

## Chapitre 4

# Action en faveur d'une utilisation durable de l'eau

L'Espagne fait un usage intensif de ses ressources naturelles en eau, surtout en agriculture, grâce aux très nombreux barrages qu'elle a mis en place. L'extraction de ces ressources a dans une large mesure atteint ses limites, d'autant qu'elles devraient continuer de diminuer sensiblement à l'avenir sous l'effet du changement climatique, notamment dans les régions sèches du pays. Les coûts d'exploitation à grande échelle d'autres formes d'approvisionnement en eau, comme le dessalement et le recyclage de l'eau, restent bien supérieurs aux tarifs payés aujourd'hui par les consommateurs. Dans ces conditions, le gouvernement a admis la nécessité de recentrer la politique de l'eau sur la gestion de la demande, pour faire en sorte que les ressources disponibles soient affectées aux usages les plus efficaces et prioritaires. Il existe d'importants gisements d'économies d'eau, en particulier dans l'agriculture où le rendement de l'eau d'irrigation est souvent faible. Le gouvernement a subventionné l'adoption de techniques d'irrigation plus efficaces, pour un coût budgétaire considérable, ce qui a contribué à une légère réduction de la consommation d'eau d'irrigation ces dernières années. Néanmoins, le bas niveau des prix de l'eau, conjugué à l'attribution gratuite des concessions, fait encore obstacle à une utilisation efficace des ressources en eau. Les prix de l'eau devront encore augmenter afin de refléter pleinement les coûts de fourniture du service, ainsi que le coût de rareté et les coûts environnementaux des prélèvements d'eau. Pour une meilleure prise en compte de la rareté de l'eau, il conviendrait entre autres d'adopter progressivement des instruments économiques tels que la mise aux enchères des concessions et d'éliminer certains obstacles aux échanges de concessions entre les usagers. Une régulation par comparaison des compagnies des eaux contribuerait à accroître l'efficacité des services de distribution d'eau et de traitement des eaux. De nouvelles mesures s'imposent pour mettre fin aux prélèvements souterrains excessifs, à commencer par une meilleure surveillance et l'instauration de redevances sur les prélèvements d'eau dans les aquifères surexploités.

## Les ressources en eau font l'objet d'une intense exploitation

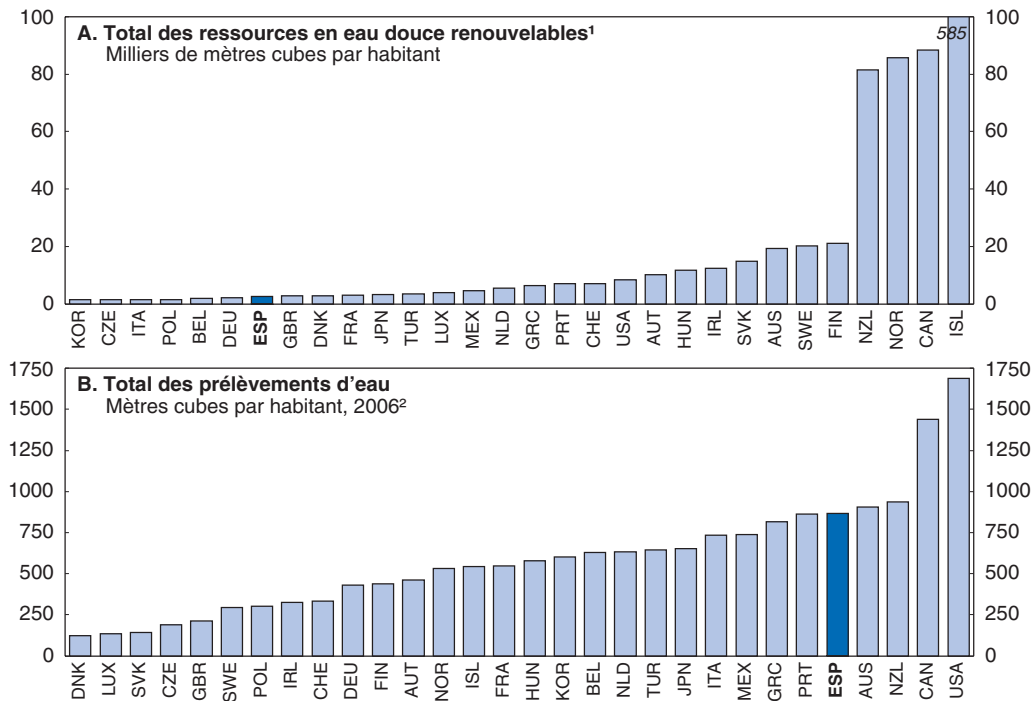
Soixante-dix pour cent du territoire espagnol est soumis à un climat semi-aride caractérisé par des sécheresses récurrentes et une forte variabilité saisonnière des précipitations. Du fait du climat et de certaines des caractéristiques physiques du pays (comme la présence d'importantes chaînes de montagne à proximité des côtes et les propriétés des sols), les ressources naturelles en eau sont réparties de façon très inégale dans l'espace et dans le temps. Cette situation a eu une influence déterminante sur les politiques de l'eau, lesquelles visaient à accroître l'offre par la construction de grands barrages avec l'aide des pouvoirs publics. Avec plus de 1 300 barrages, l'Espagne se classe d'après les estimations à la quatrième place mondiale pour le nombre de ces ouvrages (derrière les États-Unis, l'Inde et la Chine ; Martínez-Cortina, 2010). Au cours du siècle dernier, cette politique a eu pour effet de hisser les prélèvements d'eau par habitant rapportés aux ressources renouvelables à un niveau plus élevé en moyenne que dans la plupart des autres pays de l'OCDE (graphique 4.1), et ce malgré une densité démographique relativement faible. En conséquence, l'OCDE (2004) a estimé que les ressources en eau étaient soumises à un stress modéré.

Sur le plan économique, l'élément moteur du développement des barrages a été le fait que l'irrigation permet de multiplier par six en moyenne les revenus tirés des terres cultivées (Maestu et Gómez, 2010), notamment le long du littoral méditerranéen où une partie de la production agricole est fortement orientée vers l'exportation, ce qui tient à un certain nombre de facteurs qui ont conféré à l'agriculture irriguée un avantage comparatif, dont l'ensoleillement, la disponibilité de sols et la proximité des marchés. Ces dernières décennies, le poids de l'agriculture a toutefois beaucoup diminué, puisqu'elle ne représente plus que 2½ pour cent de l'activité économique, soit une part comparable à celle d'autres pays à revenu élevé. La valeur ajoutée des activités manufacturières connexes s'élève elle-même à 2 % du PIB. L'agriculture demeure un secteur économique important dans certaines régions, notamment le sud-est, où l'on trouve aussi quelques-uns des bassins hydrographiques les plus touchés par le manque d'eau (voir plus loin).

### **Le développement de l'approvisionnement en eau par la construction de barrages a cessé**

L'Espagne fait partie des quelques pays à haut revenu de l'OCDE où le volume des prélèvements d'eau a continué d'augmenter au cours des années 90 (OCDE, 2010a), avant toutefois de se stabiliser ces dernières années (graphique 4.2). Les baisses enregistrées en 2005 et 2006 peuvent être attribuées en partie au recul sensible des précipitations, qui a entraîné une diminution de l'approvisionnement de l'agriculture en eau d'irrigation, puisque la législation sur l'eau accorde la priorité à l'alimentation des réseaux urbains de distribution (voir plus loin). Un consensus s'est dégagé sur le fait que les possibilités de développer l'approvisionnement en eau par la construction de grands ouvrages hydrauliques ont été épuisées (voir, par exemple, Arrojo Agudo, 2010, et les autres auteurs dans Garrido et Llamas, 2010). De plus, selon une enquête citée dans Terceño-Gómez et al.,


Graphique 4.1. Ressources en eau et prélèvements



1. Estimations des moyennes annuelles à long terme des ressources en eau douce renouvelables, qui comprennent la quantité d'eau des précipitations (moins l'évapotranspiration), plus la quantité d'eau importée par les rivières de pays voisins.

2. 2000 pour les États-Unis, l'Italie, le Luxembourg et le Portugal ; 1995 pour le Canada, la Grèce et l'Irlande.

Source : OCDE (2010), *Données OCDE sur l'environnement, Compendium 2006-08 et Perspectives économiques de l'OCDE : Statistiques et projections* (base de données), avril.

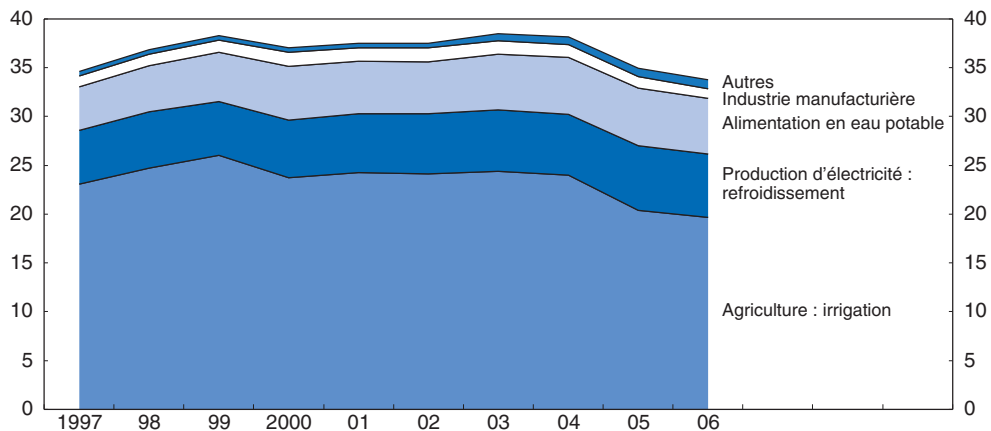
StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932363805>

2009, les experts locaux de tous les bassins hydrographiques estimaient généralement que l'extension des capacités de stockage d'eau de surface ou l'augmentation des prélèvements d'eau souterraine n'étaient pas les options les plus appropriées pour faire face à la pénurie d'eau. Cela tient notamment aux incidences qu'aurait un nouvel accroissement des prélèvements d'eau de surface sur l'environnement, par exemple sur le débit des cours d'eau et les habitats naturels qui en sont tributaires. Les débits ont d'ailleurs considérablement diminué durant ces dernières décennies : celui de l'Èbre, par exemple, a été réduit de près de moitié en moyenne entre 1947 et 1997, avec sans doute une accélération notable du phénomène à partir de la fin des années 60. Cette évolution est la conséquence du développement de l'irrigation, du reboisement et du changement climatique, qui portent chacun une part de responsabilité comparable dans le recul des débits (voir Barcelò, 2008, où sont cités Gallart et Llorens, 2004). La qualité des eaux de surface s'est sensiblement améliorée au cours de ces dernières décennies, la plupart des cours d'eau évalués affichant au minimum un niveau satisfaisant (MARM, 2008a).


### Certains aquifères sont surexploités

Les eaux souterraines représentent environ 20 % du volume total des prélèvements. L'Espagne dispose de vastes ressources en eaux souterraines, avec des nappes qui ont une capacité plusieurs fois supérieure à celle des barrages. En revanche, les taux de recharge – qui déterminent la quantité de ressources renouvelables disponibles – ne représentent

Graphique 4.2. **Prélèvements d'eau par secteur**  
Eaux superficielles et souterraines, volume total en milliards de mètres cubes



Source : Eurostat (2010), « Environnement et énergie », Base de données Eurostat, juin.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932363824>

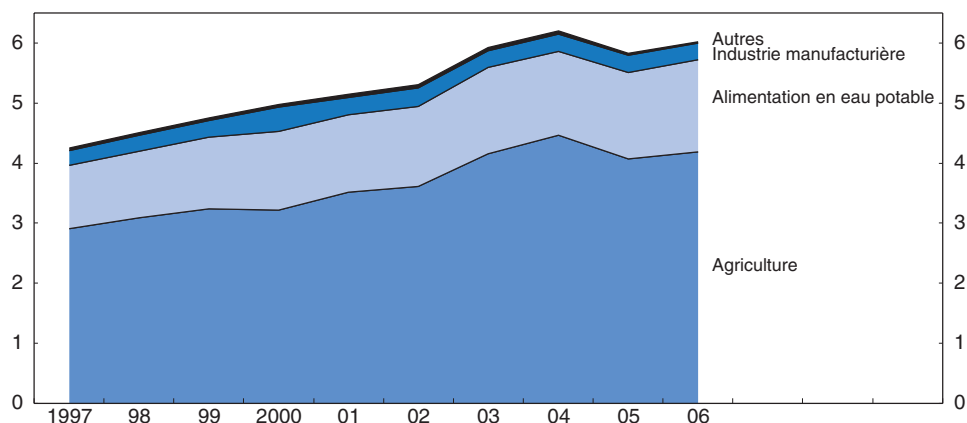
généralement qu'une petite fraction des réserves (Molinero *et al.*, 2008). Le renouvellement des eaux souterraines est beaucoup plus lent que celui des eaux de surface, si bien que l'eau reste en moyenne entre 100 et 10 000 ans dans les aquifères (Barcelò, 2008). Dans ces conditions, il est particulièrement important de prendre des mesures pour assurer une utilisation durable de l'eau sur le plan qualitatif et quantitatif, car si la surexploitation peut n'avoir qu'un faible impact sur les ressources disponibles à brève échéance, elle peut néanmoins nécessiter l'application prolongée de mesures correctrices. En outre, un niveau adéquat de la nappe phréatique permet de maintenir le débit des cours d'eau pendant les périodes sèches.

Au cours de la dernière décennie, les prélèvements d'eau souterraine ont augmenté (graphique 4.3). Comme dans d'autres pays semi-arides, ils sont destinés en majeure partie à des usages agricoles. Ils jouent un rôle particulièrement important dans les régions qui bordent la Méditerranée, lesquelles abritent une grande partie des activités agricoles les plus productives. Une part importante des ressources souterraines est menacée de surexploitation (graphique 4.4)<sup>1</sup>. Dans certaines régions côtières, la surexploitation a entraîné des phénomènes d'intrusion d'eau salée (MARM, 2009a), avec à la clé une détérioration de la qualité de l'eau. Dans l'un des bassins les plus arides du pays (celui du *Júcar*), 50 % des eaux souterraines présentent ainsi une salinité élevée, et cette proportion a continué de progresser en 2009 (OSE, 2009). Les pouvoirs publics estiment que la surexploitation des aquifères risque d'être l'un des principaux obstacles à la réalisation des objectifs quantitatifs et qualitatifs de la directive-cadre sur l'eau de l'Union européenne, qui pourraient ne pas être atteints dans près de 38 % des masses d'eau souterraines. Cette proportion pourrait être revue à la hausse lorsque seront publiés les résultats d'évaluations en cours des nappes souterraines (Molinero *et al.*, 2008). Des observateurs (comme Custodio *et al.*, 2010) ont fait remarquer qu'une application stricte de la directive-cadre sur l'eau mettrait fin à une part non négligeable des prélèvements souterrains.

La surexploitation des eaux souterraines a eu pour effet de réduire la superficie des zones humides. Ces zones et les petits plans d'eau qui s'y trouvent contribuent très largement à la biodiversité dans les régions à climat semi-aride. Elles revêtent aussi une importance internationale du fait des lieux de nidification qu'elles offrent aux espèces

Graphique 4.3. **Prélèvements souterrains par secteur**

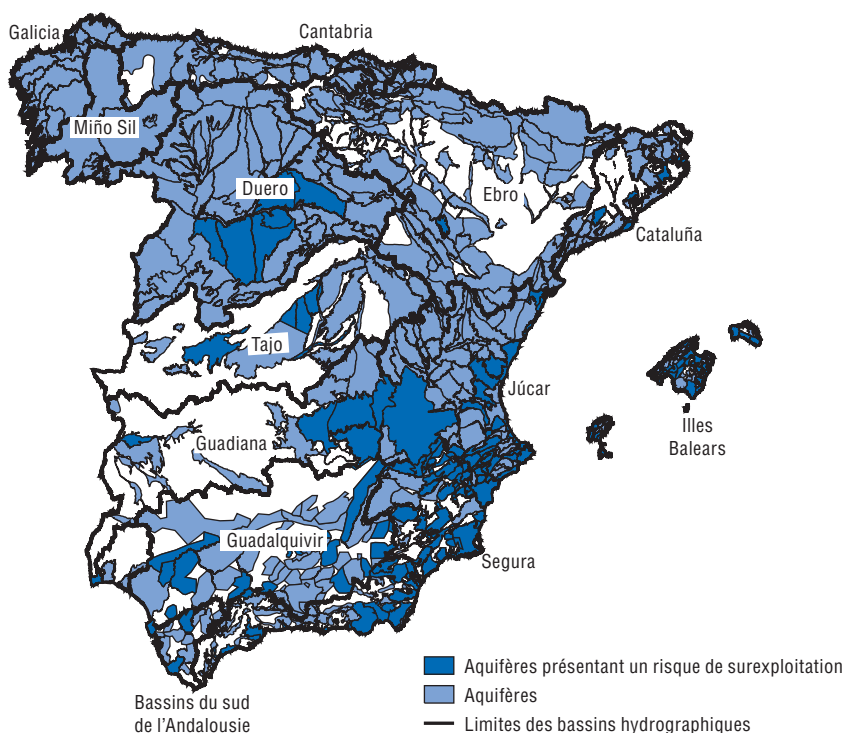
Milliards de mètres cubes



Source : Eurostat (2010), « Environnement et énergie », Base de données Eurostat, juin.

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888932363843>Graphique 4.4. **Aquifères risquant de ne pas atteindre un bon état quantitatif<sup>1</sup>**

2010



1. Le « bon état » est défini conformément à la directive-cadre sur l'eau de l'UE. Un bon état quantitatif suppose que les prélèvements n'aient pas d'impact significatif sur les masses d'eau de surface connexes.

Source : Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

migratrices. Les effets de la surexploitation des eaux souterraines peuvent se faire sentir même dans des parcs nationaux protégés, puisque celui de *las Tablas de Daimiel*, par exemple, est à présent alimenté artificiellement en eaux de surface. Qui plus est, 87 % des zones humides ne sont pas protégées (García Novo et al., 2010).

Outre la salinité, la pollution par les nitrates a contribué notablement à la dégradation des eaux souterraines. Tandis que 97 % des prélèvements destinés à la consommation humaine sont conformes à la réglementation sur les nitrates (MARM, 2008b), 25% des stations de mesure signalaient en 2008 des concentrations très élevées de nitrates (plus de 50 mg NO<sub>3</sub> par litre) en Espagne. Cette proportion est plus élevée que dans presque tous les pays européens pour lesquels on dispose de données de l'Agence européenne pour l'environnement<sup>2</sup>. La pollution par les nitrates tient avant tout à la pollution diffuse provenant des cultures et de l'élevage, même si la consommation d'engrais azotés a baissé d'environ 25 % par rapport au niveau record enregistré en 2003. En outre, les concentrations élevées de nitrates sont nettement plus fréquentes dans les bassins hydrographiques les plus arides. C'est aussi dans ces bassins que cette pollution risque d'avoir les plus graves conséquences pour la disponibilité de l'eau, car elle limite les possibilités d'utiliser les réserves d'eau pour répondre à peu de frais aux besoins d'autres secteurs, par exemple pour alimenter les réseaux urbains de distribution.

### ***Le changement climatique ne fera qu'accentuer la baisse des ressources naturelles en eau***

Sous l'effet du changement climatique, les précipitations devraient diminuer et les sécheresses se multiplier (Iglesias et al., 2010). Les apports naturels d'eau provenant de l'écoulement de surface, de la recharge des aquifères et des précipitations ont déjà diminué de 5 % entre 1985 et 2005 (MARM, 2008a). La baisse des précipitations a été particulièrement marquée dans les bassins hydrographiques méridionaux, puisqu'elle a dépassé 10 % entre 1947 et 1999 contre 5.5 % pour l'Espagne dans son ensemble (Barcelò, 2008, et références citées dans cette étude). Selon Barcelò (2008), le déclin observé de la disponibilité naturelle de l'eau cadre avec les prévisions de baisse des précipitations dans le bassin méditerranéen du fait de la modification du climat, baisse particulièrement marquée en Espagne. De fait, on prévoit que les précipitations diminueront encore de 22 à 34 % entre 1995 et 2060 dans les bassins hydrographiques du sud du pays<sup>3</sup>, lesquels ont été identifiés comme étant d'ores et déjà les plus exposés au risque de surexploitation des maigres ressources en eau. Cette évolution sera en outre accentuée par l'impact de l'élévation des températures sur l'évapotranspiration<sup>4</sup>. Le gouvernement est en train de réaliser une évaluation sectorielle détaillée des impacts, de la vulnérabilité et de l'adaptation au changement climatique, en accordant une attention particulière aux ressources et besoins en eau et aux stratégies d'ajustement dans le contexte du plan national d'adaptation au changement climatique (MARM, 2009b).

### ***Les tarifs peu élevés de l'eau freineront le développement de nouvelles formes d'approvisionnement en eau***

Comme les volumes d'eau disponibles naturellement diminuent et que l'accroissement des prélèvements dans les sources « traditionnelles » se heurte à certaines limites, un rôle plus important est dévolu à la réutilisation et au dessalement de l'eau. En 2008, les capacités de dessalement ont sensiblement augmenté, grâce notamment à la construction de la plus grande usine de dessalement d'Europe à Murcie, dans le sud-est de l'Espagne (MARM, 2008a). Le développement du dessalement fait partie des grands axes du Plan hydrologique national révisé (Plan AGUA, encadré 4.1). L'Espagne est relativement bien placée pour mettre à profit cette source, surtout autour de son long littoral méditerranéen, où les pressions sur les ressources en eau douce sont particulièrement fortes.

**Encadré 4.1. Le Plan hydrologique national révisé (2005-2008) : Plan AGUA***Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua*

Entré en vigueur en 2005, ce plan vise à recentrer la politique de l'eau de façon à assurer une utilisation durable, sur le plan quantitatif comme sur le plan qualitatif, à favoriser une utilisation plus rationnelle de l'eau et à réduire au minimum le coût d'approvisionnement. Reconnaissant l'effet exercé par le changement climatique sur les ressources en eau disponibles du fait de la hausse des températures et de la baisse des précipitations, il vise à rendre l'approvisionnement en eau moins dépendant des conditions climatiques. Les mesures qu'il définit ciblent principalement les régions bordant la Méditerranée, où les ressources en eau sont particulièrement peu abondantes. Le plan alloue 3.9 milliards d'euros, dont un tiers provenant de l'Union européenne, au financement de projets d'investissement. L'un de ses objectifs est de réaliser des économies d'eau de 1 100 hm<sup>3</sup> (hectomètres cubes) par an en favorisant la gestion de la demande, ainsi que le recyclage et la consommation rationnelle de l'eau. Le dessalement est privilégié, puisqu'il représente 70 % des ressources en eau que le plan est censé dégager. Les tarifs de l'eau dessalée à usage agricole sont subventionnés. Vu que le dessalement coûte relativement cher, la fourniture d'eau dessalée à l'agriculture risque d'être source d'inefficiences et de peser sur les finances publiques.

Malgré tout, les capacités de production par dessalement ne dépassent pas aujourd'hui un volume équivalent à 2.8 % des prélèvements nationaux. Les coûts unitaires sont plusieurs fois supérieurs aux tarifs généralement payés pour l'approvisionnement en eau douce de surface, y compris dans les régions évoquées ci-dessus (MMA, 2007a), bien que, d'après les estimations officielles, les coûts de production aient baissé d'environ 50 % depuis dix ans grâce au progrès technologique. Les tarifs de l'eau dessalée sont subventionnés. Le processus de dessalement consomme beaucoup d'énergie, ce qui pourrait continuer de freiner son développement à grande échelle pour la production d'eau potable, et il engendre des résidus dont les effets environnementaux ne sont pas encore pleinement connus. Dans ces conditions, on estime que la contribution du dessalement à l'approvisionnement en eau restera très localisée (OCDE, 2009).

L'Espagne possède aussi un potentiel assez prometteur en matière de recyclage de l'eau, grâce notamment à la proximité entre zones à urbanisation dense et zones d'agriculture intensive dans les régions sèches qui bordent la Méditerranée. Comme dans le cas de l'eau dessalée, les coûts de production sont souvent supérieurs aux prix, ce qui a pour effet de ralentir le développement du recyclage. L'eau recyclée représente une part moins importante des approvisionnements en eau que l'eau dessalée, et elle est utilisée, par exemple, pour arroser les jardins publics et les terrains de golf, irriguer certaines cultures et recharger les aquifères. L'assurance qualité et le traitement ont sensiblement progressé d'un point de vue technique, mais certains obstacles demeurent : en particulier, il est difficile de s'assurer en temps réel que l'eau possède une qualité adaptée aux différents usages, par exemple qu'elle ne présente aucun risque pour la santé lorsqu'elle est utilisée pour l'irrigation (Salgot et Folch, 2008). Il ressort d'un sondage mené auprès d'experts de l'eau (Terceño-Gómez et al., 2009) que le recyclage est considéré comme la



solution la plus prometteuse pour répondre aux problèmes de rareté de l'eau par le renforcement de l'offre, loin devant le dessalement<sup>5</sup>. Même si le développement de ce secteur nécessite d'abord de faire en sorte que les niveaux de prix reflètent les coûts, il convient sans doute d'envisager dans un second temps un soutien public à la recherche et développement (R-D) afin de le stimuler, étant donné les carences du marché dans le domaine de la R-D privée<sup>6</sup>. Il conviendrait semble-t-il aussi d'envisager des subventions à la R-D axée sur la réutilisation des eaux usées dans le cadre de la production d'électricité (OCDE, 2006a).

Dans l'ensemble, le développement des formes traditionnelles et nouvelles d'approvisionnement en eau se heurte à certains obstacles, du moins dans le contexte tarifaire actuel. Par conséquent, une gestion efficace de la demande est essentielle pour faire en sorte que les prélèvements d'eau ne dépassent pas les limites d'une exploitation écologiquement viable et alimentent les usages prioritaires.

## Caractéristiques de la demande d'eau

### *Utilisation d'eau en agriculture*

La plupart des bassins hydrographiques particulièrement touchés par le manque d'eau se caractérisent aussi par une utilisation intensive d'eau d'irrigation<sup>7</sup>. L'agriculture représente entre 80 et 90 % des prélèvements d'eau dans les bassins du sud du pays et ceux des fleuves qui se jettent dans la Méditerranée. Une partie de l'eau d'irrigation agricole est réutilisée par d'autres usagers en aval ou permet de répondre à des besoins environnementaux, mais une grande partie est perdue par évapotranspiration (avec les techniques modernes d'irrigation, c'est même le cas de la quasi-totalité de l'eau). Il y a également des pertes dues à l'abandon de l'exploitation de sources souterraines devenues non rentables (OCDE, 2010a). Selon les dernières données publiées, à l'échelle nationale l'irrigation représente 58 % des prélèvements d'eau et environ 72 % des prélèvements pour utilisations consommatrices en 2005 et 2006 (par opposition aux utilisations non consommatrices, notamment dans le cadre de la production d'électricité ou du refroidissement) (graphique 4.2). Cela représente un pourcentage plus élevé que dans les autres pays de l'OCDE, hormis la Grèce, la Turquie et l'Australie. La part de l'irrigation dans la consommation totale d'eau est sans doute descendue à 65 % en Espagne en 2008, selon une estimation du ministère de l'Environnement et du Milieu rural et marin. L'accès à l'eau est essentiel à la productivité de l'agriculture dans la majeure partie de l'Espagne, l'eau contribuant à hauteur de 55 % à la valeur ajoutée du secteur.

La superficie irriguée a continué de s'étendre lentement ces 20 dernières années, avec notamment une progression de 4,8 % entre 2003 et 2009 (tableau 4.1 et graphique 4.5). Dans le cadre du Plan hydrologique national révisé (2005-08), certains projets d'irrigation nouveaux ont été maintenus, par exemple dans le bassin de l'Èbre, mais les pouvoirs publics ne prévoient pas d'extension de l'irrigation. Les prélèvements d'eau d'irrigation sont restés à peu près constants jusqu'en 2004. Il en est résulté une réduction de 9 % des taux d'irrigation entre 1990-92 et 2002-04. La consommation d'eau pour l'irrigation<sup>8</sup> a baissé de 12 %, en moyenne, entre 2002-04 et 2008, compte tenu de la modernisation des techniques d'irrigation mais aussi de la sécheresse de 2008, qui a réduit l'offre d'eau, surtout pour l'irrigation (voir plus haut). En 2007, lorsque le taux de remplissage des réservoirs était comparable aux valeurs moyennes de long terme, la consommation d'eau pour l'irrigation accusait une baisse de 7 % par rapport à la période 2002-04. Par



Tableau 4.1. **Utilisation d'eau d'irrigation en agriculture**<sup>1</sup>

	Utilisation d'eau d'irrigation		Superficie irriguée <sup>2</sup>		Apports d'eau d'irrigation (millions de litres par hectare de terres irriguées)		
	Part de l'utilisation d'eau totale <sup>3</sup> (%)	Variation (%)	Part de la superficie agricole totale (%)	Variation (%)			
	2002-04	1990-92 à 2002-04	2002-04	1990-92 à 2002-04	1990-92	2002-04	Variation (%)
<b>Espagne</b>	<b>65</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>7.0</b>	<b>6.4</b>	<b>-9</b>
Allemagne	3	-29	3	1	3.3	2.4	-29
Australie	55	-43	1	5	7.5	4.1	-45
Autriche	5	64	0	0	12.5	20.5	64
Belgique	1	..	2	6	0.5	1.5	189
Canada	9	20	2	20	3.5	3.6	1
Corée	58	8	46	-10	14.3	17.4	22
Danemark	25	-33	17	3	0.6	0.4	-35
États-Unis	40	0	5	8	9.0	8.4	-7
Finlande	2	100	3	0	0.3	0.6	100
France	15	3	9	24	2.3	1.9	-17
Grèce	87	33	16	24	4.8	5.1	8
Hongrie	3	-65	3	-22	2.3	1.0	-55
Italie	37	..	17	0	..	7.7	..
Japon	65	-4	50	-8	20.6	21.4	4
Mexique	74	-10	6	2	9.9	8.7	-12
Nouvelle-Zélande	..	..	2	14	..	..	..
Pays-Bas	1	-50	29	1	0.3	0.2	-51
Pologne	1	-77	1	0	3.7	0.9	-77
Portugal	61	-7	16	-4	8.9	8.6	-3
République slovaque	4	-69	3	-76	0.5	0.7	31
République tchèque	1	-24	0	-54	0.7	1.2	64
Royaume-Uni	1	-44	1	3	1.0	0.6	-46
Suède	4	-8	2	12	2.1	1.7	-19
Suisse	..	..	2	0	..	..	..
Turquie	87	84	13	33	4.8	6.6	39
UE15	27	4	10	10	3.6	3.4	-6
OCDE	43	6	4	8	8.0	7.5	-7

1. Les périodes couvertes varient sensiblement selon les pays, tout comme les pays inclus dans les agrégats géographiques. Pour des informations détaillées, voir le graphique 2.2 de l'ouvrage *Gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole*.

2. Comprend les superficies équipées d'ouvrages d'irrigation, y compris celles qui ne sont pas irriguées en pratique.

3. L'utilisation d'eau totale correspond à la quantité totale d'eau prélevée pour l'alimentation en eau potable, l'irrigation et l'industrie manufacturière.

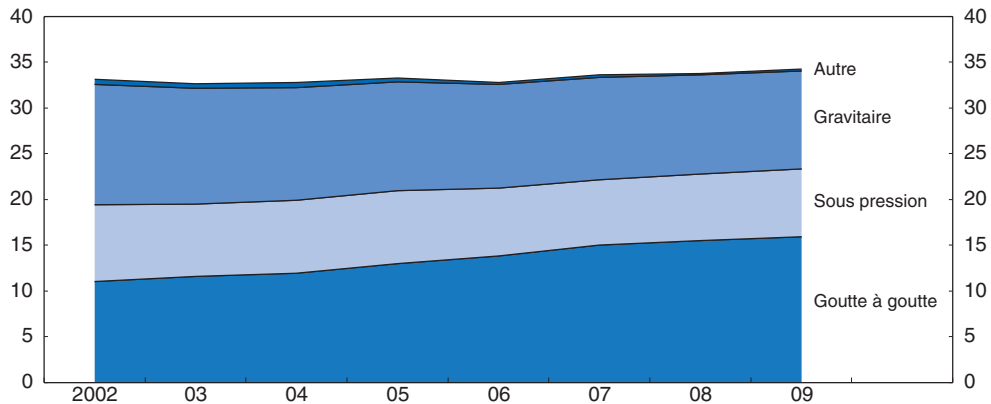
Source : OCDE (2010), *OECD Review of Agricultural Policies: Israel 2010*, et *Gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole*.

conséquent, après 2004 il y a eu apparemment une nouvelle réduction des taux tendanciels de consommation d'eau d'ampleur peut-être comparable à celle de la période comprise entre 1990-92 et 2002-04. Dans d'autres pays à revenu élevé dans lesquels l'irrigation couvre une part relativement importante des terres cultivées ou représente une forte proportion de la consommation d'eau (Australie, Danemark, France, Japon et Pays-Bas), la superficie irriguée a progressé, quoique le plus souvent dans des proportions moindres qu'en Espagne. Dans la plupart de ces pays, les apports d'eau d'irrigation ont baissé plus sensiblement qu'en Espagne entre 1990-92 et 2002-04. En Australie,


notamment, le volume d'eau d'irrigation au mètre carré a chuté de près de 50 % (tableau 4.1), de sorte qu'il est à présent bien inférieur au chiffre enregistré en Espagne après avoir été plus élevé. Cette évolution n'a pas entraîné de baisse de la production, et c'est donc le rendement d'utilisation de l'eau qui a augmenté.

#### Graphique 4.5. Irrigation par type de technique

Milliers de kilomètres carrés



Source : MARM (2010), *Análisis de los Regadíos Españoles Año 2009*, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932363862>

La baisse tendancielle des apports d'eau d'irrigation par hectare a été modeste ; elle a été favorisée par la modernisation des techniques d'irrigation. L'irrigation par submersion – technique la moins efficace<sup>9</sup> – a reculé. En 2007, elle représentait 31 % de la superficie irriguée et 42 % de la consommation d'eau d'irrigation (MARM, 2009c). L'irrigation goutte à goutte et par aspersion, plus efficace, couvrait 68 % des surfaces et représentait environ 58 % de la consommation d'eau. L'irrigation goutte à goutte s'est surtout développée dans la moitié sud de l'Espagne, où elle a remplacé l'irrigation par submersion (MARM, 2010).

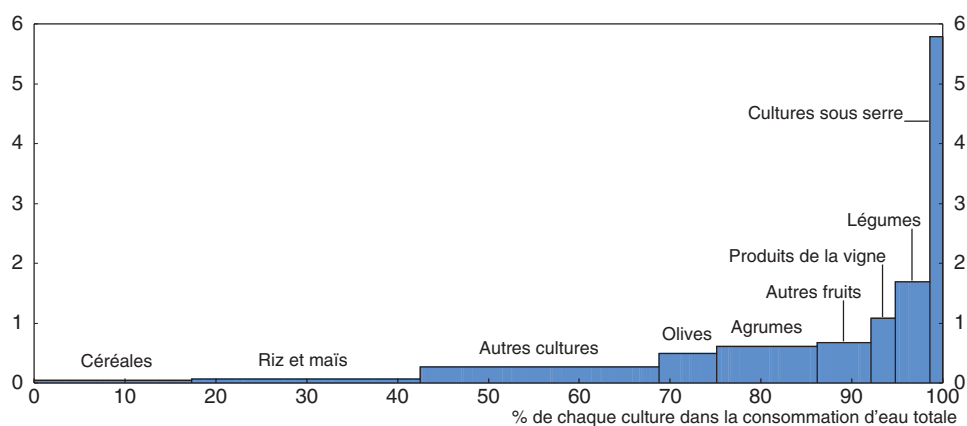
Il y a un risque que les économies d'eau réalisées grâce à la modernisation de l'irrigation soient mises à profit pour étendre la superficie irriguée et produire des cultures qui nécessitent davantage d'eau. Cela aurait pour effet d'annuler le bénéfice attendu des techniques d'irrigation économes en eau, qui est de dégager des ressources pour maintenir le débit des cours d'eau et préserver les habitats naturels qu'ils offrent, mais aussi pour couvrir d'autres besoins non agricoles. Ces risques peuvent être amplifiés si les incitations des agriculteurs sont déterminées par des contraintes quantitatives (définies dans les concessions) et que les prix n'ont guère de fonction allocative. Les volumes d'eau supplémentaires qui sont concrètement dégagés en cas d'amélioration du rendement de l'irrigation incitent à faire pleinement usage des droits d'accès à l'eau préexistants. Les pouvoirs publics ont consacré des ressources budgétaires non négligeables à la modernisation de l'irrigation. À titre d'exemple, quelque 2 milliards d'euros de subventions y ont été affectés dans le cadre du *Plan de Choque de Regadíos* lancé en 2006. Ces subventions devaient permettre de libérer des ressources pour d'autres usages, y compris environnementaux, mais pour certains observateurs il est difficile de savoir comment l'eau ainsi économisée a été utilisée (Schmidt et De Stefano, 2010). Les économies d'eau à la

faveur du *Plan de Choque de Regadíos* ne pourront toutefois apparaître qu'au bout d'un certain temps. En tout état de cause, les techniques d'irrigation par submersion, bien que relativement peu efficaces, restent très largement appliquées par comparaison avec l'étranger (OCDE, 2010a). À court terme, les subventions à la modernisation de l'irrigation pourraient être subordonnées à la réduction des quantités d'eau attribuées en concessions, pour que l'eau économisée grâce à la modernisation puisse être affectée à des usages écologiques ou à d'autres usages économiques.

En Espagne, la productivité de l'eau varie fortement selon les cultures (graphique 4.6), puisque 75 % de la valeur ajoutée de l'agriculture irriguée est produite avec seulement 9 % de l'eau d'irrigation (tableau 4.2). L'utilisation de grandes quantités d'eau d'irrigation pour la production de cultures à faible valeur ajoutée, et la faible productivité de l'eau d'irrigation qui en découle, sont un phénomène un peu plus développé dans les bassins hydrographiques relativement épargnés par les problèmes de rareté de l'eau. Néanmoins, même dans certains des bassins où ces problèmes sont les plus graves, d'importantes quantités d'eau sont consommées pour irriguer des cultures dont la rentabilité est faible<sup>10</sup>. Dans les bassins du *Segura*, de l'*Èbre*, du *Júcar* et du *Guadalquivir*, plus d'un tiers de l'eau d'irrigation produit un excédent net d'exploitation inférieur à 0.20 euro par mètre cube. Ces bassins se caractérisent en outre par une irrigation particulièrement intensive pour des productions végétales servant de support à la production de viande et d'autres produits industriels destinés au marché intérieur, productions que le gouvernement juge appropriées, entre autres, pour préserver l'emploi et l'environnement rural.


Graphique 4.6. **Productivité, utilisation d'eau et valeur ajoutée de l'agriculture irriguée**<sup>1</sup>

Valeur ajoutée brute aux prix du marché en euros par mètre cube d'eau consommé, 2001/02



1. La surface de chaque rectangle est proportionnelle à la part de la culture correspondante dans la valeur ajoutée de l'agriculture irriguée.

Source : MMA (2007), *El agua en la economía Española: situación y perspectivas*, Ministerio de Medio Ambiente.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932363881>

La partie de l'agriculture irriguée qui puise l'eau dans les nappes souterraines l'utilise de façon plus productive que celle qui est alimentée en eau de surface. Cela peut s'expliquer par la plus grande stabilité d'approvisionnement, qui confère aux exploitants plus de certitudes quant à la rentabilité des investissements qu'ils consacrent aux technologies d'irrigation économes en eau, ainsi que par le fait que les prélèvements souterrains se font principalement au moyen de forages privés et que l'exploitant supporte

Tableau 4.2. **Consommation d'eau d'irrigation par bassin hydrographique et par tranche de rentabilité**

Centaines de mètres cubes

Excédent net d'exploitation par mètre cube <sup>1</sup>	< 0.02	0.02-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-1.0	1-3	> 3	Total	Classement rareté <sup>2</sup>
Bassins du sud de l'Andalousie	97	42	38	11	39	11	93	<b>331</b>	1
Segura	54	272	174	271	171	51	19	<b>1 013</b>	2
Èbre	401	1 499	768	675	45	23	0	<b>3 410</b>	3
Júcar	119	581	391	583	206	12	8	<b>1 900</b>	3
Guadalquivir	733	1 151	1 012	443	155	21	16	<b>3 532</b>	5
Tage	299	463	16	47	24	104	0	<b>954</b>	6
Guadiana	1 001	496	78	256	62	157	0	<b>2 051</b>	7
Nord	1	2	0	8	0	0	0	<b>12</b>	8
Canaries	7	1	0	0	36	32	0	<b>76</b>	9
Duero	495	1 202	334	113	11	1	0	<b>2 158</b>	9
<b>Total</b>	<b>3 208</b>	<b>5 710</b>	<b>2 812</b>	<b>2 407</b>	<b>751</b>	<b>412</b>	<b>137</b>	<b>15 437</b>	..
% de la consommation	21	37	18	16	5	3	1	100	..
% de la valeur ajoutée brute	0	5	11	9	9	20	47	100	..

1. Valeur brute de la production déduction faite du coût des intrants intermédiaires, du travail et du capital, ainsi que des taxes. Le Guadalquivir comprend le rio Guadaleta et le rio Barbate.

2. Classement en fonction du degré de rareté de l'eau, d'après Terceño-Gomez *et al.* (2009).

Source : MMA (2007), *El agua en la economía Española: situación y perspectivas*, Ministerio de Medio Ambiente ; et A. Terceño-Gomez, J.M. Brotons-Martínez et J.A. Trigueros-Pina (2009), « Evaluación de las necesidades hídricas en España » (Évaluation des besoins en eau en Espagne), *Ingeniería hidráulica en México*, vol. 24, n° 4, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

dans ce cas l'intégralité du coût d'extraction, qui est supérieur aux tarifs de l'eau de surface (Moliner *et al.*, 2008).

La production de cultures qui ont une faible valeur ajoutée au regard de leurs besoins en eau (comme les céréales) donne généralement lieu à une irrigation peu efficace, c'est-à-dire à un recours relativement plus important à des techniques d'irrigation (comme la submersion) qui apportent aux cultures plus d'eau qu'il ne leur en faut. Ainsi, Maestu et Gómez (2010) montrent que l'efficacité moyenne de l'irrigation dans la production de cultures à faible valeur ajoutée est souvent inférieure à 70 %. À l'inverse, des taux de 90 % sont obtenus dans le cadre des cultures à forte valeur ajoutée. Cette situation est sans doute aussi le reflet, dans une certaine mesure, des incitations qui émanent des contraintes quantitatives et du rôle allocatif limité des prix : il se pourrait donc que l'incitation à améliorer l'efficacité technique soit forte seulement lorsque des apports d'eau supplémentaires produisent une valeur ajoutée élevée. En s'en remettant davantage aux signaux du marché, par exemple au travers de tarifs de l'eau qui reflètent les coûts et de marchés de l'eau, on contribuerait à créer des incitations en faveur de l'emploi de technologies économes en eau dans tous les secteurs de production agricole (voir *infra*).

La politique agricole commune (PAC) de l'Union européenne a une certaine influence sur ces modes d'utilisation de l'eau d'irrigation. Des subventions au titre de la PAC continuent d'être versées au profit de cultures telles que les céréales qui nécessitent de grandes quantités d'eau. À la faveur de plusieurs réformes de la PAC (1992, 2003), les subventions ont été découplées de la production, et des règles de protection de l'environnement et de la nature ont été adoptées. En outre, les subventions ont été subordonnées à l'application de bonnes pratiques agricoles. Il n'en reste pas moins qu'en Espagne, 25 % des subventions sont toujours liées à la production, ce qui encourage une utilisation peu efficace de l'eau (Aldaya *et al.*, 2010). Ces subventions restent disponibles

pour les périmètres irrigués créés avant 1991, qui représentent la majeure partie de ceux aujourd'hui en activité. Elles devraient être supprimées, surtout dans les bassins hydrographiques souffrant d'une pénurie d'eau chronique, dans un souci d'efficacité accrue de l'agriculture et de l'utilisation d'eau.

L'Espagne exporte des produits agricoles à forte valeur ajoutée et à faible teneur en eau virtuelle<sup>11</sup>, tels que des agrumes, des légumes et de l'huile d'olive, et elle importe des produits végétaux à forte teneur en eau virtuelle et à faible valeur ajoutée, tels que les céréales, même si les seconds continuent d'être produits dans le pays en quantités non négligeables. Elle exporte aussi des produits d'origine animale, qui présentent certes une teneur élevée en eau virtuelle, mais surtout à cause des cultures grosses consommatrices d'eau qui servent d'intrants dans leur production et qui peuvent faire l'objet d'échanges internationaux. Le secteur agricole de l'Espagne est un importateur net d'eau virtuelle, ce qui est logique au vu du climat du pays, mais avec un solde par habitant moins élevé qu'en Italie<sup>12</sup>.

### **Autres usages de l'eau**

Les ménages consomment environ deux tiers de l'eau prélevée pour alimenter les réseaux urbains de distribution (quelque 10 % du total). Le volume d'eau distribué par ces réseaux a assez fortement augmenté, ce qui tient principalement à l'augmentation du revenu par habitant et aux aménités urbaines telles que les parcs, et dans une mesure bien moindre à la croissance démographique (Maestu et Gómez, 2010). Ces utilisations de l'eau ont cessé de croître en 2002 et ont diminué de 7 % entre 2004 et 2008, évolution qui n'est qu'en partie liée à la sécheresse<sup>13</sup>. Néanmoins, la consommation d'eau urbaine par habitant est restée beaucoup plus élevée que dans la plupart des autres pays européens<sup>14</sup>. L'urbanisation a donné lieu à une plus forte concentration de la demande d'eau le long du littoral méditerranéen, partie du pays davantage touché par les pénuries. De fait, c'est dans certaines des régions les plus arides du pays que la population s'est le plus fortement accrue (MMA, 2007b). Rapportée au nombre d'habitants, la consommation d'eau à usage domestique de l'Espagne est parmi les plus élevées des pays de l'OCDE (OCDE, 2006b)<sup>15</sup>. Selon des données récentes d'Eurostat, la consommation d'eau par les ménages et le secteur des services est beaucoup plus élevée que dans la plupart des autres pays européens. Étant donné l'influence du revenu par habitant, il faut s'attendre à ce que la demande d'eau urbaine continue de progresser en l'absence d'augmentation significative des prix en termes réels.

La demande d'eau émanant des activités de loisirs liées au tourisme a également augmenté, même si ces activités représentent d'après les estimations moins de 1 % des prélèvements d'eau (MMA, 2007b). La rentabilité des apports d'eau est souvent plus élevée dans ce contexte que dans celui de beaucoup de productions végétales. La contribution du secteur du tourisme au PIB de l'Espagne est estimée à 11 %. Très concentré géographiquement, ce secteur joue aujourd'hui un rôle fondamental dans l'économie de certaines régions bordant la Méditerranée.

La production brute d'hydroélectricité représente d'après les estimations quelque 2.5 % du PIB par an (MMA, 2007b). Même s'il s'agit d'une forme d'utilisation d'eau non consommatrice, elle peut entrer en concurrence avec d'autres usages de l'eau comme l'agriculture, qui est souvent alimentée en eau à partir de réservoirs de barrages. Enfin, les prélèvements d'eau à usage industriel par habitant sont relativement faibles par rapport aux autres pays de l'OCDE.

## Caractéristiques du cadre institutionnel

Les organismes de bassin sont chargés de la gestion des eaux superficielles et souterraines. Leur activité est supervisée – et dans une très large mesure financée – par l'administration centrale lorsque leur territoire de compétence s'étend sur celui de plusieurs régions (encadré 4.2). Ce dispositif institutionnel est adapté, dans la mesure où l'essentiel de la demande d'eau doit être satisfaite au moyen des ressources disponibles à l'intérieur d'un même bassin. Les transferts d'eau entre bassins augmentent sensiblement le coût de fourniture et peuvent avoir des répercussions non négligeables sur l'environnement (voir, par exemple, Barcelò, 2009). Des transferts interbassins ont été mis en place en plusieurs endroits sous l'autorité de l'administration centrale.

### Encadré 4.2. Répartition des responsabilités

En vertu de la Constitution, la politique de l'eau concernant les ressources partagées par plusieurs communautés autonomes est du ressort exclusif de **l'administration centrale**. Celle-ci supervise donc les organismes de bassin dont le territoire de compétence couvre celui de plusieurs de ces communautés. Dans ce cas, elle finance les infrastructures d'adduction et de distribution, en partie au travers des organismes de bassin. L'administration centrale énonce les priorités de l'action publique, fixées en accord avec les directives de l'UE, dans des plans hydrologiques nationaux pluriannuels, dont le dernier en date a été publié en 2001 et modifié en 2004 avec le plan AGUA (voir *infra*).

Le **Conseil national de l'eau**, qui rassemble des représentants du gouvernement et des administrations régionales, des associations d'usagers (agriculteurs, collectivités locales), des milieux scientifiques et des organisations non gouvernementales de défense de l'environnement, formule des recommandations au sujet de l'ensemble des politiques qui touchent aux ressources en eau au niveau national. En général, l'administration centrale et les administrations régionales sont majoritaires.

Les **organismes de bassin** (*organismos de cuenca*) gèrent les ressources en eau (y compris souterraines depuis 1986) et les rejets d'effluents dans les cours d'eau naturels, de même que les ouvrages publics de stockage et d'adduction à longue distance. Ils élaborent des plans de bassin et suivent leur application, et ils administrent les ressources en eau, y compris par l'attribution de concessions. Les organismes de bassin jouissent d'une importante autonomie organisationnelle, fonctionnelle et budgétaire. Dans les bassins couvrant le territoire de plusieurs communautés autonomes, une **Commission des autorités compétentes** coordonne l'ensemble des mesures de l'administration et de l'organisme de bassin qui touchent à l'eau.

Les **administrations régionales** sont chargées des ressources naturelles, des politiques agricoles – en accord avec les directives européennes et celles de l'administration centrale – et de l'aménagement de l'espace. Dans certains cas, elles interviennent dans la distribution urbaine d'eau potable et dans la collecte et le traitement des eaux usées. Elles financent les infrastructures d'adduction et de distribution pour les ressources en eau qui ne sont pas partagées par plusieurs régions, encore que la création de réserves à partir de cours d'eau partagés soit prévue dans certaines constitutions régionales récentes. Les administrations régionales supervisent les organismes de bassin dont le territoire de compétence ne chevauche pas les limites régionales.

Les **administrations locales** sont chargées de la collecte et du traitement des eaux usées et de la distribution d'eau potable. Elles peuvent fournir ces services elles-mêmes ou par l'intermédiaire d'entreprises concessionnaires publiques ou privées.

#### Encadré 4.2. Répartition des responsabilités (suite)

Les usagers qui partagent une concession ou un captage sont tenus de créer des **associations d'usagers**. Cette obligation peut également leur être imposée si l'aquifère dans lequel ils puisent est déclaré surexploité. Les associations fixent les normes de distribution et de contrôle, réglementent l'utilisation et l'entretien des réseaux hydrauliques partagés, organisent les paiements communs et règlent les problèmes qui peuvent survenir entre les membres. Elles jouent un rôle important au sein des organismes de bassin via la participation de leurs représentants désignés à l'assemblée des usagers. Celle-ci élit au moins un tiers des membres des principaux organes de décision de l'organisme de bassin, dont le conseil d'administration.

Les organismes de bassin bénéficient d'une importante autonomie et assurent en partie leur propre financement grâce au produit des droits et redevances perçus sur les services de l'eau. Les usagers jouent un rôle important, principalement au travers de leurs associations, dont les représentants (siégeant à l'assemblée des usagers) participent directement à certaines tâches de gestion et élisent un tiers des membres des instances de décision des organismes de bassin. Dans la plupart des organismes, les représentants des usagers sont surtout des consommateurs, opérant en particulier dans le secteur de l'irrigation, compte tenu de leur poids dans la consommation totale. En revanche, les usages environnementaux et récréatifs ne sont souvent pas représentés, pas plus que les milieux scientifiques et les associations de protection des consommateurs. Dans ces conditions, les organismes de bassin peuvent être exposés à un risque de captation de la réglementation par les usagers « historiques » dominants<sup>16</sup>. Des observateurs ont estimé que les organismes de bassin manquent de personnel formé à la gestion des aspects hydrologiques, écologiques et économiques de l'eau, ce qui tient au fait que leur activité a traditionnellement été tournée vers des missions de génie civil liées à la mise en place et à l'entretien des ouvrages d'alimentation en eau (voir, par exemple, Varela Ortega et Hernández-Mora, 2010 ; Custodio *et al.*, 2010). L'approche participative au sein des organismes de bassin devrait être étendue à un plus large éventail d'intervenants, dont les chercheurs et les représentants d'institutions qui protègent les écosystèmes locaux et les services récréatifs qu'ils fournissent. Une telle démarche pourrait aussi contribuer à une meilleure intégration des objectifs de la directive-cadre sur l'eau de l'UE, notamment le retour des masses d'eau à un bon état écologique et la prise en compte des coûts pour l'environnement dans les tarifs de l'eau.

Certaines communautés autonomes ont adopté des statuts dans lesquels elles revendiquent des ressources en eau de bassins hydrographiques partagés, ce qui va à l'encontre de la répartition des responsabilités qui a été définie. Étant donné que ces statuts sont approuvés par voie législative au niveau central, il y a un risque que de telles dispositions encouragent des décisions régionales en matière d'utilisation de l'eau qui ne tiennent pas compte de l'impact sur d'autres régions. En règle générale, les ressources en eau qui sont dans une large mesure partagées entre plusieurs communautés devraient demeurer clairement du ressort de l'administration centrale et de l'organisme de bassin compétent<sup>17</sup>.

#### **La tarification des services de l'eau remplit d'importantes fonctions d'allocation et de financement**

La concurrence entre les principales utilisations de l'eau – consommation humaine, production et satisfaction des besoins des écosystèmes – représente un défi pour les



responsables de l'élaboration des politiques dans toutes les économies de l'OCDE. Il ressort d'études théoriques et empiriques que les instruments tarifaires permettent de gérer la demande de façon plus efficace par rapport au coût que les programmes d'économies agissant par d'autres voies que les prix, et qu'ils n'ont pas forcément plus d'effets défavorables sur le plan de la redistribution des revenus (Olmstead et Stavins, 2008, passent en revue les arguments théoriques et les expériences pratiques). Comme dans le cas d'autres ressources environnementales peu abondantes, cela tient au fait que ce sont les prix qui permettent au consommateur de choisir le plus librement la manière dont il adapte sa consommation, de sorte que les économies d'eau sont obtenues en maximisant les gains de bien-être et en réduisant au minimum les coûts. La demande d'eau, y compris urbaine, est élastique par rapport aux prix, à condition que ceux-ci dépassent un niveau minimum. Par exemple, le ministère de l'Économie et des Finances a estimé dans une étude à  $-0.6$  l'élasticité-prix de la demande d'eau potable et à  $0.4$  son élasticité-revenu dans le bassin du Júcar. Ces chiffres doivent peut-être être interprétés comme des estimations basses, dans la mesure où les élasticités estimées de la demande d'eau ne tiennent pas pleinement compte des réponses à long terme (Garrido et Calatrava, 2009). De fait, certains éléments indiquent que la consommation d'eau urbaine a moins progressé dans les régions qui ont augmenté plus fortement les prix (MMA, 2007b). Pour ce qui est de l'utilisation d'eau dans le secteur agricole, Israël<sup>18</sup>, par exemple, a procédé à des hausses sensibles des tarifs de l'eau (de 65 % entre 1998 et 2008 ; OCDE, 2010b) qui ont entraîné une chute de la consommation d'eau sans modifier le volume des productions végétales. En outre, vu les importants écarts de rendement d'utilisation de l'eau observés entre les différentes activités agricoles en Espagne, des possibilités de réorientation vers des cultures moins gourmandes en eau pourraient bien se faire jour.

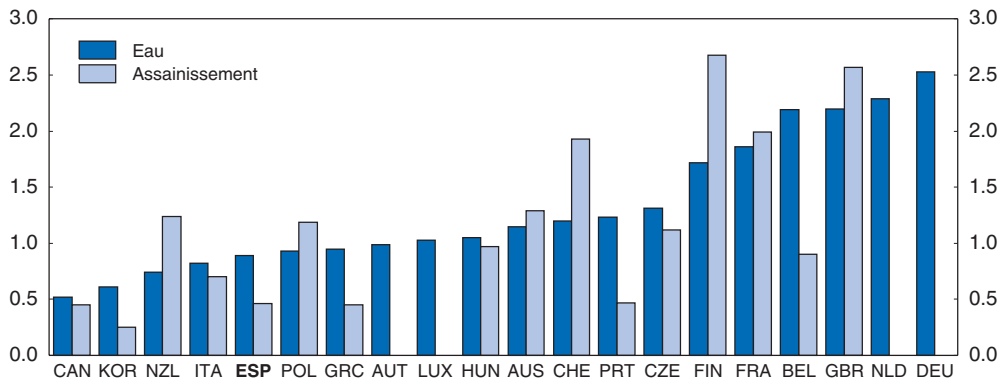
### ***Des incitations à économiser l'eau ont été intégrées dans les structures de tarification***

La tarification progressive, qui consiste à faire payer plus cher les tranches de consommation supérieures, est devenue la norme pour l'eau potable et l'eau à usage industriel. Dans le secteur urbain de l'eau, notamment, cette tarification incite à économiser l'eau sans empêcher la satisfaction des besoins élémentaires, en particulier ceux des foyers à faible revenu. Entre 2001 et 2009, l'augmentation des tarifs domestiques des services de l'eau a été modeste en termes réels, de l'ordre de 12 %, encore que les prix aient progressé plus fortement dans certaines des régions les plus touchées par le manque d'eau. Les tarifs appliqués aux industriels ont évolué de façon similaire. Il n'en reste pas moins que les redevances de distribution d'eau et d'assainissement payées par les ménages sont plus faibles que dans la plupart des autres pays de l'OCDE (graphique 4.7), même si, d'après certaines études, les tarifs de l'eau à usage domestique couvrent une plus grande part des coûts que ceux de l'eau d'irrigation (Garrido et Calatrava, 2010 ; voir *infra*).

Dans l'agriculture, l'eau alimentant les systèmes d'irrigation gravitaire est encore très largement facturée sur la base de la superficie irriguée. Cependant, un décret ministériel de mai 2009 prévoit l'instauration progressive d'une obligation de comptage de l'ensemble des consommations d'eau, quel que soit le type d'utilisation consommatrice, encore que cette obligation pourrait ne pas s'appliquer au consommateur final. Sur la base de cette nouvelle obligation, les pouvoirs publics prévoient de mettre en place une tarification binôme de l'eau d'irrigation, avec une composante modulée en fonction de la surface qui reflète les coûts fixes des infrastructures, et une composante volumétrique calculée en fonction de la consommation. De fait, comme le soulignent Garrido et Calatrava (2009), la généralisation


### Graphique 4.7. Prix unitaires des services d'eau et d'assainissement fournis aux ménages<sup>1</sup>

USD par mètre cube, 2008



1. Prix unitaires taxes comprises. Les chiffres de la Belgique et du Royaume-Uni correspondent à la moyenne des régions pour lesquelles des données sont disponibles.

Source : OCDE (2010), *Les prix de l'eau et des services d'eau potable et d'assainissement*.

StatLink  <http://dx.doi.org/10.1787/888932363900>

des compteurs d'eau et des redevances calculées en fonction du volume est essentielle pour inciter les irrigants à utiliser l'eau de façon économiquement rationnelle. Le comptage et les redevances volumétriques devraient donc être généralisés, comme prévu par le gouvernement. L'introduction des compteurs d'eau demande du temps et un investissement substantiel. Le gouvernement a également supprimé les subventions au prix de l'électricité utilisée dans le secteur de l'irrigation, dont les coûts ont de ce fait augmenté de 60 %, ce qui a provoqué l'arrêt de l'irrigation de certains périmètres. Cette mesure est justifiée, car en réduisant les coûts de pompage, les subventions énergétiques favorisent un prélèvement excessif (OCDE, 2009), notamment souterrain, qui se révèle difficile à contrôler pour les autorités (voir *infra*). Des pressions ont été exercées pour qu'on atténue l'impact de la dérégulation sur les coûts d'irrigation, bien que ceux-ci ne représentent qu'une part modeste des coûts des exploitants agricoles, en particulier lorsque le rendement d'utilisation de l'eau est relativement élevé. Les tarifs de l'électricité pour les irrigants devraient pleinement refléter les coûts de fourniture de l'électricité, comme l'envisageaient au départ les pouvoirs publics.

#### **La législation actuelle empêche de fixer des prix qui reflètent pleinement le coût de fourniture de l'eau**

En Espagne, la tarification de l'eau obéit à des règles complexes définies dans la législation nationale, qui prévoient des tarifs différents pour les utilisations consommatrices et non consommatrices<sup>19</sup>. La loi stipule que les prix doivent couvrir, mais non dépasser, les coûts d'équipement et de fonctionnement correspondant aux infrastructures de l'eau financées sur fonds publics (adduction, stockage et traitement), ainsi que les coûts administratifs qui se rapportent directement au fonctionnement de ces infrastructures. Les redevances de déversement payées par les usagers industriels et résidentiels sont également fixées dans la législation nationale et augmentent avec le degré de pollution (Garrido et Calatrava, 2010).

Alors que le recouvrement des coûts qui résultent de la rareté de l'eau<sup>20</sup> est particulièrement indiqué dans un pays à climat semi-aride, les coûts de rareté et les coûts

environnementaux ne peuvent pas être incorporés dans les prix de l'eau en sus des coûts d'exploitation et d'investissement. Par exemple, des usagers qui puisent dans un stock de ressources commun (tels que des usagers situés dans un même bassin hydrographique) devraient en principe payer un prix fixé en fonction du coût marginal de la source d'approvisionnement en eau la plus coûteuse. Cela peut jouer, par exemple, dans les régions où le dessalement occupe une place grandissante dans l'approvisionnement en eau. Comme les coûts marginaux sont supérieurs aux coûts moyens, des prix fixés en fonction des principes d'efficacité débouchent sur des rentes de rareté, ce que prohibe la législation en vigueur. La récupération de ces coûts fait aussi généralement partie des prescriptions de la directive-cadre sur l'eau de l'UE, même si celle-ci prévoit des exceptions, et du reste cette pratique est pour l'instant loin d'être généralisée au niveau international. Une façon de faire transparaître la rareté de l'eau dans sa tarification consisterait à lier les prix à des indicateurs de cette rareté dans les bassins hydrographiques concernés. Et de fait, un système d'indicateurs de ce type qui permet de déterminer l'exploitation des ressources en eau en temps réel a été élaboré dans le cadre de la mise en œuvre du dernier *Plan hydrologique national*. La législation actuelle n'offre aucune possibilité de faire payer les coûts environnementaux qu'induisent les prélèvements d'eau en modifiant les débits, la morphologie des cours d'eau ou la qualité de l'eau, ni les coûts des répercussions sur la santé humaine et les écosystèmes, alors même que cela est obligatoire en vertu de la directive-cadre européenne sur l'eau. Il conviendrait de supprimer les dispositions législatives qui empêchent de faire entrer en ligne de compte la rareté et des considérations environnementales dans les tarifs de l'eau. Des méthodes devront être élaborées pour déterminer la valeur des répercussions des prélèvements d'eau sur l'environnement. Il importe d'accroître la transparence des tarifs de l'eau et de fournir des informations sur les différents coûts intégrés dans le calcul des tarifs, y compris les coûts environnementaux et de rareté.

Il existe des mécanismes de tarification de la pollution des eaux de surface par les sources ponctuelles, mais il n'en existe pas pour la pollution des eaux souterraines par les sources diffuses. Une solution consisterait à instaurer une taxe sur la consommation des polluants en question, comme ceux contenus dans les engrais. Toutefois, l'expérience acquise en matière de taxes sur les engrais conduit à penser que celles-ci doivent faire partie d'un ensemble de dispositions générales, la taxe devant sans doute être appliquée à des taux très élevés pour réduire efficacement la production. Une taxe sur l'azote ou sur le phosphore traiterait de plus près l'externalité environnementale. Ce type de taxe exige que chaque exploitation tienne un bilan des éléments nutritifs. C'est ce qui a été fait aux Pays-Bas, avec la taxe sur l'excédent d'azote ou de phosphore. Cette initiative pourrait être complétée par des programmes d'action spécifiques en faveur de zones désignées vulnérables à une contamination par les nitrates. Les conséquences de la pollution diffuse pouvant être plus graves dans les bassins les plus arides, des subventions destinées à soutenir les façons culturales qui permettent de réduire au minimum la pollution, surtout dans ces bassins, contribueraient à réduire la contamination par les nitrates.

Peut-être faudrait-il aussi envisager d'améliorer le recouvrement des coûts d'équipement correspondant aux infrastructures utilisées pour la fourniture des services d'eau. En raison des dispositions législatives en vigueur, il est difficile de récupérer certaines subventions par le biais des prix de l'eau. En outre, on considère que certains avantages des infrastructures (comme les barrages) ont des caractéristiques de biens publics, notamment en ce qui concerne la prévention des inondations, si bien qu'une

partie du coût n'est pas répercutée sur les prix (MMA, 2007a). Tandis que ces caractéristiques justifient que les coûts associés ne soient pas entièrement à la charge des consommateurs d'eau, il n'a pas été établi de critères rigoureux pour l'imputation des infrastructures à différents usages (CICCP, 2010). Dans certains cas, on considère que les coûts d'équipement ont été intégralement récupérés auprès des usagers antérieurs, de sorte qu'ils ne sont pas imputés aux usagers actuels. Un rapport officiel (MMA, 2007b) souligne que les prix peu élevés traduisent le manque d'investissements de remplacement dans les infrastructures de distribution d'eau et d'assainissement. Dans le calcul des coûts, certains frais de gestion des organismes de bassin ne sont pas pris en compte (MMA, 2007a). La législation stipule que les coûts d'équipement sont calculés en appliquant des intérêts de 4 % ainsi que des taux d'amortissement au coût historique nominal des infrastructures, moyennant seulement un ajustement partiel en fonction de l'inflation antérieure<sup>21</sup>. Appliqué aux prix d'acquisition nominaux, un taux d'intérêt de 4 % paraît peu élevé. Même si ces infrastructures ont une durée de vie longue, l'effet de taux d'intérêt trop bas peut être faible, notamment en raison du fait que le coût d'équipement en amont lié aux infrastructures représente une part relativement modeste du coût total de l'irrigation<sup>22</sup>.

D'après une analyse du ministère de l'Environnement (MMA, 2007a), le taux moyen de recouvrement des coûts n'en atteint pas moins un niveau proche de 90 % auprès des usagers tant urbains qu'agricoles, avec cependant d'importantes variations régionales et locales. Dans une étude récente, Calatrava et Garrido (2010) estiment pour leur part que 45 % seulement des coûts sont récupérés, en raison du faible taux de couverture des coûts d'équipement. Un important déficit de recouvrement des coûts des services de l'eau a également été diagnostiqué par le Collège espagnol des ingénieurs des ponts et chaussées (*Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*, CICCP, 2010). Les écarts entre les différentes estimations dénotent la nécessité d'accroître la transparence de la comptabilité analytique. En tout état de cause, les recettes produites par la tarification actuelle sont insuffisantes pour financer des investissements de remplacement. Le risque que des investissements de remplacement pourtant nécessaires ne soient pas réalisés est accentué par les restrictions budgétaires actuelles. La tarification des services de l'eau sur la base de la valeur comptable initiale pourrait aussi inciter les intéressés à s'opposer aux investissements de renouvellement, puisque ceux-ci se traduiraient ensuite par des tarifs plus élevés. De fait, seule une faible proportion des dépenses des organismes de bassin est récupérée. Les recettes que ceux-ci tirent des différentes redevances (à l'exception des redevances de déversement) ne couvrent même pas intégralement les dépenses courantes correspondant aux salaires, achats de biens et services et frais financiers, et ne contribuent donc pas du tout à la couverture des dépenses d'équipement<sup>23</sup>. Il conviendrait de réexaminer la méthode de calcul des coûts d'équipement et d'assurer une couverture complète des coûts. Il faudrait aussi envisager de faire en sorte que les tarifs produisent des recettes suffisantes pour financer les investissements de remplacement. Les prix devraient en outre répercuter pleinement les coûts d'administration et de gestion, y compris ceux qu'il n'est pas possible d'imputer à une infrastructure particulière. Les conditions d'imputation des coûts aux services ayant des caractéristiques de biens publics, tels que la prévention des inondations, devraient être harmonisées sur la base de critères transparents. L'application de tarifs plus élevés et reflétant les coûts pour l'eau d'irrigation contribuerait aussi dans une large mesure à réduire la pollution des eaux souterraines provoquée par l'utilisation de produits chimiques. De nombreuses études ont montré

qu'une utilisation plus rationnelle de l'eau entraîne une diminution de la pollution d'origine agricole (voir, par exemple, Calatrava et Garrido, 2010).

Les données sur les services de l'eau et l'ensemble des coûts qui s'y rapportent doivent être accessibles au niveau national afin que l'on puisse évaluer dans quelle mesure ces coûts sont répercutés sur les tarifs des différentes sources. Un récent rapport officiel (MMA, 2007a) montre que l'accès à ces données doit être amélioré. En prenant des mesures en ce sens, on pourrait contribuer à réduire les disparités dans l'évaluation des coûts et à rendre les ajustements tarifaires plus acceptables aux yeux de l'opinion publique.

### ***La régulation par comparaison des services de l'eau offre de substantiels avantages***

Des mesures visant à améliorer l'accessibilité des données sur les services de l'eau et leurs coûts faciliteraient également l'étalonnage des coûts et de la qualité des prestations des compagnies des eaux. On peut créer des incitations à améliorer la qualité et à réduire les coûts, y compris par des investissements qui permettent d'économiser l'eau, en fixant les prix réglementés des services de l'eau de chaque fournisseur sur la base des coûts et des niveaux de qualité atteints par d'autres fournisseurs. Cette incitation n'existe pas si la réglementation des prix de chaque fournisseur se fonde sur ses propres coûts. La régulation par comparaison est particulièrement intéressante en présence d'un grand nombre de fournisseurs de services locaux, comme c'est le cas, par exemple, dans le secteur urbain de l'eau et de l'assainissement.

Il apparaît que les possibilités de rendre plus efficiente la fourniture de services sont nombreuses. Ainsi, d'après le Collège espagnol des ingénieurs d'infrastructures, les installations de traitement modernes et coûteuses sont souvent mal exploitées et gérées, ce qui entraîne des problèmes de pollution évitables. Ces insuffisances induisent des coûts importants à long terme, puisque la pollution est considérée, avec le changement climatique, comme le principal facteur d'augmentation du coût de la production d'eau potable à l'avenir (OCDE, 2006a).

S'il ne nécessite pas la privatisation des fournisseurs de services<sup>24</sup>, l'étalonnage concurrentiel renforce l'attrait de la fourniture de services par les entreprises privées, car il permet de tirer parti du souci de maximisation des bénéfices pour favoriser la réduction des coûts et l'amélioration de la qualité des services tout en évitant que les fournisseurs jouissent de rentes de monopole. Ce faisant, il peut également aider à mobiliser des investissements privés dans les infrastructures de l'eau, dans un contexte marqué par la réduction des investissements publics alors même que les besoins en la matière sont importants.

L'étalonnage concurrentiel est de plus en plus utilisé pour améliorer l'efficacité des services de l'eau sur la base d'un éventail assez restreint d'indicateurs de coût et de qualité. C'est le cas, par exemple, au Royaume-Uni et en Australie. L'*American Water Works Association* a également mis au point un ensemble de critères de référence pour les services de l'eau (OCDE, 2006a). Il conviendrait de veiller à ce que des données sur la fourniture de services de l'eau et les coûts correspondants soient disponibles pour l'ensemble du pays. Il conviendrait aussi d'envisager l'utilisation de ces données pour comparer les coûts des fournisseurs et réguler les prix et la qualité du service en conséquence.

### ***Le régime des concessions et les échanges de droits sur l'eau***

Les utilisations consommatrices d'eau nécessitent une concession, qui peut être accordée par les autorités pour une durée maximale de 75 ans, à condition qu'il s'agisse de

ressources considérées comme appartenant au domaine public, ce qui est le cas de l'ensemble des eaux superficielles et d'une partie des eaux souterraines (voir *infra*). Les concessions ne doivent pas aller à l'encontre de la priorité absolue attribuée par la loi aux usages urbains. Des révisions de concessions sont possibles dans certaines circonstances. Les concessions sont accordées gratuitement par les organismes de bassin. Dans le cas de l'irrigation, le volume d'eau pouvant être utilisé en vertu de ces concessions est fonction de quotas par hectare et des ressources disponibles, de sorte qu'il varie dans le temps. L'eau est ainsi initialement allouée en fonction des droits d'usage historiques et de la superficie irriguée. Le rôle des critères économiques est secondaire, même s'il existe des possibilités limitées de modifier la répartition initiale des droits sur l'eau par voie d'échanges (voir ci-après).

### **La réglementation limite les possibilités d'échanges de concessions**

Les marchés des droits d'accès à l'eau ne peuvent pas à eux seuls résoudre les questions environnementales, économiques et sociales que soulève la répartition de l'eau entre les différents usages (OCDE, 2009). Il y a des effets extérieurs aux parties effectuant des transactions, qui découlent par exemple de la modification du débit des cours d'eau, et les possibilités d'échanges sont limitées par le coût relativement élevé et l'insuffisance des infrastructures nécessaires aux transferts d'eau. La disponibilité de l'eau en différents endroits et à différents moments influence les estimations de sa valeur, ce qui accroît davantage encore les coûts de transaction (voir, par exemple, Dalhuisen *et al.*, 1999). Il n'en reste pas moins que la mise en place de marchés de l'eau complets, y compris pour le transfert de droits sur l'eau à long terme, a permis de réaliser des gains d'efficacité représentant plusieurs milliards de dollars dans le sud-ouest des États-Unis et en Australie, par exemple (Quentin Grafton *et al.*, 2010). Ces marchés ont aidé à répartir les ressources en eau de plus en plus rares entre les usages concurrents – agricoles, urbains et environnementaux – et encouragé les usagers à réaliser des investissements permettant des économies d'eau.

Les échanges d'eau informels sont monnaie courante en Espagne, surtout dans le secteur agricole. Ils reposent sur la confiance mutuelle, sont le plus souvent temporaires et s'effectuent généralement entre des agriculteurs appartenant à une même communauté d'irrigants, laquelle est fréquemment détentrice de la concession que se partagent ses membres (encadré 4.1). Il n'existe quasiment pas de transferts permanents portant sur les eaux de surface – source d'approvisionnement dominante – car la loi stipule que les droits sur ces eaux, contrairement à ceux sur les ressources souterraines, sont rattachés à la propriété foncière. Les échanges de droits sur l'eau entre usagers ne partageant pas la même concession sont officiellement autorisés depuis 1999, mais ils restent rares. Dans le bassin du *Segura*, par exemple, les échanges officiels ont représenté moins de 1 % de la consommation d'eau totale entre 2001 et 2005 (Garrido et Calatrava, 2010). Plusieurs organismes de bassin ont par ailleurs créé avec un certain succès des *banques de l'eau* afin d'encourager des échanges de droits saisonniers en période de sécheresse, ce qui aide à éviter le rationnement de l'eau pendant ces périodes. Les organismes de bassin remplissent une fonction d'intermédiaire entre les vendeurs et les acheteurs potentiels de droits d'usage de l'eau en proposant ceux-ci à la vente, et ils ont acheté des droits en vue d'atteindre des objectifs environnementaux comme le rétablissement du débit des cours d'eau en aval. Ce genre de dispositif pourrait bien constituer le mode d'intervention le plus efficace par rapport au coût pour mieux répondre aux besoins en eau de l'environnement

(voir, par exemple, OCDE, 2008), mais les prix payés paraissent très élevés dans certains cas<sup>25</sup>.

Les échanges de droits sur l'eau portant sur des périodes prolongées sont soumis à des restrictions réglementaires qui ont freiné le développement de marchés (Ariño Ortiz et Sastre Beceiro, 2010). Ainsi, la loi sur l'eau permet de façon générale aux propriétaires de vendre des droits au profit d'usages auxquels elle attribue un degré de priorité identique ou supérieur au leur. Cette disposition empêche, par exemple, les exploitants de réseaux urbains de vendre des droits à des agriculteurs. Les échanges ne peuvent pas non plus porter sur des volumes supérieurs à la consommation du vendeur au cours des années précédant la transaction, ce qui peut faire obstacle à la vente de concessions sous-exploitées. Par ailleurs, la loi interdit l'intervention de négociants ou d'intermédiaires sur le marché. Pourtant, l'exemple des îles Canaries, où les dispositions de la loi sur l'eau ne s'appliquent pas et où les marchés de l'eau sont florissants, tend à démontrer que les intermédiaires ont joué un rôle important en négociant des transactions bénéfiques pour les deux parties. L'expérience des Canaries semble également indiquer que l'accès réglementé de tiers aux infrastructures d'adduction, moyennant le paiement de redevances réglementées, peut aussi faciliter les transactions au niveau local. Pour l'instant, l'accès réglementé de tiers est limité aux infrastructures publiques. Le caractère contraignant de ces restrictions a été mis en lumière durant la dernière période de sécheresse, en 2005-06, lorsque le gouvernement a dû faire adopter une législation spéciale pour pouvoir négocier des transferts interbassins de droits sur l'eau.

Les banques de l'eau pourraient être étendues à d'autres bassins hydrographiques, et les restrictions pesant sur les échanges de concessions devraient être assouplies. Par exemple, le plafonnement des ventes en fonction de la consommation antérieure pourrait être revu, l'intervention de négociants pourrait être autorisée et l'accès réglementé de tiers aux infrastructures privées pourrait être institué. L'impossibilité de vendre de l'eau au profit d'usages auxquels la loi attribue un degré de priorité moindre pourrait être réexaminée. Cela étant, vu qu'ils peuvent avoir des effets environnementaux affectant des parties autres que celles qui effectuent les transactions, les échanges devront rester soumis au contrôle des organismes de bassin. Dans la pratique, les tarifs subventionnés dont bénéficient bien souvent les exploitants agricoles pourraient entraîner des difficultés, car certains agriculteurs pourraient être tentés de profiter de la valeur actuelle de la subvention sur toute la période durant laquelle le droit d'accès à l'eau est vendu, ce qui n'est peut-être pas politiquement souhaitable.

L'attribution par voie d'enchères des nouvelles concessions et des concessions venues à expiration contribuerait à faire en sorte que l'eau soit dès le départ affectée à l'usage le plus productif. Le processus de sélection pour la mise aux enchères de droits d'eau pourrait aussi prendre en compte des critères autres que le prix, par exemple les conséquences de l'utilisation de l'eau pour la qualité de l'eau ou d'autres impacts sur l'environnement. La mise aux enchères et les appels d'offres éviteraient le déficit d'efficacité qui résulte de l'attribution des concessions en fonction de l'utilisation antérieure (sur la base des « droits acquis ») et qui peut perdurer du fait des difficultés inhérentes auxquelles se heurtent les échanges de droits sur l'eau. Cela permettrait également de s'assurer que les prix de l'eau reflètent la rareté de la ressource, ainsi que l'exige la directive-cadre européenne sur l'eau. De plus, comme dans le contexte des permis d'émission de gaz à effet de serre et d'autres ressources de l'environnement, la mise aux enchères permet d'obtenir des recettes sans recourir à des taxes dont on sait qu'elles ont un effet de distorsion. Ces recettes pourraient



servir, par exemple, à financer des achats de droits sur l'eau destinés à répondre à des objectifs environnementaux qui sont actuellement financés sur les recettes fiscales. Les utilisations non consommatrices telles que la production d'électricité pourraient être aussi concernées par la mise aux enchères. L'administration pourrait s'approprier les rentes dont bénéficie la production hydroélectrique grâce à la gratuité de l'eau qu'elle utilise<sup>26</sup>, d'autant que les collectivités locales ont dû utiliser des recettes fiscales pour acheter des droits sur l'eau auprès des producteurs d'électricité lors des périodes de sécheresse. Plusieurs concessions attribuées à la production d'électricité expirent dans un avenir proche. La mise aux enchères des droits sur l'eau devrait être envisagée.

### **Veiller à une utilisation durable des ressources en eaux souterraines**

En Espagne, la gestion des ressources en eaux souterraines pose un certain nombre de défis spécifiques. Comme la majeure partie de ces ressources sont utilisées dans le secteur agricole, les prélèvements correspondants sont très décentralisés, ce qui rend leur surveillance particulièrement difficile. Contrairement à ce qui se passe pour les eaux superficielles, ce sont les usagers qui supportent généralement l'intégralité des coûts d'extraction des eaux souterraines, du moins en agriculture, où les exploitants financent eux-mêmes les forages et le pompage de l'eau. Cependant, les décisions individuelles de prélèvement d'eau sont à l'origine d'incitations à surexploiter les ressources communes (« tragédie des biens communs »). Qui plus est, les gains de productivité obtenus par les agriculteurs grâce à l'utilisation des eaux souterraines sont particulièrement importants et l'emportent largement sur les coûts d'extraction (Custodio *et al.*, 2010), ce qui ne fait que renforcer ces incitations à la surexploitation. Ces dernières seront en outre amplifiées si les prix de l'approvisionnement en eau de surface sont relevés et que les sources d'alimentation sont élargies à des ressources plus coûteuses comme l'eau recyclée ou dessalée. Il est donc primordial que la gestion des eaux souterraines bénéficie d'une structure de gouvernance appropriée.

### **Les moyens juridiques pour mettre fin aux prélèvements excessifs manquent d'efficacité**

La loi sur l'eau de 1985 stipule que toutes les eaux souterraines appartiennent au domaine public, de sorte que tous les forages créés après son entrée en vigueur ont nécessité l'attribution d'une concession par l'organisme de bassin compétent. Cette disposition permet en principe aux organismes de bassin d'empêcher des prélèvements excessifs par la fixation de limites quantitatives. En revanche, les propriétaires de forages qui existaient avant 1985 ont eu le choix entre deux possibilités : soit conserver indéfiniment le droit de propriété, auquel cas les caractéristiques de l'extraction (volume, profondeur du forage, etc.) n'étaient plus modifiables, soit le conserver pendant une période de 50 ans, à l'issue de laquelle il était converti en concession publique. Quelle que soit l'option choisie, le forage devait obligatoirement être déclaré auprès des autorités. La législation actuelle ne permet pas de mettre en place un mécanisme de tarification pour internaliser l'externalité de ressource collective.

Afin de prévenir la surexploitation, la loi sur l'eau encourage les usagers à créer des associations, lesquelles peuvent être représentées dans les instances de décision des organismes de bassin. Par ailleurs, les organismes de bassin sont dotés de vastes pouvoirs de régulation de l'utilisation des eaux provenant d'aquifères déclarés surexploités, pour lesquels ils sont, par exemple, tenus d'établir un plan de gestion et de définir le régime de

pompage. En outre, les usagers de ces aquifères ont l'obligation de s'organiser en association.

Malgré les avancées intervenues dans la lutte contre les prélèvements excessifs d'eaux souterraines, ce dispositif n'a pas été suffisamment efficace pour empêcher la surexploitation. Beaucoup d'aquifères utilisés de façon intensive n'ont pas fait l'objet d'une déclaration de surexploitation (Custodio *et al.*, 2010). Ces déclarations sont d'ailleurs au centre d'un débat politique et social, et la forte représentation des usagers en place au sein des organismes de bassin peut entraîner des risques de captation de la réglementation (López-Gunn, 2010). Les autorités ont amélioré la viabilité de l'utilisation de l'eau en rachetant des droits d'eau dans certains cas, mais pour un coût budgétaire considérable.

La surveillance des prélèvements laisse à désirer (López-Gunn, 2010). Tous les droits de prélèvement d'eaux souterraines qui existaient avant 1985 n'ont pas été enregistrés, ce qui compromet l'application effective des mesures destinées à prévenir la surexploitation. Plusieurs programmes ont été lancés pour remédier à cette situation, et des progrès importants ont été de fait réalisés dans l'enregistrement des droits de prélèvement et l'annulation des droits qui n'ont plus lieu d'être. Il n'en reste pas moins que, d'après certains observateurs, beaucoup de forages privés ne sont toujours pas déclarés et que les prélèvements souterrains illicites demeurent fréquents (Custodio *et al.*, 2010 ; Molinero *et al.*, 2008)<sup>27</sup>. L'insuffisance des ressources financières débloquées par l'administration contrarie les actions (Custodio *et al.*, 2010) et les coupes budgétaires ne font qu'aggraver la situation, si bien qu'une hausse du produit des redevances et des amendes s'impose. La répression des infractions semble en outre pâtir du manque de transparence des sanctions, lequel suscite parmi les usagers des eaux souterraines des doutes qui peuvent miner l'effet dissuasif. La surveillance des prélèvements souterrains devrait être renforcée. À cette fin, les organismes de bassin devraient disposer des ressources financières et humaines nécessaires. En Australie, par exemple, on a constaté que l'obligation de communiquer des données sur les travaux réalisés pour l'ensemble des forages créés constituait un instrument utile pour améliorer la surveillance (ARMCAN, 1996).

### ***L'autorégulation dans le cadre des associations d'usagers devrait être renforcée***

Il apparaît que les associations d'usagers des aquifères n'ont pas internalisé concrètement l'externalité de ressource collective associée aux prélèvements souterrains décentralisés. Sur les centaines d'associations de ce type<sup>28</sup>, seules quelques-unes mettent l'accent sur l'utilisation durable de la ressource collective. Dans la plupart des cas, les activités conjointes se limitent à l'utilisation des infrastructures. Cela étant, on relève aussi parmi ces associations des exemples intéressants de bonne gestion des ressources, où des mécanismes de contrôle des prélèvements et des amendes ont été mis en place en interne et sont appliqués sans l'intervention des autorités. Du fait de leurs activités de surveillance et d'entretien, les associations ont sans doute l'avantage de posséder des informations sur l'utilisation de l'eau dont ne disposent pas les autorités administratives. Le gouvernement collabore avec l'Association nationale des utilisateurs d'eaux souterraines (AEUAS) pour promouvoir une gestion collective des aquifères, avec des résultats positifs. Un représentant de l'association siège au Conseil national de l'eau. Certains observateurs ont fait remarquer qu'une meilleure coopération entre les organismes de bassin et les associations d'usagers pourrait faciliter l'accès des autorités à ces informations (López-Gunn, 2010 ; Llamas et Martínez-Santos, 2005). Ils ont aussi estimé qu'il était possible d'améliorer l'application des dispositions en adoptant une approche participative incluant

un plus large éventail d'usagers (dont des acteurs capables de représenter les avantages récréatifs et environnementaux de l'eau), des mesures permettant de mieux informer les usagers sur les impératifs d'une utilisation durable, ainsi qu'un style de régulation moins conflictuel.

Les associations seraient davantage incitées à coopérer et à imposer une utilisation durable des ressources souterraines en interne si l'on instaurait une redevance sur les prélèvements souterrains applicable aux usagers des associations dont le volume des prélèvements dépasse constamment le niveau durable. Afin d'échapper à cette redevance, les membres de ces associations seraient alors poussés à doter celles-ci de mécanismes d'application efficaces et à communiquer les informations que les membres détiennent sur les prélèvements illicites et non déclarés. Il conviendrait de légiférer afin d'autoriser la mise en place d'une redevance sur les prélèvements souterrains qui permette à la fois de couvrir les coûts d'administration et d'application des droits sur les eaux souterraines et d'internaliser l'externalité de ressource collective. Afin d'inciter les associations d'usagers à gérer les ressources souterraines de manière durable, cette redevance pourrait s'appliquer aux usagers des aquifères dont la gestion est constamment non viable.

#### Encadré 4.3. **Recommandations**

##### **Assurer une répartition rationnelle des responsabilités**

- Les compétences concernant les ressources en eau qui sont partagées dans une assez large mesure entre plusieurs régions devraient rester clairement entre les mains des organismes de bassin respectifs et de l'administration centrale. Afin d'assurer une coopération adéquate entre les différents niveaux d'administration pour la gestion des ressources en eau, il convient d'accélérer la constitution des Commissions des autorités compétentes.
- Il faudrait réduire les risques de captation de la réglementation en étendant la participation à la gestion de l'eau à un ensemble plus large d'intervenants, notamment des chercheurs ou des représentants d'institutions qui se consacrent à la protection des écosystèmes locaux et des services récréatifs qu'ils procurent. Cette participation étendue devrait passer par les institutions appropriées, notamment les organismes de bassin.

##### **Adapter les concessions existantes à l'évolution des conditions**

- À court terme, il faut veiller à ce que les subventions en faveur de la modernisation de l'irrigation soient subordonnées à la réduction des quantités d'eau attribuées en concession, pour que l'eau économisée grâce à cette modernisation puisse être affectée au maintien des débits écologiques ou à d'autres usages économiques.

##### **Améliorer la tarification des ressources en eau**

- Les prix devraient refléter plus complètement la totalité des coûts liés à la prestation de services d'eau. La loi devrait autoriser l'intégration des coûts environnementaux et de rareté dans les tarifs de l'eau. Des méthodes doivent être élaborées pour déterminer la valeur des répercussions des prélèvements d'eau sur l'environnement.

### Encadré 4.3. **Recommandations** (suite)

- Il faudrait réexaminer la méthode de calcul des coûts d'équipement et assurer une couverture complète des coûts. Il faudrait envisager de faire en sorte que les tarifs produisent des recettes suffisantes pour financer les investissements de remplacement. Les prix devraient en outre répercuter pleinement les coûts d'administration et de gestion, y compris ceux qu'il n'est pas possible d'imputer à une infrastructure particulière. Les conditions d'imputation des coûts aux services ayant des caractéristiques de biens publics, tels que la prévention des inondations, devraient être harmonisées sur la base de critères transparents. La tarification volumétrique devrait être développée, notamment en ce qui concerne l'eau d'irrigation.
- Envisager de lier les tarifs de l'eau aux indicateurs du nouveau système d'indicateurs hydrologiques.
- Rendre les coûts des services de l'eau plus transparents et comparables au niveau national.
- Les données correspondantes devraient être utilisées pour comparer les coûts des fournisseurs et assurer une régulation comparative des prix et de la qualité du service.

#### **Appliquer plus largement des instruments économiques pour prévenir la pollution diffuse de l'eau**

- Envisager d'instaurer une taxe sur la consommation de polluants, par exemple une taxe sur l'azote ou sur le phosphore. Une taxe de ce type contraint l'exploitation à tenir un bilan des matières nutritives, la taxe étant appliquée à l'excédent d'azote ou de phosphore. Cette initiative pourrait être complétée par des programmes d'action spécifiques en faveur de zones désignées vulnérables à une contamination par les nitrates. Une taxe pourrait aller de pair avec des subventions destinées à soutenir les façons culturales qui permettent de réduire au minimum la pollution, notamment dans les bassins les plus arides.

#### **Améliorer l'attribution des concessions**

- Les banques de l'eau pourraient être étendues à un plus grand nombre de bassins hydrographiques. Les restrictions pesant sur les échanges de concessions devraient être assouplies. Par exemple, il y aurait lieu de revoir le plafonnement des ventes en fonction de la consommation antérieure, d'autoriser l'intervention de négociants et d'instituer l'accès réglementé de tiers aux infrastructures privées. L'impossibilité de vendre de l'eau au profit d'usages auxquels la loi attribue un degré de priorité moindre pourrait être réexaminée.
- Des instruments économiques tels que les appels d'offres ou les enchères devraient être utilisés pour attribuer de nouvelles concessions d'eau et pour remplacer les concessions venues à expiration au lieu de les octroyer gratuitement.

#### **Améliorer la gestion des ressources en eaux souterraines**

- La surveillance des prélèvements souterrains devrait être renforcée. À cette fin, les organismes de bassin devraient disposer des ressources financières et humaines nécessaires. Le régime des sanctions pourrait être réexaminé, l'objectif étant de le rendre plus transparent pour les usagers de l'eau et de veiller à ce que les sanctions soient progressives et proportionnelles aux infractions.
- Il conviendrait de légiférer afin d'autoriser la mise en place d'une redevance sur les prélèvements souterrains qui permette à la fois de couvrir les coûts d'administration et d'application des droits sur les eaux souterraines et d'internaliser l'externalité de ressource collective. Afin d'inciter les associations d'usagers à gérer les ressources souterraines de façon durable, cette redevance pourrait s'appliquer aux usagers des aquifères dont la gestion est constamment non viable.

## Notes

1. Par « bon état quantitatif des ressources en eau », on entend une situation où le niveau des prélèvements ne diminue pas les réserves existantes et ne met pas en péril la réalisation des objectifs environnementaux concernant les eaux de surface.
2. C'est également vrai lorsque la comparaison se limite à de grands pays qui font état d'un réseau tout aussi dense de stations de mesure (France, Allemagne).
3. Soit les bassins du Guadalquivir, où la baisse devrait atteindre 34 %, de la Cuenca del Sur, du Segura, du Guadiana et du Júcar.
4. L'évapotranspiration désigne le passage de l'eau dans l'air, par exemple à partir du sol (évaporation) ainsi que la perte d'eau par les feuilles des plantes (transpiration).
5. Les experts d'un des bassins (le Segura) ont classé *ex æquo* en tête les transferts d'eau entre bassins et la réutilisation.
6. Ces défaillances tiennent notamment à la prévalence du secteur public dans l'approvisionnement en eau, qui reflète en partie les caractéristiques de monopole naturel, et à l'impossibilité pour les entreprises de s'approprier pleinement les gains de la propriété intellectuelle. En outre, il peut exister des effets de réseau susceptibles de lier les dépenses privées aux technologies existantes.
7. C'est le cas notamment des bassins du sud de l'Andalousie et de ceux du Segura, du Júcar, de l'Èbre et du Guadalquivir, d'après Terceño-Gómez et al. (2009). Réciproquement, les bassins hydrographiques caractérisés par une utilisation intense d'eau d'irrigation connaissent aussi un problème de sécheresse, à l'exception de ceux du Guadiana et du Duero.
8. Les données nationales sur la consommation d'eau d'irrigation proviennent d'une enquête conduite par l'*Instituto Nacional de Estadística*. D'un point de vue méthodologique, elles ne sont pas comparables avec les données sur les prélèvements d'eau reproduites dans les graphiques 4.1 et 4.2.
9. Toutefois, pour l'irrigation par submersion, on recourt de plus en plus à des techniques de nivellement des terres.
10. Terceño-Gómez et al. (2009) notent que selon la méthode d'évaluation utilisée pour déterminer les bassins soumis au plus fort stress, on obtient des résultats différents. C'est pourquoi ils ont mené une enquête auprès d'experts de l'eau en vue de dégager un consensus. Leur étude présente des informations sur l'évolution des réserves et de la demande d'eau ces dernières années, ainsi que des projections concernant les approvisionnements et la demande. D'après les résultats présentés, les bassins soumis au plus fort stress sont ceux de la Cuenca del Sur, du Segura et des Baléares, devant ceux de l'Èbre, du Júcar, de Catalogne, du Guadalquivir et du Tage.
11. La teneur en eau virtuelle désigne les apports en eau nécessaires pour produire la culture considérée.
12. Données relatives à la période 1997-2001, présentées dans Aldaya et al. (2010) et dans les références citées dans cette étude.
13. L'approvisionnement en eau urbaine a aussi légèrement baissé en 2007, la capacité des réservoirs de barrages s'étant reconstituée.
14. En 2006, la consommation atteignait près du double de celle de la Grèce ou du Portugal et dépassait de 50 % celle des Pays-Bas.
15. OCDE (2006b) présente des données à partir de l'année 2000.
16. Varela Ortega et Hernández-Mora (2010) mentionnent les assemblées des usagers des organismes de bassin de l'Èbre, du Guadiana et du Tage, où au minimum la moitié environ des représentants des usagers sont des irrigants, tandis que les autres groupes sont à peine représentés. Cette situation tranche d'après eux avec celle observée en Catalogne.
17. Dans quelques bassins (Duero et Guadalquivir), seule une petite partie des ressources en eau est partagée, et le fait de les placer sous l'autorité d'une seule administration régionale ne pose pas de problème.
18. Les données statistiques pour Israël sont fournies par les autorités israéliennes compétentes et sous leur responsabilité. L'utilisation de ces données par l'OCDE ne préjuge pas du statut du plateau du Golan, de Jérusalem-Est et des implantations israéliennes en Cisjordanie au regard du droit international.

19. Quelques régions (comme la Catalogne) qui ne partagent pas de bassin hydrographique avec d'autres ne sont pas concernées par la législation nationale et fixent leurs propres règles de tarification.
20. En vertu de la modification apportée en 1999 à la loi sur l'eau, un coefficient compris entre 0.5 et 2 est appliqué aux tarifs reflétant les coûts financiers, selon que la consommation est inférieure ou supérieure aux niveaux de référence. Toutefois, ces niveaux de référence sont susceptibles d'être déterminés concession par concession et ne tiennent pas compte de la rareté de la ressource.
21. Les prix d'acquisition sont réévalués seulement à raison de la différence entre un taux d'intérêt de référence et 6 %, à condition que le taux de référence soit supérieur à 6 %, ce qui n'a jamais été le cas depuis 1997, par exemple.
22. D'un autre côté, Garrido et Calatrava (2009) font valoir qu'un relèvement de 4 à 5 % de la charge d'intérêts implicite des dépenses d'équipement antérieures réduirait sensiblement les taux de recouvrement des coûts estimés.
23. En 2007, par exemple, les dépenses courantes des organismes de bassin se sont élevées à 210 millions d'euros, et leurs recettes, hors redevances de déversement, à environ 180 millions d'euros. Les dépenses d'équipement ont atteint environ 710 millions d'euros.
24. Au vu des études de l'efficacité des services municipaux, il n'apparaît pas que les entreprises privées présentent un avantage en termes d'efficacité ; il semblerait plutôt que ce soit le contraire (Benito et al., 2010).
25. Garrido et Calatrava (2010) font état d'un prix d'achat effectif de 2 à 4 euros par mètre cube, soit une somme plusieurs fois supérieure aux prix les plus élevés payés par les agriculteurs.
26. La Suisse, par exemple, perçoit une taxe spécifique sur la production hydroélectrique afin de récupérer une partie des rentes associées à l'utilisation d'eau.
27. Par exemple, les auteurs d'une étude sur le Haut Guadiana laissent entendre que les prélèvements souterrains sont « probablement en majorité » illicites, et que la surexploitation a provoqué l'assèchement de zones humides protégées (Llamas et Martínez-Santos, 2005).
28. Qui peuvent être des associations de droit privé ou public.

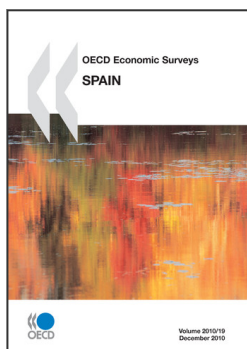
### **Bibliographie**

- Aldaya, M.M. et al. (2010), « Water Footprint and Virtual Water Trade in Spain », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- Ariño Ortiz, G. et M. Sastre Beceiro (2010), « Water Sector Regulation and Liberalisation », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- ARMCAN (1996), « Allocation and Use of Groundwater. A National Framework for Improved Groundwater Management in Australia », *Occasional Paper*, n° 2, Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra.
- Arrojo Agudo, P. (2010), « The End of Large-Scale Water Projects », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- Barcelò, D. (2008), *Aguas continentales. Gestión de recursos hídricos, tratamiento y calidad del agua*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Benito, B., F. Bastida et J. García (2010), « Explaining Differences in Efficiency: An Application to Spanish Municipalities », *Applied Economics*, vol. 42, n° 4, Routledge.
- Calatrava, J. et A. Garrido (2010), « Measuring Irrigation Subsidies in Spain: An Application of the GSI Method for Quantifying Subsidies », Institut international du développement durable, Genève.
- CICCP (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos) (2010), « Hacia una gestión más eficiente del agua en España », *Cuadernos de ordenación profesional*, n° 20, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, février.
- Custodio, E. et al. (2010), « Issues Related to Intensive Groundwater Use », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- Dalhuisen, J., H. de Groot et P. Nijkamp (1999), « The Economics of Water: A Survey of Issues », *Serie Research Memoranda*, n° 36, Economics Faculty, Université d'Amsterdam.

- Gallart, F. et P. Llorens (2004), « Observations on Land Cover Changes and Water Resources in the Headwaters of the Ebro Catchment, Iberian Peninsula », *Physics and Chemistry of the Earth*, vol. 29, n° 11-12, Elsevier.
- García Novo, F., J. Toja Santillana et C. Grandado-Lorencio (2010), « The State of Water Ecosystems », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- Garrido, A. et J. Calatrava (2009), « Agricultural Water Pricing: EU and Mexico », rapport de référence pour l'étude OCDE (2010a).
- Garrido, A. et J. Calatrava (2010), « Trends in Water Pricing and Markets », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- Garrido, A. et M. Llamas (dir. pub.) (2010), *Water Policy in Spain*, CRC Press.
- Iglesias, A., M. Moneo, L. Garrote et F. Flores (2010), « Drought and Climate Risks », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- Llamas, R. et P. Martínez-Santos (2005), « Baseline Condition Report, Upper Guadiana Basin », *NeWater Report*, n° 3, *New Approaches to Adaptive Water Management under Uncertainty*, EU research project, [www.newwater.info/index.php](http://www.newwater.info/index.php).
- López-Gunn, E. (2010), « Making Groundwater Institutionally Visible », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- Maestu, J. et C.M. Gómez (2010), « Water Uses in Transition », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino) (2008a), *Perfil ambiental de España 2008*, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- MARM (2008b), *Informe calidad del agua de consumo humano en España*, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- MARM (2009a), *El medio ambiente y el medio rural y marino en España 2008*, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- MARM (2009b), *Plan nacional de adaptación al cambio climático. Segundo programa de trabajo*, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- MARM (2009c), *Anuario estadístico 2009*, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- MARM (2010), « Versión preliminar de la Estrategia nacional para la Modernización Sostenible de los Regadíos Horizonte 2015 », Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Martínez-Cortina, L. (2010), « Physical and Hydrological Characteristics », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- MMA (Ministerio de Medio Ambiente) (2000), *Libro blanco del agua en España* (Livre blanc sur l'eau en Espagne), Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MMA (2007a), *El agua en la economía española : situación y perspectivas* (L'eau dans l'économie espagnole : situation et perspectives), *Serie monografías*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MMA (2007b), *Precios y costes de los servicios del agua en España. Informe integrado de recuperación de costes de los servicios de agua en España* (Prix et coûts des services de l'eau en Espagne), *Serie monografías*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Molinero, J. et al. (2008), « Groundwater in Spain: Overview and Management Practices », *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 102, n° 1, Universidad Complutense, Madrid.
- OCDE (2004), *Examens environnementaux de l'OCDE : Espagne 2004*, Éditions OCDE, Paris.
- OCDE (2006a), *Les infrastructures à l'horizon 2030* (vol. 2): *Électricité, eau et transports : quelles politiques ?*, Éditions OCDE, Paris.
- OCDE (2006b), *Les infrastructures à l'horizon 2030 – Télécommunications, transports terrestres, eau et électricité*, Éditions OCDE, Paris.
- OCDE (2008), *Études économiques de l'OCDE : Australie 2008*, Éditions OCDE, Paris.
- OCDE (2009), *De l'eau pour tous : Perspectives de l'OCDE sur la tarification et le financement*, Éditions OCDE, Paris.
- OCDE (2010a), *Gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole*, Éditions OCDE, Paris.



- OCDE (2010b), *OECD Review of Agricultural Policies: Israel 2010*, Éditions OCDE, Paris.
- OCDE (2010c), *Le prix de l'eau et des services d'eau potable et d'assainissement*, Éditions OCDE, Paris.
- Olmstead, S.M. et R.N. Stavins (2008), « Comparing Price and Non-Price Approaches to Urban Water Conservation », *NBER Working Papers*, n° 14147, National Bureau of Economic Research, Cambridge MA.
- OSE (Observatorio sobre la sostenibilidad en España) (2009), *Sostenibilidad en España 2009*, Informes Anuales del OSE, Observatorio sobre la sostenibilidad en España, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Quentin Grafton, R. et al. (2010), « Water Markets: Australia's Murray-Darling Basin and the US Southwest », *NBER Working Papers*, n° 15797, National Bureau of Economic Research, Cambridge MA.
- Salgot, M. et M. Folch (2008), « Reutilización de aguas residuales » (Recyclage des eaux usées), dans D. Barceló (dir. pub.), *Aguas continentales. Gestión de recursos hídricos, tratamiento y calidad del agua*, Informes CSIC, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Schmidt, G. et L. De Stefano (2010), « Major Processes Degrading Freshwater Resources and Ecosystems », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).
- Terceño-Gómez, A., J.M. Brotons-Martínez et J.A. Trigueros-Pina (2009), « Evaluación de las necesidades hídricas en España » (Évaluation des besoins en eau en Espagne), *Ingeniería hidráulica en México*, vol. 24, n° 4, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Varela Ortega, C. et N. Hernández-Mora (2010), « Institutions and Institutional Reform in the Spanish Water Sector », dans A. Garrido et M. Llamas (dir. pub.) (2010).



Extrait de :  
**OECD Economic Surveys: Spain 2010**

Accéder à cette publication :

[https://doi.org/10.1787/eco\\_surveys-esp-2010-en](https://doi.org/10.1787/eco_surveys-esp-2010-en)

**Merci de citer ce chapitre comme suit :**

OCDE (2011), « Action en faveur d'une utilisation durable de l'eau », dans *OECD Economic Surveys: Spain 2010*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: [https://doi.org/10.1787/eco\\_surveys-esp-2010-7-fr](https://doi.org/10.1787/eco_surveys-esp-2010-7-fr)

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à [rights@oecd.org](mailto:rights@oecd.org). Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) [info@copyright.com](mailto:info@copyright.com) ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) [contact@cfcopies.com](mailto:contact@cfcopies.com).