

S O M M A I R E

ABDENOUR KERAMANE

L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables 2

HOUDA ALLAL, SAMIR ALLAL ET ROBERTO VIGOTTI

Enjeux et défis du développement durable 7

Croissance énergivore et développement du carbone 8

Énergies renouvelables : un potentiel mais des réalisations modestes 9

Un contexte régional et international favorable 10

Les possibles développements 12

JEAN-LOUIS BAL

**Quel avenir pour les énergies renouvelables
au Nord et au Sud de la Méditerranée?** 13

Pourquoi les développer? 13

Les inconvénients 14

STÉPHANE POUFFARY

Solaire thermique : enjeux dans un marché en mutation ... 24

La consommation énergétique a plus que doublé en trente ans 24

L'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables 26

Les applications de l'énergie solaire thermique 27

Des dénominateurs communs et des disparités de développement 29

Le rôle indispensable des politiques publiques 30

EZZEDINE KHALFALLAH

Maîtriser l'énergie pour lutter contre le réchauffement 34

Énergies renouvelables en Méditerranée

UN PARI À GAGNER

Des facteurs structurels, de nature géologique, historique ou géostratégique, ont contribué à créer une situation particulière pour l'énergie autour de la Méditerranée. En effet, les ressources énergétiques (pétrole, gaz, soleil) sont concentrées dans la partie méridionale alors que les pays de la partie septentrionale, qui ont la plus forte consommation, disposent des compétences humaines, de la technologie, de l'expérience et des moyens financiers. Cette distribution des richesses, suggèrent l'idée que s'imposent naturellement aux pays des deux rives la complémentarité, le travail en commun, la coopération, la solidarité...

L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables



Abdenour Keramane est directeur de la publication de la revue *MedEnergie* dont il est le fondateur. Il a été directeur général

de Sonelgaz puis ministre de l'Industrie et des Mines en Algérie.

L'ÉNERGIE EST SANS AUCUN DOUTE LE DOMAINE dans lequel la construction euro-méditerranéenne semble la plus avancée. L'interdépendance est forte en matière d'approvisionnements énergétiques. En effet, l'Union européenne dépend des pays producteurs du Sud méditerranéen pour 36 % de ses importations en gaz naturel et pour 20 % de ses importations en pétrole. De l'autre côté, les exportations des producteurs du Sud de la Méditerranée sont dirigées vers l'Europe à 86 % pour le gaz naturel et à 49 % pour les exportations en pétrole. Les infrastructures pétrolières, gazières et électriques reliant les deux rives se multiplient et se renforcent. En outre, il existe de nombreuses structures, institutions et associations de coordination et de réflexion entre les compagnies énergétiques⁽¹⁾, entre les réseaux électriques (Medelec), entre les agences nationales de maîtrise d'énergie et d'énergies renouvelables (Medener). Pourtant, cette coopération énergétique, basée sur les importations ou exportations pétrolières et gazières, ainsi que sur la construction des installations industrielles et infrastructures nécessaires à cette fin, ne porte pas, pour l'instant, un vrai projet de développement durable pour l'ensemble de la région.

La stratégie basée sur les énergies fossiles n'est pas soutenable

LA POPULATION DU BASSIN MÉDITERRANÉEN avoisine le demi-milliard d'habitants et devrait atteindre 600 millions à l'horizon 2030, dont plus de 60 % sur la rive sud. Sur celle-ci, la croissance démographique, la forte urbanisation et la concentration sur l'espace littoral ont un impact sur la demande énergétique et sur l'environnement. La consommation énergétique totale de la zone méditerranéenne est d'environ 1000 millions de tonne équivalent charbon (TEP) et devrait augmenter à 1400 millions de tep en 2030, ce qui représente les 9 % de la demande mondiale en énergie. Celle-ci, dans les pays de la Méditerranée, devrait afficher une hausse de 1,5 % par an en moyenne, la plus grande part de l'augmentation provenant des pays de la rive sud, en raison des besoins importants pour leur développement et pour la généralisation de l'accès à l'énergie.

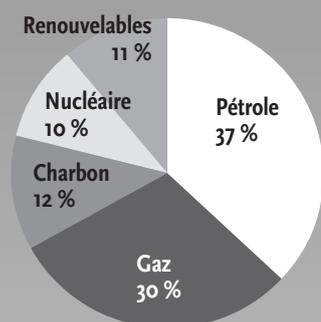
Le scénario tendanciel élaboré par l'OME, qui extrapole les politiques actuelles, indique que la consommation énergétique de la région demeurera principalement basée sur les énergies fossiles lesquelles représenteront encore environ 80 % de la demande en 2030. Le pétrole restera la source d'énergie dominante bien qu'il perde des parts au profit du gaz dans la production de l'électricité. La demande en gaz augmentera et représentera 30 % de la demande globale d'énergie. La demande en charbon continuera à croître fortement, de 1,7 % en moyenne, pour atteindre 12 % du mix énergétique en 2030 et celle du nucléaire se stabilisera à 10 %.

Le **GRAPHIQUE 1** illustre la demande globale d'énergie à l'horizon 2030 dans laquelle dominent les énergies fossiles, pétrole et gaz principalement. Or, il faut rappeler que l'Afrique du Nord n'a pas les ressources du Moyen-Orient; elle détient seulement les 4,6 % des réserves mondiales prouvées de pétrole et de gaz. Les études prospectives, particulièrement celles de l'OME, indiquent que la production pétrolière dans la région méditerranéenne devrait augmenter de seulement 20 % en vingt ans, alors que la

(1). Observatoire méditerranéen de l'énergie (OME), Forum euro-méditerranéen de l'énergie.

GRAPHIQUE 1

Demande globale d'énergie en Méditerranée en 2030



EN 2030, LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE DEVRAIT IMPORTER PLUS DE 39 % DE SES BESOINS EN PÉTROLE ET 28 % DE SES BESOINS EN GAZ

production en gaz devrait doubler. Parmi les producteurs de la région méditerranéenne, seule la Libye, notamment en raison de sa faible population, dispose d'un potentiel d'une durée d'environ cinquante ans. Par contre, l'Algérie et l'Égypte, en l'état actuel des connaissances sur les réserves, pourraient devenir importateurs d'énergie. Dans ces conditions, en 2030, la région méditerranéenne devrait importer plus de 39 % de ses besoins en pétrole et 28 % de ses besoins en gaz.

Pour ce qui est des énergies renouvelables, grâce aux incitations fiscales et politiques, et grâce aux avancées technologiques, leur part continuera à croître, à raison de 3,5 % par an en moyenne, pour représenter 11 % de la demande globale en 2030 (dont 3 % d'hydraulique). Ce chiffre est faible comparé à l'objectif de l'UE qui est d'atteindre les 20 %, voire 30 % en 2020 !

L'article, *Enjeux et défis du développement durable dans les pays sud méditerranéens*, de Houda Ben Jannet Allal, Samir Allal et Roberto Vigotti (page 7) montre comment le développement de la région est de plus en plus intensif en carbone, ce qui est incompatible avec les préoccupations environnementales et les engagements internationaux en matière de développement durable. Cette stratégie qui reconduit les politiques actuelles et qui traduit le scénario tendanciel n'est pas soutenable pour plusieurs raisons :

- les énergies fossiles sont épuisables et, de fait, celles de la région méditerranéenne sont en train de s'épuiser, à moins de grandes découvertes. De plus, elles sont inégalement réparties entre les différents pays de la région ;
- elles sont en grande partie responsables de l'augmentation des émissions de CO₂ et des effets sur l'environnement déjà perceptibles : changement climatique, déforestation, désertification, dégradation des sols, pollution marine ;
- les pays de la région méditerranéenne disposent d'un potentiel considérable en énergie renouvelable, bien mieux réparti ;
- les avantages des énergies renouvelables sont nombreux et connus : ressources inépuisables, elles ne produisent pas d'émissions nettes de gaz à effet de serre et présentent des atouts incontestables sur le plan environnemental. Elles se prêtent bien au développement local, en termes d'emploi, de décentralisation et d'aménagement du territoire.

Au titre des inconvénients, on cite leur coût élevé, l'étendue de la surface au sol immobilisée et l'intermittence dans la disponibilité, c'est-à-dire le fait qu'il soit impossible de garantir la puissance fournie. Dans son article, *Quelles perspectives pour les énergies renouvelables au Nord et au Sud de la Méditerranée ?* (page 13), Jean-Louis Bal relativise ces inconvénients. Pour ce qui est des coûts, il soutient que les filières renouvelables deviennent plus rentables au fur et à mesure que le prix du pétrole augmente et, en tout état de cause, dès qu'il atteint les 50 dollars le baril, ce qui est le cas actuellement.

Énergies renouvelables : un potentiel considérable mais des réalisations modestes

LES PAYS DU SUD ET DE L'EST de la Méditerranée (Psem) sont dans une phase cruciale de développement. Il est naturel qu'ils connaissent un taux de croissance de la demande en énergie élevé, de l'ordre de 6 à 7 %, voire 8 % pour certains d'entre eux. Ce taux est nettement supérieur à celui du PIB qui est en moyenne de 4 %. Aussi, les Psem enregistrent des hausses importantes de leur intensité énergétique, c'est-à-dire de la consommation énergétique par unité de PIB, les plus fortes étant celles des pays producteurs, comme l'Algérie, l'Égypte ou la Libye. Dans ces pays où les tarifs locaux de vente de l'énergie ont constamment été subventionnés, la culture des économies d'énergie est à créer et à soutenir. Seule exception dans la région, la Tunisie qui enregistre une décroissance de son intensité éner-

À L'HORIZON 2020,
LE POTENTIEL
D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE
SUR LE POURTOUR
MÉDITERRANÉEN EST
ÉVALUÉ À 20 % ET CETTE
ESTIMATION ATTEINDRAIT
50 % DANS LES PSEM

LES PAYS DU NORD DE
LA MÉDITERRANÉE SONT
LES PLUS GROS
PRODUCTEURS D'ÉNERGIE
RENOUVELABLE DANS
LA RÉGION, ALORS QUE
LE POTENTIEL SE TROUVE
PLUTÔT DANS LE SUD

(1). La technique du dessalement de l'eau de mer, par exemple est énergivore.

(2). L'Allemagne et l'Espagne font figure de leaders mondiaux dans l'éolien

gétique (en moyenne de 1 % par an) depuis une vingtaine d'années, fruit de sa politique volontariste et constante en matière maîtrise de l'énergie.

De plus, les technologies mises en œuvre dans la région dans les process industriels⁽¹⁾, les bâtiments et les transports, sont loin d'être les plus efficaces sur le plan énergétique, ce qui se traduit par un gaspillage. Aussi, il existe un fort potentiel d'économies d'énergie dans les différents secteurs (industrie, habitat, tertiaire...). De fait, les nombreux audits sectoriels qui ont été réalisés ont mis en évidence un gisement non négligeable. À l'horizon 2020, le potentiel d'économie d'énergie sur le pourtour méditerranéen est évalué à 20 % et cette estimation atteindrait 50 % dans les pays du Sud et de l'Est. C'est dire que la première préoccupation devrait être de rechercher des économies d'énergie dans toutes les utilisations.

Au demeurant, la recherche de l'efficacité énergétique et la promotion des énergies renouvelables sont indissociables et constituent les deux piliers d'une stratégie de développement énergétique durable.

L'ensemble de la région est doté d'importantes ressources d'énergies renouvelables, notamment en solaire et éolien. Les heures d'ensoleillement varient de 2700 à 3400 heures par an et la radiation annuelle moyenne entre 1900 kWh/m²/an sur les régions côtières et 3200 kWh/m²/an au Sud dans les régions désertiques. Le potentiel éolien est également élevé. Les vitesses moyennes du vent varient de 6 à 11 m/s. La région dispose aussi d'un potentiel important de biomasse et probablement de ressources géothermiques en Algérie et au Maroc.

En dépit des ressources élevées et de la volonté affichée de la plupart des pays de les exploiter, la part des énergies renouvelables continue à être faible, voire marginale dans les bilans énergétiques des Psem, même si cette proportion a plus que doublé durant les trois dernières décennies.

En effet, la capacité de production installée en énergies renouvelables, hors hydrauliques a fortement progressé ces trente dernières années, avec une croissance annuelle moyenne de 26 %, atteignant 19 GW en 2005. Cette tendance tient à l'augmentation de la production électrique éolienne, qui atteint 14 GW en 2005, contre 3 GW en 2000. Cela n'est pas suffisant au regard des potentialités et surtout la situation est paradoxale : les pays du Nord de la Méditerranée⁽²⁾ sont les plus gros producteurs d'énergie renouvelable dans la région, alors que le potentiel se trouve plutôt dans le Sud.

Tous les Psem affichent la promotion des énergies renouvelables comme un élément essentiel de leur politique énergétique. Mais, à l'exception de l'Algérie, qui a adopté une loi sur les énergies renouvelables et créé un Fonds national des énergies renouvelables alimenté par 0,5 % des taxes pétrolières, aucun pays n'est doté de cadre institutionnel spécifique. Pour la plupart, les orientations sont traduites en objectifs quantifiés et non obligatoires, la volonté politique est affichée et, surtout, il y a des projets. Il y en a de nombreux en cours de réalisation ou prévus dans la plupart des pays. En éolien, 100 MW en Tunisie (Sidi Daoud), un projet de ferme éolienne en Algérie (Adrar) de 10 MW et plus de 200 MW en Égypte (Zafarana) et au Maroc (Tétouan) ; en solaire thermique, il y en a en Égypte et au Maroc, un projet de centrale hybride gaz-solaire de 150 MW à Hassi R'Mel, dont 30 MW solaire qui pourrait être achevé à la fin 2010 et une étude pour la construction d'une petite centrale solaire à tours à Blida (Algérie) ; en photovoltaïque des programmes d'électrification rurale décentralisée ont été développés à grande échelle au Maroc et dans le sud algérien ; un développement à grande échelle des chauffe-eau solaires en Tunisie et projets au Maroc et en Égypte.

Stéphane Pouffary détaille dans son article, *Le solaire thermique en Méditerranée : enjeux et perspectives dans un marché en pleine mutation*, les réalisations et projets solaires pour l'ensemble de la région (page 25).

Réseaux de transmission d'électricité utilisant la technique HVDC pour alimenter l'Europe



G. CZISCH

Des projets nationaux aux grands programmes régionaux

LE DÉVELOPPEMENT SE FAIT ENCORE dans le cadre d'une approche par projets nationaux et non par programmes. Des objectifs ambitieux commencent à être définis dans certains pays. Ainsi, l'Égypte vise des capacités de production d'énergies renouvelables qui pourraient représenter 20 % de ses capacités de production d'électricité à l'horizon 2020. Le plan solaire marocain prévoit une capacité installée de 2 000 MW dans cinq sites identifiés dont Ouarzazate, Aïn-Beni-Mathar, Laayoune, Boujdour et Tarfaya, entre 2015 et 2020. La Tunisie a un plan solaire de près de quarante projets devant être réalisés par des entreprises privées et par la compagnie publique Steg entre 2010 et 2016. Ce plan requiert des investissements de 2 milliards de dollars et devrait permettre à la Tunisie de réduire sa consommation de sources d'énergies conventionnelles de 660 000 TEP par an, soit quelque 22 % de la consommation totale du pays en 2016.

Outre le solaire, la zone dispose aussi d'un potentiel éolien non négligeable. La capacité potentielle de l'Égypte est estimée à 20 000 MW et celle du Maroc à 6 000 MW. Le Maroc dispose de quatre sites d'une capacité totale de 1 000 MW, l'Égypte prévoit de produire 2 000 MW d'ici à 2010, en particulier à Zafarana. La Tunisie possède quatre sites éoliens d'une capacité totale de 120 MW à Sidi Daoud et Bizerte.

Il devient donc impératif et urgent de fixer des objectifs ambitieux, à l'échelle de la région, à l'instar des ambitions affichées par l'UE à l'horizon 2020. Ces objectifs devraient se traduire par des programmes régionaux en lieu et place des projets nationaux.

Le Plan solaire méditerranéen (PSM), lancé en 2008 par l'Union pour la Méditerranée, semble répondre à cette préoccupation. Il devrait donner un coup d'accélérateur aux projets d'énergie solaire dans l'ensemble du Bassin méditerranéen. L'objectif du PSM est la mise en place d'une capacité globale de 20 GW à l'horizon 2020⁽¹⁾, dont une partie serait destinée à la consommation locale et une partie à l'exportation vers l'Europe, via des câbles sous-marins. Les investissements requis sont estimés entre 38 et 46 milliards d'euros sur la période 2009-2020.

Un autre programme d'envergure a été élaboré par la Fondation Desertec basée à Berlin. Il associe douze entreprises, dont neuf allemandes et une algérienne, pour construire des centrales solaires et une infrastructure de transport pour fournir de l'énergie solaire à l'Europe. D'autres investisseurs du Maroc, de la Tunisie sont également intéressés par Desertec. Des voix autorisées, dont celle de l'ex vice-président américain Al Gore, proposent l'extension de ce projet aux pays du Golfe. Selon ses promoteurs, ce projet de coopération internationale, dont le coût a été estimé à 400 milliards d'euros devrait couvrir, d'ici à 2050, 15 % de la demande d'électricité européenne, à partir de vingt sites répartis dans la région sud-méditerranéenne.

Des universités allemandes travaillent activement sur ce projet en Allemagne, en collaboration avec des entreprises et la société civile dans le Sud méditerranéen. Gregor Czisch, de l'université de Kassel, estime dans un article intitulé *Totally Renewable Electricity Supply: A European/Trans-European example*, publié dans *MedEnergie* (n°27, septembre 2008) que les solutions techniques existent et appelle à des décisions politiques responsables pour allouer les ressources techniques, scientifiques et économiques nécessaires pour réaliser cet objectif. **GRAPHIQUE 2**

Ces deux programmes, de nature et de conception différentes, ont la même finalité : mobiliser au maximum le potentiel en énergies renouvela-

IL EST IMPÉRATIF DE
FIXER DES OBJECTIFS
AMBITIEUX À L'ÉCHELLE
DE LA RÉGION, À L'INSTAR
DES AMBITIONS AFFICHÉES
PAR L'UE À L'HORIZON
2020

(1) Équivalente à la capacité de production électrique installée actuellement dans les trois pays : Algérie, Maroc et Tunisie.

LES PROJETS ENGAGÉS
DOIVENT PRENDRE EN
COMPTE LA DIFFÉRENCE
DES NIVEAUX DE
DÉVELOPPEMENT DES
POPULATIONS DES DEUX
RIVES ET ATTÉNUER CES
DIFFÉRENCES

LES RESPONSABLES
DES PAYS DU SUD DOIVENT
TRANSCENDER LEURS
DIVERGENCES ET
SE LANCER DANS
UNE COOPÉRATION SUD-
SUD LOYALE, INTENSE
ET EFFICACE

bles du Sud de la Méditerranée, donc dans les mêmes pays. Aussi, est-il nécessaire d'envisager une coordination étroite entre les promoteurs des deux programmes qui devrait aboutir à une vision d'ensemble et à la définition d'un cadre cohérent pour la mise en œuvre.

En effet, le potentiel en énergies renouvelables existe dans la région, les projets ne manquent pas. Il reste à trouver les financements pour couvrir les investissements dans des domaines où le prix du kwh produit reste élevé par rapport aux solutions classiques et à mettre en place des mécanismes de partenariat industriel assurant un vrai transfert de technologie.

Une coopération basée sur le partenariat industriel et le transfert de technologie

EN ADOPTANT LE PLAN SOLAIRE méditerranéen comme l'une des priorités de son action, l'Union pour la Méditerranée a ciblé un programme susceptible de créer une réelle solidarité, voire une intégration entre les pays de la région par une exploitation rationnelle des ressources pour un développement durable de l'ensemble de la zone. Néanmoins, les projets engagés doivent prendre en compte la différence des niveaux de développement des populations des deux rives, même s'il y a eu des progrès dans le Sud. Et ces projets, qu'il s'agisse du PSM, de Desertec ou d'un autre, doivent être réalisés de façon à atténuer ces différences et non à les accentuer. Dans cet ordre d'idées, le transfert de technologie dans les méthodes, programmes et équipements énergétiques doit être un volet essentiel de la coopération. D'autant plus que la promotion de l'efficacité énergétique et de l'utilisation des énergies renouvelables se prête au transfert de technologie, avec des programmes de recherche-développement communs, incluant les universités et les centres de recherche et intégrant les différents aspects relatifs à la réalisation et à l'exploitation des installations.

Une coopération énergétique doit s'accompagner d'une politique audacieuse de partenariat industriel dans la construction et la fabrication des biens d'équipement énergétiques, qui se prête particulièrement au transfert de technologie (équipements solaires et éoliens). Dans la conception et la réalisation des projets, il faut veiller en permanence au renforcement des capacités industrielles, technologiques et scientifiques locales, si l'on ne veut pas que leur réalisation et l'accroissement des échanges se traduisent par une aggravation des inégalités entre le Nord et le Sud.

De leur côté, les responsables des pays du Sud doivent transcender leurs divergences et se lancer dans une coopération Sud-Sud loyale, intense et efficace, en utilisant le potentiel, l'expérience de chacun d'eux et les exemples de coopération régionale réussie, telle que celle de l'interconnexion électrique. L'article de Ezzeddine Khalfallah *Maîtriser l'énergie pour lutter contre les changements climatiques* (page 34) décrit précisément l'action concertée des pays du Maghreb pour proposer un cadre de réflexion et d'action euro-maghrébin dans le domaine des changements climatiques, dans le cadre de la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques et dans le prolongement du Protocole de Kyoto.

Assurément, le Bassin méditerranéen dispose de potentialités pour relever les défis énergétiques qui se posent à l'ensemble de la région : assurer la sécurité d'approvisionnements en énergie, protéger son environnement et développer économiquement la zone au moyen d'un partage équitable des ressources et des profits, pour en faire réellement une zone de prospérité partagée. ●

Enjeux et défis du développement durable



Houda Allal est responsable scientifique à l'OME, en charge des énergies renouvelables et du développement durable.



Samir Allal est directeur de l'Institut universitaire technologique de Mantes en Yvelines, maître de conférences à

l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines et chercheur au Centre d'économie et d'éthique pour l'environnement et le développement durable.



Roberto Vigotti est consultant et dirige à l'AIÉ le groupe de travail sur les énergies renouvelables. À l'OME il a créé le Comité

technique pour les énergies renouvelables qu'il préside. Il est également vice-président de la société italienne de l'énergie solaire.

LES PAYS SUD MÉDITERRANÉENS⁽¹⁾ sont en pleine croissance. Globalement, l'évolution des indicateurs économiques et sociaux est positive et des progrès significatifs ont été enregistrés en matière de développement tant économique qu'humain. En 2004, l'indicateur de développement humain (IDH) place l'ensemble de ces pays dans le groupe développement humain moyen, avec la Libye en tête (en 58^e position sur 177 pays et en première position de ce groupe). Les performances sont encore meilleures sur la base du PIB par habitant (PPA), comme l'illustre le cas de la Tunisie dont le PIB par habitant est évalué à 7 161 dollars en 2004, ce qui place le pays en 68^e position sur 177 pays. **TABLEAU 1** (page 8)

La population sud méditerranéenne s'élevait à 152 millions d'habitants en 2005 et devrait atteindre 192 millions à l'horizon 2020. Cette croissance s'accompagne d'une urbanisation accélérée et d'une amélioration du niveau de vie. La population se concentre autour du littoral. Ce triple phénomène d'urbanisation, d'amélioration du niveau de vie et de concentration sur le littoral n'est pas neutre quant à la demande énergétique, les tensions sur les ressources ainsi que sur l'impact écologique. Force est de constater que ce développement est basé sur un recours massif aux énergies fossiles, lesquelles sont inégalement disponibles dans la région, de plus en plus coûteuses, surtout pour les pays importateurs comme le Maroc et la Tunisie, et de plus en plus soumises à des contraintes environnementales et à l'impératif de développement durable poursuivi par toute la région. De plus, les technologies déployées sont loin d'être énergétiquement les plus efficaces, ce qui se traduit par du gaspillage et donc par un potentiel important d'économie d'énergie dans les tous secteurs (industrie, habitat, tertiaire...).

Le schéma actuel de développement énergétique des pays sud méditerranéens est donc insoutenable à long terme pour au moins deux raisons :

- la situation de plus en plus tendue entre l'offre et la demande d'énergie. Les ressources fossiles ne sont pas infinies. Leur préservation est importante pour les pays producteurs pour lesquels ces ressources contribuent au développement économique en particulier à travers les exportations. Elle l'est aussi pour les pays importateurs : l'énergie y est en effet de plus en plus un fardeau, surtout avec l'envolée des prix du pétrole, appelée à perdurer ;
- la question du changement climatique et la montée des préoccupations environnementales qui en découlent, avec notamment l'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto, démontrent que la composante environnementale fait désormais partie intégrante de toute stratégie de développement et que celle-ci n'est pas neutre dans les choix énergétiques à prendre par toute économie soucieuse d'un développement durable.

Dans ce contexte, la Méditerranée pourrait devenir le laboratoire du développement durable où se construit une vision commune, où la prise de conscience d'un durcissement à venir des contraintes conduit à la recherche d'une approche adaptée et de réponses pertinentes aux enjeux d'une politique énergétique durable. Les voies à suivre sont connues : sobriété énergétique et diversification des sources d'énergie, notamment par la promotion des énergies renouvelables qui présentent un potentiel très important dans l'ensemble des pays de la région.

Le fil conducteur de notre réflexion est que énergies renouvelables et efficacité énergétique vont de pair et ne peuvent être dissociées de toute stratégie de développement énergétique durable. **TABLEAU 1**

(1). Par pays sud méditerranéens, nous entendons le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye et l'Égypte.

TABLEAU 1

Principaux indicateurs sur les pays sud méditerranéens – 2004

	Maroc	Algérie	Tunisie	Libye	Égypte
Indice de développement humain (classement)	0,631 (124)	0,722 (103)	0,753 (89)	0,799 (58)	0,659 (119)
Indice de pauvreté humaine - valeur % (classement)	34,5 (61)	21,3 (48)	18,3 (43)	15,3 (33)	30,9 (55)
Indice de soutenabilité environnementale (classement)	44,8 (105)	46 (96)	51,8 (55)	42,3 (126)	44 (115)
Population – millions	30,6 dont 57,4% d'urbains	31,9 dont 58,8% d'urbains	9,9 dont 64,9% d'urbains	5,6 dont 86,2% d'urbains	71,3 dont 42,2% d'urbains
Taux de croissance démographique	2%	2,5%	1,2%	3%	2,1%
PIB – PPA US\$	120,6	194,4	70,9		266,9
PIB par habitant – PPA US\$	4004	6107	7161		3950
Consommation d'électricité par habitant – kWh/hab.	560	881	1205	3915	1287
Émissions de CO ₂ par habitant – tCO ₂ (2002)	1,4	2,9	2,3	9,1	2,1

RAPPORT MONDIAL SUR LE DÉVELOPPEMENT HUMAIN 2005, PNUD & 2005
ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY INDEX, YALE AND COULMBIA UNIVERSITIES

1 Une croissance de plus en plus énergivore et un développement intensif en carbone

L'EXAMEN DU LIEN ENTRE ÉNERGIE ET CROISSANCE dans les pays sud méditerranéens au cours des trois dernières décennies montre que le développement dans la région est de plus en plus intensif en énergie. La consommation d'énergie a en effet enregistré un taux de croissance annuel moyen de 7% au cours de cette période contre 4% pour le PIB. **GRAPHIQUE 3**

Ceci étant, le niveau de consommation par habitant dans la région demeure nettement plus faible que celui des pays nord méditerranéens (cinq fois plus faible que celui de la France par exemple). Cette caractéristique régionale cache des situations différentes entre les pays. Alors que la plupart des pays affichent des hausses plus ou moins importantes de leur intensité énergétique, la Tunisie enregistre une décroissance depuis quelques années (en moyenne 1% par an), fruit de sa politique volontariste et vigoureuse de maîtrise de l'énergie.

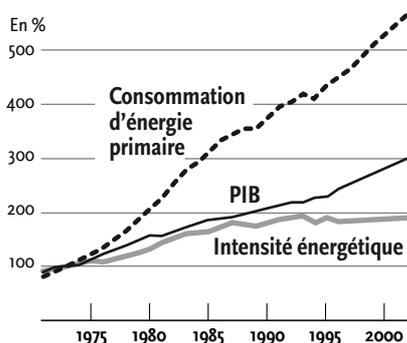
Sur le plan environnemental, la région fait également face à de nombreux problèmes dont la désertification, la dégradation des sols, la pollution marine, et l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre.

Pour ce qui est plus spécifiquement des émissions de CO₂, les principales sources en 2003 ont été le pétrole (55%), le gaz (39%) et le charbon (6%). Au cours de la période 1992-2003, ces émissions ont enregistré une croissance annuelle moyenne de 3,4%. Cette croissance est plus ralentie que celle enregistrée au cours de la période 1971-2002 (6,5%), essentiellement en raison du développement de l'utilisation du gaz naturel, au détriment de sources énergétiques bien plus polluantes (pétrole et charbon). Mais force est de constater que les bénéfices de l'utilisation du gaz naturel sur les émissions de CO₂ sont en train de s'estomper, et celles-ci repartent à la hausse, surtout depuis 1999. En conséquence, l'intensité de carbone est à nouveau sur une tendance croissante, après avoir connu une période de baisse et de stabilisation entre 1995 et 1998. **GRAPHIQUE 4**

Conscients de la nécessité de faire face à leurs problèmes environnementaux et soucieux de participer au combat contre le changement climatique, les pays de la région ont le souci du développement durable et mettent en œuvre, chacun de son côté, des politiques dans ce sens. Ils sont également associés avec les autres pays méditerranéens pour une stratégie méditerranéenne de développement durable. Sur le même plan, à l'exception de la Libye, tous ont ratifié le Protocole de Kyoto et réunissent les conditions pour accueillir des projets de mécanisme pour le développement propre (MDP). Le Maroc, l'Égypte et la Tunisie ont des projets en cours sur les énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque). L'Algérie dispose d'un portefeuille de projets dans lequel les énergies renouvelables sont prises en compte.

GRAPHIQUE 3

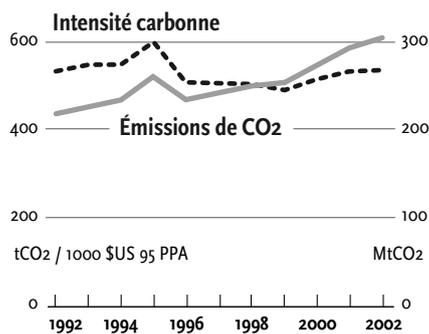
Évolution du lien énergie-croissance dans les pays sud méditerranéens



OME

GRAPHIQUE 4

Les émissions de CO2 liées à l'énergie



OME

TABLEAU 2

Caractéristiques de la ressource éolienne dans les Psem

	Algérie	Égypte	Libye	Maroc	Tunisie
Vitesse du vent (m/s)	2 - 6	6 - 11,5	10,5	8 - 11	7 - 10
Potentiel éolien (MW)	Nd.	20 000	Nd.	6 000	2 000

TABLEAU 3

Capacité installée ER dans les Psem hors grande hydraulique - 2003 - MW

	Algérie	Égypte	Maroc	Tunisie
Petite hydraulique (145 MW)	85	-	30	30
Éolien (218 MW)	0,5	145	53,2	19,3
Systèmes PV (nombre de ménages) (12 MWp - 76367 ménages + 8 MWp autres applications)	1000	4657	59800	11000

OME

2 Les énergies renouvelables : un fort potentiel mais des réalisations modestes

LA RÉGION EST DOTÉE D'IMPORTANTES RESSOURCES d'énergies renouvelables, notamment en énergies solaire et éolienne, et elle dispose des sites les plus prometteurs au niveau mondial. Les heures d'ensoleillement varient de 2700 à 3400 heures par an et la radiation annuelle moyenne varie entre 1900 kWh/m/an sur les régions côtières et 3200 kWh/m/an dans le Sud et régions désertiques. Le potentiel éolien est également élevé. Les vitesses moyennes du vent varient de 6 à 11 m/s (TABLEAU 2). La région dispose aussi d'un fort potentiel de biomasse et probablement de ressources géothermiques, surtout en Algérie et au Maroc. Enfin, les ressources hydrauliques en Égypte et au Maroc ont un potentiel technique estimé respectivement à 2470 MW et 2500 MW. La petite hydraulique se situe surtout au Maroc.

En dépit des ressources élevées et de la volonté de la plupart des pays de les exploiter, les énergies renouvelables restent faibles, voire marginales dans les bilans énergétiques des Psem. En 2003, leur part dans la consommation primaire d'énergie s'élevait à 4 %⁽¹⁾. La situation régionale cache cependant de fortes disparités entre les pays, de l'Algérie (0,3 %) jusqu'au Maroc (26,5 %) et une prédominance nette de la biomasse qui représente à elle seule plus de 87 % des consommations d'énergies renouvelables dans la région.

En ce qui concerne les énergies renouvelables pour la production d'électricité, la ressource hydraulique, et en particulier la grande hydraulique, a été largement exploitée dans la région⁽²⁾. Le reste (411 MW) est dominé par la petite hydraulique. TABLEAU 3

Ainsi, malgré la disponibilité des ressources et les bénéfices importants d'un déploiement à grande échelle, les énergies renouvelables ne jouent pas encore un rôle important dans le mix énergétique des Psem car ils se heurtent à de nombreux obstacles.

Les bénéfices et les contraintes

LES BÉNÉFICES LIÉS AU DÉVELOPPEMENT des énergies renouvelables sont partout reconnus et peuvent se résumer ainsi :

- les énergies renouvelables offrent de nouvelles solutions aux besoins énergétiques : technologies diverses et accès centralisé et décentralisé aux services énergétiques, chaleur, électricité, etc. ;
- elles ont une valeur au-delà de l'énergie qu'elles génèrent : économies d'énergie, réduction des émissions, nouvelles activités économiques, emplois, etc. ;
- elles contribuent à la disponibilité des ressources et la sécurité d'approvisionnement de la région : avec l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables permettent de réduire la vulnérabilité des pays importateurs d'énergie comme le Maroc et la Tunisie et de faire bénéficier les pays producteurs de plus de ressources disponibles ;
- elles ont les impacts les plus faibles sur l'environnement : bien moins importants que ceux qui sont générés par l'exploitation et l'utilisation des ressources fossiles, largement déployées dans la région et dans le monde ;
- elles contribuent au développement énergétique durable dans la région et ailleurs : la question de l'énergie est étroitement liée à celle du développement durable recherché par les pays. L'accès aux services énergétiques à tous et de manière durable et respectueuse de l'environnement est primordial. Et le rôle des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique est donc évident.

Les énergies renouvelables constituent donc une solution doublement gagnante et sans regret. Mais l'exploitation de ces bénéfices se heurte à plusieurs contraintes. ENCADRÉ 1 (page 10)

(1). Biomasse et grande hydraulique y compris et 0,1% si celles-ci sont exclues.

(2). 4 613 MW ; 91% de la capacité installée en énergies renouvelables.

Énergies renouvelables : les contraintes au développement

► **Les barrières institutionnelles et législatives.** Dans la plupart des pays de la région, il n'existe pas cadre institutionnel et réglementaire spécifique aux énergies renouvelables, ce qui constitue un frein majeur à leur développement à grande échelle.

► **Les ressources concurrentes.** Les énergies renouvelables sont en concurrence avec des énergies conventionnelles relativement abondantes, largement déployées et subventionnées dans plusieurs pays de la région. Ceci étant, elles sont le plus souvent déjà compétitives dans les zones rurales isolées.

PLUSIEURS PROGRAMMES, TANT DE COOPÉRATION BILATÉRALE QUE RÉGIONALE, SE DÉVELOPPENT DANS LES PAYS SUD MÉDITERRANÉENS

3 Un contexte régional et international favorable

LA CONJONCTURE est plus que jamais favorable au développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Sur le plan international, les énergies renouvelables sont inscrites parmi les hautes priorités du Sommet de Johannesburg, du G8, de la Commission de développement durable, etc. En effet, la tension sur les ressources énergétiques et l'envolée des prix qui en découlent ainsi que la préservation de l'environnement confirmée plaident en faveur des énergies propres. Nous assistons donc à de nouvelles donnes pour l'énergie en Méditerranée avec la mise en place de cadres favorisant le développement énergétique durable dans la région.

Plusieurs programmes tant de coopération bilatérale que régionale se développent dans les Psem. Sur le plan de la coopération régionale, la Commission européenne, notamment à travers ses programmes cadre de recherche et développement et son programme Meda, joue un rôle notoire dans la promotion de projets régionaux dans la maîtrise de l'énergie et de développement des énergies renouvelables. Les projets ont eu des résultats conséquents notamment en termes de renforcement de capacités, de transfert de savoir-faire entre experts européens et experts sud méditerranéens, création de réseaux régionaux, sensibilisation... et concrétisation de projets identifiés (introduction de l'éolien dans certains pays, mise en place de normes pour les bâtiments...). Mais ces efforts restent modestes par rapport à ceux consentis dans d'autres secteurs ou d'autres régions. La coopération euro-méditerranéenne a besoin d'être revigorée dans le domaine de l'énergie et surtout dans celui de l'efficacité énergétique.

La BEI joue également un rôle important, notamment avec la Femip, instrument financier spécifique à la région. Mais si l'énergie représentait 25 % des prêts de la Femip en 2005, les énergies renouvelables ont été quasi-absentes dans ces prêts. La BEI souhaite cependant soutenir le développement des énergies renouvelables dans la région. Dans ce contexte, elle a récemment lancé une étude (en cours) sur la situation, les priorités et les perspectives des énergies renouvelables dans les pays sud méditerranéens. Les résultats devraient permettre d'orienter les actions prioritaires à mettre en place pour lever les obstacles et faciliter le développement de ce marché.

La coopération régionale cherche également à se développer avec le programme méditerranéen de développement des énergies renouvelables (Medrep), initiative Type II lancé à Johannesburg par le gouvernement italien et d'autres partenaires régionaux et nationaux. C'est une excellente opportunité pour structurer la coopération régionale dans les énergies renouvelables. Des projets ont été déjà réalisés en Afrique du Nord. Mais ces réalisations ne peuvent pas à elles seules favoriser un changement d'échelle du marché. Une coopération régionale plus forte et structurée autour de Medrep est nécessaire pour permettre à cette initiative d'atteindre ses objectifs et donc aux énergies renouvelables d'en tirer le meilleur bénéfice.

Le Protocole de Kyoto et le mécanisme de développement propre, une opportunité

LE MÉCANISME POUR UN DÉVELOPPEMENT PROPRE (MDP) est l'un des trois mécanismes de flexibilité mis en place dans le cadre du Protocole de Kyoto (PK). Dans l'architecture actuelle des accords climatiques internationaux, c'est le seul instrument qui crée un lien entre les pays dits de l'Annexe B, c'est-à-dire qui ont pris des engagements de réduction d'émissions, et les pays en développement qui, en ratifiant le Protocole de Kyoto, n'ont pas pris d'engagements chiffrés. Ce mécanisme permet de créditer des réductions d'émission obtenues dans les pays en développement et de rapatrier les crédits ainsi générés (CERS) dans les pays développés ou en transi-

Actions et orientations de la Stratégie méditerranéenne de développement durable

► La promotion de politiques d'efficacité énergétique et le développement des énergies propres: établir des objectifs globaux et sectoriels et des stratégies locales de développement durable. Un objectif souhaitable serait de réduire l'intensité énergétique de 1 à 2 % par an d'ici 2015. Pour les énergies renouvelables, l'objectif serait qu'elles satisfassent 7 % de la demande totale d'énergie à la même échéance;

► Le renforcement de la coopération régionale et la mise en œuvre de la Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique (CCNUCC) et son Protocole de Kyoto et également les synergies avec le programme méditerranéen des énergies renouvelables (Medrep) et la plateforme euro-méditerranéenne sur l'énergie de Rome (Remep);

► La promotion de l'accès à l'électricité avec pour objectif en 2015 de réduire de moitié la population n'ayant pas accès à l'électricité par rapport au niveau de 1990.

tion. D'un côté, ils facilitent l'atteinte de la conformité des pays de l'Annexe B et, de l'autre, ils envoient un signal prix aux pays en développement qui pourront, s'ils parviennent à valoriser les CERS générés depuis leur territoire, trouver des sources de financement additionnelles pour leur développement. Enfin, pour pouvoir donner lieu à l'émission de CERS, il est nécessaire d'utiliser des technologies à faible teneur en carbone, ce qui se traduit pour les pays concernés par un développement propre.

Les pays du pourtour méditerranéen regroupent des pays de l'Annexe B aussi bien que des pays hors Annexe B. Il s'agit donc d'un espace géographique dans lequel une coopération régionale dans le développement propre est appropriée et dans lequel le mécanisme de développement propre peut jouer un rôle tant pour aider les pays européens à satisfaire leurs objectifs de Kyoto que pour les Psem à avoir accès à des technologies plus performantes et propres. L'analyse globale de la nature des projets de mécanisme de développement propre indique que, pour l'essentiel, ils ne concernent ni l'utilisation rationnelle de l'énergie (URE) ni les énergies renouvelables mais le gaz industriel. Les décharges et l'agriculture représentent aussi une grande part. Cela s'explique par le faible coût de la tonne de carbone. Notons que les projets d'énergies renouvelables et d'utilisation rationnelle de l'énergie présentent une difficulté qui tient à leur plus petite taille et pour lesquels les coûts de transaction sont proportionnellement plus élevés. Une solution pourrait être cherchée dans le regroupement de petits projets.

Dans la région méditerranéenne, à l'inverse, les projets concernent pour la plupart l'énergie renouvelable (surtout éolien et photovoltaïque). Mais à grande échelle, les projets consacrés aux énergies renouvelables et à l'utilisation rationnelle de l'énergie ne se développeront que si le prix de la tonne de carbone augmente. En effet, une étude menée par l'OME en 2001⁽¹⁾ montre que le mécanisme de développement propre peut jouer un rôle dans le développement des énergies renouvelables dans les pays méditerranéens, mais le potentiel dépend largement du prix du CO₂; vingt euros la tonne étant en moyenne le prix minimum pour un changement d'échelle (doublement du parc installé à l'horizon 2030).

Malgré les retards diagnostiqués dans l'utilisation du mécanisme de développement propre pour contribuer au développement des pays méditerranéens, on peut s'attendre à ce que leur attractivité pour ces projets augmente, y compris pour les énergies renouvelables. Le mécanisme de développement propre peut en effet offrir des opportunités d'actions innovantes et contribuer au renforcement de la coopération-solidarité régionale. Mais dans tous les cas, il ne constitue pas la solution pour le développement à grande échelle des énergies renouvelables dans la région; il ne s'agit que d'une opportunité supplémentaire qu'il convient de ne pas rater.

UNE NOUVELLE DONNE EN FAVEUR des énergies renouvelables réside dans la Stratégie méditerranéenne de développement durable. En effet, les États riverains de la Méditerranée et la Communauté européenne, ont décidé lors de leur douzième réunion en 2001 de préparer une Stratégie méditerranéenne de développement durable (SMDD). Celle-ci a été adoptée par les parties contractantes à l'occasion de leur 14^e conférence à Portoroz en novembre 2005. Elle a également été reconnue lors du Sommet Barcelone+10. Cette Stratégie s'articule autour de quatre objectifs et de sept domaines d'actions prioritaires. Les quatre objectifs sont: (1) contribuer à promouvoir le développement économique en valorisant les atouts méditerranéens; (2) réduire les disparités sociales en réalisant les objectifs du Millénaire pour le développement et renforcer les identités culturelles; (3) changer les modes de production et de consommation non durables et assurer une gestion durable des ressources naturelles; (4) améliorer la gouvernance à l'échelle locale, nationale et régionale. **ENCADRÉ 2**

(1). Projet CDMED: voir www.ome.org. Étude menée avec le soutien de la CE (DR Recherche) et en partenariat avec l'IPTS (JRC-EC), CESI (Italie), Risoe (Danemark) et NREA (Égypte).

4 Les possibles développements

AU PLAN NATIONAL, les énergies renouvelables sont pour l'ensemble de la région une composante importante de la politique énergétique. Mais, à l'exception de l'Algérie, aucun pays n'est doté de cadre institutionnel adapté. Pour la plupart, les orientations sont traduites en objectifs quantifiés et non obligatoires, et la volonté politique est clairement affichée. **TABLEAU 4**

TABLEAU 4

Orientations des ER dans les pays sud méditerranéens

	Algérie	Égypte	Libye	Maroc	Tunisie
Identification des priorités	Oui	Oui	En cours	Oui	Oui Décisions présidentielles
Loi spécifique ER	Oui	-	-	-	En cours
Objectifs quantifiés	Oui	Oui	-	Oui	-
Orientations et mesures	-	-	En cours	-	Oui Décisions présidentielles
Tarif de rachat	Oui	Oui (négociés)	-	Oui (négociés)	-
Incitations fiscales et réglementaires	Oui	En cours	-	Oui	Oui
Fonds ER	-	Oui	-	Prévu	Oui (CES)
Fonds EE	Fonds MDE	-	-	-	Oui
Loi R&D	Oui	Oui	-	Oui	Oui
Sensibilisation	-	-	-	-	Oui (très forte)

OME BASE SUR DES INFORMATIONS DE PARTENAIRES MEDREP ET MEMBRES DE L'OME

Plusieurs projets sont en cours de réalisation ou prévus, dont : 100 MW éolien en Tunisie et en Libye, et plus de 200 MW en Égypte et au Maroc ; développement à grande échelle des chauffe-eau solaires en Tunisie et projets au Maroc et en Égypte ; solaire thermique : projets en cours de mise en œuvre en Égypte et au Maroc ; électrification rurale décentralisée par photovoltaïque avec un programme à grande échelle au Maroc. Ainsi, le développement se fait encore dans une approche par projet et non par programme. Il devient donc impératif de traduire les objectifs définis par des mesures appropriées, faute de quoi les objectifs ambitieux des pays risquent de ne pas être atteints et surtout de ne pas mettre en place les conditions d'un développement durable du marché.

Les facteurs favorisant l'intégration à grande échelle des énergies renouvelables dans la région sont nombreux et incluent le lien étroit entre l'énergie et le développement durable, la volonté affichée des pays de poursuivre une trajectoire de développement durable et le rôle incontestable des énergies renouvelables dans cette perspective, le besoin de diversifier les ressources énergétiques, la contribution des énergies renouvelables dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'abondance des ressources renouvelables dans la région et le progrès technologique dans ce domaine. Par ailleurs, des acteurs du secteur privé manifestent un grand intérêt à investir dans de tels projets notamment pour s'acquitter de leurs obligations – ou de celles de leurs pays – en termes de certificats verts ou de conformité à l'égard du Protocole de Kyoto. Mais les concrétisations demeurent tributaires de l'existence d'un cadre institutionnel et de structure tarifaire donnant assez d'incitation pour créer un retour sur investissement.

Afin que les énergies renouvelables jouent un rôle significatif dans les systèmes énergétiques futurs dans la région et atteignent les objectifs de la Stratégie méditerranéenne de développement durable, il est impératif que l'ensemble des pays puisse se doter des conditions nécessaires et que la coopération régionale soit mieux structurée.

Au niveau national, les principaux éléments à considérer sont la mise en place de politiques cohérentes pour le développement du marché des énergies renouvelables, la création de mécanismes de financement adaptés et le renforcement des capacités. Ces éléments sont largement reconnus par la Commission européenne et les principales organisations internationales (Banque mondiale, Pnud...) en tant que questions clés pour le développement durable de secteurs. Au niveau régional, la coopération aura des impacts plus conséquents en se dotant de moyens à la hauteur des enjeux et en se structurant davantage, notamment autour de l'initiative régionale dans ce domaine (Medrep).

Quel avenir pour les énergies renouvelables au Nord et au Sud de la Méditerranée ?



Jean-Louis Bal est directeur des énergies renouvelables, des réseaux et des marchés énergétiques à

l'Ademe. Auparavant, il avait créé la société IDE (Rochefort - Belgique), spécialisée dans la fabrication de collecteurs solaires thermiques et modules photovoltaïques et dans l'ingénierie et installation de systèmes complets.

LES ÉNERGIES NATURELLES telles que le soleil, le bois, l'eau, le vent et la chaleur de la terre, appelées aussi *énergies renouvelables*, ont assuré le développement de l'humanité pendant des millénaires avant de céder le pas à partir du XIX^e siècle aux énergies dites *fossiles*, qui ont permis l'industrialisation que nous connaissons aujourd'hui, et à l'énergie nucléaire durant la deuxième moitié du XX^e siècle. Elles connaissent depuis une vingtaine d'années un regain d'intérêt et l'amorce d'un développement nouveau. Quelles sont les attentes réalistes que l'on peut en espérer alors que la communauté internationale appelle de tous ses vœux un développement durable pour l'humanité entière, notamment depuis le Sommet de Johannesburg, dans lequel l'accès de tous à l'énergie serait l'un des fondements parmi les besoins essentiels des citoyens du monde ? C'est à cette question que ce document tente d'apporter quelques éléments de réponse.

1 Pourquoi les développer ?

L'AVENIR ÉNERGÉTIQUE est un élément du débat sur le changement climatique et l'effet de serre, mais aussi sur la gestion raisonnée de nos ressources naturelles. C'est donc une problématique de développement durable. Nous affrontons un défi planétaire puisque les éléments tels que les ressources en énergie et en matières premières, les impacts sur le climat, les incidences sur le développement économique de tous les peuples de la planète ou les facteurs démographiques ne peuvent s'évaluer dans un cadre national, ni même continental. L'avenir énergétique est ainsi l'un des trois défis majeurs de ce siècle avec la gestion de l'eau et les ressources alimentaires. Le point commun de ces trois défis est leur sensibilité au développement économique et à la démographie. Plus les peuples seront riches et nombreux, plus les problèmes seront aigus. La population mondiale devrait tendre vers les 10 milliards d'habitants durant la période 2050-2100 avec, espérons-le, un rapprochement des niveaux de développement économique. Comment, dans ces conditions, revenir à un niveau annuel d'émissions planétaires de CO₂ que notre planète peut absorber sans perturbations graves du climat, soit 11 milliards de tonnes annuelles (ou 3 milliards de tonnes équivalent carbone) ? Ce chiffre est exactement la moitié des émissions mondiales actuelles, lesquelles croissent en continu du fait de la démographie et de l'amélioration du niveau de vie. Les pays pauvres aspirant au développement, et donc à une consommation accrue d'énergie, les Français et les Européens devraient donc réduire d'un facteur 4 leurs émissions de CO₂ à l'horizon 2050.

Parallèlement, à long terme, les stocks terrestres d'énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz), déjà largement entamés en un siècle, finiront par s'épuiser, quels que soient les sursis que le progrès technologique nous accordera par rapport à nos prévisions actuelles. Que la pénurie fasse sentir ses effets dans quarante, soixante ou quatre-vingts ans ne change pas le fond du problème. Les réserves d'uranium ont également des limites incon-

LES ÉNERGIES
RENOUVELABLES
PROVIENNENT PLUS OU
MOINS DIRECTEMENT DU
RAYONNEMENT SOLAIRE,
DONT L'ÉNERGIE
INTERCEPTÉE EST 12 000
FOIS SUPÉRIEURE
AUX BESOINS ACTUELS
DE L'HUMANITÉ

CERTAINS ÉVOQUENT LES
KILOMÈTRES CARRÉS
D'ÉOLIENNES QU'IL
FAUDRAIT POUR
ATTEINDRE LA PUISSANCE
D'UNE CENTRALE
NUCLÉAIRE N'OCCUPANT
QUE QUELQUES HECTARES

tourrables, du même ordre que les énergies fossiles. On peut évidemment augurer que la surgénération ou le thorium, voire la fusion, seront accessibles dans plusieurs décennies et imaginer dès lors un avenir énergétique fait d'énormes centrales nucléaires au fil de l'eau, produisant, sans accidents, de l'électricité et de l'hydrogène. Il est cependant permis de penser qu'il serait plus durable de préparer, avec la même ambition, notre avenir énergétique en maîtrisant, d'une part, nos consommations d'énergie, et en faisant appel, d'autre part, aux ressources inépuisables dont nous disposons : les énergies renouvelables. À part la géothermie, manifestation de l'activité du noyau terrestre, toutes ces énergies proviennent plus ou moins directement du rayonnement solaire, dont l'énergie interceptée est 12 000 fois supérieure aux besoins actuels de l'humanité, et ceci pour 5 milliards d'années encore ! On peut donc la considérer comme inépuisable.

L'utilisation des énergies renouvelables, comme d'ailleurs des matières premières renouvelables issues de la biomasse, ne produit pas d'émissions nettes de gaz à effet de serre et présente des atouts incontestables et bien connus au regard de l'environnement. Dans le cas de la biomasse qui émet du CO₂ lors de sa combustion, la même quantité de gaz carbonique a été captée pendant la croissance des végétaux et le bilan est donc nul. En outre, l'exploitation des énergies renouvelables ne donne pas lieu à des émissions de gaz polluants, sinon en des quantités maîtrisables dans le cas de la biomasse. Elle ne conduit pas non plus à la production de déchets dangereux. De plus, les infrastructures qui les valorisent sont faciles à démanteler en fin de vie. Les avantages qu'elles apportent en termes d'emplois, d'économie locale, de décentralisation et d'aménagement du territoire sont importants mais appréhendés depuis moins longtemps.

2 Les inconvénients : l'occupation des sols et l'intermittence de la puissance fournie

AUCUNE FILIÈRE ÉNERGÉTIQUE ne peut se prévaloir de ne présenter aucun inconvénient. En termes d'environnement, l'impact des énergies renouvelables est faible, mais pas nul. À tout le moins doit-il être relativisé face aux impacts connus des filières énergétiques fossiles ou fissiles. Les problèmes sont connus : impact paysager pour l'énergie éolienne ; émissions atmosphériques pour certaines utilisations du bois combustible ; risque de contaminants dans le biogaz de décharge ; perturbation de l'écosystème local pour la petite hydraulique... Cependant, la controverse la plus souvent soulevée est celle de l'occupation des sols et certains ne manquent jamais d'évoquer les km² qu'il faudrait couvrir d'éoliennes pour atteindre la puissance d'une centrale nucléaire n'occupant que quelques hectares.

C'est effectivement un facteur limitant lorsque l'on imagine certains usages énergétiques massifs de la biomasse par exemple, face aux impératifs de production alimentaire. Si l'on voulait remplacer en France les carburants pétroliers par des biocarburants, les surfaces cultivables du pays n'y suffiraient à peine. En revanche, les surfaces nécessaires à la production de biomolécules comme substitut à la pétrochimie seraient parfaitement compatibles avec un développement normal de l'agriculture alimentaire et de la sylviculture. Le recours traditionnel (et peu efficace) à la biomasse dans de nombreux pays en développement peut poser, parallèlement, de réels et graves problèmes de désertification qu'il faut prévenir par une gestion raisonnée des ressources forestières et par l'évolution des comportements. L'argument de la consommation d'espaces vaut beaucoup moins pour les énergies éolienne et photovoltaïque. S'il faut, en effet, mobiliser un km² pour obtenir une puissance installée de 8 MW sous forme d'énergie

SI L'ON UTILISAIT
LES 10 000 KM² DE
TOITURES EXISTANTES
COMME GÉNÉRATEUR
SOLAIRE, ON POURRAIT
PRODUIRE 1 000 TWH
PAR AN, SOIT PLUS
DE DEUX FOIS
LA CONSOMMATION TOTALE
D'ÉLECTRICITÉ EN FRANCE

AVEC UN PRIX DE
L'ÉNERGIE ÉQUIVALENT
À 50 DOLLARS PAR BARIL
DE PÉTROLE, LA PLUPART
DES FILIÈRES
RENOUVELABLES SERAIENT
RENTABLES

éolienne, on doit préciser que 99% de cette superficie restent utilisables pour les activités agricoles traditionnelles. 9 000 MW d'éolien en France, produisant 21 TWh/an, concerneraient donc un peu plus de 1100 km² dont seuls onze km² seraient impropres à d'autres usages comme l'élevage ou l'agriculture. De même, dire qu'il faut dix m² de modules photovoltaïques pour obtenir un kW de puissance et 1 000 kWh d'énergie électrique par an est trompeur : si l'on utilisait les 10 000 km² de toitures existantes comme générateur solaire, on pourrait produire 1 000 TWh par an, soit plus de deux fois la consommation totale d'électricité en France.

Un autre inconvénient notable des énergies renouvelables est l'intermittence de leur disponibilité ou, autrement dit, le fait qu'il soit impossible de garantir la puissance fournie. C'est le cas de l'énergie solaire, qu'elle soit thermique ou photovoltaïque, et de l'énergie éolienne. Notons qu'avec les progrès de la météorologie, la fourniture devient de plus en plus prévisible, mais reste intermittente. De plus, en matière de production électrique, le foisonnement des installations, s'il ne résout pas le problème de l'intermittence locale, en amortit les effets au niveau du réseau national et plus encore à celui du réseau interconnecté européen qui est l'échelle à laquelle il va falloir désormais considérer l'équilibre entre l'offre et la demande. Il y a toujours du soleil ou du vent quelque part en Europe. Le handicap est moindre avec l'énergie hydraulique, dont les variations se mesurent sur une saison ou une année et qui peut pour partie se stocker dans les barrages. La biomasse, en revanche, peut se stocker sur pied ou après récolte, sur des périodes qui dépendent des saisons et des conditions de conservation ou, évidemment, sous forme de biocarburants. Quant à la géothermie, elle est disponible en permanence, du moins à l'échelle de temps humaine. Au-delà de ces formes de stockage, les progrès dans les techniques de stockage de l'énergie, de l'électricité, de la chaleur ou sous forme de nouveaux vecteurs énergétiques comme l'hydrogène, devraient revêtir à l'avenir une importance capitale et seront un thème de recherche prioritaire dans les prochaines années.

À moyen et long terme, donc, notre avenir énergétique devrait reposer sur les énergies et les matières premières renouvelables. À plus court terme, cependant, ces énergies souffrent encore d'un handicap de compétitivité qui bride leur développement spontané. Encore faut-il relativiser ce handicap puisqu'on estime qu'avec un prix de l'énergie équivalent à 50 dollars par baril de pétrole, la plupart des filières renouvelables seraient rentables. Leur intensité capitalistique est d'autant plus élevée proportionnellement, que leur développement est encore limité et nécessite des instruments financiers adaptés. Historiquement, les énergies renouvelables, comme d'ailleurs la valorisation énergétique et chimique de la biomasse, ont connu une première phase de développement à l'occasion des chocs pétroliers de 1973 et 1980, puis une période de repli après le contrechoc de 1986, avant de retrouver un contexte porteur en 1998 à la suite notamment de la signature du Protocole de Kyoto. Pendant cette douzaine d'années de veille, avec un prix du pétrole bas, c'est au soutien de l'Ademe puis de l'Ademe et de quelques régions de France, notamment d'outre-mer, que l'on doit le maintien d'un niveau minimum de recherche et d'activité qui a évité la disparition complète des différentes filières et de leurs acteurs industriels.

Le renouveau après le Protocole de Kyoto

CE CONTEXTE CHANGE DÈS 1998, après la signature du Protocole de Kyoto, avec un renchérissement concomitant du prix du pétrole, et aboutit à l'élaboration du Plan national de lutte contre le changement climatique, à la publication du Programme national d'amélioration de l'efficacité énergétique et à l'allocation de budgets nouveaux à l'Ademe, dédiés à la maîtrise de l'énergie et au développement du renouvelable. Aux mêmes dates,

LE PROJET DE DIRECTIVE
SUR LES BIOCARBURANTS
PRÉVOIT QUE CEUX-CI
DEVRAIENT REPRÉSENTER
UNE PART DE 5,75 % DES
CARBURANTS PÉTROLIERS
EN 2010, CONTRE 1 %
AUJOURD'HUI EN FRANCE

l'Union européenne publie un *Livre blanc* sur les énergies renouvelables, ensuite un *Livre vert* sur l'indépendance énergétique de l'Europe, et la Commission européenne prépare une directive sur l'électricité d'origine renouvelable. Le budget de l'Agence consacré aux énergies renouvelables et aux biomatériaux passe de moins de 15 millions d'euros en 1998 à 45 millions d'euros en 1999 pour atteindre 80 millions d'euros en 2002, dont 15 millions pour la R&D. Cette ressource financière est confortée par les régions dans le cadre des contrats de Plan État Régions. En 2002, ce sont 30 millions d'euros qui sont ainsi venus s'ajouter aux crédits énergies renouvelables de l'Ademe. Parallèlement, dans le cadre de la loi sur l'électricité du 10 février 2000, un système complet de tarifs d'achat garantis pour l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables a été mis en place progressivement, assorti d'une obligation d'achat jusqu'à 12 MW de puissance installée. Dernier volet de ce dispositif, le récent arrêté ministériel PPI⁽¹⁾ précise les objectifs de développement à moyen terme fixés par les pouvoirs publics pour les filières de production d'électricité. Cet arrêté permettra par la suite de lancer des appels d'offre pour susciter le démarrage de technologies nouvelles au-delà des limites de l'obligation d'achat, par exemple pour l'éolien offshore et la bio cogénération.

Quels objectifs pour la France ?

LA DIRECTIVE EUROPÉENNE DE SEPTEMBRE 2001 sur l'électricité d'origine renouvelable fixe à la France l'objectif de s'approvisionner pour 21 % de sa consommation d'électricité à partir d'énergies renouvelables contre 15 % aujourd'hui, sachant qu'entre temps la consommation française d'électricité aura probablement augmenté de 20 à 25 %. Le projet de directive sur les biocarburants prévoit par ailleurs que ceux-ci devraient représenter une part de 5,75 % des carburants pétroliers en 2010 contre 1 % aujourd'hui en France. Enfin, au Sommet de Johannesburg, l'UE a proposé que chaque État membre augmente de deux points d'ici à 2010 la contribution des énergies renouvelables à son bilan énergétique. Or, le bilan énergétique français pour l'année 2000 fait apparaître un approvisionnement en énergie primaire de 263,58 Mtep, avec une contribution des énergies renouvelables de 18,07 Mtep⁽²⁾, soit une part de 6,86 %. En 2010, cette contribution devrait donc être portée à 8,86 % d'un bilan énergétique total qui devrait atteindre 301 Mtep (croissance suivant le scénario tendanciel du ministère chargé de l'industrie, DGEMP) : l'engagement de Johannesburg suppose donc pour la France un objectif de production de 26,67 Mtep par an d'énergies renouvelables, en progression de 8,6 Mtep par an. Est-il possible d'assurer cet accroissement de production ?

Les estimations de l'Ademe et du ministère de l'Industrie concernant le marché de l'électricité montrent que, même avec des efforts considérables de maîtrise de la demande⁽³⁾, pour atteindre l'objectif de 21 %, il faudra mettre en œuvre de nouveaux moyens à partir d'énergies renouvelables pour une production de 33,6 à 46 TWh par an (3,19 Mtep à 4,3 Mtep). En étant prudent, on pourrait retenir l'objectif minimum de 33,6 TWh par an, conformément au rapport PPI remis en avril 2002 au Parlement par le ministre chargé de l'Industrie. Tenant compte des objectifs de maîtrise de la demande, la consommation serait en 2010 de 298,42 Mtep et l'objectif énergies renouvelables deviendrait 26,44 Mtep, soit une augmentation de 8,37 Mtep.

Si, par ailleurs, la part des biocarburants passe, comme le souhaite l'Union européenne, de 1 % aujourd'hui à 5,75 % en 2010, cette progression représentera un accroissement de 1,4 Mtep/an et signifiera la mise en culture de plus de un million d'hectares, compatible avec les orientations de la Politique agricole commune (PAC).

(1). Programmation pluriannuelle des investissements.

(2). 6,23 d'hydraulique et 11,84 d'autres sources dont le bois énergie.

(3). Environ 30 TWh par an ou 2,58 Mtep par an économisés dans un délai inférieur à dix ans.

TABLEAU 5

Accroissement des contributions énergétiques que l'on attend des énergies renouvelables

Productions d'électricité SER	33,6 à 46 TWh/an = 3,19 à 4,3 Mtep
Biocarburants	1,4 Mtep
Valorisations thermiques (toutes biomasses et solaire thermique, hors gain de performance dans le chauffage bois domestique)	2,0 Mtep
Total objectifs 2010 (contributions supplémentaires)	6,59 à 7,7 Mtep

La chaleur renouvelable, un enjeu de la future loi d'orientation énergétique européenne

À L'INVERSE DES OPTIONS ÉLECTRIQUES et des carburants, les valorisations thermiques des énergies renouvelables (10,5 Mtep/an actuellement), malgré leur importance, ne font l'objet d'aucun objectif européen formalisé par une directive. Les objectifs généraux du *Livre blanc* sur les énergies renouvelables de 1997 n'ont pas la force d'une directive et ne déclinent pas les objectifs par État membre. Pour la France, les seuls objectifs connus sont ceux fixés pour 2006 dans le cadre du contrat de Plan État Ademe. En les extrapolant, en 2010, on peut chiffrer (hors biocarburants et chimie du végétal) à 2 Mtep/an la production supplémentaire de chaleur envisagée pour 2010 dont 1,95 Mtep pour les bioénergies⁽¹⁾ et 0,05 Mtep pour le solaire thermique (un million de m² installés en dix ans). Avec le simple maintien de sa contribution actuelle (0,15 Mtep), la géothermie ne contribue pas à cette production supplémentaire. Notons que 0,5 Mtep/an de gain de performance est attendu dans le chauffage au bois domestique mais ne sera pas pris en compte dans la comptabilité énergétique. Les objectifs français à l'horizon 2010 sont résumés dans le **TABLEAU 5**.

Il manquerait donc encore de 0,67 à 1,78 Mtep pour satisfaire l'objectif général de l'UE retenu à Johannesburg (+ 8,6 Mtep pour la France), objectif pourtant déjà très revu à la baisse par rapport à l'objectif du *Livre blanc* de 1997. Étant donné qu'il paraît difficile de faire mieux en matière de biocarburants à l'horizon 2010 et qu'on ne pourra accroître les objectifs électriques au-delà de l'hypothèse haute de 46 TWh par an, c'est sur la valorisation thermique qu'il faut en priorité faire porter l'accroissement des efforts, en particulier sur le solaire thermique, la géothermie⁽²⁾ et les équipements de grosse puissance dans le bois énergie. Le débat national sur les énergies est l'occasion de lancer un programme d'envergure sur la réduction des consommations d'énergies fossiles dans le bâtiment, tant par les économies d'énergie que par l'intégration à grande échelle des énergies renouvelables. Mais, mobiliser une part de cet effort supplémentaire au profit des énergies renouvelables thermiques nécessitera des modifications structurelles du système des aides, des financements et de la réglementation, ainsi qu'une politique plus stricte à l'égard de la promotion commerciale des combustibles fossiles concurrents. La chaleur renouvelable devient ainsi l'un des enjeux de la future loi d'orientation énergétique et de la politique énergétique européenne.

Les coûts et les conditions

LA FAISABILITÉ DE TELS OBJECTIFS est liée à certaines conditions. La première sera économique. Pour l'énergie thermique et les carburants, il faudra que le prix du pétrole ne fléchisse pas en dessous de vingt dollars le baril et que la rémunération des crédits carbone devienne effective. Concernant l'électricité, il est impératif que les tarifs garantis soient suffisamment pérennes pour permettre l'engagement du nombre requis de projets. Il conviendrait par ailleurs que les tarifs d'achat appliqués à la bioélectricité soient portés à un niveau cohérent avec les objectifs fixés (7 TWh par an) : le tarif d'achat initialement attendu était de 75 euros par MWh alors qu'il a finalement été fixé beaucoup plus bas (environ 50 euros par MWh), à un niveau rendant le développement de la bioélectricité aléatoire.

Or, la Commission européenne a déjà manifesté sa volonté d'harmoniser les régimes d'aide adoptés dans les divers États membres et il faut s'attendre à ce que cette harmonisation prenne la forme, d'ici quatre à cinq ans, de quotas obligatoires par pays assortis d'un mécanisme de sanctions en cas de non respect et d'un mécanisme de souplesse par le biais d'un marché de certifi-

(1). Bois énergie, incinération et méthanisation de déchets organiques, part chaleur de bio centrales de cogénération industrielles.

(2). Dont l'impact sur la réduction des émissions de CO₂ est net, immédiat et indiscutable.

NOTRE RÉSEAU SERAIT
CAPABLE AUJOURD'HUI
D'ABSORBER 6 000 MW
D'ÉLECTRICITÉ ÉOLIENNE,
ALORS QUE LE RESPECT DE
NOS OBJECTIFS
IMPLIQUERAIT
D'EN INSTALLER ENTRE
7 000 ET 14 000

POUR UN CONSOMMATEUR
FRANÇAIS MOYEN,
L'EFFORT FINANCIER QUI
LUI SERAIT IMPOSÉ POUR
PROMOUVOIR L'ÉOLIEN
SERAIT LIMITÉ
À 3 EUROS PAR AN

(1). Réseau de transport d'électricité.

(2). Commission de régulation de l'énergie.

(3). 3,3 % chaque année plus 10% après l'installation de 1500 MW.

cats verts qui se substituerait aux mécanismes des prix garantis. Ce principe est séduisant, mais son application est complexe. Comment, par exemple, ouvrir ce marché de l'électricité verte aux PME si la rentabilité des investissements est fluctuante au gré d'un marché libre ? Le Royaume-Uni, les Pays-Bas et l'Italie mettent en place des systèmes de ce type et il sera intéressant de suivre le fonctionnement de ce marché des certificats verts. De même, parallèlement, des expérimentations de marchés précurseurs de crédits carbone devront être développées à l'instar du Plan énergie carbone lancé récemment en France, par l'Ademe, dans le secteur du séchage du bois par les scieries.

- La deuxième condition sera que le réseau électrique français s'adapte progressivement à la collecte d'une énergie décentralisée alors qu'il a été conçu pour distribuer une énergie centralisée. D'après RTE⁽¹⁾, notre réseau serait capable aujourd'hui d'absorber 6 000 MW d'électricité éolienne, alors que le respect de nos objectifs impliquerait d'en installer entre 7 000 et 14 000. Fin février 2003, plus de 13 000 MW de demandes de raccordement ont été enregistrées par l'administration. Les investissements de renforcement du réseau, proposés par RTE et approuvés par la CRE⁽²⁾, devront donc tenir compte des nouveaux objectifs de développement de l'électricité renouvelable.

- Troisième condition, la présence d'éoliennes et de centrales bioénergétiques devra être acceptée par la population. Les sondages réalisés en début 2002 et début 2003 sont rassurants : ils montrent que les Français sont d'autant plus favorables à l'éolien qu'ils y sont confrontés par le voisinage d'un site. La loi relative aux marchés énergétiques de janvier 2003 apporte d'ailleurs quelques améliorations dans les procédures de décision, en les rendant plus démocratiques, avec l'obligation d'enquête publique.

- Dernière condition, le système de l'obligation d'achat et des tarifs garantis se traduit par un surcoût qui se reporte *in fine* sur la facture du consommateur et qui doit rester socialement supportable. Il est légitime, en premier lieu, de se demander s'il est bien nécessaire de soutenir par une intervention publique le développement des énergies renouvelables. En effet, le marché ne prend pas en compte naturellement des technologies dont les avantages économiques ne seront visibles qu'à long terme et dont les avantages sociaux, environnementaux et stratégiques ne reçoivent pas de valorisation financière. Il en a été de même pour l'énergie nucléaire qui a fait l'objet d'un vigoureux effort public initial sans lequel elle n'aurait pas atteint le développement qu'elle connaît en France aujourd'hui.

Le tarif, décidé pour l'éolien, n'est pas comme certains le laissent entendre, une rente indue : dans les conditions de ressources éoliennes rencontrées en France, il conduit à un taux de rentabilité interne (TRI) des projets compris entre 7,5 et 11,5 %, juste suffisant pour attirer les investisseurs et rassurer les banquiers. Avec l'hypothèse de 9 000 MW installés en 2010, un taux d'actualisation de 5 % et en tenant compte de la dégressivité du tarif inscrite dans l'arrêté tarifaire⁽³⁾, le surcoût pour le consommateur d'électricité culmine en 2010 à 390 millions d'euros, soit moins de 0,1 centime d'euro par kWh vendu sur le réseau. Pour un consommateur français moyen (3 000 kWh/an), l'effort financier qui lui serait imposé pour promouvoir l'éolien serait donc limité à 3 euros par an.

En outre, toutes les prévisions intègrent, grâce notamment aux effets d'échelle, une baisse régulière et assez rapide des coûts d'équipements et de production à l'instar de celle constatée déjà dans les technologies liées à la valorisation de la biomasse ou aux biocarburants. Avec un coût d'investissement moyen de l'ordre de 1 066 euros par kW aujourd'hui, le kWh produit sur un site éolien terrestre moyen (7 m/sec, 2500 h/an) revient à 7 centimes d'euro. On s'attend à ce qu'en 2010, l'investissement initial ait chuté à 797 euros par kW (en euros constants). Le prix de revient du kWh sur le même site serait alors de 5 centimes d'euro⁽⁴⁾ et il ne serait plus que de 3 centimes en 2025.

TABLEAU 6

Potentiel de biomasse en France

Horizon	2000	2010	2020	2050	Tendance au-delà
Prix du pétrole (Baril)	25 \$	25 \$	25 \$	50 \$	↗
Récolte filière bois/an	(50 Mm ³)	(55 Mm ³)	(65 Mm ³)	(70 Mm ³)	=
Bois de feu (bûches)/an(*)	35 Mm ³	35 Mm ³	30-40 Mm ³	30-40 Mm ³	?
Plaquettes forestières/an	0,1 Mm ³	2 Mm ³	4 Mm ³	5 Mm ³	=
DIB Bois énergie/an	5 Mm ³	6 Mm ³	8 Mm ³	8 Mm ³	=
Pailles/an	~ 0	1 Mm ³	2 Mm ³	3 Mm ³	=
Flux/an total	40 Mm ³	44 Mm ³	49 Mm ³	51 Mm ³	≠
«Bois énergie»	10 Mtep	11 Mtep	12,5 Mtep	13 Mtep	≠
Bio incinération/an	0,3 Mtep	0,9 Mtep	1,5 Mtep	> 2 Mtep	↗
Méthanisation/an	0,15 Mtep	0,3 Mtep	0,5 Mtep	> 1 Mtep	↗
Flux/an total «Bio déchets»	0,45 Mtep	1,2 Mtep	2 Mtep	> 3 Mtep	↗
Surfaces agricoles labourées	18 Mha	≤ 18 Mha	≤ 18 Mha	≥ 20 Mha ?	↗ ?
Biocarburants/an					
Surface de culture	0,35 Mha	1 Mha	1,2 Mha	1,2 Mha	=
Tep/an	0,3 Mtep	1,7 Mtep	2 Mtep	2 Mtep	
Part de marché carburants	1 %	5,7 %	6 %	6 %	
Cultures ligno cellulosiques/an					
Surface de cultures ou TCR	~ 0	N.S.	0,2 Mha	1 Mha	↗
Tep/an	~ 0	N.S.	1 Mtep	5 Mtep	
Néo-chimie du végétal					
Surface de cultures	0,1 Mha	0,2 Mha	0,5 Mha	2 Mha ?	
Tep/an	0,1 Mtep	0,2 Mtep	0,5 Mtep	2 Mtep ?	↗
Part de marché pétrochimie	1 %	2 %	5 %	20 % ?	
Flux/surface					
«Non alimentaire»	0,4 Mtep	1,9 Mtep	3,5 Mtep	9 Mtep	
Total	0,4 Mha	1,2 Mha	1,9 Mha	4,2 Mha	?
% terres arables	2,5 %	6,7 %	10,5 %	20 %	
Total biomasse/énergie (hors bois matériau)	11 Mtep	14 Mtep	18 Mtep	25 Mtep	Stabilisation tendancielle

(*) DIB : déchets industriels banals ; TCR : taillis à courte rotation.

(1). Calcul effectué avec un taux d'actualisation de 8%.

Concernant la valorisation de la biomasse, surtout thermique, on sait que le seuil de compétitivité de la quasi-totalité des filières serait atteint avec un prix du pétrole et du gaz équivalent à 50 dollars le baril. Dans le contexte actuel, les principales barrières à une accélération du développement de ces bio-filières restent les surcoûts initiaux d'investissement (bois énergie, biogaz), les coûts courants de production et de collecte de la biomasse (pour les biocarburants) et l'organisation logistique de mobilisation des gisements.

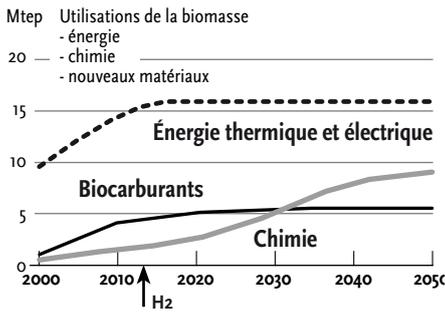
Les efforts entrepris par l'Ademe et ses partenaires dans ces domaines, soutenus par un développement réel et rapide des marchés (bois énergie, biocarburants, chimie du végétal) autorisent un certain optimisme en matière de compétitivité des bioénergies dès lors que le contexte pétrolier restera ferme et que le marché du carbone sera une perspective crédible.

Les perspectives à moyen et long terme

RÉPONDRE AU DÉFI de la réduction des émissions de gaz à effet de serre d'un facteur deux au niveau mondial, et donc d'un facteur quatre au niveau français, justifie la conduite d'un programme de R&D à la hauteur de l'enjeu et des ressources physiques des énergies renouvelables en France et dans le monde. Il concerne deux volets principaux :

- la faisabilité industrielle de l'exploitation de la géothermie profonde et des carburants liquides produits à partir de matières lignocellulosiques et la réduction des coûts pour des technologies comme l'éolien en mer et le photovoltaïque ;
- le stockage de l'énergie, en particulier électrique, et la gestion de l'intermittence des ressources solaires et éoliennes. Le stockage des énergies intermittentes, par station de pompes hydrauliques, électrolyse de l'eau et production d'hydrogène ou tout autre mode de stockage énergétique, ainsi que l'amélioration de la prévisibilité de ces énergies et l'exploitation de leur foisonnement au niveau européen seront des thèmes importants parmi les développements futurs. Parallèlement, des techniques plus sophistiquées de gestion de la demande sont possibles, par exemple au niveau des *bâtiments intelligents* producteurs, stockeurs et consommateurs d'énergie.

LA GÉOTHERMIE PROFONDE. Depuis 1987, l'Ademe soutient un programme européen de recherche en géothermie profonde sur le site de Soultz-sous-Forêts (Alsace). Le but est d'extraire l'énergie contenue, en grande profondeur, dans des roches fracturées, chaudes (supérieur à 200 °C) et peu perméables. Le programme en est arrivé à la phase de construction d'un pilote scientifique avant de passer à un prototype industriel. Le pilote scientifique devrait avoir une puissance thermique de 30 à 50 MW et une puissance électrique de 4 à 6 MW. Après démonstration de ce

GRAPHIQUE 5**Scénario prospectif de valorisation de la biomasse****ENCADRÉ 3****Les principaux enjeux et axes de recherche pour la biomasse**

► Contribuer à la fourniture d'énergie (chaleur, électricité, carburants) en accroissant la productivité de la biomasse, de sa mobilisation et des procédés de conversion, notamment grâce à la gazéification et aux biotechnologies ;

► Répondre à la demande de matières premières pour la chimie de l'après pétrole en utilisant la diversité moléculaire du végétal pour créer de nouveaux produits de substitution à la pétrochimie, notamment grâce aux procédés de biosynthèse et aux techniques fermentaires (chimie verte).

(1). En particulier pour l'H₂ issu de cette filière en vue de son utilisation possible dans une pile à combustible.

premier pilote, l'objectif sera l'optimisation économique (réduction des coûts de forage, inventaire des zones favorables). Cette technologie est particulièrement intéressante car elle assure une puissance garantie, avec ou sans cogénération. Les premières estimations du potentiel exploitable sont de 100 à 135 twh par an en France et de 900 twh par an dans l'UE pour un coût estimé à 0,06 euro par kwh. Ce potentiel pourrait encore être bien supérieur car les zones favorables à cette exploitation sont estimées à 100 000 km² en Europe.

LA BIOMASSE, LES BIOCARBURANTS ET LES RESSOURCES LIGNOCELLULOSIQUES. La production de biocarburants repose aujourd'hui sur l'utilisation des réserves de la plante et pas de sa partie lignocellulosique. La production de biocarburants à partir de biomasse lignocellulosique forestière ou cultivée par voie thermo-chimique (gaz de synthèse pour production de carburants liquides ou d'hydrogène, H₂) ou biologique (fermentation, digestion enzymatique) permettrait d'accroître les rendements de conversion à l'hectare. Mais de nombreux verrous technologiques sont à lever, par exemple en ce qui concerne la maîtrise de la pyrolyse/gazéification, la purification des gaz⁽¹⁾, l'hydrolyse enzymatique, les procédés de fermentation, etc. On doit noter que la production de biocarburants restera pourtant, à terme, limitée par rapport aux marchés en cause sans pouvoir probablement excéder 10 % des consommations d'essence et de gazole du fait des surfaces agricoles mobilisables. Mais, même en quantité limitée, cette production pourrait apporter des marges de manœuvre intéressantes et des bénéfices collectifs notables (effet de serre, emploi) dans un système énergétique s'appuyant largement sur les énergies renouvelables. **ENCADRÉ 3**

La France dispose d'un potentiel de biomasse considérable. Pour en tirer parti, elle doit consacrer un effort de R&D plus important pour les bio-énergies et matières premières renouvelables dont s'approvisionne déjà son industrie chimique mais pour moins de 1 % de son marché.

L'évolution des différentes filières de valorisation de la biomasse est très dépendante de celle du prix des combustibles et carburants fossiles. En fonction du prix du baril de pétrole et des efforts de R&D qui seront consentis, cette évolution pourrait être celle décrite dans le **GRAPHIQUE 5**.

L'ÉOLIEN MARITIME. L'Ademe a réalisé une estimation prudente de la décroissance du coût de l'éolien maritime sur base des hypothèses suivantes :

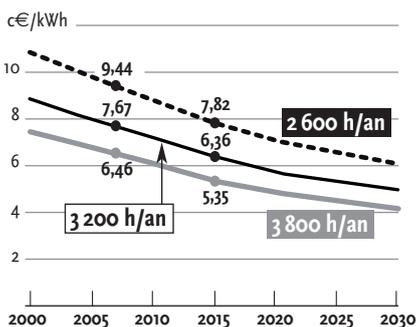
- décroissance du coût d'investissement par kw de 2 % par an jusqu'en 2010 à partir de la valeur de référence de 1 675 euros par kw en 2002 puis de 1,5 % par an de 2011 à 2030. Cette valeur est celle constatée sur la première installation éolienne en mer à grande échelle, le projet danois de Horns Rev de 160 MW, mis en service fin 2002 et situé en mer du Nord dans des eaux de 6 à 14 mètres de profondeur ;
- cette décroissance, qui se ralentit après 2010, prend en compte le fait que les installations seront progressivement réalisées dans des conditions de plus en plus difficiles : à moins de 10 kilomètres des côtes et à moins de 10 mètres d'eau d'ici à dix ans, puis jusqu'à 30 kilomètres et 30 mètres de profondeur dans les décennies suivantes.

L'évolution de coût de l'électricité produite, pour un taux d'actualisation de 8 % par an et un coût d'exploitation de 6 % par an, qui en découle figure sur le **GRAPHIQUE 6**.

Le potentiel théoriquement exploitable en France est de 30 000 MW pouvant produire 90 twh/an (zones à moins de 30 km des côtes et à moins de 30 m de profondeur). Le potentiel terrestre est, quant à lui, évalué à 30 000 MW pouvant produire 66 twh/an en occupant 10 % des surfaces où la vitesse moyenne annuelle du vent est supérieure à 6 m/sec.

GRAPHIQUE 6

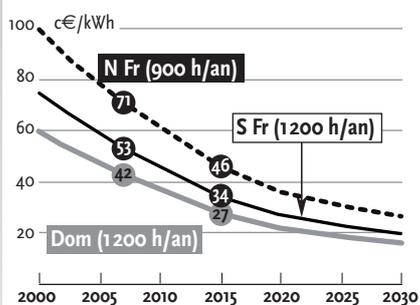
Évolution du coût de l'éolien en mer



Une éolienne fournit une puissance variable suivant la vitesse du vent. Les heures de fonctionnement annuelles correspondent au nombre d'heures où l'éolienne aurait dû tourner à sa puissance nominale pour produire l'énergie annuelle réelle. 2600 h/an correspond à une vitesse moyenne annuelle de 7,5 m/sec, 3 200 h/an à 8,5 m/sec soit un site moyen en mer, 3800 h/an à 9,5 m/sec et plus.

GRAPHIQUE 7

Évolution du coût du photovoltaïque



N Fr: Nord de la France
S Fr: Sud de la France
Dom: département d'outre mer

(1) Et les carburants végétaux, stockables et transportables, ainsi que la gazéification de la biomasse, notamment pour la production d'hydrogène et de gaz de synthèse.

(2) Hydrogène, stockage thermique haute température, gestion de la demande, etc.

LE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE. Pour le solaire photovoltaïque, les prévisions sont :

- une décroissance du coût d'investissement par kW de 5% par an jusqu'en 2010 à partir de la valeur de 7 000 euros par kW en 2002 (valeur observée lors de la dernière décennie) ;
- le taux de décroissance diminue ensuite d'un demi point tous les cinq ans pour s'établir à 3% par an de 2026 à 2030.

Le coût de l'électricité produite, pour un taux d'actualisation de 8% par an, subira l'évolution décrite dans le **GRAPHIQUE 7**.

On constate donc que, sauf prise en compte des coûts externes sociaux et environnementaux, ce n'est que dans les départements d'outre-mer que la rentabilité du photovoltaïque se situe à un horizon visible. Cette évolution pourrait cependant être fortement accélérée par un effort accru de R&D, portant sur les couches minces et sur les matériaux polymères, et de développement du marché.

L'intégration des générateurs à l'enveloppe des bâtiments pourrait, de plus, considérablement changer cette évaluation, le coût des éléments substitués venant se déduire de l'investissement photovoltaïque.

Le potentiel théorique du photovoltaïque est considérable. Un chiffre le situe : la surface des toitures françaises est de l'ordre de 10 000 km² (sans compter d'autres surfaces exploitables telles que les surfaces de parking) et pourrait produire 1 000 TWh par an.

STOCKAGE DE L'ÉNERGIE ET GESTION DE L'INTERMITTENCE. Si la réduction des coûts de l'éolien en mer et du photovoltaïque est un objectif identifié de longue date et dont la faisabilité ne fait guère de doute, il faut insister sur l'importance stratégique de disposer de technologies pouvant produire de l'électricité (ou des carburants) de façon abondante et garantie. La géothermie des roches profondes, dont le potentiel est au moins d'une centaine de TWh annuels⁽¹⁾ pourrait apporter de la souplesse à la gestion d'un système énergétique beaucoup plus largement basé sur les énergies renouvelables. S'agissant du système électrique, la grande hydraulique, la bioélectricité et la géothermie fourniraient une production de base et une souplesse d'exploitation tandis que les énergies intermittentes comme l'éolien et le solaire pourraient apporter une relative abondance, différentes formes complémentaires de stockage pouvant être envisagées⁽²⁾. Il faut aussi développer de meilleurs outils de prévision des énergies éolienne et solaire, tenant compte du foisonnement de ces ressources de la Méditerranée au cercle polaire. Prédire avec précision à une échelle européenne les apports de ces énergies est tout à fait possible et sera d'une grande valeur ajoutée pour la gestion du système électrique communautaire.

LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE BÂTIMENT. Outre le développement de matériaux renouvelables dans la construction, comme le bois dont le contenu énergétique est faible, l'intégration des énergies renouvelables dans le bâtiment doit permettre de réduire la consommation d'énergie thermique jusqu'à 20 à 30 kWh/an et par m² bâti contre une moyenne de 182 actuellement et de 80 dans l'habitat neuf répondant à la réglementation thermique 2000. Les besoins en chaleur basse température, qui représentent 35% des besoins énergétiques d'un pays comme le nôtre, pourraient être satisfaits par l'intégration systématique et parfois combinée dans les bâtiments neufs des meilleurs concepts bioclimatiques et des technologies énergies renouvelables (solaire, bois et géothermie).

Si des efforts de R&D à la hauteur des enjeux sont consentis, tant par les pouvoirs publics que par l'industrie, et si la promotion des technologies déjà disponibles, comme celles s'appliquant au chauffage des bâtiments, est

assurée de façon volontaire par les autorités publiques, les analyses prospectives d'un pétrolier comme Shell, qui prévoit une part d'énergies renouvelables de 50 % dans la consommation mondiale d'énergie en 2050, apparaissent crédibles même si l'échéance qu'il propose est très optimiste.

Les différentes coopérations

LES ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES doivent s'étudier à l'échelon européen, notamment parce que les marchés des carburants et de la pétrochimie sont internationaux et parce que les réseaux électriques d'Europe sont de mieux en mieux interconnectés. De plus, sur des sujets d'intérêt aussi général, l'espace européen est le cadre idéal pour mener les travaux de R&D nécessaires. La question du déséquilibre dans des coopérations entre pays de l'UE en matière de développement des énergies renouvelables pourrait être posée. L'Allemagne, et dans une moindre mesure le Danemark, l'Espagne ou les Pays-Bas, ont pris une avance dans les technologies nouvelles : plus de 12 000 MW éoliens installés en Allemagne, 4 000 en Espagne et 2 900 au Danemark contre 180 en France. Des écarts similaires sont constatés dans le solaire photovoltaïque, le solaire thermique ou la valorisation du biogaz. Au niveau du développement industriel, la France a cependant conservé des atouts et son retard pourrait être comblé. En particulier, Jeumont (Areva) dans l'éolien et Photowatt dans le photovoltaïque ainsi que les fabricants des systèmes solaires thermiques et d'équipements bioénergétiques ont un savoir faire de pointe. Dans d'autres domaines, comme les biocarburants, la chimie du végétal, les équipements domestiques performants valorisant le bois énergie ou la géothermie, la France fait partie des pays les plus avancés.

Les relations et coopérations avec les pays en développement vont aussi devoir évoluer en fonction des objectifs de développement durable : il leur faudra déployer des services énergétiques nécessaires à l'amélioration du niveau de vie des populations tout en modérant la croissance des émissions de gaz à effet de serre. Là encore, le cadre européen apparaît comme le plus pertinent pour conduire des programmes de coopération, actuellement très insuffisants, dans un souci d'efficacité. La France devrait continuer à jouer un rôle moteur dans l'initiative européenne proposée à Johannesburg⁽¹⁾. Comme elle en a pris l'engagement au Sommet mondial pour le développement durable, elle devrait aussi persévérer dans la conception au niveau national des outils financiers adaptés aux spécificités des énergies renouvelables et de la maîtrise de l'énergie dans les pays en développement.

Dans ces pays, l'accroissement de la demande d'énergie est un problème crucial et, malgré des situations très différentes entre les pays exportateurs nets d'énergie (Algérie, Égypte, Syrie), pratiquement auto suffisants (Tunisie), fortement dépendants des importations (Turquie) ou en dépendance quasi totale (Maroc, Palestine, Jordanie, Israël, Chypre, Malte, Liban), l'efficacité énergétique, d'une part, et le recours aux énergies renouvelables, d'autre part, doivent désormais être des composantes essentielles de leurs politiques énergétiques. Dans ce contexte, l'Ademe qui a fait de la coopération avec les pays du Sud de la Méditerranée une priorité de son action internationale, intervient dans cette région dans le cadre de projets régionaux ou par des actions de coopération bilatérales.

LES PROJETS DE COOPÉRATION MULTILATÉRALE. Il existe des instances de réflexions régionales qui contribuent à la définition et à la mise en place de politiques méditerranéennes auxquelles l'Ademe participe :

- le Forum euro-méditerranéen de l'énergie qui regroupe les vingt-sept pays du partenariat et qui a mis en place des groupes *ad hoc* dont ceux sur la politique énergétique et sur l'analyse économique. L'Ademe, à la

(1). Energy for Poverty Eradication and Sustainable Development.

Les principaux projets régionaux de l'Ademe

► L'énergie et l'environnement urbain dans les pays méditerranéens et le Programme d'application de l'énergie solaire thermique dans le Bassin méditerranéen cofinancés par le Meda régional ;

► Le Forum d'affaires sur les énergies renouvelables dans la région méditerranéenne cofinancé par la Commission européenne.

demande du ministère de l'Industrie, participe en tant que représentant français à leurs travaux ;

- le consortium de l'Initiative italienne issue des travaux du G8 et du Sommet de Johannesburg visant au développement des énergies renouvelables ;
- le Conseil solaire méditerranéen de l'Unesco qui a conduit au programme correspondant (1996-2005) avec cinq projets régionaux et la définition de nombreux projets nationaux de haute priorité auxquels l'Ademe a contribué.

Par ailleurs, l'Ademe intervient soit en tant que leader, soit en tant que partenaire dans plusieurs projets régionaux. **ENCADRÉ 4**

Avec ses partenaires espagnol et tunisien, l'Ademe, a été à l'initiative de la création de l'Association méditerranéenne des agences nationales de maîtrise de l'énergie – Medener – regroupant les représentants de douze pays. Son but est de renforcer le partenariat interrégional par l'échange d'expériences et de savoir-faire, l'organisation d'événements mais aussi l'élaboration de propositions conjointes à soumettre aux instances internationales. Il s'agit là d'une structure légère et souple qui sert de point d'ancrage à plusieurs projets régionaux et qui développera ce rôle à court et moyen termes. C'est également un acteur privilégié de la mise en œuvre des mécanismes de flexibilité issus du Protocole de Kyoto sur le changement climatique.

LES PROJETS DE COOPÉRATION BILATÉRALE. Dans les politiques des pays méditerranéens, de nombreux projets nationaux s'inscrivent dans le cadre de coopérations bilatérales et font l'objet d'assistances techniques ou de cofinancements de l'Ademe et de ses partenaires⁽¹⁾. Il s'agit d'actions :

- de coopération institutionnelle. Appui à la mise en place de politiques de maîtrise de l'énergie (Tunisie, Algérie, Liban...), jumelage pour le renforcement de l'efficacité énergétique en Turquie ;
- de formation aux différents niveaux. Thèses de doctorat, cadres et gestionnaires, techniciens avec les stages organisés en France dans le domaine des énergies renouvelables comme Photo, Eole ou Hélios, mais aussi leurs versions adaptées comme UFERFI, UFEREOL, UFERIPRO ou UFERSOL au Maroc.
- de communication (Planète précieuse en Tunisie, campagne dans les médias en Algérie...);
- de conduite de projets pilotes et d'opérations de démonstration (Programme pilote d'électrification rural au Maroc, MDE en Palestine, bâtiments performants au Liban, solaire thermique avec le groupe Accor et le Club Méditerranée...);
- de promotion industrielle et commerciale (participations à Pollutec, séminaires et expositions UBI France, visites techniques...).

Ces actions bilatérales sont plus développées avec les pays du Maghreb. L'Ademe y a renforcé et formalisé son activité par la signature d'accords de coopération avec ses homologues en Tunisie et en Algérie (2003) et au Maroc (2004). Les visites en 2004 sur le thème de l'énergie de Nicole Fontaine, la ministre déléguée à l'Industrie, en Territoires palestiniens et en Algérie ont d'ailleurs confirmé l'intérêt et la nécessité d'une telle coopération institutionnelle. ●

(1). Ministère des Affaires étrangères, Agence française de développement, ministère de l'Écologie...

Solaire thermique : les enjeux dans un marché en mutation



Stéphane Pouffary est responsable de la coordination de l'Activité internationale au sein de la direction des énergies

renouvelables, des réseaux et des marchés énergétiques de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe). Il a été en charge du projet Meda Applications de l'énergie solaire thermique dans le Bassin méditerranéen.

À TERME, IL S'AGIT DE MODIFIER LA NATURE MÊME DES ÉCHANGES ENTRE LES PAYS DES DEUX RIVES DE LA MÉDITERRANÉE

VINGT-DEUX PAYS AGENCÉS en un anneau presque fermé et répartis autour d'une mer commune font du Bassin méditerranéen un lieu d'échanges et d'interdépendances exceptionnel, qu'il s'agisse des aspects culturels et économiques mais aussi des conséquences partagées quant aux impacts sur l'environnement des activités humaines. Cela est d'autant plus important que ce patrimoine partagé s'accompagne d'importantes disparités tant d'un point de vue économique, démographique qu'énergétique.

Pour les Psem, les nécessités d'un développement économique harmonieux et équitable s'accompagnent d'une augmentation importante de la consommation énergétique et d'une modification des options d'aménagement de leur territoire respectif. Pour l'ensemble des pays du pourtour méditerranéen, les options énergétiques qui seront retenues devront aussi prendre en compte les problèmes de sécurité et de diversité d'approvisionnements dans un marché de plus en plus libéralisé et mondialisé. À terme, il s'agit de modifier la nature même des échanges entre les pays des deux rives de la Méditerranée.

Compte tenu de la durée de vie des aménagements énergétiques, une réflexion préalable sur le moyen et le long terme est indispensable. Cependant, au-delà des options techniques et des nécessités économiques, les choix sont et seront fortement dépendants des possibilités de financement et de la capacité des Psem à les mobiliser.

Après avoir rappelé le contexte économique et énergétique des pays méditerranéens et plus particulièrement celui des Psem, nous étudierons l'importance de l'utilisation rationnelle de l'énergie et du développement des énergies renouvelables en Méditerranée. Nous nous attarderons sur les applications de l'énergie solaire thermique dans le Bassin méditerranéen et à partir de l'expérience européenne, nous regarderons les perspectives de développement de la filière solaire thermique dans les Psem. Nous concluons en soulignant l'importance de la coopération Nord-Sud mais aussi et surtout Sud-Sud.

1 La consommation énergétique a plus que doublé en trente ans

AVANT D'ABORDER LES ÉNERGIES RENOUVELABLES et le potentiel de développement des applications du solaire thermique dans les Psem, il semble indispensable de nous replacer dans le contexte plus général du secteur énergétique dans son ensemble en prenant également en compte quelques éléments économiques et démographiques. De 240 millions d'habitants en 2000, la population des Psem devrait dépasser les 340 millions d'habitants en 2020. Géographiquement, elle se répartit en trois pôles d'égale importance (Égypte, Maghreb et Turquie avec respectivement plus de 70 millions d'habitants en 2000 et plus de 100 millions en 2020). En

QU'IL S'AGISSE DES PAYS
EXPORTATEURS OU
DES PAYS IMPORTATEURS,
LE COMMERCE DE
L'ÉNERGIE EST DE
PREMIÈRE IMPORTANCE
POUR L'ÉQUILIBRE
RÉGIONAL

(1). Par exemple, 95 % des recettes commerciales de l'Algérie proviennent de la vente d'hydrocarbures.

(2). De l'Agence internationale de l'énergie (AIE), de l'Observatoire méditerranéen de l'énergie (OME), du Plan d'action pour la Méditerranée (PAM)...

(3). Pétrole, charbon et gaz. Plus de 75 % de la consommation dans les PNM et plus de 96 % dans les Psem.

(4). Une baisse relative due au fait de la concurrence du gaz qui tend à se développer de manière significative.

termes de concentration, plus de 60 % de la population était urbaine en 2000 et en 2020 c'est plus de 75 % de la population qui devrait habiter les villes et se concentrer sur l'espace littoral.

Cette croissance démographique et les inévitables bouleversements en termes de consommation associés sont à prendre en compte dans des situations énergétiques et des contraintes d'approvisionnement très différentes. Les pays du Nord de la Méditerranée (PNM) sont tous fortement importateurs d'énergie et pour la rive sud, seulement quatre Psem sont exportateurs nets d'énergie (Algérie, Égypte, Libye, Syrie). La Tunisie vient de passer du statut d'exportateur net à celui d'importateur net. La Turquie est en grande partie dépendante des importations et les autres pays de la rive Sud sont en dépendance quasi totale (Maroc, Autorité palestinienne et Israël).

Ceci étant, qu'il s'agisse des pays exportateurs ou des pays importateurs, le commerce de l'énergie est de première importance pour l'équilibre régional⁽¹⁾. Pour les pays de la rive nord, il s'agit principalement de diversifier ses sources d'approvisionnement et de réduire sa consommation afin d'assurer sa sécurité énergétique. Pour les Psem, il s'agit de répondre aux besoins d'une population en forte croissance et d'anticiper l'augmentation de la demande tout en maintenant la sécurité énergétique pour les uns et les conditions optimales de la vente d'énergie pour les autres.

Sur les trente dernières années, la consommation d'énergie primaire dans l'ensemble du Bassin méditerranéen a plus que doublé pour atteindre 820 Mtep en 2000, soit un taux de croissance annuel de 2,7 %. Sur la même période, les Psem et les PNM ont connu un taux de croissance annuel respectif de 6,1 % et de 1,9 %; les PNM consommant plus des deux tiers de l'énergie totale consommée. Quel que soit le scénario retenu⁽²⁾, il semble communément admis qu'un taux annuel de 2 % soit une variable réaliste pour l'accroissement de la demande totale en énergie primaire sur l'ensemble du Bassin méditerranéen. Selon un tel scénario, la consommation d'énergie primaire atteindrait alors 1353 Mtep en 2025, soit +65 % sur la période. Selon cette même analyse, la part relative des Psem dans la consommation totale d'énergie en Méditerranée atteindrait plus de 40 % en 2025.

Le secteur de l'électricité est celui qui a connu la plus forte croissance avec le développement industriel et le développement de la consommation dans le secteur résidentiel (climatisation, électroménager...). En 2000, la demande a atteint près de 1500 TWh et pourrait doubler d'ici 2025! Proportionnellement, pendant la même période, la consommation électrique devrait tripler dans les Psem et passer de 350 TWh en 2000, à 700 TWh en 2010 et 1100 TWh en 2025.

Il faut souligner l'importance du secteur des transports qui représente 32 % de la consommation finale d'énergie (dans les Psem, on note une croissance annuelle de 4 %) et du secteur résidentiel (dans les Psem, il a enregistré une hausse annuelle de 5 % entre 1970 et 2000 avec plus de 40 % de la consommation finale d'énergie).

Les énergies fossiles dominent largement l'approvisionnement énergétique en Méditerranée⁽³⁾. Le reste étant principalement produit par l'électricité nucléaire (France, Espagne et Slovénie) et hydraulique. En 2025, les énergies fossiles devraient représenter près de 85 % des consommations énergétiques. Le pétrole reste très présent dans le bilan énergétique régional (48 % en 2000) et devrait en représenter environ 40 % à l'horizon 2020⁽⁴⁾. Le gaz naturel est l'énergie qui a connu le plus grand développement ces dernières années. Encore relativement faible dans les années 1970, sa part a atteint 21 % en 2000 dans l'ensemble du Bassin et 27 % dans les Psem. Le gaz, particulièrement abondant dans la région, devrait se fortement développer dans les vingt prochaines années tant au Nord qu'au Sud (passant de 170 Mtep en 2000 à environ 400 Mtep en 2020).

Même si la part du charbon reste stable dans le bilan énergétique du Bassin méditerranéen (10 à 15 %), sa consommation a augmenté, notamment dans les Psem (+ 6 % par an). Les PNM en consomment les deux tiers (Grèce, pays de l'Adriatique Est, Espagne) mais il est prévisible que les engagements communautaires pris dans le cadre du Protocole de Kyoto diminueront nettement ces ratios. D'un autre côté, certains Psem ne possédant pas d'hydrocarbures (Turquie, Israël et Maroc) envisagent la construction de centrales au charbon. Globalement, sur l'ensemble de la région, la part du charbon se maintiendrait en pourcentage et, compte tenu de l'accroissement de la demande, sa consommation passerait de 100 Mtep à près de 200 Mtep à l'horizon 2025.

2 L'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables : des alternatives stratégiques

L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ÉNERGIE (URE) a pour objet, d'une part, d'augmenter l'efficacité des systèmes énergétiques actuels (promotion des technologies efficaces et propres) et, d'autre part, d'assurer les mêmes services énergétiques en consommant moins. L'ensemble de la chaîne énergétique est concerné (production, distribution et consommation) ainsi que tous les secteurs économiques (industrie, résidentiel et tertiaire, transports...). De plus, toutes les actions qui diminueront la demande contribueront à assurer à la région une meilleure gestion de sa ressource énergétique compte tenu des contraintes attendues. De nombreux audits sectoriels ont mis en évidence un fort potentiel. À l'horizon 2020, le potentiel d'économie dans les pays du pourtour méditerranéen est évalué à 20 % et cette estimation atteindrait 50 % dans les Psem.

Dans ce contexte, le développement des sources d'énergies renouvelables (SER) est également une alternative stratégique pour diversifier l'offre énergétique. Les énergies renouvelables (incluant petite et grande hydro-électricité) représentent 3 % du bilan énergétique du Bassin méditerranéen hors biomasse et environ 6 % si on inclut la biomasse.

La zone méditerranéenne est favorable aux énergies renouvelables à la fois grâce à ses caractéristiques climatiques et, dans certains cas comme le Maroc, par la structure dispersée de son habitat et de ses réseaux électriques. À ce titre, soulignons l'importance de l'électrification rurale pour les Psem et au-delà de l'accès à l'énergie, il convient de mettre en évidence les effets induits sur le développement des populations. L'AIE, dans son *World Energy Outlook*, estime qu'en 2000 plus de 16 millions d'habitants des Psem n'ont pas accès à l'électricité. Les investissements nécessaires sont importants et malgré des progrès ces dernières années⁽¹⁾ la tâche reste considérable.

À cela, il faut rajouter les applications thermiques des énergies renouvelables (biomasse, solaire et géothermie) et, là encore, le potentiel est plus que significatif. L'utilisation de la biomasse pour la production thermique est en forte croissance et dans certains cas cela pose un risque environnemental qui va au-delà de la problématique de l'énergie (déforestation, modes d'utilisation non optimisés...). L'utilisation de la biomasse sous forme de bois de feu par les ménages concerne principalement le Maroc, la Turquie et, dans une moindre mesure, la Tunisie. L'Égypte utilise la biomasse sous forme de déchets agricoles dans l'industrie. Le potentiel d'application de la géothermie est inégalement réparti et les Psem sont, quant à eux, essentiellement concernés par les applications moyennes et basses.

L'utilisation rationnelle de l'énergie et le développement des sources d'énergies renouvelables sont des alternatives complémentaires qui per-

(1). Exemple du Maroc avec le Plan d'électrification rural global (PERG).

Les douze partenaires du projet Applications de l'énergie solaire thermique dans le Bassin méditerranéen

Sept partenaires dans les pays sud méditerranéens

- Agence libanaise pour la maîtrise de l'énergie et l'environnement – ALMEE
- Agence algérienne pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie – APRUE
- Centre marocain de développement des énergies renouvelables – CDER
- Agence tunisienne des énergies renouvelables – Aner
- Autorité égyptienne pour les énergies nouvelles et renouvelables – NREA
- Centre palestinien de recherche sur l'énergie et l'environnement – PEC
- Centre jordanien de recherche sur l'énergie – NERC. Il a rejoint le projet début avril 2003

Cinq partenaires dans l'UE

- Agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie – Ademe. Elle assure la coordination générale du projet
- Agence portugaise de l'énergie – Adene
- Centre grec pour les sources d'énergies renouvelables – CRES
- Institut espagnol pour la diversification et la maîtrise de l'énergie – IDAE
- Institut italien pour la promotion de l'innovation technologique – ISNOVA

mettent de limiter la dépendance énergétique nationale et la vulnérabilité des réseaux d'approvisionnement car ils ne sont pas assujettis aux risques géopolitiques ou autres. Il convient aussi de souligner l'impact positif sur l'emploi et sur le développement local ainsi que la contribution positive à la réduction des émissions des gaz à effet de serre. De plus, les sources d'énergies renouvelables sont particulièrement adaptées à la production d'énergie décentralisée (zones isolées entre autres).

Différents scénarios ont été modélisés en prenant des options de croissance modérée ou alternative volontariste. Le premier reprend principalement les projets annoncés par les pays concernés et le second envisage une part de 10 % des énergies renouvelables dans la production d'électricité à l'horizon 2010. En se concentrant sur le premier scénario, les énergies principalement concernées sont l'éolien et l'énergie solaire.

Cependant, malgré un potentiel important, les gisements sont encore peu exploités. La mise en valeur de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des sources d'énergies renouvelables passe par une approche de la planification et de la gestion des systèmes énergétiques beaucoup moins centralisée que dans les approches classiques. Il est nécessaire de mettre en place des réglementations spécifiques, des incitations financières, des actions de formation et de sensibilisation. L'implication des pouvoirs publics est indispensable. De nombreux pays méditerranéens ont déjà annoncé officiellement des stratégies nationales et, dans la crainte d'un nouveau choc pétrolier, les engagements internationaux et régionaux ont permis de mobiliser positivement les acteurs du secteur énergétique. Ceci étant, malgré des stratégies nationales souvent ambitieuses, les résultats ne sont pas encore à la hauteur des objectifs affichés tant dans les PNM que dans les Psem.

3 Les applications de l'énergie solaire thermique

AVEC UN RAYONNEMENT EXCEPTIONNEL sur l'ensemble du pourtour méditerranéen (4,1 à 5,2 kWh/m/jour en moyenne), le potentiel des applications thermiques de l'énergie solaire se chiffre en dizaines de millions de mètres carrés. Cependant, les surfaces installées sont très inégalement réparties comme nous le verrons dans les prochains paragraphes.

Pour contribuer au développement de ces applications, les membres de l'association Medener⁽¹⁾ ont conçu un projet régional dont l'objectif principal était de participer au transfert dans les Psem du concept de la garantie de résultats solaires (GRS) qui est utilisé avec succès dans de nombreuses installations solaires en Europe. Il s'agissait également de contribuer à l'émergence d'un marché solaire thermique autonome et durable en Méditerranée. À terme, ce marché devrait être associé au développement d'industries locales de type PME et de réseaux d'artisans suivant un processus similaire à celui en cours au Nord de la Méditerranée. Commencé en avril 2001 et terminé le 6 octobre 2004, le projet Applications de l'énergie solaire thermique dans le Bassin méditerranéen a fait l'objet d'une présentation en séance plénière dans la session réservée aux meilleures pratiques à l'occasion de la Conférence internationale sur les énergies renouvelables à Bonn le 2 juin 2004. Ce projet a rassemblé douze partenaires, dont les dix membres de l'association Medener (telle que constituée en 1997). **ENCADRÉ 5**

Ce projet a été conduit dans le cadre du programme européen régional Meda et de la coopération euro-méditerranéenne. Il a permis de capitaliser des travaux déjà réalisés et a contribué à une meilleure prise en compte de l'énergie solaire thermique dans les processus de décisions politiques des pays partenaires. Au-delà de l'aspect fédérateur, il s'est appuyé sur une longue histoire partagée entre succès ou échecs locaux et, au-delà des

(1). Association méditerranéenne des agences nationales de maîtrise de l'énergie.

aspects techniques, c'est dans la compréhension de ces extrêmes que réside l'essentiel du succès de ce projet.

À la fin 2003, près de 12 millions de m² étaient en fonction⁽¹⁾ avec un taux de croissance 2002/2003 de 25%. Par ordre de croissance on distinguera les pays suivants avec leurs taux de croissance respectifs: Allemagne 4 898 000 m² / 9%; Grèce 2 779 200 m² / 6%; Autriche 1 921 594 m² / 9%. Les plus forts taux de croissance concernent la Finlande (80%), la Belgique (83%), le Royaume-Uni (46%) et la France métropolitaine (44%) mais les surfaces installées pour ces pays restent en volume faibles⁽²⁾. Pour la France, cette augmentation relative découle directement des actions engagées depuis quelques années dans le cadre du Plan soleil. Il s'agit d'un travail fait simultanément sur la qualité des équipements, la certification des installateurs et un système d'aides directes adaptées. L'Allemagne reste leader et son taux de croissance élevé s'explique par le lancement d'une campagne de promotion, l'augmentation du prix du pétrole et l'amplification du programme de soutien fédéral. L'essentiel de la surface installée se répartit sur trois pays, ce qui démontre la fragilité du marché. L'objectif européen de 100 millions de m² à l'horizon 2010, correspondant à une surface installée de 26 m² pour 1000 habitants, risque de ne pas être atteint sans une mobilisation de l'ensemble des pays concernés.

Au-delà de l'analyse chiffrée, l'expérience européenne met en avant quelques déterminants porteurs de succès et par là même ceux porteurs de freins au développement de la filière. En particulier, l'Allemagne et l'Autriche ne bénéficiant pas du meilleur ensoleillement, il est important de ne pas associer le succès de la filière solaire thermique aux seules conditions climatiques. Ces informations contribueront à orienter les politiques des Psem.

LES FACTEURS DE SUCCÈS

- Une réglementation rendant le solaire thermique obligatoire (exemple de l'ordonnance de Barcelone) ou réglementation thermique des bâtiments.
- Des incitations financières adaptées et stables⁽³⁾.
- Un prix des énergies conventionnelles reflétant les cours internationaux (taxes sur les énergies conventionnelles).
- Une sensibilisation à la maîtrise de l'énergie et à l'environnement.
- Une sensibilisation des acteurs clés et décideurs au solaire thermique.
- Campagnes publiques de promotion.
- La mise en avant de projets de démonstrations (en particulier dans le cadre de l'état exemplaire).
- L'existence de réseaux de professionnels qualifiés et motivés (installateurs, architectes, distributeurs, service après vente, réseaux d'informations...).
- Une disponibilité d'équipements de qualité identifiables par une labellisation et des standards reconnus et harmonisés.
- La standardisation des produits et des systèmes clés en main notamment pour la maison individuelle ou le petit résidentiel collectif.

LES FACTEURS DE FREINAGE

- Des coûts d'acquisition et des temps de retour élevés.
- Une solution technique pas encore perçue comme une solution standard dans le bâtiment donc assujettie à la motivation personnelle des décideurs.
- Des coûts annexes élevés (information, installation, maintenance...) en comparaison aux solutions standard (chaudière au gaz ou électrique)

Au-delà des éléments présentés ci-dessus, il convient d'apporter une attention particulière à l'importance du cadre institutionnel et réglementaire. En particulier une politique de soutien attractive est primordiale pour favoriser l'option solaire par rapport aux équipements traditionnels.

En fonction de l'état de développement de la filière il conviendra de privilégier certains instruments et, d'une manière générale, les pays avec un

(1). 11 999 656 UE 15 avec la Suisse et sans le Luxembourg – source Estif 2004.

(2). Respectivement 10030 m² pour la Finlande, 35874 pour la Belgique, 299890 pour le Royaume-Uni et 237400 pour la France.

(3). Mesures fiscales, allègement ou exonération, crédit d'impôts, réduction de la TVA, soutien à l'investissement au niveau local, régional ou national, éco-bonus pour les bâtiments durables, mise en place de prêts adaptés et bonifiés, etc.

EN EUROPE, ON OBSERVE
UNE TENDANCE
À L'HARMONISATION
DES POLITIQUES
DE FINANCEMENT POUR
LE MARCHÉ DU SOLAIRE
THERMIQUE

LES EXPÉRIENCES DES
PAYS LES PLUS AVANCÉS
ONT PERMIS D'ALIMENTER
POSITIVEMENT
LES STRATÉGIES
DE DÉVELOPPEMENT DES
PAYS LES MOINS AVANCÉS

(1). Exprimée en kwh et obtenue par la mesure des températures, des consommations d'eau et de l'ensoleillement.

29

Les Notes IPEMED n° 8

ÉNERGIE RENOUVELABLE

fort marché solaire thermique utilisent plusieurs instruments. En Europe, on observe une tendance à l'harmonisation des politiques de financement. En exemple, citons la baisse de la TVA dans plusieurs pays, la *Directive sur la performance énergétique des bâtiments* publiée en décembre 2002, l'initiative européenne Solar Keymark lancée début 2003 qui a pour objectif de créer un réseau intégré de commercialisation/distribution et de formation au niveau européen sur la base d'un label de qualité commun.

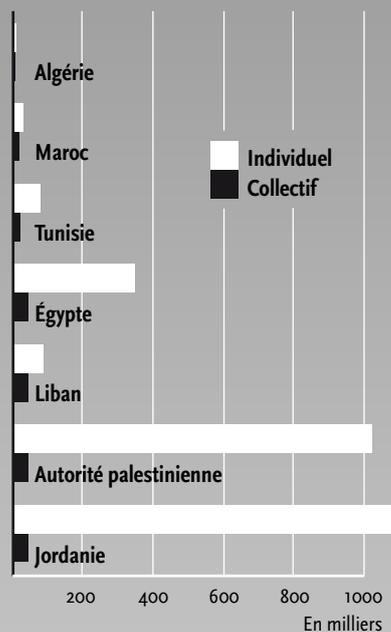
On citera également la procédure de garantie de résultats solaires (GRS) mise en place dans certains pays d'Europe depuis le début des années 90 par les professionnels du secteur et avec l'aide de la Commission européenne. Cette procédure permet de garantir contractuellement les performances techniques et économiques d'une installation équipée de chauffe-eau solaire. Le groupement technique chargé de réaliser son installation s'engage par contrat sur la contribution énergétique de l'installation solaire⁽¹⁾. Si la contribution n'atteint pas les niveaux définis dans le contrat, un dédommagement est versé au client. Les contrôles des performances et des besoins en maintenance sont indispensables. Pour cela, il est nécessaire de mettre en place des équipements spécifiques de mesure et de télé-suivi. Actuellement ce type de contrat s'applique aux installations solaires collectives mais des solutions sont en cours d'évaluation pour utiliser ce type de procédure pour des installations individuelles. La principale contrainte reste le coût des équipements additionnel mais l'effet de marché aidant, ils devraient diminuer. Ceci étant, un des avantages de la garantie de résultats solaires est qu'elle permet de structurer durablement l'ensemble de la chaîne concernée, qu'il s'agisse des équipements qui doivent être de qualité pour que les performances soient prévisibles, des installateurs qui doivent savoir dimensionner l'installation, la concevoir et la réaliser dans les règles de l'art afin qu'elle corresponde aux critères contractuels et enfin des outils financiers proposés qui doivent être adaptés à la logique du marché et s'inscrire dans la perspective d'un investissement attractif.

4 Des dénominateurs communs et des disparités de développement importantes

EN 2002, DES ÉTUDES DÉTAILLÉES ont été réalisées dans les sept pays du Sud partenaires. Études d'autant plus importantes que, dans le domaine des énergies renouvelables et du solaire thermique, très peu de données exhaustives étaient disponibles. Outre une bonne lisibilité de l'état des marchés dans chacun des pays partenaires, les travaux réalisés ont permis de fédérer des actions et de structurer des réseaux d'échanges qui, nous l'espérons, seront durables. Un bilan des potentiels d'échanges, des expériences acquises, des compétences techniques et matérielles disponibles localement, des aspects réglementaires, des tarifications des autres énergies et des financements locaux existants a été dressé. Dans tous les cas, des dénominateurs communs ont été mis en évidence. Sans être exhaustif, on peut citer les aspects réglementaires et le besoin de structurer en profondeur la filière solaire thermique tant au niveau des pouvoirs publics qu'au niveau des opérateurs techniques que des maîtres d'ouvrages. Le prix des énergies de référence est dans tous les cas subventionné et ne prend pas en compte les externalités positives du solaire thermique. Cela constitue un frein au développement de la filière sachant qu'il convient d'apprécier les enjeux de la tarification au niveau micro mais aussi macro-économique. Sur cette base, les expériences des pays les plus avancés ont permis d'alimenter positivement les stratégies de développement des pays les moins avancés.

GRAPHIQUE 8

Parc de capteurs solaires thermiques installé dans sept Psem en 2000



Une disparité importante entre les différents pays concernés a été constatée en termes de surfaces installées. Sans être exhaustif on citera 1 025 000 m² pour l'Autorité palestinienne, environ 1 000 m² pour l'Algérie, 2 000 m² pour l'Égypte et 90 000 m² pour la Tunisie avec, pour ce pays, un taux de croissance en 2001 de 37%. **GRAPHIQUE 8**

De façon générale, dans les pays producteurs d'énergie ou dans les pays où le prix de l'électricité, du gaz ou du fioul est bon marché, le solaire thermique connaît un faible développement. C'est le cas de l'Algérie où le coût très bas du gaz naturel en pénalise le développement. Dans ce cas, à confort égal, le surcoût engendré par une installation solaire est trop important pour inciter les usagers à changer d'approvisionnement énergétique.

À l'opposé, les pays très importateurs ont développé significativement la filière solaire thermique. En Tunisie, le solaire thermique a été développé il y a quelques années sous l'impulsion d'un programme GEF. La filière a pu se structurer et devrait connaître un essor dans les prochains mois. La Palestine, enclavée et dépendante de ses voisins pour son approvisionnement énergétique, possède un grand parc de capteurs solaires. Dans ce second cas, la plupart des capteurs installés correspondent à des installations individuelles. À l'inverse, en Tunisie, le marché du collectif s'est développé et les marchés individuels et collectifs sont en forte croissance.

5 Le rôle indispensable des politiques publiques

IL FAUT ÉGALEMENT SOULIGNER l'indispensable rôle des politiques publiques. Les décisions officielles ont parfois du mal à se décliner concrètement. C'est pourquoi des actions de sensibilisation doivent être entreprises au plus haut niveau et cela, régulièrement. Pour favoriser cette démarche de concertation, des réunions régionales ont été organisées, en Tunisie et en Égypte, avec une forte implication des pouvoirs publics⁽¹⁾. Environ trois cent cinquante personnes ont participé à ces événements.

Afin de pérenniser les transferts de connaissances Nord-Sud mais aussi Sud-Sud, six sessions de formation destinées à des techniciens de bureaux d'études, à un public de formateurs d'installateurs et aux professionnels locaux du secteur ont été réalisées⁽²⁾. Plus de trois cents personnes ont été formées dans ces ateliers. Au-delà des formations, l'important matériel pédagogique en français et en anglais mis à disposition servira dans le cadre d'autres sessions. Certains pays, comme le Maroc et la Tunisie, sont déjà engagés dans les aspects formations. Par exemple le CDER s'est récemment doté d'une plateforme de formation répondant aux exigences internationales et qui vient de se faire accréditer auprès du ISPQ (Institute for sustainable power quality accreditation). L'Égypte possède également sa plateforme nationale dédiée aux énergies renouvelables.

Les documents contractuels de la Charte de la GRS ont été adaptés au contexte particulier de chacun des sept pays du Sud et une analyse des différents systèmes de certification et de normalisation nationaux dédiés au solaire thermique a été également réalisée. Certains pays comme le Maroc, le Liban ou la Tunisie ont déjà appliqué concrètement cette charte avec succès sur des installations neuves. De même des laboratoires tests existent dans la plupart des Psem (Égypte, Jordanie, Tunisie, Maroc) et il est important de mettre en place les mesures à même de rendre obligatoire l'application de ces normes de façon concrète et concertée.

La quatrième phase a eu pour objet d'installer des équipements de télécontrôle sur des installations pilotes sélectionnées (une par pays bénéficiaire). L'objectif était de mettre en avant l'importance du suivi des performances des installations dans le cadre de la GRS afin de démontrer la

(1). Ministre tunisien chargé de l'Environnement, Commission européenne, directeurs de l'Énergie, etc.

(2). Maroc, Tunisie, Liban, Égypte, Algérie, Jordanie et Autorité palestinienne.

pertinence de cette approche. À cette fin, sept systèmes totalement identiques ont été répartis dans les pays du Sud et l'énergie produite par ces systèmes est depuis observable avec un léger décalage sur le site Internet du projet. Le site www.solarmed.net a été créé et l'ensemble des documents réalisés dans le cadre du projet sont téléchargeables.

La cinquième phase consistait à apporter un soutien aux pays du Sud dans l'analyse des secteurs à développer en priorité, ainsi qu'à l'élaboration de plans pour développer des applications collectives et individuelles de l'énergie solaire thermique. Pour chaque pays, les points forts et les points faibles ont été regroupés et lorsque cela était possible, des approches régionales ont été étudiées. En particulier, les facteurs clés du développement durable du marché du solaire thermique ont été analysés et les besoins en financement, la typologie de ces derniers ainsi que les risques à prendre en compte ont également été abordés.

Les mécanismes et outils de financement du solaire thermique ont été passés en revue. On distinguera les instruments dits classiques tels que les prêts⁽¹⁾. Nous avons ensuite étudié les instruments non traditionnels et les nouveaux instruments⁽²⁾. La plupart de ces mécanismes n'ont pas encore été testés ou appliqués notamment dans les pays du Sud. En particulier, compte tenu de la taille des financements nécessaires, certains mécanismes tels que les MDP devront faire l'objet d'une analyse particulière pour ne pas créer d'attentes qui ne pourront être tenues sur la base des simples règles du marché.

L'importance du contexte réglementaire a été soulignée avec des exemples d'initiatives intéressantes, telles que l'étude de la transposition de l'ordonnance solaire de Barcelone ou l'application de règles de construction favorables à l'implantation d'équipements solaires a posteriori comme cela vient d'être expérimenté au Liban dans le cadre d'un projet d'amélioration de l'efficacité énergétique dans le bâtiment financé par le FFEM⁽³⁾. La problématique de la tarification équitable des énergies conventionnelles et de l'impact attendu sur le développement de la filière solaire thermique a également été soulignée.

Mettre en place des outils de financement adaptés

ACTUELLEMENT, SUR LA BASE DES POLITIQUES et des priorités de développement annoncées par les bailleurs de fonds, les projets solaire thermique, notamment dans le secteur résidentiel, ne sont pas considérés comme prioritaires compte tenu de leur taille et donc de la faiblesse des investissements et du financement à mobiliser. En effet, dimensionner, concevoir, installer et entretenir une installation solaire thermique d'une cinquantaine de mètres carrés ne peut se faire selon les schémas de financement généralement utilisés pour des projets de plus grande taille (biomasse ou éolien). À terme, il s'agit d'élaborer et de mettre en place des outils de financement adaptés, ce qui constitue certainement l'enjeu principal pour un développement durable de la filière solaire thermique dans les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée.

Par exemple d'une approche intégrée on peut citer le programme marocain Promasol qui s'intéresse aux applications individuelles et collectives. Lancé sur la base d'un partenariat entre le ministère de l'Énergie et des Mines, le Centre de développement des énergies renouvelables (CDER), l'Office national de l'électricité (ONE), le Pnud, le GEF, le gouvernement andalou et l'Association marocaine du solaire et de l'éolien (Amisole) ce programme a pour objectif de favoriser la mise en place d'un marché durable et à terme autonome. Pour cela il rend obligatoire l'application des normes marocaines avec un passage obligé dans les bancs de tests du CDER, l'organisation de formations spécifiques régulières, l'application du contrat de

(1). Banques commerciales, banques de développement, financement par tiers avec l'exemple des ESCO (Energy Services Companies) appliquées à la vente d'eau chaude, le crédit bail ou leasing, le financement de projet.

(2). Programmes d'aide des bailleurs de fonds, les agences de financement des exportations, les partenariats applicables à la zone euro-méditerranéenne, la Femip, les MDP, les partenariats de type public-privé.

(3). Fonds français pour l'environnement mondial.

BIBLIOGRAPHIE

ALMEE : Plan national libanais pour le développement du solaire thermique, Projet Meda-AESTBM, février 2004

ANER : Plan national pour le développement du solaire thermique en Tunisie, Projet Meda-AESTBM, février 2004

Applications de l'énergie solaire thermique dans le bassin méditerranéen, Collectif, CE-Meda, EuropeAid. www.solarmed.net

APRUE : Plan national de l'Algérie pour le développement du solaire thermique, Projet Meda-AESTBM, février 2004

CDER : Plan national du Maroc pour le développement du solaire thermique, Projet Meda-AESTBM, février 2004

CDER : Promasol pour un chauffe eau solaire accessible à tous..., 2004

Directive sur la performance énergétique des bâtiments www.europa.eu.int/comm/energy/en/fa_2en.html

Estif : European Solar Thermal Industry Federation, Solar Thermal Markets in Europe (Trends and market statistics 2003), June 2003

International Conference for Renewable Energies, Bonn, 1-4 June 2004, www.renewables2004.de

NERC : National plan for the development of solar thermal energy in Jordan, Projet Meda-AESTBM, février 2004

NREA : National plan for the development of solar thermal energy, Projet Meda-AESTBM, février 2004

NREA : Implementation of renewable energy technologies, Energy country study. Published by UNEP, Risoe National Laboratory, Denmark 2001

OME : CDMED Project, Scenarios and strategies for the implementation of the clean development mechanism of the Kyoto Protocol in the Mediterranean region, rapport final, CE, DG Recherche, 2001 →

(1). L'APC fonctionne selon une approche similaire à l'apv en prenant en charge une partie des risques et des frais associés.

(2). Ministères de l'Énergie, de l'Habitat, des Finances, de la Coopération, banques publiques et privées, présidents et directeurs généraux des agences de l'énergie, opérateurs énergétiques.

garantie de résultats solaires (GRS) et il propose la mise en place de mécanismes de financements spécifiques. On citera sur ce dernier point :

- la mise en place de crédit à la consommation avec, entre autres, l'appui de l'Association des professionnels des sociétés de financement, afin de rendre le schéma de financement similaire à celui du chauffe-eau à gaz ou électrique c'est-à-dire avec un acompte initial de l'ordre de 2 000 dirhams suivi de mensualités modérées de 100 à 150 dirhams selon la durée du crédit et la taille du chauffe-eau solaire,
- le développement des services Eau chaude pour les installations collectives qui reprend l'approche ESC ;
- la mise en place d'une assurance prospection vente (APV) qui permettra aux fournisseurs (producteurs et importateurs) de couvrir une partie de leurs frais dans le cadre de leurs actions commerciales à l'attention des institutions et des entreprises industrielles et commerciales sur la base d'un objectif annuel de vente et d'un prix de vente moyen par m² ;
- la création d'une assurance partenariat commercial (APC) qui renforce les partenariats entre producteurs et importateurs d'une part et les entreprises de distribution et d'installation d'autre part dans leurs démarches commerciales à l'attention du grand public⁽¹⁾ ;
- la subvention d'équipement solaire (SES) destinée aux fabricants de chauffe-eau solaire pour les inciter à mettre en place un programme d'investissement industriel qui doit comporter un objectif prévisionnel de production sur douze mois, le prix de vente moyen envisagé et le plan d'équipement pour réaliser ce programme. Le SES peut couvrir 20% du budget d'investissement éligible.

La réunion finale du projet Meda-AESTBM a été organisée par l'Ademe le 2 mars 2004 à Paris. D'un point de vue général, elle a rassemblé des délégations significatives et de haut niveau des pays partenaires du projet AESTBM⁽²⁾ mais aussi un nombre important de représentants d'institutions internationales dont des délégations d'EuropeAid, de la direction générale développement et de la direction générale TREN de la Commission européenne, de la Banque mondiale, de la BEI-Femip, du Pnue et de l'Unitar. Les différentes présentations ainsi que l'intégralité des interventions sont disponibles sur le site Internet du projet. La conclusion ci-dessous, met en avant des recommandations abordées au cours de ces échanges.

CONCLUSION

COMPTE TENU DES ENJEUX ÉNERGÉTIQUES et des conséquences attendues sur l'évolution des courbes de demande il est nécessaire d'aborder la filière solaire thermique à la fois d'un point de vue national mais surtout régional. L'accent doit donc être mis sur des partenariats Nord-Sud mais aussi Sud-Sud à renforcer ou à développer. Ces opérations devront s'appuyer sur des réseaux de partenaires, sur une volonté politique des parties bénéficiaires, sur la base de technologies éprouvées et en fonction des financements disponibles ou en élaborant de nouvelles modalités pratiques pour les mobiliser de façon optimale. La coopération doit être structurée autour d'actions de long terme afin d'assurer la pérennité des actions engagées en renforçant les partenariats nationaux, internationaux et locaux.

Les récents engagements nationaux et les projets régionaux dédiés aux applications de l'énergie solaire thermique dans le Bassin méditerranéen ont été une opportunité pour les pays de s'approprier une même compréhension et une même connaissance des modalités à mettre en place pour obtenir une diffusion massive de ces technologies. À ce titre, les travaux permettent, dès à présent, de dresser une liste des barrières à surmonter et

→ PEC : National plan for the development of solar thermal energy in Palestine, Projet Meda-AESTBM, février 2004

Plan Bleu, Rapport environnement et développement en Méditerranée, chap. 2, Énergie et développement durable

Pouffary S.: Financing renewable energies and rational use of energy, about the opportunity for the creation of energy services companies (ESCO) structures, Tecnoire Conference, La Havana, Cuba, 10-15 novembre 2003

Pouffary S.: *Opportunités d'un fonds carbone méditerranéen, énergies renouvelables et mécanisme de développement propre en Méditerranée*, Conférence COMEDI, Carthage, 24 septembre 2003

Pouffary S.: Application of Solar Thermal Energy in the Mediterranean Basin. Bonn, 1-4 June 2004, «International Conference for Renewable Energies, Plenary Session V/B: Strengthening Capacities, Research and Technology Development, Institutions»

Renewable Energy World, Review issue 2003-2004 (James X James, July-August 2003, Volume 6, n° 4)

UNEP/MEDREP Finance: appui financier pour les projets énergies renouvelables en Égypte, Tunisie et Maroc, papier de discussion, octobre 2003

Ville de Barcelone : Arrêté municipal portant sur l'incorporation de systèmes de captation de l'énergie solaire thermique dans le bâtiment

des axes de développement susceptibles d'influencer positivement les marchés du solaire thermique dans les Psem.

Les transferts de compétences, qu'ils soient Nord-Sud mais aussi Sud-Sud et Sud-Nord, sont fructueux et aideront les pays qui débutent leur réflexion sur ce thème. Cela permettra une mise en place accélérée des outils légaux d'accompagnement. Forte des différences mais aussi des similitudes constatées, l'approche régionale s'avère légitime. Les barrières au développement de cette filière se révélant souvent être les mêmes d'un pays à l'autre, une connaissance profonde des situations locales permet de mieux comprendre les moyens à mettre en place pour les surmonter.

Une approche régionale pour la mise en place de plateformes de certification semble pertinente et pourrait faire l'objet d'études sur la base des expériences de certains pays. De même, un travail de fond sur les mécanismes de financement, sur les indicateurs d'efficacité énergétique, sur une action de concertation de la tarification de l'énergie et sur la mise en place de formations sur l'ensemble des filières énergies renouvelables dans les pays méditerranéens semble remporter une adhésion de principe. Ces recommandations concernent aussi la promotion des projets intégrés avec des volets d'innovation (intégration dans le bâtiment) ainsi que le renforcement des échanges d'informations et du partage d'expériences entre pays du Nord et du Sud, de façon à capitaliser les acquis et à les consolider. Une partie de ces actions a été présentée dans le cadre des Groupe *ad-hoc* du Forum euro-méditerranéen qui a validé le principe et la pertinence de telles actions. Par exemple, le projet Medenec a pour but de stimuler les mesures d'efficacité énergétique et l'utilisation de l'énergie solaire dans le secteur de la construction en région méditerranéenne. Ce projet s'inscrit dans le cadre des programmes et actions qui composent le plan régional de financement Meda de la Commission européenne (EuropeAid) pour 2004.

Les applications du solaire thermique font l'objet d'une attention particulière dans l'ensemble du Bassin méditerranéen. On citera l'Initiative italienne de type II *Mediterranean renewable energy programme* (Medrep) et le Centre à vocation régionale de développement des énergies renouvelables (Medrec) qui vient d'être mis en place en Tunisie et qui s'intéresse aussi à d'autres filières. Dans le cadre de cette initiative, le Pnue en partenariat avec l'Agence nationale de maîtrise de l'énergie (ex-Aner) et la Société tunisienne de l'électricité et du gaz (Steg) viennent de mettre en place un mécanisme de soutien au financement des CES pour la Tunisie Soldinars et ce, à travers la création d'un fonds de garantie et de bonification d'intérêts pour l'acquisition de ces systèmes. Une telle action contribue pleinement à développer des synergies avec les initiatives issues de Johannesburg, conformément aux objectifs fixés par la récente conférence de Bonn. Ces recommandations seront reprises également par Medener qui élaborera, sur cette base, des propositions de projets à vocation régionale.

Enfin, la mise en place de réseaux durables d'experts techniques, mais aussi institutionnels et financiers, sera un plus dans le cadre de la relance du Processus de Barcelone et cela notamment si on prend en compte les effets induits par le développement de tels marchés. Il convient désormais de valoriser tous ces éléments. Plus que d'une conclusion, c'est donc d'un nouveau départ dont il faut parler. ●

Maîtriser l'énergie pour lutter contre les changements climatiques



Ezzedine Khalfallah est actuellement directeur général de Joint Oil Company (Tunisie) et secrétaire général de l'Association

tunisienne des cadres pétroliers et gaziers. Auparavant, il a été directeur général de l'Aner (Agence nationale de la maîtrise de l'énergie et des énergies renouvelables).

ENCADRÉ 6

La maîtrise de l'énergie

Elle facilite notamment :

- ▮ l'accès à des services énergétiques modernes susceptibles d'améliorer le niveau de vie de la population dans le milieu rural ;
- ▮ l'approvisionnement énergétique au moindre coût permettant d'améliorer la dépendance énergétique des pays importateurs d'énergie ;
- ▮ l'utilisation des technologies propres conduisant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

LE SECTEUR DE L'ÉNERGIE ET LE DÉVELOPPEMENT durable sont étroitement liés au niveau de la croissance économique, du développement social et de la protection de l'environnement. Le dernier Sommet de Johannesburg a mis en relief l'importance du rôle de l'énergie dans la contribution au développement durable et la nécessité de réorienter les systèmes énergétiques vers des modes de production et d'utilisation viables, avec notamment le développement de l'efficacité énergétique au niveau de la demande d'énergie et le recours aux énergies renouvelables au niveau de l'offre.

Des changements indispensables

LES TRAVAUX MENÉS AU NIVEAU des conventions des Nations unies depuis dix ans ont montré que des changements profonds sont indispensables dans les stratégies énergétiques pour assurer une meilleure gestion de la production, de la transformation, de la distribution et de l'utilisation de l'énergie. Dans cette optique, la maîtrise de l'énergie au sens large, constitue un enjeu important de développement de l'énergie durable. **ENCADRÉ 6**

L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables constituent donc des pistes intéressantes pour un développement énergétique plus durable et sont considérés parmi les composantes les plus favorables à l'environnement notamment dans la lutte contre les changements climatiques.

À propos du changement climatique, il existe aujourd'hui un vaste consensus chez les scientifiques concluant que diverses régions de la planète subissent déjà les conséquences de ces changements. Pour lutter contre ce phénomène, la communauté internationale a adopté en 1992 la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Depuis 1995, des conférences des parties à la Convention ont eu lieu chaque année. La troisième conférence (Kyoto, 1997) a adopté un protocole à la Convention qui a fixé des objectifs quantifiés de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ceci répond à l'objectif ultime de la Convention à savoir la stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique.

La septième conférence des parties COP7, à Marrakech en novembre 2001 a permis de finaliser certaines décisions dans le domaine des changements climatiques, notamment celles concernant les mécanismes de flexibilité du Protocole de Kyoto.

L'accord de Marrakech a permis à plus de cent pays de ratifier le Protocole de Kyoto. Des progrès ont été réalisés au niveau des négociations internationales, notamment l'élection du conseil exécutif du MDP lors de la COP7. Depuis son élection, ce conseil a aussi consenti des efforts importants liés à la définition de certains aspects méthodologiques comme la préparation du descriptif des projets (PDD). Lors de la dernière réunion, à Bonn le 28 juillet 2003, le conseil exécutif du MDP a approuvé pour la première fois la méthodologie proposée pour la réalisation de deux projets MDP.

Compte tenu des enjeux liés à la réduction des émissions des gaz à effet de serre, la maîtrise de l'énergie, par le biais des mécanismes établis dans le cadre du Protocole de Kyoto, pourrait jouer un rôle déterminant dans ce domaine aidant ainsi les pays industrialisés à remplir leurs engagements

DE MULTIPLES
POSSIBILITÉS DE SOUTIEN
EXISTENT AUSSI BIEN
EN MATIÈRE DE
FINANCEMENT QUE
DE COOPÉRATION
RÉGIONALE

AU NIVEAU DU
PORTEFEUILLE DES
PROJETS, LE CHOIX A ÉTÉ
EFFECTUÉ SUR LA BASE
DES PRIORITÉS
NATIONALES DE CHAQUE
PAYS SUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE

en matière de stabilisation ou d'atténuation de ces émissions et les pays en développement à atteindre leurs objectifs de développement durable.

Au niveau du Maghreb, le potentiel d'efficacité énergétique et des énergies renouvelables est considérable, mais reste largement sous exploité. En dépit de certains progrès réalisés dans ce domaine, les actions ne sont pas à la hauteur des enjeux et se heurtent à quelques difficultés notamment l'absence de moyens financiers suffisants.

Des perspectives prometteuses

MAIGRÉ CES DIFFICULTÉS, les perspectives de développement de la maîtrise de l'énergie dans la région semblent être prometteuses, étant donné les multiples possibilités de soutien qui existent aussi bien en matière de financement que de coopération régionale. Celle-ci offre de réelles possibilités de synergies et à bénéfices réciproques avec les pays du Nord de la Méditerranée pour relever les défis communs liés au développement durable en général et à la protection du climat en particulier.

Le Mécanisme pour le développement propre (MDP) offre aux pays du Maghreb de nouvelles perspectives dans ce domaine grâce aux investissements provenant des gouvernements et des entreprises des pays du Nord dans le cadre des échanges de crédits que ces pays pourraient recevoir sous forme «de réductions certifiées d'émissions». Un tel mécanisme permet à nos pays maghrébins, non engagés par le Protocole de Kyoto, de participer à l'effort global de lutte contre les changements climatiques à un moment où d'autres priorités de développement existent.

Au niveau des acquis et depuis la ratification de la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques, les trois pays du Maghreb (Tunisie, Algérie, Maroc) ont consenti des efforts importants dans la mise en œuvre de la Convention et du Protocole de Kyoto. Grâce à l'appui des projets nationaux (un projet par pays) et du projet maghrébin sur les changements climatiques, financés par le GEF et exécutés par le Pnud, les pays maghrébins ont bénéficié d'un renforcement de capacités dans le domaine des changements climatiques tant au niveau institutionnel que technique.

Sur le plan institutionnel, plusieurs unités spécialisées ont été créées :

- un Comité national sur les changements climatiques (devenu structure focale en Tunisie) qui regroupe l'ensemble des ministères et des organismes concernés par la problématique des changements climatiques. La principale mission de ce comité est la coordination des travaux ayant trait aux changements climatiques en particulier les activités habilitantes comme la communication nationale, l'inventaire et l'atténuation ;
- un Centre d'information sur l'énergie durable et l'environnement (Ciede) chargé de la diffusion des informations et de la sensibilisation sur les changements climatiques ;
- un Comité national, scientifique et technique, composé d'experts maghrébins sur les changements climatiques.

Sur le plan technique, différentes activités ont été réalisées, notamment :

- la préparation de la première Communication nationale présentée conjointement par les trois pays du Maghreb lors de la septième Conférence des Parties tenue à Marrakech en novembre 2001 ;
- l'élaboration d'un portefeuille préliminaire de projets potentiels pour un financement à travers le MDP. Ce portefeuille a été présenté aux bailleurs de fonds à Marrakech au mois de janvier 2002 ;
- l'organisation d'ateliers et de séminaires de sensibilisation au profit des opérateurs économiques (public et privé) et portant sur les opportunités liées à la réalisation des projets MDP dans la région du Maghreb.

Au niveau du portefeuille des projets, le choix a été effectué sur la base des priorités nationales de chaque pays sur le développement durable.

Compte tenu de l'importance du secteur de l'énergie dans le potentiel d'atténuation, les projets retenus concernent notamment l'efficacité énergétique et le développement des énergies renouvelables.

En Tunisie, le portefeuille comprend huit projets, dont cinq concernent l'efficacité énergétique et trois ayant trait aux énergies renouvelables. La réalisation de l'ensemble des projets prévus devrait permettre d'économiser 5,5 MTEP et d'éviter 16 MTE CO₂. Le MDP pourrait contribuer à raison de 81 millions de dollars, soit 34 % de l'investissement total requis si la tonne CO₂ est valorisée à 5 dollars.

Au Maroc, le portefeuille comprend quatre projets, dont deux dans l'efficacité énergétique et deux dans les énergies renouvelables. Leur mise en œuvre devrait permettre d'économiser environ 4 MTEP et d'éviter 12 MTE CO₂. L'apport financier du MDP est évalué à 50 millions de dollars, soit 40 % de l'investissement si la tonne CO₂ est évaluée à 5 dollars.

En Algérie, le portefeuille comprend aussi quatre projets, dont deux concernent les énergies renouvelables et deux relatifs à l'efficacité énergétique. Leur réalisation devrait permettre d'économiser 12 MTEP et d'éviter 36 MTE CO₂. La contribution du MDP est estimée à 180 millions de dollars pour une valeur de 5 dollars la tonne de CO₂.

Le rôle clé de l'Union européenne

SUR LA BASE DES EFFORTS AINSI CONSENTIS et en développant leurs acquis, les pays du Maghreb seront mieux armés pour saisir les opportunités offertes par le Protocole de Kyoto, et ce à travers le MDP. Cependant, ce mécanisme, malgré son efficacité reconnue, n'est susceptible de résoudre qu'une partie des problèmes de financement rencontrés. Une aide internationale plus massive et plus ciblée sur la maîtrise de l'énergie aurait un rôle catalyseur dans l'émergence de stratégies nationales énergétiques plus durables dans nos pays. Le partenariat euro-maghrébin est appelé donc à jouer un rôle encore plus significatif dans ce domaine et ce, en :

- prévoyant un quota minimum de financements dans le domaine de la maîtrise de l'énergie ;
- favorisant l'échanges d'expériences et la formation dans ce domaine spécifique (mise en réseau d'agences, formations) ;
- privilégiant des systèmes de financements adaptés à la spécificité des projets (petite taille, pluri-acteurs).

En cela, l'UE, fidèle à ses engagements pris à Kyoto et à ses stratégies de partenariat avec les pays du Sud de la Méditerranée, jouera un grand rôle dans le renforcement de la coopération euro-maghrébine et ce, en faveur de l'amélioration de l'efficacité énergétique et d'un meilleur développement des énergies renouvelables. ●



IPEMED

- INSTITUT DE PROSPECTIVE ÉCONOMIQUE DU MONDE MÉDITERRANÉEN -

L'Institut de prospective économique du monde méditerranéen, IPEMED, est une association reconnue d'intérêt général, créée en 2006. Think tank promoteur de la région méditerranéenne, il a pour mission de rapprocher par l'économie, les pays des deux rives de la Méditerranée. Il est indépendant des pouvoirs politiques dont il ne reçoit aucun financement.

IPEMED est dirigé par **Jean-Louis Guigou** et **Radhi Meddeb**. Conseiller éditorial : **Akram Belkaïd**. Conseiller scientifique : **Pierre Beckouche**. Communication : **Véronique Stéphan**. ISSN : 2106 - 5063
→ www.ipemed.coop

Réalisation : **Patricia Jezequel, Alain de Pommereau** Impression : CPI Imprimerie France Quercy