites dont le productible atteint 2400h/an (resp. 3300h) quelle que soit la capacité installée.
- 11 Le prix d'achat du kWh éolien est défini sur trois périodes de 5 ans. Il est fixé à 8,4 ceuro/kWh pour toutes les installations pendant les 5 premières années, puis il varie selon la qualité du site, de 5,9 ceuro/kWh pour les sites moyennement ventés à 3 ceuro/kWh pour les sites très ventés.
- 12 Pour une analyse plus complète, se référer à l'article de P.Girard.

Contraintes sociologiques

- 1 L'auteur tient à remercier Guy BONHOMME, Muriel BOUDOU, Madeleine CHARRU, Christian COUTURIER, Paul NEAU et Maurice PASDELOUP pour leurs remarques précieuses.
- 2 Le souci d'équité sociale, celui de l'efficacité économique et celui de la préservation de l'environnement et des ressources à long terme.
- 3 Énergies Renouvelables dans les Régions d'objectif 1. Une opportunité pour les autorités locales. Commission Européenne, DG XVII, 1999.
- 4 Bien que peu comparables avec celles d'autres pays européens, les aides accordées aujourd'hui par l'État français ne leur ont jamais été aussi favorables ce qui laisse espérer un démarrage sans précédent.
- 5 Ils ne recueillent que des déclarations qui peuvent être de simples intentions d'agir ou des manières de valoriser l'image de soi. Et s'il y a parfois un fossé entre le dire et le faire, ces sondages donnent des ordres de grandeur qui demeurent éloquentes.
- 6 C. DUFLOS, « *Les Français et l'environnement* » *Consommation et mode de vie*, CREDOC, n°45, 31 janvier 1990.
- 7 F. GUERIN-PACE, P. COLLOMB, "Les contours du mot *environnement* : enseignements de l'analyse textuelle", *L'espace géographique*, (1), 1998.
- 8 A. DUFOUR, J.-P. LOISEL, « *Les Français et l'environnement : attitudes et comportements* », ADEME/CREDOC, 1997, p. 14.
- 9 Colloque "Energie au quotidien", 7 octobre 1995, UMINATE, Toulouse.
- 10 "Le froid domestique. Étiquetage et efficacité énergétique", *Les Cahiers du CLIP* (11), déc. 1999, p. 85.
- 11 Sondage à la une, "Les français et le nucléaire", 1999, BVA, <http://www.bva.fr/archives/nucleaire99.html>

- 12 On remarquera la valeur très relative et somme toute très artificielle de toutes ces statistiques qui décrivent des déclarations contextualisées et orientées (“voilà ce que je pense compte tenu du thème principal du sondage ou de ce que les questions précédentes m’apprennent sur le sujet”) ou des intentions (“voilà ce que je ferais si...”). On notera également qu’il n’est jamais question de caractériser des usages ni de comparer des indices de satisfaction à des situations comparées. De même, il n’est jamais fait état du niveau de connaissance des personnes interrogées sur les diverses énergies : ce qu’elles sont, comment elles sont exploitées, comment on les utilise en France et ailleurs, quels sont les avantages et inconvénients comparés des unes et des autres...
- 13 Colloque “Energie au quotidien”, 7 octobre 1995, UMINATE, Toulouse.
- 14 C’est à dire “Monsieur tout le monde”.
- 15 D. DESJEUX, et alii, *Anthropologie de l’électricité*, Paris, L’Harmattan, 1996, p. 15.
- 16 Faute de pouvoir disposer, comme dans certains pays européens tel le Danemark, de petits instruments de mesure de la consommation de chacun des gros appareils électroménagers, chacun est laissé seul juge pour apprécier ses consommations par poste et décider de l’opportunité de changer de source d’énergie ou de système de chauffage.
- 17 H. MENDRAS, M. FORSE, *Le changement social*, Paris, PUF, 1983, pp. 80-82.
- 18 Figure emblématique veut dire personnage médiatique populaire, ce que n’est pas Fabrice LUCHINI par exemple, qui fait la promotion de la maîtrise de la demande d’énergie dans les récents spots télévisés financés par l’ADEME.
- 19 M.-C. ZELEM, “Le bois-énergie en France. Etude socio-économique et institutionnelle des conditions de son développement”. Paris, CNRS-PIRSEM -DRAEI-ADEME, 1994.
- 20 Ne pas confondre les représentations de naturel, de confort et d’agrément associées au bois par exemple dans des univers de loisirs (vacances, week-end, temps de convivialité) qui servent de contextes à des publicités (dépliants France-Télécom) avec les représentations réellement mobilisées lorsqu’il s’agit de s’équiper pour un usage quotidien.
- 21 Ce qui n’empêche pas les inserts d’avoir donné une sorte de seconde vie au chauffage au bois.
- 22 C. LAUMONIER, J.-P. FLORI, “L’implantation d’une centrale éolienne vue par les riverains. Analyse sociologique et technique. Exemple du site de Sallèles-Limousis”, *Cahiers du CSTB* (3272), nov. 2000.
- 23 Association Mont Iratis “Pour la protection des collines de l’Aude, contre l’implantation chaotique de 800 sites éoliens dans le Languedoc Roussillon”, tract en 12 pages, sep. 2001.
- 24 “2001 énergie. Les défis à venir”, *Science et vie* (214), mars 2001, p. 121.
- 25 Surtout lorsque jouent les contre références (telles cette chute d’une éolienne à Ouessant il y a une vingtaine d’années ou l’expérience Valorga dans les années 88-90).
- 26 Ressources au sens crozérien du terme c’est à dire ensemble de compétences, stratégies, valeurs, réseaux... que chacun est capable de mobiliser pour agir. (M. CROZIER, L’acteur et le système. Paris, Le Seuil, 1977)
- 27 Notons que la prise de risque social peut s’avérer positive et devenir valorisante.
- 28 J. PADIOLEAU, *L’Etat au concret*, Paris, PUF, 1982, p. 95.
- 29 “2001 énergie. Les défis à venir”, *Science et vie* (214), mars 2001.
- 30 Certes il existe bien des revues ou des journaux qui font la promotion des EnR, mais ils ont une diffusion restreinte.
- 31 Y. MENY, J.-C. THOENIG, *Politiques publiques*, Paris, PUF, coll : Thémis, 1989, p. 237.
- 32 *Energie et vie quotidienne*. Toulouse, UMINATE, 7 octobre 1995.
- 33 La technocratie “arrive à créer un espace d’action qu’elle s’approprie, à la tête de plusieurs secteurs, et qu’elle gère de manière autonome, substituant ses critères, ses modes de fonctionnement, ses normes, aux processus de décision (...)” in : J. -C. THOENIG, *L’ère des technocrates*. Paris, L’Harmattan, 1987, p. 26.
- 34 Prenons le cas de la promotion du bois-énergie débattue en Région par exemple. Relève t-elle de la commission énergie, de la commission agricole ou de la commission environnement ? Qui compose ces commissions ?
- 35 P. LASCOUMES, *L’écopouvoir*. Paris, L’Harmattan, 1994.
- 36 *Campagnes solidaires* (153), juin 2001.
- 37 P. LASCOUMES, op. cit., p. 148.
- 38 J. C THOENIG, op. cit., p. 37.

Lecture critique du rapport parlementaire

- 1 Birraux, C. & Le Déaut, J.-Y. (2001). *L’état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables*, Rapport de l’Office parlementaire d’évaluation des choix scientifiques et technologiques. Assemblée nationale (n° 3415), Sénat (n° 94), Paris, France. <http://www.assemblee-nationale.fr/rap-oecest/energies/r3415.asp>
- 2 Jean-Yves Le Déaut, député (PS) de Meurthe-et-Moselle, est Président de l’OPECST. Il a notamment été chargé en 1997 d’un rapport au Premier ministre sur la transparence du nucléaire en France.
- 3 Claude Birraux, député (UDF) de Haute-Savoie, est Vice-Président de l’OPECST, pour lequel il a rédigé depuis 1990 une dizaine de rapports sur la sûreté nucléaire et les projets de cette industrie (« rubbiatron », EPR, etc.).
- 4 Auxquelles s’ajoutent plusieurs annexes, dont le compte-rendu intégral de l’audition publique organisée par les rapporteurs le 8 novembre 2001 à l’Assemblée nationale.
- 5 Suivant en fait une classification établie par la DGEMP.
- 6 Il est toutefois précisé que la filière hydrogène s’apparente davantage à un « vecteur de stockage » qu’à une énergie renouvelable.
- 7 Scénarios de l’OCDE, du Département de l’énergie (DOE) américain, de l’IIASA pour le Conseil Mondial de l’énergie, et enfin du GIEC.
- 8 La France a battu à plusieurs reprises son record de consommation d’électricité en décembre 2001, atteignant dans la soirée du 17 décembre 77 GW appelés. Selon le RTE, lors des pics précédents des 11 et 12 décembre, avec respectivement 74,5 et 75 GW appelés pour la consommation nationale, le parc français produisait encore 6 GW à l’exportation et une marge de capacité supplémentaire de 4 GW était disponible.
- 9 Il est probablement significatif que le même constat soit simultanément présenté comme un élément nouveau dans un rapport d’information du Sénat sur un autre sujet : Lepeltier, S., *Rapport d’information fait au nom de la délégation du Sénat pour la planification sur les nuisances environnementales de l’automobile*, Sénat (n° 113), décembre 2001.
- 10 Les données présentées ici sur la consommation des transports ou du résidentiel tertiaire sont extraites du rapport qui les tire des statistiques établies, avec sa comptabilité particulière, par la DGEMP.
- 11 L’établissement de bilans énergétiques globaux implique de calculer une équivalence entre énergie thermique et énergie électrique. La DGEMP utilise une équivalence identique pour la production et la consommation, soit 1 MWh = 0,222 tep. Au niveau international, on utilise en général l’équivalence définie par l’AIE, qui donne pour la production 1 MWh = 0,086 tep.
- 12 Conférence organisée par Christian Bataille à l’Assemblée nationale le 8 novembre 2001 sur le thème de l’abandon ou de la relance du nucléaire au niveau mondial.
- 13 Voir l’encadré.
- 14 Ces deux établissements ont justement fourni 8 des 9 membres du groupe de travail réuni par les deux députés.