

# PRODUIRE EN MENAGEANT LES RESSOURCES NATURELLES \*

L'eau, les sols et l'énergie sont au cœur du processus de production agricole. L'aire méditerranéenne, lieu de sédentarisation des populations passées de la prédation à l'agriculture, souligne remarquablement l'investissement des hommes à développer ces trois ressources. Les ouvrages hydrauliques ancestraux, l'utilisation des limons du Nil et l'usage précoce de la traction animale attestent cette recherche ancienne vouée à nourrir les hommes et à assurer la paix sociale.

Les évolutions inédites qui traversent la Méditerranée (croissance démographique, littoralisation, urbanisation, etc.) et, plus largement, la planète (dégradation du climat, raréfaction des ressources énergétiques) remettent cependant en question l'équilibre, déjà fragile, de cette association « sols-eau-énergie », au point qu'il faut désormais envisager l'avenir sous des auspices peu favorables. Tandis que l'énergie fossile devient rare et coûteuse, comment développer le secteur agricole et les zones rurales sans pour autant dégrader davantage les sols et l'eau ?

## Entre changements climatiques et pénurie énergétique

Dans un contexte d'urgence environnementale, que le dernier rapport du GIEC *Climate Change 2007* est venu rappeler, mais également de pénurie énergétique qui s'annonce, la Méditerranée fait face à un double danger puisque son climat et son approvisionnement énergétique sont tous deux menacés. Ni l'agriculture, ni le développement rural, ni la consommation alimentaire ne seront épargnés par ces évolutions pessimistes : l'agriculture pâtirait directement de la hausse des prix énergétiques ; le monde rural le plus reculé, notamment au Sud, serait davantage marginalisé du fait de la cherté des transports ; et la transformation agricole ne pourra pas se faire avec la même aisance si la donne énergétique se détériore. À l'inverse, ce contexte obligera les pays méditerranéens à engager massivement leur agriculture comme le développement rural sur la voie d'une nouvelle économie verte et de promotion des énergies renouvelables.

---

\* - Ce chapitre a été rédigé sur la base de documents élaborés par Nicola Lamaddalena (Ciheam-IAM Bari), Roberta Giove (Ciheam-IAM Bari) et Pierre Blanc (Ciheam-IAM Montpellier).

## Les énergies propres, un défi majeur

Les énergies renouvelables peuvent sans aucun doute répondre à la double problématique de la pénurie à venir et de la dégradation environnementale. En 2007, le Conseil européen a mis en avant la nécessité d'ici 2020 d'une consommation énergétique basée à 20% sur les sources renouvelables, mais déjà presque tous les pays sont en retard pour y parvenir, à l'exception de l'Allemagne et du Danemark.

Les énergies renouvelables ne sont pas, jusqu'à maintenant, pleinement compétitives sur le plan économique. Elles pourront le devenir lorsque leurs avantages environnementaux et sociaux auront reçu une contrepartie économique ou bien lorsque les externalités négatives des autres énergies (GES notamment) auront été intégrées dans leurs coûts. Pour l'heure, étant donné le problème des coûts de production qui les affectent, plusieurs gouvernements ont mis en place des mesures incitatives (facilités de financements, de subventions et de dégrèvements d'impôts) qui permettent de réaliser un certain retour sur investissement à l'échelle des ménages, des collectivités ou des entreprises. Ceci n'est bien sûr pas sans difficulté pour les États à faible solvabilité, et en particulier certains PSEM. Si l'augmentation de la production des énergies renouvelables dépend des politiques d'appui, elle est surtout liée à l'amélioration de l'efficacité des systèmes de production. Ce type de stratégie risquant *a priori* d'isoler les pays producteurs de combustibles fossiles, des projets pilotes initiés par le Medrec (Mediterranean Renewable Energy Centre) – institué à Tunis en 2004 en lien avec l'initiative Medrep (*Mediterranean Renewable Energy Programme*) à laquelle souscrivent de grands producteurs de pétrole comme l'Algérie, la Libye, l'Égypte, la Tunisie et le Maroc – ont pour objectif de mettre les sources renouvelables au cœur de l'alimentation électrique des populations rurales isolées, des aires touristiques ainsi que des zones irriguées.

**Tableau 1 - Coût des énergies renouvelables**

Énergies renouvelables	Coût moyen €/kWh
Énergie solaire photovoltaïque	0,15-0,55
Énergie solaire thermique	Dépend du type de l'installation
Énergie éolienne	0,03-0,13
Énergie géothermique	0,07-0,08
Énergie hydraulique	0,05-0,11
Énergie de la biomasse	0,05-0,08

Sources: Sansoni (2006); Nomisma Energia (2007).

Le potentiel de développement des énergies solaire, éolienne et hydro-électrique est important en Méditerranée. Du fait d'un ensoleillement élevé, les panneaux photovoltaïques et les panneaux solaires offrent des possibilités évidentes, et permettraient en particulier de pallier la faible électrification des zones rurales. Caractérisés par un faible impact environnemental et demandant peu de maintenance, ils ont cependant une capacité de conversion et d'emmagasinage encore très limitée, mais des études sont actuellement en cours pour améliorer l'efficacité des cellules et maîtriser les coûts des équipements.

Grâce à son développement technologique continu, l'énergie éolienne est l'énergie renouvelable la moins coûteuse. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE) en 2004, son coût a subi une diminution de l'ordre de 30 à 50 % par rapport aux années 1990, ce qui expliquerait en partie sa progression. Selon les études du projet Euwinet, elle connaît chaque année une croissance de l'ordre de 35 % en Europe, 75 % de cette énergie étant produite par les pays de la Communauté européenne. L'Espagne est de loin le pays le plus engagé dans ce type de production, et parmi les PSEM, le Maroc, la Tunisie et l'Égypte ont également des aires à fort développement. L'énergie hydro-électrique est quant à elle l'une des énergies naturelles les plus produites du Bassin méditerranéen, avec un réel potentiel de développement dans les pays riches en cours d'eau. Les centrales sont souvent anciennes, mais peuvent être encore perfectionnées tant du point de vue du rendement que de l'impact environnemental. Le manque de sites favorables à l'établissement de retenues limite quand même le développement de cette énergie. Depuis 1990, la Turquie fait exception avec le projet GAP (*Güneydoğu Anadolu Projesi*, projet d'Anatolie du Sud-Est) qui doit permettre le développement socio-économique du sud-est de l'Anatolie. Avec les 22 barrages de retenue prévus sur les fleuves du Tigre et de l'Euphrate, ce pays devrait doubler sa production d'électricité. Le Liban possède également des marges de manœuvre évidentes, tant l'effort de construction de barrages a été faible jusqu'à maintenant, malgré la présence de nombreux sites dans ce pays à forts reliefs.

## Atouts et incertitudes des biocarburants

Les biocarburants sont plus que jamais présentés comme une panacée face à la pénurie énergétique et à la détérioration climatique. L'idée n'est d'ailleurs pas vraiment nouvelle puisque Nikolaus Otto, inventeur du moteur à explosion, avait conçu celui-ci pour fonctionner avec de l'éthanol, tandis que Rudolf Diesel faisait tourner ses moteurs à combustion avec de l'huile d'arachide.

Le bio-éthanol est le biocarburant le plus fabriqué. Il est obtenu à partir de la fermentation des produits agricoles riches en sucre et en amidon, comme la canne à sucre, la betterave à sucre, le sorgho sucré, le blé dur, le blé tendre, l'orge, le maïs, certains types de fruits, les pommes de terre et les raisins. Ce produit est actuellement très utilisé pour les véhicules au Brésil, un pays qui, dans le nouveau paradigme énergétique, souhaite jouer un rôle majeur sur la scène internationale compte tenu de la ressource foncière qu'il possède pour en fournir. En mélange ou bien encore sous sa forme d'éther (ETBE), son usage peut également être pur ou à de très fortes concentrations mais nécessite alors une adaptation spécifique du véhicule. Il sera donc généralement utilisé à des teneurs plus faibles comprises entre 5 et 10 %.

Le biodiesel est obtenu en extrayant les huiles végétales des graines de colza, du soja ou du tournesol. Comparé au gasoil normal, il réduit l'émission de l'anhydride de carbone de 78 % et, du fait qu'il ne contient pas de soufre, possède l'avantage de ne libérer aucun oxyde de cette substance. Son seul inconvénient réside dans la production importante d'oxyde d'azote que de nouvelles technologies pourraient éventuellement éliminer. Le projet Eurobiodiesel, financé par l'UE, a démontré que le biodiesel peut sans aucun problème être utilisé comme combustible pour les tracteurs, les autobus et les voitures.

Le biogaz est de loin le moins produit. Surtout fabriqué en Suède, il peut être utilisé comme combustible dans les centrales thermo-électriques ou comme source pour les

moyens de transport. À partir de la fermentation méthanique d'une tonne de biomasse (matières organiques animales ou végétales riches en sucres), on peut obtenir (selon la qualité et la nature de la matière organique) 70 à 150 m<sup>3</sup> de biogaz (pour l'essentiel du biométhane) qui peuvent produire jusqu'à 190 kWh d'électricité.

Très loin derrière le Brésil et les États-Unis qui sont les plus grands producteurs de bio-éthanol au monde (environ un tiers de la production mondiale chacun), l'UE contribuait en 2005 pour 10% à la production mondiale de bio-éthanol (soit environ 800 000 tonnes). L'Europe demeure cependant majoritaire dans la production mondiale de biodiesel (75%) qui progresse dans de nombreuses régions du monde. Les PSEM ne sont pas engagés dans cette politique de substitution énergétique. L'agriculture destinée à l'obtention des biocarburants peut être adaptée à la rive nord, si elle prend en considération l'aspect environnemental et forestier et qu'elle ne néglige pas l'aspect alimentaire. Elle ne peut pas concerner des pays qui souffrent déjà de problèmes de désertification, de déficit foncier et de pauvreté hydraulique, voire de pénurie.

Les pays européens mettent de plus en plus en avant l'intérêt des biocarburants pour limiter les émanations de GES et pour atténuer la dépendance énergétique. En février 2006, la Commission européenne a adopté une stratégie qui prévoit toute une série de mesures axées sur le marché dans les domaines législatif et de la recherche, destinées à encourager leur production à partir de matières premières agricoles. D'après la Commission, « l'utilisation accrue des biocarburants se traduira par de nombreux avantages, notamment la réduction de la dépendance de l'Europe à l'égard des importations de combustibles fossiles, la limitation des émissions de gaz à effet de serre, de nouveaux débouchés pour les agriculteurs, et de nouvelles possibilités économiques pour un certain nombre de pays en développement » (Commission européenne, 2006).

*A priori*, la production de biocarburants permet de limiter les GES : le CO<sub>2</sub> libéré par leur combustion correspond à celui qui a été capté dans l'atmosphère par la photosynthèse. À ce bilan carbone neutre, il faut cependant ajouter les émissions « du champ à la roue », liées à l'utilisation d'engrais, au transport et à la transformation des produits<sup>1</sup>. Le processus de fabrication de ces biocarburants peut lui-même être très dispendieux en énergie, la fabrication des engrais, l'irrigation et la transformation en absorbant des quantités non négligeables. Tant sur les GES que sur les économies d'énergie, les évaluations sont donc très disparates. On sait quand même que l'éthanol fabriqué à partir de la canne à sucre brésilienne est plus bénéfique en termes de GES que l'éthanol américain fabriqué à partir de maïs américain. Du caractère avantageux de ces évaluations dépend sans doute pour partie l'avenir des biocarburants.

D'autres éléments problématiques sont avancés. La déforestation qui précède la mise en culture dans les grands pays producteurs de biocarburants (Brésil, Indonésie) est souvent pointée par les associations environnementalistes, tout comme les forts besoins en irrigation que ces cultures induisent. Si d'autres facteurs interviennent (notamment

1 - Selon Paul Crutzen (Institut Max-Planck de Chimie, Mainz, Allemagne), lauréat du prix Nobel de chimie, en 1995, les engrais azotés se convertiraient dans le sol en protoxydes d'azote (N<sub>2</sub>O) en plus grande quantité que le taux de 1% retenu par le GIEC. Étant donné la forte propension de ce gaz à contribuer à l'effet de serre, celui-ci alourdirait ainsi considérablement les GES dans les processus intensifs de production de biocarburants. Il a notamment publié en septembre 2007 un article en ce sens dans la revue *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*.

les sécheresses récurrentes, la croissance de la population, la suppression des subventions aux exportations), il ne fait également aucun doute que la dévolution de terres à des productions non alimentaires contribue à la hausse récente des cours agricoles. Des experts ont récemment fait remarquer que « la poussée actuelle en faveur du développement des biocarburants crée des tensions intenable qui bouleverseront les marchés » (Doornbosch et Steenblik, 2007). À ce titre, les biocarburants de seconde génération, basés sur les ressources dites « lignocellulosiques » (c'est-à-dire les tissus de soutien des organes végétaux), paraissent offrir des garanties évidentes puisqu'il s'agit de résidus de cultures (paille, herbe) ou de productions forestières. Mais ces filières ne sont pas encore passées au stade industriel.

### Les biocarburants de seconde génération

Beaucoup de recherches s'intéressent à la transformation de la lignine et de la cellulose des végétaux (paille, bois) en alcool ou en gaz. Les technologies de transformation (par voie enzymatique – par exemple, par les enzymes de bactéries de l'estomac des termites – ou par thermochimie – combustion, gazéification, pyrolyse) sont assez complexes, d'où le retard dans l'application industrielle.

Au sein de cette seconde génération de biocarburants, les micro-algues offrent les perspectives les plus intéressantes, tant en termes de rendements énergétiques que du point de vue de l'épargne foncière qu'elles permettent. La croissance de ces micro-algues doit s'effectuer avec une concentration en CO<sub>2</sub> d'environ 13 % dont la source peut être très variable (couplage avec une centrale thermique au charbon ou avec une unité de fermentation alcoolique par exemple). Le bilan carbone global et le caractère durable de la filière dépendent donc de la source de CO<sub>2</sub> utilisée. Le couplage filière éthanol cellulosique-filière micro-algue a donc un avenir dans la perspective d'un développement durable.

Les agriculteurs pourraient être intéressés par la production de certaines plantes comme le miscanthus. Avec un très bon rendement en matière sèche transformable en biocarburant, cette plante pérenne est également économe en azote et en eau et nécessite peu de traitements car elle a peu d'ennemis naturels.

Si le développement des filières de première génération est une réponse pour l'Europe et ses agriculteurs, il pourrait ne pas forcément être la démarche la mieux comprise au sud de la Méditerranée, en particulier dans les pays producteurs de pétrole. Cette stratégie peut en effet être perçue comme une manière de se soustraire au leadership énergétique de certains pays arabes tout en imposant de fait une hausse des prix des céréales dont ils sont souvent de gros importateurs. La perspective d'un différend oblige les pays de la rive nord et, plus largement, de l'Europe à accompagner ces initiatives d'informations en direction du Sud. Il faut sans doute aller plus loin. Pour sortir de l'ancien « paradigme énergétique », la coopération méditerranéenne paraît nécessaire comme elle l'est au sujet d'autres ressources, l'eau et les sols notamment.

## Adapter les pratiques agricoles

Les changements climatiques et les évolutions inédites de la donne énergétique ne peuvent exonérer l'agriculture d'une modification de ses pratiques. En France, l'enjeu est important puisque 18 % des GES sont produits par l'activité agricole<sup>2</sup>.

2 - Mission interministérielle de l'effet de serre.

Pour prévenir les trop fortes libérations de carbone, celui-ci peut être mieux stocké dans le sol en évitant la jachère nue, en enfouissant correctement les résidus de cultures, en pratiquant le non-labour, en convertissant en prairies permanentes des terrains agricoles ou encore en enherbant les espaces entre les rangées d'arbres fruitiers ou de vigne. Les conversions ne sont pas pour autant forcément des solutions gagnantes. Si les prairies sont souhaitables car elles conservent mieux le carbone, leur accroissement suppose en effet que l'on augmente le nombre d'animaux qui les valorisent, or ceux-ci libèrent beaucoup de méthane. Le type de prairie a également une incidence sur les GES, et l'arbitrage n'est pas forcément aisé de ce point de vue : une prairie permanente offre un meilleur bilan GES qu'une prairie temporaire et intensive qui, elle, réclame plus de fertilisants ; mais un animal émettra moins de méthane si son alimentation est riche, ce que permet davantage la prairie intensive. La recherche doit donc prendre en compte tout le système animal-prairie qui doit être analysé à l'aune des GES et de la dépense énergétique.

Dans le cas particulier de l'hydraulique, la micro-irrigation optimise la consommation en eau et permet d'obtenir des gains énergétiques substantiels, car elle n'a besoin que de faibles pressions (de 1 à 2 bars). Avec des pompes d'élévation à vitesse variable au lieu de pompes à vitesse constante, une économie d'énergie additionnelle d'à peu près 20 % est envisageable. Loin d'être anodin, ce type d'économie est à promouvoir en Méditerranée car le coût du pompage dans la majeure partie des systèmes irrigués y est élevé (au Maroc, par exemple, il représente environ 60 % du coût total de l'eau).

La consommation alimentaire ne peut pas faire non plus abstraction de ces enjeux. Dans la mesure où il se généralise, le basculement alimentaire vers davantage de viandes bovines et de lait dans les rations peut être catastrophique du point de vue des émanations de GES et de la dépense en énergie. Si l'activité agricole ne peut être remise en question car elle a vocation à nourrir les hommes, se pose toutefois la question du modèle alimentaire occidental qui est à la fois « calorivore » et puissamment générateur en GES. Le modèle alimentaire méditerranéen, où les protéines animales sont moindres, pourrait être une réponse à promouvoir dans ce nouveau paradigme énergétique et environnemental.

## Économiser l'eau : un enjeu vital

Dans une région méditerranéenne caractérisée par la faiblesse de ses précipitations, au moins sur les rives orientale et méridionale, le volume et la qualité de l'eau sont menacés. Nombre de pays riverains se trouvent en situation de pauvreté hydraulique et les signes d'une pression croissante abondent en Méditerranée. La recherche d'un équilibre entre la demande et la disponibilité, à travers des stratégies générales à court et long terme, est sans doute le défi le plus important qui concerne la ressource hydrique. Les prévisions indiquent que d'ici 2020, la population augmentera et que les superficies irriguées continueront à s'étendre. Dans cette perspective, l'augmentation de l'efficacité de la gestion de l'eau est plus que nécessaire, depuis la distribution jusqu'aux méthodes d'irrigation, sans oublier l'évaluation et les contrôles. L'approche permettant d'atteindre cet objectif ne peut être que multifactorielle : outre une nécessaire amélioration des techniques, il s'agit vraisemblablement de modifier les approches sociales et politiques si l'on veut pérenniser cette ressource. C'est dans le domaine agricole, secteur de loin le plus aquavore, que les efforts devront essentiellement porter.

## Soutenir les nouvelles voies de l'offre

La politique de l'offre, basée sur la fourniture d'eau à partir des grands barrages ou des pompes massifs dans les nappes, fait l'objet de critiques plus ou moins justifiées, oubliant parfois qu'elle a été porteuse de progrès social et économique. Que serait l'économie de l'Égypte sans le barrage d'Assouan ? Il n'empêche, le temps de la première révolution hydraulique semble en partie révolu parce qu'on en perçoit les limites. Le pompage excessif des eaux dans des nappes fossiles en Libye, en Égypte et en Tunisie illustre ce constat. On construit beaucoup moins de grands barrages, même si un pays comme la Turquie, qui avait du retard, a réussi à en implanter 22 de grande taille dans le cadre du GAP. Les politiques d'ajustement structurel ont également fragilisé la politique d'aménagement des grands ouvrages au Maghreb qui ne correspondent plus tout à fait aux exigences de systèmes agricoles soumis à de fortes transformations. Par exemple, l'évolution de ces systèmes, conditionnée par la libéralisation des échanges, implique dorénavant une flexibilité dans la distribution de l'eau que les grands aménagements hydrauliques mis en œuvre par des politiques centralisées ne favorisent pas. Cela explique en partie le développement de la petite et moyenne hydraulique à partir notamment de pompes individuels que permettent les nouvelles technologies (électrification, pompes immergées...). Mais les prélèvements de l'eau deviennent ainsi de plus en plus difficiles à contrôler pour les pouvoirs publics, ce qui accroît les tensions entre les acteurs, et l'anarchie du pompage contribue au rabattement des nappes.

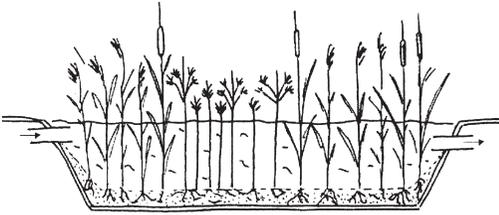
Quelle que soit l'échelle des projets, l'offre hydraulique (à partir de barrages, de transferts ou de pompage) peut conduire à des déséquilibres environnementaux : c'est particulièrement le cas sur le Nil (envasement du delta, disparition des poissons et salinisation du fleuve en aval du barrage). En l'absence de réseaux de drainages opérants, l'eau d'irrigation dissout des sels qui remontent ensuite par capillarité dans les sols (par exemple, en Syrie). Cette salinisation est parfois plus immédiate lorsque les pompes se font dans les nappes côtières dont la diminution du niveau piézométrique induit une pénétration de l'eau de mer (Chypre, Gaza, Libye). La politique de l'offre est également obérée par les coûts qu'elle génère et qui tendent à s'accroître avec l'éloignement progressif entre la ressource et les utilisateurs. Avant que ne fût décidée la suspension du Plan hydrologique national (PHN) espagnol, les projets de transferts d'eau de l'Ebre vers les bassins méridionaux étaient ainsi chiffrés à 4,5 milliards d'euros.

De nouvelles voies s'offrent à la Méditerranée, certes plus modestes en termes de volumes fournis. La récupération des eaux usées en agriculture est assez prometteuse. Déjà pratiquée dans beaucoup de pays de la Méditerranée comme Chypre, la Jordanie, la Tunisie, l'Égypte et Israël, elle nécessite cependant des améliorations. Du point de vue environnemental, cette technique présente un avantage majeur : la plupart des éléments nutritifs (l'azote, le phosphore et le potassium) étant absorbée par les cultures, le retour de ces eaux usées dans les fleuves et les lacs réduit le risque d'eutrophisation, tout en limitant l'utilisation des fertilisants chimiques. Avec la présence d'éléments dangereux, comme les métaux lourds, l'encadrement normatif de ces techniques doit cependant être assuré. Dans beaucoup de pays, la norme appliquée est tellement restrictive qu'elle rend les coûts d'épuration prohibitifs pour les agriculteurs.

Dans le cas particulier des habitations rurales où très souvent la connexion au réseau d'égout public n'est pas possible, on peut recourir à des systèmes de phyto-épuration

pour l'élimination des déchets. Ces traitements de type biologique se basent simplement sur la capacité d'épuration que possèdent certaines plantes, comme par exemple la canne palustre. Adoptés actuellement dans beaucoup de pays, en particulier aux États-Unis pour l'irrigation des terrains de golf, les systèmes de phyto-épuration ne sont pas très coûteux et demandent un entretien limité qui peut être effectué par un personnel non spécialisé. Leur fonctionnement ne nécessite pas de grandes quantités d'énergie, des panneaux solaires ou photovoltaïques pouvant suffire. Si les unités sont bien conçues, elles assurent une réduction presque totale de la charge polluante et une récupération hydrique considérable; dans le cas où les bassins ne sont pas correctement imperméables, la nappe peut être polluée.

**Figure 1 - Exemple d'implantation de phyto-épuration**



Parmi les ressources non conventionnelles, le procédé de dessalement de l'eau de mer ou des eaux saumâtres offre, lui aussi, des perspectives intéressantes. On compte déjà plus de 12 500 unités de dessalement dans le monde, avec des types de fonctionnement divers : Multi-Stage Flash (MSF), Multi-Effect (ME), Reverse Osmosis (RO), Nano Filtration (NF), etc. Compte tenu de la forte demande énergétique de ces unités et du caractère aride de leur climat, il n'est pas étonnant que plus de 43 % de la production mondiale de l'eau dessalée soit concentrée dans les pays arabes du Golfe. La quasi-totalité des eaux douces disponibles est produite par les unités de dessalement (la ville de Djeddah en Arabie Saoudite accueille la plus grande unité du monde avec une production d'environ 250 000 m<sup>3</sup> d'eau par jour). De son côté, l'Algérie s'apprête à réaliser deux grandes implantations de dessalement avant 2009. La première, parmi les plus importantes du monde, sera en mesure de fournir 500 000 m<sup>3</sup> d'eau potable par jour à toute la région d'Oran. La seconde, installée à Oued Sebt à 100 km d'Alger, produira environ 100 000 m<sup>3</sup> par jour.

Le développement de ce type de technologie a permis de réaliser des unités toujours plus performantes et de réduire les coûts de production jusqu'à 0,49 euro par m<sup>3</sup> d'eau, ce qui n'est guère suffisant puisqu'ils sont encore 4 à 9 fois supérieurs au prix normal. Comme on peut l'observer dans le tableau 2, le facteur qui influence le plus le coût final est l'énergie dont le niveau de consommation dépend du degré de salinité de l'eau et du type de combustible utilisé.

En dépit de coûts élevés, cette technique apparaît opérante pour des pays où le déficit hydrique s'aggrave d'année en année. Elle est surtout devenue un enjeu pour la recherche qui doit la rendre plus compétitive. Les chercheurs du Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) expérimentent de nouvelles technologies qui pourraient diminuer

**Tableau 2** - Coûts du dessalement dans les pays de la Méditerranée

Type d'implantation	Salinité de l'eau marine (ppm ou mg/l)	Coût de l'implantation Millions €	Coût de l'énergie (électrique + thermique) €/m <sup>3</sup>	Coût d'entretien €/m <sup>3</sup>	Coût total de dessalement	Incidence coût de l'énergie (%)
MSF	30 000	190	0,58	0,02	0,66	88 %
ME	30 000	170	0,4	0,03	0,51	78 %
RO	30 000	140	0,23	0,08	0,49	47 %

Sources : Données Fisia-Italmimpianti gruppo Impregilo, 2006, disponibles sur [www.water.treatment.unige.it](http://www.water.treatment.unige.it)

les coûts du dessalement de 75 % avec l'utilisation de nouvelles membranes. D'après Jason Holt, ingénieur chimiste à la LLNL, celles-ci pourraient, dans le cadre de procédés d'osmose inverse, être émises sur le marché dans les cinq à dix prochaines années. La recherche doit aussi faire en sorte de rendre la technique plus durable. L'exploitation d'énergies propres à la place des combustibles fossiles, et notamment le recours à l'énergie photovoltaïque et éolienne serait à ce titre une solution d'avenir. Mais les gestionnaires des unités de dessalement n'ont pour l'instant pas un grand intérêt à investir dans l'énergie renouvelable du fait du coût supplémentaire qu'elle représente par rapport à une énergie fossile.

### L'eau de mer, voie de salut en Israël

« Au début des années 2000, Israël a mis en œuvre un plan à long terme pour la construction de plusieurs unités de dessalement le long de la Méditerranée (cf. tableau 3). [...] Selon les prévisions du commissariat à l'Eau, le dessalement de l'eau de mer devrait fournir, d'ici à 2010, 350 millions de m<sup>3</sup>, soit la moitié de la consommation domestique du pays. Le dessalement en Israël ne concerne d'ailleurs pas seulement les eaux marines. Les eaux saumâtres sont aussi dessalées et réutilisées par l'agriculture.

Israël s'est donc forgé une réputation mondiale en développant une technologie de pointe qui permet d'adoucir l'eau de mer. Les efforts de R & D permettent aujourd'hui de réduire le coût du dessalement, tout en améliorant la qualité de l'eau produite. Israël est donc devenu une puissance mondiale en matière de traitement de l'eau, et certains observateurs considèrent déjà que le pays est en passe de devenir la Silicon Valley des technologies de l'eau. Pour preuve : l'usine de dessalement d'Ashkelon est la plus grande et la plus moderne au monde. »

Sources : Bendéjac (2006).

À côté de ces techniques de dessalement qui, du fait de leur coût de revient, ne peuvent être employées que pour la consommation d'eau potable, le recours aux eaux de drainage constitue une autre source d'eau non conventionnelle, dans ce cas, à usage agricole. Hélas, ces eaux souvent polluées et hautement salines sont déjà utilisées sans traitement préalable. En Égypte et en Syrie, elles sont la cause principale de l'accroissement des concentrations en sels dans les sols. Au-delà de la baisse de la productivité du sol, ces eaux peuvent mettre en danger la sécurité alimentaire. Pour toutes ces raisons, l'enjeu réside

**Tableau 3 - Programme israélien d'infrastructures de dessalement**

Sites de dessalement	Production annuelle d'eau (en millions de m <sup>3</sup> )	État du projet
Ashkelon	100	En fonctionnement
Eilat et mer Morte	35	En fonctionnement
Palmahim	30	En construction
Hadera	100	À l'étude
Shomerat	30	À l'étude
Ashdod	45	En projet
Autres	10	En projet
<b>Total</b>	<b>350</b>	

Sources : Commissariat à l'Eau, Jérusalem.

ici dans la mise en place de traitements sommaires visant à assurer une qualité minimale des eaux. Notons qu'un pays comme la Jordanie, exposé à l'un des stress hydriques les plus importants au monde, a déjà recours à cette technique avec un certain succès.

## Promouvoir la gestion technique de la demande

Tous les secteurs peuvent contribuer à l'économie d'eau. Dans le secteur domestique, la simple insertion de « réducteurs de flux » dans les robinets peut permettre une économie d'eau potable de l'ordre de 50 %. Des études menées au Brésil ont montré qu'il suffit de régler la pression opérationnelle durant la journée, en fonction de la demande des consommateurs – des valves spéciales modifient automatiquement la pression à l'aide d'un dispositif de contrôle –, pour réduire les pertes dans les aqueducs d'eau potable, ainsi que les dégâts sur les réseaux de distribution et à l'intérieur des habitations. Sans minimiser ces économies, c'est surtout le secteur agricole qui dispose de marges de manœuvre importantes, notamment dans les pays du sud du Bassin où l'irrigation absorbe environ 80 % de la ressource disponible. Les perspectives offertes par certaines technologies d'irrigation sont encourageantes et peuvent très rapidement avoir des effets positifs sur les autres secteurs. Réduire de seulement 10 % l'eau en agriculture peut doubler la disponibilité de la ressource pour l'usage potable et/ou industriel. À l'heure où l'irrigation est encore souvent dominée par des techniques aquavores, comme l'irrigation gravitaire, la généralisation de techniques économes peut épargner considérablement la ressource. Trois systèmes d'irrigation prévalent en Méditerranée : l'irrigation par aspersion, la micro-irrigation et l'irrigation souterraine.

- L'irrigation par aspersion simule l'effet de la pluie en pulvérisant uniformément l'eau sur le terrain. Elle est administrée aux cultures grâce à des systèmes mobiles, semi-fixes ou fixes qui assurent des aspersion dont la portée peut atteindre 70 mètres grâce à des pressions comprises entre 3 et 5 bars. Cette technique n'est efficace qu'à 80-85 %. En effet, le vent exerce une grande influence non seulement sur la distribution de l'eau mais aussi sur l'éclatement des gouttelettes d'eau, provoquant ainsi de grandes

perdes par évaporation surtout durant la saison estivale. Autre désavantage, la pression nécessite de grands besoins en énergie. Mais ce problème pourra être résolu dans les zones où les caractéristiques topographiques permettent de positionner les bassins d'accumulation à une altitude élevée par rapport aux superficies à irriguer, évitant ainsi les stations de pompage et garantissant une irrigation adéquate.

- Plus économe, la micro-irrigation consiste à fournir l'eau dans la zone proche des racines ou bien là où elle est nécessaire. Cela évite de mouiller la surface entière du terrain et réduit les pertes par évaporation. Grâce au contact limité de l'eau avec le sol, et avec la partie aérienne de la plante, ce type d'irrigation permet d'utiliser des eaux non conventionnelles, dont les eaux usées. Malgré ses avantages, l'irrigation localisée n'est économiquement rentable que dans le cas de cultures à valeur commerciale élevée. Elle se prête bien aux cultures arborées (vigne, oliviers, fruitiers, etc.), aux cultures horticoles et aux pépinières, et permet d'obtenir une efficacité de distribution très supérieure à celle de l'irrigation par aspersion – plus de 90 % quand les implantations sont bien construites et correctement gérées avec irrigations fréquentes et volumes d'eau strictement nécessaires aux cultures.
- L'irrigation souterraine *via* des goutteurs ou des tubes poreux disposés à 30 centimètres dans le sol a de nombreux avantages. Elle est technologiquement simple, son efficacité est très élevée et elle exige une pression de fonctionnement qui peut être inférieure à 1 bar. Cependant, si les investissements initiaux sont plutôt modestes, le système exige beaucoup d'entretien car des particules solides ou des racines peuvent s'introduire dans les goutteurs. Afin de réduire les problèmes, des tubes en « Poritex », un matériel d'origine géotextile aux caractéristiques particulières, sont utilisés aussi bien pour la micro-irrigation superficielle que pour l'irrigation souterraine.

En raison des coûts qu'ils représentent, l'usage de tous ces systèmes n'est pas toujours courant. Sur la rive sud, ces installations sont prohibitives eu égard à la faiblesse du revenu agricole de la plupart des agriculteurs. En Syrie, où une irrigation par aspersion coûte entre 3 500 et 5 000 euros par hectare, et le goutte-à-goutte entre 3 000 à 4 000 euros par hectare, l'amortissement annuel peut équivaloir à la production commercialisable par hectare. Les difficultés de suivi de ces types d'implantation liées au manque de techniciens spécialisés s'ajoutent souvent à ces problèmes économiques. Pourtant, certains pays ont opéré massivement le basculement. En Jordanie, la modernisation des systèmes d'irrigation dans la vallée du Jourdain a été décidée en 1990, et le passage d'un système de distribution par canaux gravitaires à un système souterrain et pressurisé a été achevé en 1996. Sans faire de ce pays en situation de pénurie extrême, un modèle à suivre, il paraît évident que la Méditerranée ne peut se priver de ces types d'irrigation. Dans ce domaine, la coopération entre les pays du Sud et ceux du Nord, où ces techniques sont bien développées, est plus que jamais nécessaire.

En dépit de l'efficacité et du caractère économe de ces techniques, l'irrigation de surface est aujourd'hui encore celle qui est la plus utilisée en Méditerranée, surtout par les petits agriculteurs, l'équipement hydraulique exigé étant pour le moins sommaire. Partant du principe que cette irrigation peu coûteuse mais dispendieuse en eau continuera dans les années à venir, une série d'améliorations ont été conçues (raies, nivellement du sol, etc.). Pourtant, elles exigent aussi un énorme investissement initial ainsi

**Tableau 4 - Comparaison entre différents systèmes d'irrigation**

Caractéristique comparée	Systèmes d'irrigation				
	Poritex	Goutte-à-goutte	Micro-aspersion	Aspersion	Surface
Distribution	Exsudation linéaire	Gouttes localisées	Pluie localisée	Pluie	Écoulement
Pression (atm.)	0,2 ÷ 1	1 ÷ 2	2	3 ÷ 5	-
Difficulté d'installation	Aucune	Peu	Moyenne	Moyenne	Aucune
Filtration	Simple	Complicquée	Normale	Réduite	Aucune
Vent	Indifférent	Peu influençant	Sensible	Sensible	Aucun
Évaporation	Basse	Moyenne	Haute	Haute	Très haute
Fertigation	Oui	Oui	Possible	Déconseillée	Non possible
Percolation	Non	Peu	Peu	Moyenne	Haute
Manutention	Basse	Haute	Moyenne	Moyenne	Aucune

qu'une manutention constante, et leur utilisation par les agriculteurs nécessite là encore des formes diverses de subventions et/ou des encouragements.

Le climat méditerranéen, caractérisé par de longues périodes sèches, permet de recourir à l'aridoculture et d'éliminer l'irrigation par la maximisation de l'efficacité des précipitations. Grâce à une série d'aménagements du sol, il est même possible de réduire l'évaporation de 70 % pour les terrains argileux. De même, la réduction des cycles d'irrigation est une pratique qui peut améliorer l'efficacité de l'aspersion. Plutôt que d'organiser des tours d'eau de longue durée avec une irrigation abondante de chaque parcelle, il semble plus profitable que les tours d'eau soient plus fréquents mais avec une irrigation moins abondante. L'humidité est ainsi mieux distribuée, ce qui permet d'économiser 25 % de la quantité d'eau pour un résultat équivalent. Parmi les innovations, on peut également retenir la technique de l'irrigation déficitaire qui consiste à fournir aux cultures une quantité minimale d'eau par rapport à la dose optimale. Dans les pays à disponibilité hydrique réduite, les études sur ce type d'irrigation ont donné des résultats satisfaisants, en particulier sur les cultures arboricoles (par exemple, la vigne et l'olivier). La recherche dans ce domaine doit être encouragée, comme le fait déjà l'UE avec notamment le projet Dimas<sup>3</sup>.

3 - Dimas (Deficit Irrigation for Mediterranean Agricultural Systems) est un projet réalisé avec la collaboration de l'Association des agriculteurs pour la bonification de la région Capitanata (Italie), l'Université de Cucurova (Turquie), l'Université d'agronomie d'Athènes (Grèce), l'Institut national agronomique de Tunisie (Tunisie), l'Université de Jordanie, l'Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (Tunisie), l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan-II (Maroc) et l'Institut agronomique méditerranéen de Bari (Italie).

La génétique peut s'avérer être un allié important. En Tunisie, l'amélioration génétique des céréales a porté sur la recherche de variétés plus précoces, qui arrivent plus tôt dans la saison et évitent ainsi la trop longue période de sécheresse. Avec des hauteurs de paille plus courte, elles sont également moins sujettes aux maladies. Ces variétés (notamment la variété Khiar 92 en blé dur et la variété Inrat 69, issue elle d'un croisement entre une variété locale, Mahmoudi, et la variété chypriote, Kyperounda) ont permis un réel accroissement des rendements et de la production sans pour autant emblaver ni irriguer davantage.

Enfin, il ne faut pas perdre de vue les nécessaires progrès dans l'efficacité des systèmes d'adduction, tant pour l'eau potable que pour l'irrigation, premier pas pour rationaliser l'utilisation des ressources hydriques. Dans certains pays, les pertes tout au long des conduites dépassent souvent 50%. Il est aussi important de souligner que la micro-irrigation, l'irrigation par aspersion et la sub-irrigation peuvent générer des pertes si les réseaux sont mal construits ou s'ils ne sont pas correctement gérés. Force est d'admettre que, malgré les efforts et les ressources financières employés, les prestations des systèmes irrigués de distribution (même ceux sous pression) sont en dessous des attentes dans tout le Bassin méditerranéen. La fourniture insuffisante en termes de débit et de pression aux points de livraison pour les clients (bornes) peut entraver l'uniformité de distribution de l'eau sur les parcelles irriguées.

## La gestion de la demande au cœur des politiques

Réduire les pertes d'eau en agriculture ne se limite pas à moderniser les installations ou à adapter de meilleures techniques. Les politiques publiques peuvent exercer un rôle de levier dans la recherche des économies d'eau et influencer sur les choix productifs d'un secteur qui, en Méditerranée, peut représenter jusqu'à 80% des consommations en eau. Malheureusement, selon le WWF, les subventions de l'UE et des gouvernements nationaux sont en train de décourager les cultures moins exigeantes en eau sur la rive septentrionale, comme par exemple l'olivier et les agrumes, tout en favorisant au contraire les cultures irriguées comme le maïs et la betterave à sucre. Ce phénomène, déjà présent dans les pays arabes, est aggravé par des techniques d'irrigation inefficaces. Plus que jamais, il apparaît nécessaire de revoir les subventions pour l'irrigation dans les aires pauvres en eau, en tenant compte des besoins hydriques des cultures que l'on assimile à l'eau virtuelle.

Cette notion d'eau virtuelle dans les pays méditerranéens devra à l'avenir être intégrée dans les échanges commerciaux par les décideurs s'ils veulent réduire la pression sur la ressource. J. A. Allan a en effet montré que, dans des zones de pénurie, les guerres de l'eau étaient évitées grâce aux échanges de biens agricoles et correspondaient virtuellement à des transferts d'eau des pays exportateurs vers les pays importateurs. L'eau nécessaire au processus de production varie selon les plantes (cf. tableau 5) et selon les espèces animales. Si le concept semble assez simple, la mesure de l'eau virtuelle est très complexe. En production végétale, les quantités incorporées (*embedded water*) dans un processus de production diffèrent d'un climat à un autre et d'une variété à une autre. Dans le domaine animal, la variabilité des volumes est également très importante : la quantité d'eau virtuelle nécessaire dépend du climat, qui conditionne le niveau de consommation en eau des animaux, mais également les rations alimentaires. Étant donné ces variabilités, on en arrive donc à des estimations médianes.

**Tableau 5 - Besoins hydriques pour certaines cultures dans les Pouilles (Consorzio per la bonifica della Capitanata)**

Culture	Type d'irrigation	Période d'irrigation	Besoins hydriques* saisonnier (m <sup>3</sup> /ha)
Artichaut	Aspersion ou micro-irrigation	Juillet-juin	6 000
Betterave a sucre	Aspersion	Mars-juillet ou octobre-juin	4 000-5 500
Tomate industrielle	Micro-irrigation	Avril-août	4 000-5 500
Maïs	Aspersion	Mai-août	4 000-5 500
Sorgho	Aspersion	Mai-août	3 000-4 000
Pêche	Aspersion	Avril-juin	3 000
Pomme de terre primeur	Aspersion ou micro-irrigation	Janvier-mai	3 000-4 000
Haricot vert	Aspersion ou micro-irrigation	Mai-juillet	3 000-4 000
Laitue	Aspersion ou micro-irrigation	Octobre-novembre et février-mars	1 800-3 000
Vigne	Aspersion ou micro-irrigation	Avril-août	1 800-3 000
Tournesol	Aspersion	Avril-août	1 800-2 600
Olivier	Micro-irrigation	Mai-septembre	1 000-2 000
Blé tendre	-	-	Irrigation de secours

\* Ces valeurs sont fortement liées aux caractéristiques du sol, à la méthode d'irrigation et aux exigences du marché.

Du fait de ces besoins très variables entre productions, les pays en manque d'eau auraient a priori tout intérêt à faire des légumes secs et à importer des céréales et de la viande. Mais étant donné que la viande dégage une forte valeur ajoutée et que ce sont surtout les céréales présentes dans les rations qui élèvent l'eau virtuelle du kilogramme de viande, on est en droit de se demander s'il ne serait pas envisageable pour un pays aride d'importer les céréales et de les transformer sur place. C'est semble-t-il le calcul fait par la Tunisie.

Si les pays méditerranéens tiennent compte de cette eau virtuelle, il faudra accompagner la spécialisation productive subséquente de chacune des rives et ses implications sociopolitiques évidentes. Cette perspective d'un commerce de l'eau virtuelle devra être intégrée dans le commerce agricole intra-méditerranéen jusqu'ici peu marqué du sceau de la concertation. Plus que jamais, les populations euro-méditerranéennes se doivent de promouvoir un cadre adéquat à leurs échanges agricoles. L'eau des Méditerranéens

est le problème de tous, quelle que soit la rive. Elle doit donc devenir un sujet majeur du débat euro-méditerranéen.

Sur cet enjeu de la gouvernance de l'eau, l'approche par la gestion intégrée semble vouée à s'étendre car elle semble non seulement en mesure de préserver la ressource, tant en termes quantitatifs que qualitatifs, que de garantir le plus large accès tout en sauvegardant les écosystèmes aquatiques et la biodiversité. L'unité territoriale la plus adaptée à cette gestion est le bassin versant qui est un espace hydrologiquement clos, c'est-à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent vers un même exutoire (par exemple un fleuve).

L'heure est également et plus que jamais à la confirmation des associations d'usagers de l'eau. Dans beaucoup de pays méditerranéens, les systèmes irrigués gérés par elles s'avèrent plus efficaces que ceux gérés par les organes centraux même si ceux-ci doivent tout de même continuer à effectuer un contrôle des activités. La création de groupements d'irrigants ne fait pas disparaître les conflits entre agriculteurs. Les exploitations desservies par les réseaux de distribution étant très souvent en Méditerranée de dimensions limitées (inférieures ou égales à un hectare), une seule borne assure le service de plusieurs exploitations qui peuvent être amenées à se disputer le volume partagé. Enjeu à l'échelle internationale, le partage de l'eau concerne donc aussi des espaces très confinés. Dans un contexte de pénurie et d'exacerbation des disputes, certains pays ont mis en place des mesures destinées à prévenir les tensions sociales. Dans les Pouilles, un nouveau système a été expérimenté ces dernières années avec un succès évident. Dans les coopératives de distribution où l'eau est livrée sous pression, la part prélevée par chaque client de la coopérative peut être facilement mesurée grâce à une carte électronique que l'on dispose dans la borne. Une fois épuisé le volume d'eau assigné, le client peut s'adresser au gestionnaire pour obtenir une nouvelle quantité, si bien sûr elle est disponible. Pour que le système fonctionne correctement, le rôle des gestionnaires est naturellement déterminant. Notons que le coût de cet appareillage est comparable à celui des appareillages classiques actuellement en usage.

Dans la maîtrise des consommations en eau, la responsabilisation des acteurs passe également par la tarification. Au-delà du fait qu'elle permet un recouvrement des coûts de prélèvement et d'amenée d'eau, plusieurs experts en économie soulignent que la manière la plus efficace pour éviter les pertes d'eau en agriculture consiste dans l'application de tarifs qui dissuade les consommations excessives et, partant, décourage le maintien de systèmes irrigués peu efficaces. En réalité dans beaucoup de cas, les résultats n'ont pas toujours eu les effets escomptés. Cette politique peut en effet pousser les agriculteurs à abandonner les terres ou, pis encore, à utiliser l'eau d'autres sources, parfois de façon abusive, plutôt que de la prélever dans les implantations des coopératives. Cette tarification expliquerait en partie que l'Espagne compte environ 510 000 puits illégaux, l'Italie quelque 1,5 million (300 000 seulement dans les Pouilles), et la Turquie 50 000 puits dans le seul bassin de Konya (Isendahl et Schmidt, 2006).

Malgré cette limite qui souligne l'importance d'une police de l'eau, la tarification ne doit pas être abandonnée. La Tunisie fournit un bel exemple de réussite en ce sens. Dans ce pays, la tendance est à l'augmentation annuelle du prix de l'eau, aussi bien dans les périmètres irrigués que dans les réseaux collectifs d'adduction. L'objectif d'encourager

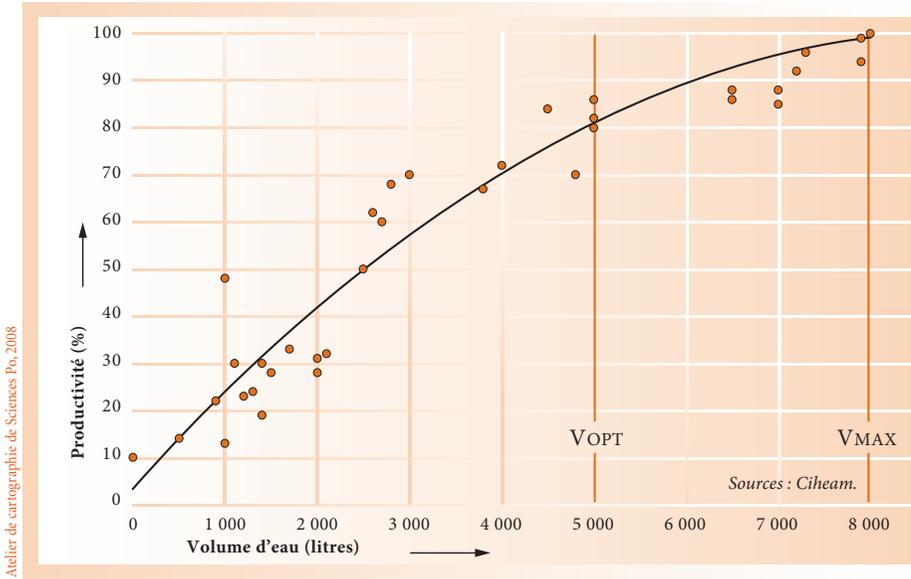
progressivement les économies d'eau est clairement affiché. La baisse de consommation est d'autant plus remarquable qu'elle ne s'est pas forcément accompagnée d'une baisse de la production agricole ou de l'activité générale. Cette augmentation du prix de l'eau a donc provoqué une réaction salutaire sous forme d'investissements en vue d'accroître la rentabilité de l'utilisation de la ressource : techniques d'irrigation plus performantes, réseaux d'eau rénovés, prise de conscience des divers usagers et adaptation comportementale, etc.

Dans l'ensemble, il semble qu'il soit préférable de mettre en œuvre des tarifs de type volumétrique avec des seuils croissants. La FAO est très favorable à cette tarification par seuil, le seuil volumétrique le moins coûteux étant le volume moyen admis pour assouvir les besoins hydriques de la plante. Ce système pourrait être adopté pour les prélèvements des nappes par rapport au volume maximal d'étiage et à la vitesse de recharge de celles-ci. Avec ces seuils de tarification, l'objectif principal est bien de maximiser le revenu des agriculteurs et non la production. En retour, les économies d'eau sont recherchées parce qu'elles offrent un intérêt économique (cf. graphique 1).

## Géopolitique de l'eau : la Méditerranée en témoignage

La ressource se raréfie en Méditerranée et son partage confine parfois à la dispute. Malheureusement, le droit international ne permet pas réellement de donner un cadre adéquat à la résolution des conflits. Des théories du droit de l'eau ont pu émerger au sujet de l'utilisation de l'eau transfrontalière. Force est de constater qu'elles sont en fait des projections évidentes d'intérêts nationaux. La souveraineté territoriale absolue ou doctrine Harmon, du nom d'un juge américain appelé à statuer sur la crise entre le Mexique et les États-Unis à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, met en avant la situation géographique. Afin d'irriguer les terres du Sud-Ouest, les États-Unis avaient commencé à détourner les eaux du Colorado, ce que le Mexique condamna en 1895, en prétextant que les droits d'usage des agriculteurs mexicains étaient antérieurs à ceux des Nord-Américains. Le gouvernement américain présenta son argument inspiré de Harmon : « Le principe fondamental du droit international est la souveraineté absolue de chaque État, par opposition à tous les autres, sur son territoire. La juridiction de l'État sur son propre territoire est nécessairement exclusive et absolue. Ses seules limites sont celles qu'il s'impose lui-même. » À rebours de cette théorie, on trouve l'intégrité territoriale absolue, chaque État devant permettre au fleuve de poursuivre son cours. Dans le bassin nilotique, l'Égypte a ainsi utilisé cet argument pour faire valoir ses droits sur un fleuve disputé. Le principe de la première appropriation est aussi d'origine nord-américaine, puisqu'il a été conçu pour faire valoir le droit de propriété sur la ressource au premier utilisateur qui l'a mise en valeur. Implicitement évoqué par des États comme la Syrie, l'Irak et l'Égypte au nom d'une très ancienne mise en valeur des eaux du Nil et de la Mésopotamie, il l'est également par Israël au prétexte que les premiers peuplements juifs avaient valorisé les eaux des nappes de Cisjordanie. Aucune de ces trois doctrines n'a obtenu de consécration dans la jurisprudence internationale. C'est, on s'en doute, sur la base de leurs intérêts propres que les États optent pour telle ou telle doctrine juridique. Les pays d'amont se réfèrent à la doctrine Harmon, encore appelée « souveraineté territoriale absolue », tandis que les pays d'aval ont milité pour le principe d'intégrité territoriale absolue ou pour celui de la première appropriation.

Graphique 1 - Courbe de la productivité pour une culture générique



Un droit international a tout de même émergé pour permettre un arbitrage entre ces positions, en témoignent en particulier la Convention sur les utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation, votée par l'Assemblée générale des Nations unies le 21 mai 1997, ou la volonté d'instaurer des principes juridiques homogènes et cohérents destinés à pallier la multiplicité des théories juridiques concurrentes. En 1970, l'Assemblée générale de l'ONU avait chargé la Commission du droit international d'entreprendre « l'étude du droit relatif aux utilisations des voies d'eaux internationales à des fins autres que la navigation, en vue du développement progressif et de la codification de ce droit », dont les travaux ont été remis vingt-sept ans après. Le principe retenu par les législateurs de la Commission est qualifié de « principe de souveraineté territoriale réduite ». L'État est libre de concevoir des projets de mise en valeur de l'eau qui coule sur son territoire, mais il doit s'efforcer de ne pas porter atteinte aux intérêts des autres pays riverains du même cours d'eau et de ses affluents. Le texte défend également une approche du bassin versant, autour de trois principes de base : « l'utilisation et la participation équitables et raisonnables » (article 6), « l'obligation de ne pas causer de dommages significatifs » (article 7) et « l'obligation de coopérer » (article 8). Il laisse de fait libre cours à l'interprétation et peut nourrir les divergences d'analyse. Des pays en retard dans la valorisation de leur fleuve (l'Éthiopie et le Nil par exemple) peuvent invoquer l'article 6, quand d'autres en appellent à l'article 7 stipulant l'interdiction de causer des dommages, par exemple ceux qui ont exploité avant les autres comme l'Égypte, la Syrie ou l'Irak qui sont plutôt situés en aval.

Cette convention énonce d'autres principes comme l'obligation de partager les données et celle d'informer à propos d'actions qui peuvent modifier le cours – par exemple, en cas de fermeture d'un barrage en vue de son remplissage –, ce qui est loin d'être

fait. Elle met surtout en avant la nécessité d'une coopération à l'échelle du bassin versant partagé. De fait, et eu égard au grand flou qui réside dans les textes, cet aspect semble le meilleur vecteur de solution dans le cas de conflits entre riverains. La gestion de l'eau n'étant pas un jeu à somme nulle, ceux-ci ont sans doute beaucoup de choses à gagner en gérant ensemble un même bassin hydrographique et en intégrant les besoins de chacun, dans une véritable transparence (les pays riverains du fleuve Sénégal l'ont déjà fait). En Méditerranée où les rivalités sur l'accès aux ressources hydriques sont parfois vives (comme dans le bassin de l'Euphrate ou du Jourdain), cette perspective est d'emblée plus difficile. Or la coopération favorise des solidarités à même de renforcer les partenariats politiques.

## Observer, planifier, légiférer : trois défis pour la protection des sols méditerranéens

Actuellement, seuls 13% des sols de la Méditerranée peuvent être considérés aptes pour l'usage agricole, le reste étant partagé entre pâturages, forêts, arbustes, zones urbaines, zones rocheuses, étendues et déserts. Cette situation est la conséquence de changements rapides intervenus depuis les années 1950, avec, d'une part, une intensification des cultures permise par l'irrigation et, d'autre part, une urbanisation parfois massive des aires rurales, qui ont accéléré la dégradation des sols aggravée par une réduction des précipitations et un accroissement des périodes de sécheresse. Beaucoup de terres sont ainsi engagées dans un processus de désertification, à définir davantage comme la perte de productivité des sols et l'amenuisement du couvert végétal dans les zones sèches que comme l'avancée du désert.

Les connaissances sur la dégradation des sols et de sa complexité se sont heureusement approfondies. Des stratégies ont été mises au point, notamment à travers des initiatives nationales ou bien la ratification de conventions spécifiques entre pays (ainsi la Convention des Nations unies pour combattre la désertification). La nécessité d'une approche cohérente en matière de protection des sols a été récemment intégrée dans l'agenda politique de l'UE qui a introduit la problématique dans les « Stratégies thématiques » à développer dans le sixième plan quadriennal. La prise de conscience de la multifonctionnalité des sols permet de les percevoir non plus comme de simples supports de l'activité agricole traditionnelle, mais aussi en tant qu'éléments filtrants, tampons pour les polluants des eaux souterraines, conservateurs de la biodiversité et, très important aujourd'hui, sièges des accumulations sous forme organique du dioxyde de carbone atmosphérique.

En développant une politique d'intervention sur les sols, il faut être conscient de leur extrême variabilité spatiale et temporelle – ce qui rend la problématique de la protection de la ressource particulièrement complexe – et tenir compte du fait qu'avec la lenteur des processus pédogénétiques, les sols constituent une ressource pratiquement non renouvelable à l'échelle temporelle de cinquante à cent ans. Il est donc urgent et indispensable de mesurer l'importance de la dégradation des sols méditerranéens, et surtout d'en anticiper l'ampleur, et pour les chercheurs, de mettre à disposition des décideurs des indicateurs synthétiques capables d'intégrer les informations les plus précises possible au sujet des ressources foncières.

Parmi les initiatives destinées à la défense de l'environnement, l'OCDE a dernièrement défini un système d'indicateurs de type « *Driving Forces State and Response* » (*DSR framework*), d'utilisation facile pour les décideurs politiques. Il recense les causes des modifications du sol et du paysage et les indicateurs agro-environnementaux pour les aires rurales (densité des réseaux routiers, extension des aires utilisées par l'agriculture biologique). Le « *state* » décrit les effets sur les sols de ces paramètres, et les « *responses* » les actions possibles à entreprendre en termes de nouvelles politiques sur le sol capables d'atténuer et de contrôler les « *driving forces* ». Les pressions (unité d'élevage par unité de superficie agricole utilisée, consommation moyenne de pesticides) et les « *impacts* » détaillent les interconnexions entre les activités économiques et le comportement de la société qui ont une influence sur la qualité de l'environnement en général. De nouvelles initiatives pour développer des indicateurs de *state*, *impact* et *responses* liés à la protection du sol sont attendues.

Afin de fournir les meilleures informations aux décideurs, une base de données sur les caractéristiques chimico-pédologiques des sols est essentielle. Elle doit notamment permettre de procéder à une analyse spatiale de la dégradation, pour mieux la prévenir. En l'état actuel, il n'existe pas de base de données exhaustive sur les sols du Bassin méditerranéen. Les informations disponibles existent dans toute l'aire, mais leur richesse et leur balayage spatial varient selon le pays ou la région dans lesquels les prélèvements ont été faits. Ces évaluations n'ont pas en outre été faites selon des méthodes communes. Pour promouvoir ces bases de données, il faut donc créer un réseau d'informations (pédologiques, hydrologiques, climatiques, etc.) élaborées à différentes échelles, du niveau régional à celui du Bassin, et à partir de définitions universelles de manière à ce qu'elles puissent être facilement rassemblées et comparées avec celles des autres pays. Il faut également que cette base de données soit accessible à tous les opérateurs du secteur, simple à gérer et facilement mise à jour dans des délais relativement brefs.

La Commission européenne et l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) ont décidé ensemble d'aller dans ce sens en développant et en réalisant des centres de collecte d'informations pour chacun des grands thèmes environnementaux. Quatre institutions ont ainsi été identifiées pour mettre en œuvre ces observatoires : l'AEE, l'Eurostat, le Joint Research Centre (JRC) et la DG Environnement (DG ENV). Un nouveau centre d'informations, l'European Soil Data Center (Esdac), se basera sur un système bien déterminé (Eusis) développé ces dernières décennies par le JRC. Il sera relié à d'autres centres internationaux afin de contribuer à la base mondiale de données sur les sols réalisée par l'International Soil Reference and Information Centre (Isric). Les informations collectées permettront de prédire les probables évolutions pédologiques et donc d'améliorer la gouvernance environnementale. Il s'agit en tout cas d'un saut qualitatif réel par rapport aux bases de données de l'Union européenne et de la FAO utilisées jusqu'alors.

Le suivi du potentiel foncier est certes à mettre en œuvre, mais le gaspillage d'espaces et donc de sols appelle aussi à court terme les États à une plus grande fermeté dans la démarcation foncière. L'urbanisation spontanée ou non réglementaire ne cesse d'empiéter sur une ressource déterminante. Une analyse de flux des modifications des sols montre que, chaque année, de nouvelles terres sont artificialisées dont très peu reviennent à leur fonction première. Au-delà des constats quantitatifs, le problème majeur est

celui des pertes irréversibles des bonnes terres pour l'agriculture. Or, plus un pays perd des terres, plus s'amenuisent ses possibilités de développer les méthodes d'une agriculture extensive qui permet de produire à des coûts compétitifs, de réduire les dangers de la pollution et de conserver la fertilité agronomique des sols.

Le développement d'une urbanisation anarchique à l'horizon 2020 augmenterait les tensions dans le Bassin méditerranéen, aggravant la situation sociopolitique de la région. Les outils de la planification urbaine doivent impérativement être révisés et renouvelés. La différence d'évolution entre deux régions très voisines tant du point de vue des conditions naturelles que du point de vue du niveau de développement, la Riviera ligure italienne qui a conservé son patrimoine agricole et la Côte d'Azur qui n'est pas parvenue à le faire, montre que l'emprise urbaine sur les terres agricoles n'est pas une fatalité. Au Sud, l'Égypte montre avec la construction de villes nouvelles, dont le succès est somme toute relatif, qu'il est possible d'épargner les meilleures terres agricoles. L'Algérie semble également vouloir mettre en œuvre cette politique. Pour autant, la conservation des terres agricoles et des espaces ruraux péri-urbains demeure une question urgente à résoudre.

## Les chemins de la bifurcation

L'analyse des ressources naturelles a montré les enjeux auxquels la région méditerranéenne doit faire face. Quelle que soit la ressource (sols, eau, énergie), il s'agit de gérer une pénurie croissante. Les scénarios globaux à l'horizon 2020 découlent de la capacité à prendre en compte cette raréfaction évidente. Compte tenu de la vigueur et de l'étendue de la réponse, ces scénarios sont à l'évidence nombreux mais évoluent entre l'attitude passive et celle véritablement prospective, qui mêle action et anticipation.

Dans le cas d'une posture passive, l'échéance 2020 s'annoncerait assez sombre sur le plan des ressources naturelles. Les Méditerranéens devraient être environ 70 millions en 2025 à souffrir d'une pénurie d'eau (moins de 500 m<sup>3</sup> par habitant et par an). L'utilisation de ressources non durables, c'est-à-dire provenant de sources fossiles ou de surexploitations, ne pourrait que s'accroître (jusqu'à 30 % à Malte ou en Libye), et les pays les moins bien dotés seraient les plus touchés par des pénuries structurelles. La distribution en eau potable serait garantie pour les populations riches et urbaines au détriment des populations pauvres et/ou rurales. Les sols cultivables devenant de plus en plus rares, l'agriculture continuera à être plombée dans les zones déjà fragilisées sur le plan foncier et hydraulique. Le secteur agricole devrait également souffrir du réchauffement climatique et de la multiplication des phénomènes météorologiques extrêmes.

Dans des pays à forte population agricole (l'Égypte notamment), un tel scénario pourrait voir des jacqueries se multiplier comme celles qui ont pu se produire dans les années 1990 avec la contre-réforme agraire ou lors de l'été 2007 avec les défaillances dans la distribution en eau potable dans les villages du Delta. Déjà évidentes, les fractures agricoles pourraient s'accroître entre le Nord, encore bien loti en ressources en 2020, et le Sud et l'Est très défavorisés à cet horizon. Dans le contexte d'une mondialisation qui ne serait pas contrebalancée par un renforcement des liens commerciaux euro-méditerranéens, il n'est pas sûr, loin s'en faut, que le creusement du déficit au Sud et à l'Est profite au Nord, concurrencé par les États-Unis ainsi que par des pays émergents sur le plan agricole, comme la Chine et le Brésil. Ce n'est pas la donne énergétique, peu favorable aux

PSEM à l'exception de l'Algérie, qui devrait réduire l'ampleur de la fracture entre les deux rives. Au contraire, sortis d'une certaine passivité dans ce domaine, les pays de la rive nord ont déjà entamé modestement une bifurcation énergétique. Or, en adoptant les biocarburants de première génération, la rive septentrionale pourrait participer à l'enchérissement des productions alimentaires *via* l'éviction foncière qu'elle suscite.

Au cœur des sociétés méditerranéennes, la concurrence pour les sols et pour l'eau est déjà à l'œuvre : entre agriculteurs, entre villes et campagnes, entre tourisme et agriculture, etc. Dans ce scénario très sombre, il ne fait aucun doute que les conflits hydrauliques et fonciers, à petite ou grande échelle, perdureraient et que des tensions géopolitiques pourraient se développer dans un contexte de raréfaction des énergies fossiles. Quant à la dimension environnementale à l'horizon 2020, on atteindrait des points de non-retour très inquiétants.

Cependant, ce scénario, marqué par la paupérisation, l'instabilité et la violation des écosystèmes, n'est pas inéluctable. Devant l'urgence de la situation, les décideurs pourraient encore réagir et réorienter les politiques. Ils devront pour ce faire confirmer avec force de nouvelles orientations des politiques publiques, en termes d'offre alternative (dessalement et réutilisation des eaux usées, énergies renouvelables), de rationalisation de la demande en eau et en énergie (les économies constituent à n'en point douter le meilleur gisement d'eau), mais aussi en termes de protection des sols tant sur un plan quantitatif (les surfaces) que qualitatif (la productivité). Les délais sont courts, il s'agit au mieux de prendre un virage dont les effets seraient perceptibles en 2020 et intensifiés ensuite. On pourrait alors assister en Méditerranée à l'émergence d'une activité agricole plus durable sans diminuer pour autant sa vocation rémunératrice.

Dans ce scénario, forcément volontariste, le champ des énergies renouvelables devra nécessairement être investi, en particulier celui des biocarburants de seconde génération qui n'ont pas les mêmes incidences sur les territoires cultivables (d'ici une dizaine d'années on devrait y voir beaucoup plus clair de ce point de vue). De même, les nouvelles voies de l'offre d'eau (dessalement, réutilisation des eaux usagées) feront l'objet d'une attention particulière, étant entendu que pour le traitement des eaux de mer ou des eaux saumâtres, le succès sera conditionné par la capacité à lever l'hypothèque que la donne énergétique fait peser, et un effort important devra être effectué pour procéder à des économies d'eau.

Si les politiques publiques nationales et internationales doivent intégrer ces priorités, les acteurs de cette réorientation se situent à différentes échelles : gouvernements, collectivités territoriales, consommateurs, agriculteurs (associations d'irrigants, groupements de producteurs, etc.), industriels et scientifiques. Là comme ailleurs, il ne faudrait pas oublier de mobiliser le cadre politique régional méditerranéen. En 2005, c'est sur proposition de la Commission méditerranéenne du développement durable (CMDD) que les parties contractantes à la convention de Barcelone ont adopté la stratégie méditerranéenne de développement durable annoncée au sommet de Johannesburg de septembre 2002. Et d'ailleurs, le premier domaine d'action retenu comme prioritaire avait été l'amélioration de la gestion intégrée des ressources et surtout des demandes en eau.

Les possibilités de coopération ne manquent pas. La recherche dans le domaine de l'économie des ressources sera plus efficace si les efforts sont mutualisés. Les investissements

parfois lourds appellent des économies d'échelle d'autant plus accessibles que les États sont partenaires dans la recherche scientifique. Quant au capital immatériel de cette dernière, il ne fait pas de doute que son développement est d'autant plus assuré qu'il émane de réseaux d'équipes riches en compétences plurielles et complémentaires. D'autres aspects peuvent mobiliser le cadre régional : la réflexion sur le commerce de l'eau virtuelle, qui devrait sous-tendre le débat commercial méditerranéen, en est un exemple incontournable. De même, le dialogue interétatique sera un vecteur stratégique pour progresser dans la gestion durable de la ressource en eau. Ces pistes d'action montrent que la fatalité d'une catastrophe affectant les ressources naturelles méditerranéennes n'est pas inéluctable. Si les intérêts catégoriels et individuels sont dépassés ou en tout cas contrebalancés par une volonté politique affirmée, une stratégie de développement durable peut être progressivement mise en place.

## Bibliographie

Bendéjac (J.), « Israël : l'eau à la croisée des chemins », *Confluences Méditerranée*, « Eau et pouvoirs », 58, été 2006.

Commission européenne, « Stratégie de l'Union européenne en faveur des biocarburants », communication, SEC 2006/142, Bruxelles, 8 février 2006.

Doornbosch (R.) et Steenblik (R.), *Biofuels: Is The Cure Worse than The Disease?*, Working paper, *The Round Table on Sustainable Development*, OCDE, 11-12 septembre 2007.

Isendahl (N.) et Schmidt (G.), *Drought in the Mediterranean: WWF Policy Proposals*, WWF Report, WWF/Adena, WWF Mediterranean Programme and WWF Germany, juillet 2006.

NE (Nomisma Energia), *Les Nouvelles Sources renouvelables pour l'énergie électrique en Europe*, Bologne, mars 2007.

Sansoni (M.), « Les énergies renouvelables. Comparaison des sources renouvelables », Arpa Émilie-Romagne, *Revue Arpa*, 5, septembre-octobre 2006.

2008

# *Medi*TERRA

LES FUTURS AGRICOLES ET  
ALIMENTAIRES EN MÉDITERRANÉE



SciencesPo.  
Les Presses



CIHEAM

# Table DES MATIÈRES

**PRÉFACE** 11

**LES CONTRIBUTEURS** 13

**ABRÉVIATIONS ET SIGLES** 15

**INTRODUCTION** 19

- Construire l'avenir 19
- Géopolitique de la Méditerranée 20
- Les espaces de coopération en Méditerranée 26

## **1 DIAGNOSTICS**

de la situation agricole et agro-alimentaire  
en Méditerranée 29

### **> CHAPITRE 1**

**Le contexte sociodémographique** 31

- Les dynamiques démographiques en Méditerranée 32
- La Méditerranée devant ses futurs 40
- Quelles évolutions sociodémographiques probables ? 49

### **> CHAPITRE 2**

**Le contexte géo-économique** 57

- Les dynamiques économiques en Méditerranée 58
- Évolution et place de l'agriculture dans  
l'économie méditerranéenne 75

### **> CHAPITRE 3**

**Les ressources naturelles** 97

- Dérèglement climatique en Méditerranée 97
- Les sols, une ressource convoitée 101
- L'eau, un or bleu ? 105

- La forêt, un patrimoine menacé 111
- Énergies: une nouvelle donne 113
- Les limites sont atteintes 116

#### > CHAPITRE 4

##### Techniques, sciences et innovation 121

- Innovation et mutations des systèmes agro-alimentaires 122
- Les systèmes de formation et de recherche dans le secteur agricole et agro-alimentaire 128
- Les TIC: aides à la convergence ou sources de fractures? 132
- Les biotechnologies dans l'agriculture et l'alimentation 139
- Poursuivre ensemble la marche du progrès 144

#### > CHAPITRE 5

##### Alimentation et évolution de la consommation 149

- Consommation et comportements alimentaires en Méditerranée 149
- Une sécurité alimentaire quantitativement assurée mais qualitativement fragile 158
- La qualité de l'alimentation: un défi croissant 167

#### > CHAPITRE 6

##### Gouvernance des mondes ruraux et agricoles 173

- L'action des États méditerranéens pour l'agriculture et le monde rural 174
- L'émergence des acteurs locaux dans la gouvernance rurale 184
- La question environnementale au cœur de la coopération méditerranéenne 188
- Réalités et perspectives contrastées pour le monde rural en Méditerranée 191

## DU DIAGNOSTIC

### aux chantiers prioritaires 197

- Le contexte sociodémographique 197
- Le contexte géo-économique 198
- Les ressources naturelles 200
- Sciences, techniques et innovation 202

- Alimentation et évolution de la consommation **203**
- Gouvernance des mondes agricoles et ruraux **204**
- Ouvrir des chantiers **205**

## 2 CHANTIERS

pour l'agriculture et l'agro-alimentaire en Méditerranée à l'horizon 2020 **207**

### > CHAPITRE 7

**Produire en ménageant les ressources naturelles** **209**

- Entre changements climatiques et pénurie énergétique **209**
- Économiser l'eau : un enjeu vital **214**
- Observer, planifier, légiférer : trois défis pour la protection des sols méditerranéens **226**
- Les chemins de la bifurcation **228**

### > CHAPITRE 8

**Assurer la sécurité alimentaire des populations** **231**

- Penser le développement en intégrant la durabilité écologique et la santé **232**
- Concilier modernisation et traditions dans les relations entre acteurs **234**
- Penser au marché local tout en s'intégrant au marché international **237**
- Penser des politiques sectorielles intégrant nutrition et santé **239**
- Quelques scénarios prospectifs **240**
- Les voies d'action à explorer **247**
- La sécurité alimentaire est au cœur d'un développement local harmonieux **249**

### > CHAPITRE 9

**Permettre l'offre et la mise en marché des produits agricoles** **251**

- Tendances et dynamiques de l'organisation de l'offre agro-alimentaire en Méditerranée **252**
- Enjeux et hypothèses de base : acteurs, leviers d'action, ressources et facteurs de blocage **265**
- Scénarios pour l'offre agro-alimentaire de qualité en Méditerranée **274**

**> CHAPITRE 10****Élaborer des stratégies de développement pour les territoires ruraux****281**

- Quelle population rurale en Méditerranée en 2020 ? **282**
- Quatre déterminants de l'évolution des sociétés d'aujourd'hui **290**
- Un enjeu majeur : l'approche territoriale du développement rural **293**
- Quelques scénarios d'avenir pour les espaces ruraux **305**

**> CHAPITRE 11****Renforcer et mutualiser les capacités de formation et de recherche****309**

- Nouvelles compétences et nouveaux savoir-faire **311**
- Améliorer la relation formation-emploi **318**
- Construire un espace euro-méditerranéen de la recherche **323**
- Infuser les savoirs, promouvoir l'innovation **328**
- Des futurs possibles, un avenir souhaitable **332**

**3****SCÉNARIOS GLOBAUX****pour l'agriculture méditerranéenne****337**

- L'avenir est domaine de liberté **339**
- Parcourir le champ des futurs en Méditerranée **342**
- L'action s'écrit au présent pour construire un futur choisi **355**

**PROPOSITIONS pour l'action****357**

- Orientations générales **357**
- Propositions techniques **359**

**LISTE DES DOCUMENTS****365**