

Gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole



Gestion Durable des Ressources en Eau dans le Secteur Agricole



ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements de 30 démocraties œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.

ISBN 978-92-64-08358-5 (imprimé)
ISBN 978-92-64-08359-2 (PDF)
DOI 10.1787/9789264083592-fr

Série : Études de l'OCDE sur l'eau
ISSN 2224-6215 (imprimé)
ISSN 2224-6223 (en ligne)

Publié en anglais : *Sustainable Management of Water Resources in Agriculture*

Crédits photo : Couverture:

© Taro Yamada/Corbis, © Natphotos/ Digital Vision/Getty Images, © Jimsphotos/Dreamstime.com, © bilderbox/Fotolia.com

Les corrigenda des publications de l'OCDE sont disponibles sur : www.oecd.org/editions/corrigenda.

© OCDE 2010

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. 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 ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.

Avant-Propos

Ce rapport examine les dimensions économique, environnementale et politique de la gestion des ressources en eau, des inondations et des sécheresses dans l'agriculture et leurs relations. Les liens entre l'agriculture et la qualité de l'eau sont abordés, cependant ils font l'objet d'une autre étude qui sera terminée en 2011.

Le rapport a été réalisé sous les auspices du Groupe de travail mixte sur l'agriculture et l'environnement du Comité de l'agriculture et du Comité des politiques d'environnement de l'OCDE. La documentation contenue dans le rapport a également contribué au Programme horizontal 2007-08 de l'OCDE sur l'eau, dont les résultats ont été présentés dans *De l'eau pour tous : Perspectives de l'OCDE sur la tarification et le financement* lors du Forum mondial sur l'eau à Istanbul en mars 2009.

L'information relative à la gestion des ressources en eau dans l'agriculture dans les pays de l'OCDE a été recueillie au moyen d'un questionnaire et l'analyse a également été enrichie par un ensemble de rapports de consultants (disponibles en anglais uniquement) portant sur :

- La tarification de l'eau à usage agricole en Australie, en Corée, aux États-Unis, au Japon, au Mexique, en Turquie et dans l'Union européenne (*Agricultural water pricing in Australia, European Union, Japan, Korea, Mexico, Turkey and the United States*).
- Le financement de la gestion de l'eau et des infrastructures liées à l'agriculture (*Financing water management and infrastructure related to agriculture*).
- Les questions relevant des pouvoirs publics en ce qui concerne le rôle de l'agriculture dans l'adaptation et la réduction des risques d'inondations (*Policy issues concerning agriculture's role in flood adaptation and mitigation*).
- Les expériences et les leçons tirées du programme australien de réforme de l'eau (*Experiences and lessons from the Australian water reform programme*).
- L'analyse économique des concepts d'eau virtuelle et d'empreinte sur l'eau dans le secteur agroalimentaire (*Economic analysis of the virtual water and water footprint concepts in relation to the agri-food sector*).

Aussi bien la documentation détaillée du questionnaire que les rapports de consultants peuvent être téléchargés du site Internet de l'OCDE : www.oecd.org/agr/env et www.oecd.org/water

L'OCDE souhaite remercier les pays de l'OCDE pour leur contribution à la préparation de ce rapport et pour les financements supplémentaires accordés généreusement par le gouvernement espagnol. L'OCDE souhaiterait également remercier les consultants pour les rapports mentionnés ci-dessus : Erol Cakamak (Université d'Ankara, Turquie); Javier Calatrava (Université de Carthagène, Espagne); Alberto Garrido (Université de Madrid, Espagne); Joe Morris (Université de Cranfield, Royaume-

Uni); James Nickum (Institut asiatique de l'eau et des ressources, Tokyo, Japon); Chisa Ogura (Institut asiatique de l'eau et des ressources, Tokyo, Japon); Seamus Parker (Conseil des Maires, Queensland du Sud-Est, Australie); Helena Posthumus (Université de Cranfield, Royaume-Uni); Robert Speed (Consultant indépendant, Australie); Frank Ward (Université de l'état du Nouveau Mexique, États-Unis); Dennis Wichelns (Collège de Hanovre, États-Unis); et Mike Young (Université d'Adelaïde, Australie).

Le rapport a pour auteur principal Kevin Parris, Économiste principal dans la Division des politiques agricoles et de l'environnement de la Direction des échanges et de l'agriculture, et a été préparé sous la supervision générale de Wilfrid Legg, Chef de la Division des politiques agricoles et de l'environnement. De nombreux collègues de la Direction des échanges et de l'agriculture, de la Direction de l'Environnement et de la Direction de la Science, de la Technologie et de l'Industrie ont contribué à la préparation du rapport, en particulier Jacqueline Allan, Françoise Bénicourt, Theresa Poincet, Véronique de Saint-Martin, Louise Schets et Noura Takrouri-Jolly.

Table des matières

| | |
|---|------------|
| Résumé | 9 |
| Résumé et recommandations | 13 |
| Introduction..... | 29 |
| Chapitre 1. Contexte : hydrologie et économie de la gestion des ressources en eau dans le secteur agricole | 31 |
| 1.1. Hydrologie..... | 31 |
| 1.2. Économie..... | 36 |
| Chapitre 2. Tendances récentes et perspectives d'évolution des ressources en eau dans le secteur agricole | 47 |
| 2.1. Évolution de l'utilisation et de la gestion des ressources en eau depuis 1990..... | 47 |
| 2.2. Perspectives d'évolution des ressources en eau dans le secteur agricole..... | 57 |
| Chapitre 3. Expériences des pays de l'OCDE en matière d'action gouvernementale | 75 |
| 3.1. Vue d'ensemble et objectifs | 75 |
| 3.2. Politiques agricoles et agro-environnementales..... | 77 |
| 3.3. Gestion agricole et mesures technologiques | 86 |
| 3.4. Politiques de l'eau et agriculture..... | 91 |
| 3.5. Changement climatique et gestion des risques d'inondations et de sécheresses | 111 |
| 3.6. Connaissance et évaluation de la gestion des ressources en eau dans le secteur agricole..... | 123 |
| Bibliographie..... | 127 |

Tableaux

| | | |
|--------------|--|-----|
| Tableau 2.1. | Exemples de projections globales relatives aux prélèvements d'eau d'irrigation..... | 62 |
| Tableau 2.2. | Principales conclusions du GIEC (2007) sur le changement climatique et l'eau | 66 |
| Tableau 2.3. | Résumé des principales conclusions du 4ème rapport d'évaluation du GIEC (2007) pour l'agriculture, par tranche de réchauffement..... | 68 |
| Tableau 2.4. | Conséquences régionales, pour l'eau et l'agriculture, de l'évolution annuelle de la température globale par rapport à la période 1980-1999 (°C)..... | 70 |
| Tableau 3.1. | Récapitulatif des dépenses budgétaires des pays de l'OCDE en matière d'irrigation, de drainage et de services aux écosystèmes aquatiques..... | 81 |
| Tableau 3.2. | Coûts d'exploitation et de maintenance des services d'irrigation et taux de récupération des coûts en Espagne..... | 101 |
| Tableau 3.3. | Redevances moyennes demandées par les associations d'irrigants aux cultivateurs, par région, en Corée, 2005 | 101 |
| Tableau 3.4. | Taux de récupération des coûts pour l'eau d'irrigation en Australie..... | 104 |
| Tableau 3.5. | Taxes sur l'eau d'irrigation perçues par les agences de l'eau en France..... | 105 |

Graphiques

| | | |
|----------------|--|-----|
| Graphique 1.1. | Différentes options de gestion de l'eau dans le secteur agricole | 32 |
| Graphique 1.2. | Typologie des systèmes de gestion des ressources en eau dans l'agriculture dans la zone de l'OCDE | 33 |
| Graphique 1.3. | Description des utilisations de l'eau | 35 |
| Graphique 1.4. | Principes généraux de calcul du coût et de la valeur de l'eau..... | 37 |
| Graphique 1.5. | Courbe de la demande d'eau à usage agricole | 43 |
| Graphique 2.1. | Utilisation d'eau par l'agriculture | 51 |
| Graphique 2.2. | Irrigation : superficies couvertes, parts dans l'utilisation d'eau et apports par hectare | 53 |
| Graphique 2.3. | Part de la superficie des terres irriguées ayant recours à différents systèmes d'irrigation : 2000-03..... | 54 |
| Graphique 2.4. | Part de l'agriculture dans l'utilisation totale d'eaux souterraines et part des eaux souterraines dans l'utilisation totale d'eau : 2002 | 55 |
| Graphique 2.5. | Nombre de personnes vivant dans des zones de stress hydrique : projections, par degré de stress (en millions)..... | 59 |
| Graphique 2.6. | Prélèvements d'eau prévus, au total et au titre du secteur agricole, dans les pays de l'OCDE : 2000 à 2050 | 60 |
| Graphique 2.7. | Prélèvements d'eau prévus, au total et au titre du secteur agricole, dans quelques pays/régions en dehors de l'OCDE : 2000 à 2050..... | 60 |
| Graphique 2.8. | Prélèvements d'eau prévus, par secteur : 2000 à 2050 | 61 |
| Graphique 2.9. | Part prévue de l'agriculture dans le total des prélèvements d'eau : 2000 à 2050 | 61 |
| Graphique 3.1. | Récupération des coûts de fourniture d'eau de surface aux exploitations agricoles dans les pays de l'OCDE, 2008 | 102 |
| Graphique 3.2. | Taux de récupération des coûts d'exploitation et de maintenance dans les zones irriguées au Mexique..... | 103 |
| Graphique 3.3. | Redevances moyennes d'exploitation et de maintenance relatives à l'irrigation, 1999 – 2006 (TRY/ha, 2003=1 et USD/ha) | 104 |
| Graphique 3.4. | Modèle source-vecteur-cible appliqué au risque d'inondation..... | 115 |
| Graphique 3.5. | Impacts de diverses pratiques d'exploitation des terres sur la formation d'inondations.. | 116 |

| | |
|---|-----|
| Graphique 3.6. Politiques concernant la gestion des risques d'inondations et l'agriculture dans les pays de l'OCDE | 118 |
| Graphique 3.7. Politiques concernant la gestion des risques de sécheresses et l'agriculture dans les pays de l'OCDE | 120 |

Encadrés

| | |
|--|-----|
| Encadré 1.1. Sources d'approvisionnement et caractéristiques de l'eau dans le secteur agricole | 34 |
| Encadré 1.2. Récupération totale et réparation durable des coûts de fourniture d'eau à l'agriculture | 42 |
| Encadré 2.1. Termes relatifs à l'utilisation de l'eau et calcul de bilans hydrologiques | 48 |
| Encadré 2.2. Analyse économique des concepts d'eau virtuelle et d'empreinte sur l'eau appliqués à l'agriculture | 56 |
| Encadré 2.3. Stress hydrique | 59 |
| Encadré 2.4. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat : <i>Le changement climatique et l'eau</i> | 64 |
| Encadré 2.5. Agriculture, biocarburants et ressources en eau | 71 |
| Encadré 3.1. Gestion intégrée des ressources en eau : possibilités et limites | 77 |
| Encadré 3.2. Les réformes de la politique agricole commune de l'Union européenne et les ressources en eau | 83 |
| Encadré 3.3. Drainage agricole et préservation des zones humides aux États-Unis | 85 |
| Encadré 3.4. Coûts et avantages des systèmes de riziculture en Corée et au Japon | 87 |
| Encadré 3.5. Amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans le secteur agricole au Canada et en France | 88 |
| Encadré 3.6. Potentiel des nanotechnologies pour améliorer la gestion de l'eau dans le secteur agricole | 90 |
| Encadré 3.7. Organisation des institutions chargées de la gouvernance des ressources en eau dans le secteur agricole dans les pays de l'OCDE | 92 |
| Encadré 3.8. Les réformes de la politique de l'eau et l'agriculture en Australie, au Mexique et en Turquie | 93 |
| Encadré 3.9. Conditions attachées aux permis de prélèvement d'eau en Nouvelle-Zélande | 98 |
| Encadré 3.10. Redevances, tarifs, prix et marchés de l'eau : note sur la terminologie | 99 |
| Encadré 3.11. Calcul de la récupération totale des coûts en Grèce | 106 |
| Encadré 3.12. Irrigation à partir des eaux souterraines de l'aquifère d'Ogallala aux États-Unis | 108 |
| Encadré 3.13. Financement des infrastructures d'irrigation aux États-Unis | 109 |
| Encadré 3.14. Développement des liens entre les politiques de l'agriculture, de l'eau et du changement climatique en Nouvelle-Zélande | 113 |
| Encadré 3.15. Gestion des risques d'inondations et agriculture en Hongrie | 119 |
| Encadré 3.16. Examen approfondi de la politique australienne de lutte contre la sécheresse | 121 |
| Encadré 3.17. Mesures prises en Espagne pour préparer l'agriculture irriguée aux effets du changement climatique | 122 |

La documentation qui suit est disponible en ligne à l'adresse www.oecd.org/water

1. Réponses des pays membres de l'OCDE à un questionnaire sur la gestion des ressources en eau dans l'agriculture

2. Rapports de référence (disponibles uniquement en anglais)

An Economic Analysis of the Virtual Water Concept in Relation to the Agri-food Sector

Dennis Wichelns, Hanover College, United States

<http://dx.doi.org/10.1787/786736626756>

Agriculture's Role in Flood Adaptation and Mitigation – Policy Issues and Approaches

Joe Morris, Tim Hess and Helena Posthumus, Cranfield University, United Kingdom

<http://dx.doi.org/10.1787/786804541573>

Environmental Effectiveness and Economic Efficiency of Water Use in Agriculture:

The Experience of and Lessons from the Australian Water Reform Programme

Michael D. Young, University of Adelaide, Australia

<http://dx.doi.org/10.1787/786732081512>

Financing Water Management and Infrastructure Related to Agriculture across OECD Countries

Frank A. Ward, New Mexico State University, United States

<http://dx.doi.org/10.1787/786788524232>

Agricultural Water Pricing: EU and Mexico

Alberto Garrido, Universidad Politécnica de Madrid; and

Javier Calatrava, Universidad Politécnica de Cartagena, Spain

<http://dx.doi.org/10.1787/787000520088>

Agricultural Water Pricing in Japan and Korea

James E. Nickum and Chisa Ogura, Asian Water and Resources Institute, Japan

<http://dx.doi.org/10.1787/787011574235>

Agricultural Water Pricing in Turkey

Erol H. Cakmak, Middle East Technical University, Turkey

<http://dx.doi.org/10.1787/787034266022>

Agricultural Water Pricing: Australia

Seamus Parker, Council of Mayors (South-East Queensland); and

Robert Speed, Freelance Consultant, Australia

<http://dx.doi.org/10.1787/787105123122>

Agricultural Water Pricing: United States

Dennis Wichelns, Hanover College, United States

<http://dx.doi.org/10.1787/787165082115>

Résumé

Vue d'ensemble

Le monde est confronté à un énorme défi : augmenter la production alimentaire de près de 50 % d'ici 2030, et la doubler d'ici 2050. Or, il faudra probablement réaliser cette prouesse avec moins d'eau, principalement en raison des contraintes imposées par l'extension de l'urbanisation, l'industrialisation et le changement climatique. Il sera donc important désormais que les agriculteurs se voient offrir les bons signaux pour accroître l'efficacité de leur utilisation de l'eau et améliorer leur gestion de cette ressource, notamment parce que l'agriculture est le premier consommateur d'eau, avec quelque 70 % des prélèvements d'eau douce à l'échelle mondiale et plus de 40 % du total des prélèvements dans la zone de l'OCDE.

La gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole met en jeu la responsabilité des gestionnaires et des usagers dans l'allocation efficiente et équitable de cette ressource et son exploitation assortie d'objectifs de résultats sur les plans social, environnemental et économique. Elle concerne l'irrigation destinée à assurer des approvisionnements réguliers pendant les différentes saisons de production, la gestion de l'eau dans les systèmes d'agriculture pluviale, la gestion des inondations, des sécheresses et du drainage, et la conservation des écosystèmes et des valeurs culturelles et récréatives qui leur sont associées.

Dans les pays membres de l'OCDE, la gestion de l'eau à usage agricole concerne un large éventail de systèmes agricoles et de conditions climatiques, cette eau pouvant provenir aussi bien de la collecte des eaux de surface, des eaux souterraines ou des eaux de pluie que du recyclage des eaux usées ou du dessalement de l'eau de mer. Par ailleurs, elle est organisée dans des cadres politiques, culturels et juridiques extrêmement divers couvrant plusieurs domaines de l'action publique : agriculture, eau, environnement, énergie, fiscalité, économie, affaires sociales et régions.

Les politiques de demain intégreront largement les conséquences du changement climatique et de la variabilité du climat, notamment les problèmes de saisonnalité, comme l'évolution de la répartition des précipitations sur l'année ou des périodes de fonte des neiges. Dans certaines régions, les prévisions indiquent une amélioration possible des rendements des cultures, tandis que dans d'autres, le changement climatique augmentera les contraintes auxquelles sont soumises des ressources hydriques déjà rares, d'autres encore risquant de connaître des inondations et des sécheresses plus nombreuses et plus graves, qui imposeront au secteur agricole et à tous les secteurs d'activité des coûts économiques encore plus lourds. L'agriculture irriguée, qui consomme l'essentiel de l'eau à vocation agricole, continuera de jouer un rôle déterminant dans la croissance de la production du secteur.

Principaux messages

- ***Reconnaître la complexité et la diversité de la gestion de l'eau dans le secteur agricole***

Cet aspect est important car, du point de vue de l'action publique, l'amélioration de la gestion de l'eau dans le secteur agricole appelle des solutions sur mesure. Dans ce domaine, les mesures gouvernementales doivent être ciblées et conçues spécifiquement en fonction de la situation propre de chaque pays et des régions qui le composent. Apparaît de ce fait la grande diversité des bassins hydrologiques, depuis l'échelle locale jusqu'à l'échelle internationale, qu'il s'agisse de l'hétérogénéité des sources d'approvisionnement (eaux de surface, eaux souterraines, eaux usées recyclées, eau dessalée, par exemple), des liens entre les problèmes de ressources (quantité) et de pollution (qualité), de la répartition entre usages (agricoles, domestiques, industriels ou production d'électricité, par exemple) et besoins environnementaux, ou de la gestion des dispositifs institutionnels et régimes de propriété complexes régissant l'eau.

- ***Renforcer les institutions chargées de la gestion de l'eau dans le secteur agricole et les droits de propriété***

La réorientation de l'action publique en faveur de la gestion de la demande, et non plus de la gestion de l'offre s'est traduite dans de nombreux pays de l'OCDE par des réformes du cadre institutionnel et du régime de propriété. Néanmoins, tous les pays de l'OCDE n'en sont pas au même stade et n'ont pas choisi la même voie, d'où la nécessité de poursuivre les réformes. Les institutions chargées de la gestion, de l'allocation et de la réglementation des ressources hydriques étant bien souvent pléthoriques à tous les niveaux d'administration, une rationalisation régulière des structures institutionnelles pourrait en améliorer la transparence et l'efficacité.

Dans la quasi-totalité des pays de l'OCDE, la complexité institutionnelle se manifeste aussi dans le maquis des règles juridiques régissant les droits de propriété sur l'eau, qui prévoient souvent une allocation en fonction des quantités et non des prix. Compte tenu des pressions croissantes qui s'exercent en faveur d'une nouvelle répartition entre les différents usagers et de la satisfaction des demandes environnementales, il est indispensable d'assouplir les droits sur l'eau, lorsque ces droits existent, et de renforcer les institutions chargées de leur application, afin de garantir un partage à la fois efficient sur le plan économique et efficace sur le plan environnemental. Il apparaît également nécessaire d'explorer des solutions innovantes où les marchés de l'eau servent de systèmes d'allocation.

- ***Veiller à ce que la facturation de l'eau fournie à l'agriculture reflète au moins les coûts de fourniture dans leur totalité***

L'analyse effectuée par l'OCDE indique que les redevances sur l'eau agricole augmentent dans la plupart des pays de l'OCDE. Toutefois, dans de nombreux pays, les agriculteurs paient uniquement les coûts d'exploitation et de maintenance de la facture globale, et très peu les coûts d'investissement dans les infrastructures de distribution. Lorsqu'un pays relève ses tarifs, il apparaît que l'efficacité de l'utilisation de l'eau s'améliore sans que la production baisse. Néanmoins, le montant des redevances reflète très peu souvent la valeur de rareté et la valeur sociale, de même que les coûts et avantages environnementaux (c'est-à-dire la couverture intégrale des coûts). Ces derniers donnent généralement lieu à d'autres mesures, notamment des paiements agroenvironnementaux, des taxes sur la pollution et des mécanismes d'allocation de l'eau, lesquelles ne prennent cependant pas en compte la valeur de rareté de l'eau, mais certains pays ont recours au principe de couverture intégrale des coûts pour guider le cadre de leur politique de l'eau. À cet égard, les échanges de droits sur l'eau permettent d'établir un prix de marché et de déterminer l'usage de la ressource le plus précieux.

La gestion des ressources qui se trouvent sur les exploitations, principalement sous la forme d'eaux souterraines, s'appuie en général sur des licences et d'autres instruments réglementaires, mais faire respecter les règles entraîne des coûts de transaction élevés, en conséquence de quoi les problèmes posés par la dégradation des eaux du sous-sol et le pompage illégal persistent. Dans l'optique de parvenir à une utilisation durable des eaux souterraines, il faudra consentir davantage d'efforts pour faire respecter la réglementation et mettre en place des mécanismes de gestion et de tarification volumétriques, en particulier lorsque le stress hydrique constitue un grave problème.

- ***Accroître l'intégration des politiques relatives à l'agriculture, l'eau, l'énergie et l'environnement***

Dans les pays de l'OCDE, les politiques de l'agriculture, de l'eau, de l'énergie et de l'environnement sont très souvent conçues sans que soient prises suffisamment en considération de façon précise leurs interactions ou leurs conséquences indésirables. Par exemple, les politiques agricoles liées à la production et aux intrants (eau et énergie) peuvent encourager une utilisation moins efficace de ces intrants, conduire à une pollution à l'extérieur des exploitations et à une dégradation des sols, qui peut accroître les dommages dus aux crues. En ce qui concerne les liens entre le soutien accordé au titre de l'énergie utilisée dans l'agriculture et la production de biocarburants à partir de matières premières agricoles, de nouvelles avancées sont souhaitables pour aboutir à une action plus cohérente dans la perspective d'une meilleure gestion de l'eau dans le secteur agricole.

Des approches plus intégrées et plus cohérentes commencent cependant à se dessiner. Ainsi, le boisement visant à réhabiliter les terres situées dans les plaines alluviales contribue à atténuer les conséquences des inondations, améliore la qualité de l'eau, et génère des avantages connexes tels que la restauration de la biodiversité ou le piégeage des gaz à effet de serre. Des progrès ont par ailleurs été réalisés dans le domaine du soutien à l'agriculture, dont le niveau global a baissé et qui est en partie découplé de la production et des intrants. Ces mesures commencent à produire leurs effets, à savoir favoriser une utilisation plus efficace de l'eau, une meilleure adaptation à la rareté de la ressource et une diminution de la pollution hors exploitation. En outre, un soutien bien ciblé peut permettre de préserver les systèmes agricoles dans les pays où l'agriculture est associée à la fourniture de services écosystémiques. Il est toutefois difficile de déterminer et de chiffrer l'efficacité économique globale ainsi que l'efficacité environnementale du soutien agricole et agro-environnemental en matière de ressources en eau, une analyse plus approfondie des causalités étant nécessaire.

- ***Promouvoir la capacité de l'agriculture à s'adapter aux conséquences des changements et de la variabilité du climat***

De nombreux pays de l'OCDE font part de l'augmentation de l'incidence, de la gravité et des coûts des inondations et sécheresses pour l'agriculture. Cet état de fait est le résultat de pratiques et de politiques de gestion de l'espace inappropriées, lequel est aggravé par le changement climatique. Pour y remédier, les pays commencent à définir des stratégies d'atténuation et d'adaptation, et notamment des mesures destinées à améliorer la sécurité alimentaire et l'efficacité de l'utilisation de l'eau par les agriculteurs dans les régions où l'eau est rare ; mettre au point de nouvelles variétés ou modifier les pratiques agricoles là où le changement climatique influe sur les températures et les précipitations ; adopter des pratiques de gestion susceptibles de ralentir le transport de l'eau sur les terres agricoles et de réduire les dégâts provoqués par les crues dans les zones urbaines ; et intégrer la gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole au cadre général de l'aménagement régional (par exemple : la conversion de surfaces agricoles à des usages urbains peut accroître le coût des inondations dans la mesure où les terres agricoles peuvent dans ce cas servir de tampon).

Ces différentes voies seront probablement d'autant plus efficaces qu'elles s'inscriront dans des stratégies de long terme étroitement associées à une réforme globale des politiques agricoles, à une gestion des risques et à des approches marchandes. Le changement climatique exigera aussi de veiller plus attentivement aux pratiques permettant d'économiser l'eau en agriculture, qu'il s'agisse des systèmes d'alimentation installés sur les exploitations ou des réseaux d'infrastructures les approvisionnant. Il peut en outre être utile, pour mieux asseoir les bases de l'action face au changement climatique, de mieux appréhender l'importance d'étendre les méthodes de gestion des risques en agriculture au problème actuel de la variabilité du climat.

- ***Comblent le déficit de connaissances et d'informations pour mieux orienter la gestion des ressources en eau***

Dans la mesure où les réformes de la gestion de l'eau tendent vers plus de décentralisation et de complexité (par exemple: mise en place de marchés de l'eau, évolution des droits sur l'eau et refonte des dispositifs institutionnels), il importe que la mise en œuvre et l'évaluation des politiques soient confortées, d'une part, par l'amélioration de la mesure de la disponibilité et de l'utilisation des ressources en eau et, d'autre part, par le développement des connaissances, de la recherche, de la formation ainsi que des activités de conseil, de suivi et d'évaluation. L'information sur les coûts de fourniture de l'eau manque de transparence, tandis que la mise en place de marchés de l'eau et l'organisation de l'allocation entre les différents usagers et l'environnement nécessitent un suivi détaillé des prélèvements et des débits. Il est indispensable de définir plus précisément quels sont les coûts et les avantages de l'utilisation de l'eau par l'agriculture (par exemple : épuisement des nappes phréatiques, atténuation des inondations) afin d'éclairer le processus décisionnel. Les agriculteurs ont par ailleurs besoin d'être davantage formés et de recevoir plus de conseils techniques sur les meilleures pratiques à adopter, en particulier du fait que le changement climatique risque de rendre obsolètes les pratiques agricoles appliquées auparavant.

Résumé et Recommandations

Contexte

Jusqu'aux années 80, la gestion de l'eau en agriculture était axée dans la plupart des pays de l'OCDE sur l'augmentation quantitative de l'offre, et surtout sur les solutions *techniques* applicables aux infrastructures d'approvisionnement et sur la maximisation des quantités extraites. Cette approche techniciste de la gestion des ressources en eau est à présent complétée par une approche qui met l'accent sur l'utilisation durable de l'eau et repose davantage sur des solutions *économiques* de gestion de la demande. La *Conférence internationale sur l'eau organisée à Dublin* en 1992, où il a été souligné que gérer l'eau comme un bien économique constituait un excellent moyen pour « garantir une utilisation efficiente et équitable des ressources et encourager leur conservation et leur protection », a marqué un tournant à cet égard.

La tendance qui se dessine consiste à mieux satisfaire les différentes demandes d'eau (économique, environnementale et sociale), à établir des structures institutionnelles et décisionnelles faisant appel à la participation, et à favoriser le recours à des mécanismes d'allocation fondés sur le jeu du marché. Presque tous les pays de l'OCDE ont défini des stratégies pour les grandes problématiques de l'eau (ressources, qualité et écosystèmes), et en ce qui concerne plus particulièrement la gestion de l'eau en l'agriculture, ils partagent largement la même vision stratégique consistant à :¹

- Établir pour la gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole un plan à long terme qui prenne en compte les conséquences du changement climatique et de la variabilité du climat, notamment la protection contre les risques d'inondation et de sécheresse et les problèmes de saisonnalité, comme l'évolution de la répartition des précipitations sur l'année (pluie et fonte des neiges) ;
- Contribuer à accroître les revenus agricoles et à atteindre les objectifs globaux d'équité sociale et de développement rural ;
- Protéger les écosystèmes situés sur des terres agricoles ou affectés par les activités agricoles ;
- Trouver un équilibre entre la consommation d'eau dans l'ensemble de l'économie et les besoins environnementaux ;
- Améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau sur les exploitations, ainsi que la gestion et les techniques de l'eau, et garantir le financement nécessaire à la maintenance et à l'amélioration des infrastructures de distribution d'eau aux agriculteurs (et aux autres usagers).

Il ressort de ce rapport que la gestion des ressources en eau dans le secteur agricole montre certains signes d'amélioration, mais qu'il faut aller plus loin, comme l'indiquent les principales tendances de l'utilisation d'eau à des fins agricoles dans les différents pays de l'OCDE depuis 1990 :

- Entre 1990-92 et 2002-04, *l'utilisation d'eau pour des usages agricoles* et non agricoles n'a guère évolué malgré la variabilité annuelle considérable des volumes prélevés par l'agriculture. Dans la zone de l'OCDE, la tendance montre une nette progression dans quatre pays (**Corée**, **Grèce**, **Nouvelle-Zélande** et **Turquie**), essentiellement imputable à l'augmentation des superficies irriguées (sauf en **Corée**), mais une réduction substantielle en **Australie**, au **Mexique** et dans la plupart des **pays européens membres de l'OCDE**. Pour ce dernier groupe de pays, la diminution des volumes utilisés s'explique par divers facteurs qui varient d'un pays à l'autre, mais qui sont avant tout l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau, la sécheresse, les prélèvements d'eau effectués pour répondre aux besoins de l'environnement et, dans le cas des pays européens membres de l'OCDE, la contraction du secteur agricole.
- Même si, dans la zone de l'OCDE, la demande d'eau à vocation agricole est pratiquement stable, *les ressources en eau dans certaines régions sous stress hydrique sont de plus en plus mises à mal*. Cette situation s'explique par l'intensification de la concurrence entre les agriculteurs et les autres usagers, ainsi que par l'augmentation des prélèvements à des fins environnementales, par exemple dans différents secteurs de la Californie, aux **États-Unis**, et dans nombre de **pays européens membres de l'OCDE** bordant la Méditerranée. Pour autant, une plus grande concurrence pour les ressources en eau peut avoir des incidences positives si elle entraîne une meilleure allocation de la ressource, procure des avantages environnementaux et favorise la croissance économique.
- Sur la période 2002-04, *la part de l'agriculture dans les prélèvements totaux s'est globalement élevée à 44 %*, et dans 8 pays de l'OCDE où l'agriculture irriguée est importante, elle a dépassé 55 %. Une partie de l'eau d'irrigation est réutilisée par d'autres usagers en aval, ou employée pour répondre aux besoins de l'environnement, mais il y a également des pertes dues à l'évapotranspiration, aux ruissellements polluants provenant des surfaces irriguées, et à l'abandon de l'exploitation de sources souterraines devenues non rentables.
- Entre 1990-92 et 2002-04, *la superficie irriguée a augmenté de 8 %*, alors que la superficie agricole totale a diminué de 3 %, et cela malgré le recul récent des surfaces irriguées dans plusieurs pays, qui tient en partie à la contraction du secteur agricole dans son ensemble.
- *L'agriculture irriguée* assure une part de plus en plus importante de la valeur de la production et des exportations agricoles de certains pays de l'OCDE et favorise l'emploi rural dans différentes régions. De ce fait, elle est de loin le premier utilisateur d'eau à usage agricole et, dans certains pays, elle continuera de jouer un grand rôle dans la croissance de la production agricole.
- *L'amélioration de la productivité physique de l'eau* dans le secteur agricole grâce à une meilleure gestion et au recours à des technologies plus efficaces, comme le goutte-à-goutte, et l'adoption d'autres pratiques agricoles économes en eau, ont

contribué à accroître la production agricole. Ainsi, les apports moyens par hectare irrigué ont globalement diminué de 7 % dans la zone de l'OCDE entre 1990-92 et 2002-04, le volume de la production agricole ayant pour sa part progressé dans la majeure partie des pays.

- **L'adoption du goutte-à-goutte, de systèmes d'aspersion basse pression** et d'autres techniques et pratiques permettant d'économiser l'eau se généralise. L'efficacité de l'utilisation de l'eau dans le secteur agricole progresse aussi grâce au remplacement des canaux d'irrigation en terre cuite par des structures en béton, ce qui permet de réduire les déperditions et d'améliorer les systèmes d'irrigation par submersion (par exemple : nivellement des parcelles, emploi de sondes à neutrons pour mesurer l'humidité du sol, et programmation des apports d'eau en fonction des besoins des végétaux).
- L'eau à usage agricole provient de plus en plus des **nappes phréatiques**. D'après les quelques données disponibles à ce sujet, la part du secteur agricole dans l'utilisation totale d'eaux souterraines a dépassé 30 % en 2002 dans 12 pays membres de l'OCDE. Dans certains cas, d'autres sources d'approvisionnement gagnent en importance, en particulier les eaux usées recyclées, principalement les eaux d'égout, et l'eau de mer dessalée.
- La surexploitation des ressources en eau par l'agriculture dans certaines régions détériore les **écosystèmes** en abaissant le débit des cours d'eau, des lacs et des zones humides au dessous de son niveau minimum, ce qui compromet l'intérêt de ces écosystèmes pour les activités récréatives et culturelles, ainsi que pour la pêche. Par ailleurs, dans certaines zones, les prélèvements d'eaux souterraines pour l'irrigation qui excèdent les capacités de réalimentation des nappes portent atteinte à la viabilité économique de l'agriculture dans les zones concernées.
- **Les rejets agricoles polluants** dans les masses d'eau sont depuis quelques années en diminution dans de nombreuses régions de l'OCDE, mais en ce qui concerne les éléments fertilisants et les pesticides, l'agriculture demeure presque toujours une source majeure de pollution. Les informations relatives à l'évolution de la pollution due aux surfaces irriguées sont toutefois lacunaires.
- Dans nombre de pays de l'OCDE, l'agriculture risque d'être confrontée à des **inondations et sécheresses** de plus en plus nombreuses et graves. Cette situation a été associée aux altérations d'origine anthropique des caractéristiques hydrologiques des bassins-versants et aux politiques d'aménagement du territoire qui ont encouragé l'urbanisation dans des zones exposées aux inondations, mais aussi, de plus en plus, à l'évolution vers une plus grande variabilité du climat, qui accroît les coûts financiers en raison des pertes de production et des dégâts subis par les infrastructures agricoles, ainsi que les coûts supportés par l'économie tout entière par suite des atteintes aux biens et, dans certains cas, de la perte de vies humaines.
- Les prévisions établies en 2007 par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat en ce qui concerne le **changement climatique, l'eau et l'agriculture**, que confortent les conclusions des rapports de nombreux organismes publics des pays de l'OCDE, indiquent que l'évolution des volumes d'eau disponibles et de la qualité de l'eau aura des incidences sur la disponibilité de la

nourriture, sa stabilité, son accessibilité et sa consommation. Le changement climatique devrait aussi influencer sur le fonctionnement et l'exploitation des infrastructures hydrauliques existantes, notamment les installations hydroélectriques, les dispositifs de défense contre les inondations et les réseaux de drainage et d'irrigation, ainsi que des pratiques de gestion de l'eau. Par ailleurs, les pratiques actuelles de gestion de l'eau pourraient se révéler insuffisantes pour faire face aux répercussions du changement climatique et de la variabilité du climat sur la fiabilité de la distribution d'eau, les risques d'inondation, l'agriculture, l'énergie et les écosystèmes.

Compte tenu de ce qui vient d'être dit, un des défis de demain consistera à allouer les ressources en eau utilisées par l'agriculture entre les différentes demandes de façon à : soutenir le secteur agricole ; produire des aliments, des fibres et de l'énergie de manière efficiente ; réduire le plus possible la pollution et protéger les écosystèmes ; et satisfaire les aspirations sociales et culturelles. Toute stratégie susceptible d'orienter vers une voie plus durable ***la gestion des ressources en eau dans le secteur agricole des pays de l'OCDE devrait en conséquence reposer sur les grands principes suivants :***

- Reconnaître la complexité et la diversité de la gestion de l'eau dans le secteur agricole ;
- Renforcer les institutions chargées de la gestion de l'eau en agriculture et les droits de propriété ;
- Veiller à ce que la facturation de l'eau fournie à l'agriculture reflète au moins les coûts de fourniture dans leur totalité ;
- Accroître l'intégration des politiques relatives à l'agriculture, l'eau, l'énergie et l'environnement ;
- Renforcer la capacité de l'agriculture à s'adapter aux conséquences du changement climatique et de la variabilité du climat ; et
- Comblent le déficit de connaissances et d'informations pour mieux orienter la gestion des ressources en eau.

Reconnaître la complexité et la diversité de la gestion de l'eau dans le secteur agricole

La complexité et la diversité de la gestion des ressources en eau dans le secteur agricole s'expriment sur les plans de l'hydrologie, des sources d'approvisionnement, des utilisations, de l'économie et des structures institutionnelles.

- ***Hydrologie*** : l'eau est mobile et peut s'écouler, s'infiltrer, s'évaporer et être recyclée, ce qui en fait un produit singulier, par rapport à la terre, par exemple. En outre, l'agriculture peut influencer positivement le cycle hydrologique, par le biais notamment de ses facultés à réalimenter les nappes souterraines et à assainir l'eau. Cependant, elle peut aussi contribuer à polluer les eaux de surface et les eaux souterraines, tandis que des prélèvements excessifs peuvent empêcher l'eau de jouer son rôle vital au sein des écosystèmes.

- **Sources d'approvisionnement** : les sources d'approvisionnement utilisées dans le secteur agricole sont variées et ne sont généralement pas aussi fiables que les réseaux de distribution par canalisations : elles dépendent en effet des précipitations (pluies et fonte des neiges) et des ressources « stockées », essentiellement en surface (cours d'eau et lacs) et dans le sous-sol (aquifères plus ou moins profonds). Dans les régions où la pénurie soumet la ressource à une concurrence particulièrement intense, on recourt de plus en plus à l'eau recyclée, issue principalement du traitement des eaux drainées ou des eaux usées, ainsi qu'à la désalinisation de l'eau de mer et des eaux salées souterraines. Toutefois, ces options ne fournissent à ce jour qu'une petite portion, très localisée, de l'eau distribuée au secteur agricole dans certaines régions de l'OCDE.
- **Usages** : il est difficile de faire coïncider l'offre et la demande, étant donné l'hétérogénéité de l'utilisation de la ressource dans l'espace, dans le temps (variations saisonnières et annuelles) et en termes de qualité. En fonction de l'endroit et du moment, l'eau n'a pas la même qualité et la probabilité de sa présence est plus ou moins grande. Cette hétérogénéité caractérise aussi les structures légales et institutionnelles. Habituellement, les réseaux d'irrigation associent des éléments publics, collectifs ou privés et les agriculteurs disposent de leur propre accès aux eaux souterraines et/ou investissent dans des barrages, des réservoirs et des infrastructures d'irrigation sur leur exploitation. Variables, les conséquences sur l'environnement sont fonction selon la manière de gérer ces différents systèmes. Il convient également de souligner qu'en période de sécheresse prolongée, l'agriculture est souvent au premier rang des secteurs appelés à céder une partie de leur eau pour satisfaire les besoins d'autres usagers, notamment des consommateurs domestiques urbains.
- **Économie** : selon que l'eau relève des biens privés (prélèvements) ou des biens publics (gestion), des mécanismes d'allocation différents doivent être mis en place. Lorsqu'elle est utilisée sur une exploitation agricole, elle est considérée comme un bien privé, mais si elle reste in situ, comme dans le cas d'un lac ou d'une zone humide, elle apparaît comme un bien public pour lequel il n'existe généralement pas de marché privé. Par ailleurs, si l'eau est en grande partie consommée par le secteur privé (exploitations, ménages, industrie), sa propriété et sa distribution demeurent normalement dans le domaine public.
- **Institutions** : les ressources en eau sont souvent gérées par des dispositifs institutionnels et de gouvernance complexes qui associent plusieurs échelons, souvent structurés à l'échelle nationale, et dans certains cas à une échelle transnationale. Les institutions chargées de la gestion de l'eau sont également présentes au sein des autorités régionales et locales (associations d'usagers de l'eau). La gouvernance des eaux de surface est habituellement séparée de celle des eaux souterraines.

Renforcer les institutions chargées de la gestion de l'eau en agriculture et les droits de propriété

La réorientation de l'action publique en faveur de la gestion de la demande, et non plus de la gestion de l'offre, se traduit par des réformes des structures institutionnelles et de gouvernance chargées de la gestion des ressources en eau. Néanmoins, tous les pays de

l'OCDE n'en sont pas au même stade et n'ont pas choisi la même voie. Une ample réforme de la gestion de l'eau est déjà bien engagée ou débute dans certains, mais peu de changements sont intervenus dans quelques autres où la réforme de la politique de l'eau et de la politique agricole pourrait être favorable à la gestion durable de la ressource.

Les réformes des politiques de l'eau doivent s'inscrire dans un cadre plus large, comprenant : des changements institutionnels en matière de service de distribution ; la définition des droits et titres de propriété (droits d'accès) relatifs à l'eau ; la récupération des coûts de la fourniture à l'agriculture ; et l'établissement d'un socle de financement solide des infrastructures de distribution, de manière à éviter la dégradation des équipements. En outre, dans une perspective à plus long terme, il convient de considérer le processus de réforme des politiques de l'eau comme faisant pleinement partie des fonctions des pouvoirs publics. Ces questions sont de plus en plus importantes, dans la mesure où les répercussions du changement climatique sur l'agriculture plongent le secteur dans l'inconnu pour ce qui est de la disponibilité de l'eau et de ses variations saisonnières.

La simplification des structures institutionnelles, des règles tarifaires et des systèmes d'échanges applicables à l'eau dans le secteur agricole aboutirait à une meilleure transparence et à plus de responsabilité. Les institutions en charge de la gestion, de l'allocation et de la réglementation des ressources hydriques sont bien souvent pléthoriques à tous les échelons des pouvoirs publics, local à national. Une telle complexité peut entraîner des différences de pratique et de réglementation au niveau des bassins hydrographiques, en raison desquelles il est difficile d'allouer les ressources aux usages qui présentent la valeur la plus élevée et de procéder à des échanges favorables à ces derniers.

Des progrès ont toutefois été observés dans la décentralisation des structures institutionnelles en charge de la gouvernance de l'eau, qui sont parfois passées de l'échelon national à celui des bassins hydrographiques. Cette transition favorise l'engagement local et l'implication des usagers dans la gestion de l'eau. Cependant, il convient de mener ce processus de décentralisation avec prudence. La gestion au niveau des bassins, par exemple, doit parfois être encadrée par des instances nationales ou internationales de manière à éviter les injustices dans la répartition de la ressource à l'intérieur du bassin, et pour garantir que la dimension de bien public que confèrent à l'eau ses usages et sa valeur environnementaux, récréatifs et culturels est respectée comme il se doit.

Une plus grande *implication des parties prenantes* est cruciale pour tendre vers une meilleure gestion de l'eau et des bassins hydrographiques, mais cela demande du temps. Viser les collectivités plutôt que les individus est sans doute une solution préférable pour répondre aux questions de gouvernance de l'eau. Par exemple, un réseau d'irrigation partagé (administré par une entreprise privée ou une association d'agriculteurs) est susceptible de procurer des avantages économiques et environnementaux plus importants qu'un réseau individuel propre à une exploitation, car les coûts et les responsabilités sont répartis entre les membres de la collectivité locale ou du bassin hydrographique.

Néanmoins, la participation et la coopération des parties prenantes peuvent entraîner des *coûts de transaction* élevés, en particulier dans la phase initiale des programmes pilotes, ce qui indique qu'il faut décliner l'adoption ou la mise en œuvre de ces pilotes à une échelle plus grande, de manière à rationaliser le processus de mobilisation des acteurs. Dans ce contexte, il convient également que les pouvoirs publics surveillent les effets redistributifs des réformes des politiques de l'eau sur les différents acteurs, ainsi

que leur incidence sur l'équité, et qu'ils mettent en place des garde-fou et des mécanismes pour contrer ces effets lorsqu'ils sont susceptibles de nuire au bien-être des agriculteurs ou, plus largement, de la collectivité.

Dans la plupart des pays de l'OCDE, *les droits de propriété sur l'eau (accès)* s'appuient sur un ensemble complexe de règles, selon lesquelles l'allocation d'eau aux usagers et aux besoins environnementaux se fait plus en termes de *quantité* que de *prix*. La nécessité de réévaluer la répartition de la ressource entre les différents usagers se faisant plus pressante, il en découle qu'il faut assouplir les droits d'accès à l'eau et renforcer les institutions afin de garantir un partage à la fois efficient sur le plan économique et efficace sur le plan environnemental. Il en ressort également qu'il convient d'explorer des solutions innovantes où les marchés de l'eau servent de systèmes d'allocation. Lorsque les exploitants et les autres usagers sont propriétaires des infrastructures de distribution d'eau, ils peuvent être plus disposés à accepter une hausse des prix de l'eau et des taux de récupération des coûts de fourniture que dans le cas contraire ou lorsque les augmentations sont imposées de l'extérieur.

L'aménagement et la gestion des eaux dans le secteur agricole exigent des financements. La spécification des droits d'eau et la création de marchés de l'eau constituent souvent des conditions préalables à l'établissement d'un système efficace d'aménagement et de gestion. L'exploitation des réseaux d'irrigation, la gestion des droits à l'intérieur de ceux-ci, ainsi que la fourniture et la tarification de l'eau conformément à ces droits s'inscrivent dans des systèmes administrés par les organismes chargés des ressources en eau, souvent publics, qui exigent un financement approprié. Cependant, dès lors que les cultivateurs bénéficient de services publics de distribution d'eau, le coût marginal associé doit être répercuté sur leur facture d'eau. Par ailleurs, il devrait exister des procédures à même d'assurer l'efficacité de la gestion des services d'approvisionnement en eau relevant du secteur public.

Veiller à ce que la facturation de l'eau fournie à l'agriculture reflète au moins les coûts de fourniture dans leur totalité²

L'analyse effectuée par l'OCDE indique que *les taux de récupération des coûts* de l'eau d'irrigation fournie aux agriculteurs, principalement les taux de récupération des coûts d'exploitation et de maintenance, sont en hausse dans la plupart des pays de l'OCDE, en vertu de la combinaison de divers éléments (d'importance variable selon les régions) : évolution des priorités publiques concernant l'allocation des ressources entre les usages concurrents, y compris la satisfaction des besoins de l'environnement ; plus grande vigilance budgétaire des pouvoirs publics nationaux et infranationaux ; prix élevés de l'énergie majorant les coûts de pompage des réseaux d'irrigation ; incidence de plus en plus forte du changement climatique et de la variabilité du climat sur les précipitations (pluie et neige) et sur la disponibilité des ressources en eau, et prise de conscience de ce phénomène.

Dans la plupart des cas, ces facteurs devraient continuer à encourager les décideurs à *augmenter les prix de l'eau* et à étudier d'autres incitations marchandes, en vue de faire progresser les taux de récupération des coûts de fourniture d'eau et de stimuler l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de la ressource dans l'agriculture. En conséquence, les coûts des exploitations vont inévitablement grimper (malgré, bien souvent, la part modeste de l'eau dans leurs coûts totaux), mais une gestion innovante et une utilisation judicieuse des technologies permettront aux agriculteurs de s'adapter et de créer plus de valeur à partir de quantités d'eau réduites.

En ce qui concerne la *récupération totale des coûts* moyennant les tarifs (ou redevances), y compris dans le cas du secteur agricole, on considère en général que le prix doit être suffisamment élevé pour compenser non seulement le coût intégral de la fourniture de l'eau (soit la somme des coûts d'exploitation et de maintenance et des coûts d'investissement dans le renouvellement et l'extension des réseaux), mais aussi, dorénavant, les coûts d'opportunité (valeur de rareté) et le coût des externalités (économiques et environnementales). Le principe de la récupération totale des coûts est évoqué dans la politique de l'eau de plusieurs pays de l'OCDE, mais en réalité, il n'est appliqué que dans très peu de pays au moyen des redevances sur l'eau, même si on limite la définition au coût total de la fourniture.

Sachant que les pays ont du mal à appliquer la récupération total des coûts, l'OCDE a fait sienne la notion de *récupération durable des coûts*, qui souligne la nécessité de donner au secteur de l'eau une assise financière viable, en trouvant le bon équilibre entre ses différents modes de financement, aussi appelés les « 3 T » : tarifs, taxes et transferts. Cet équilibre n'est pas le même dans tous les pays, mais en général, les pays de l'OCDE, où les exploitations agricoles (et les particuliers/entreprises) sont en majeure partie raccordées à un réseau de distribution, s'appuient largement sur la facturation pour financer les coûts d'exploitation et de maintenance qu'entraîne la fourniture d'eau à l'agriculture.

L'amélioration de la récupération des coûts peut se faire en plusieurs phases, en commençant par une augmentation des tarifs par étapes pour couvrir les coûts d'exploitation et de maintenance, puis l'amortissement des actifs, les investissements nouveaux et enfin, lorsque c'est nécessaire et possible, le coût des externalités et le coût d'opportunité de l'eau. Lorsque les prix sont extrêmement éloignés du niveau qui permettrait d'assurer la récupération totale ou durable des coûts, l'approche graduelle peut se révéler insuffisante et une action plus radicale peut s'imposer. Accroître le taux de récupération des coûts au moyen de la facturation nécessite aussi une démarche globale comprenant, outre la modification des prix et de la structure de la grille tarifaire, l'augmentation du taux de recouvrement des factures, l'amélioration du niveau des prestations et l'instauration de mesures de protection sociale le cas échéant.

Dans plusieurs pays et leurs régions, bon nombre d'agriculteurs continuent de bénéficier de mesures leur permettant de s'abstenir de rembourser les investissements dans des infrastructures d'irrigation, ou d'échelonner les remboursements sur de nombreuses d'années à taux zéro. Le nombre et la proportion de tels dispositifs tendent cependant à décliner, à la faveur des réformes des politiques de l'eau. Les pouvoirs publics semblent de plus en plus enclins à exiger la récupération des coûts marginaux dans le cadre des projets de construction de réseaux d'irrigation, et à accroître autant que possible les taux de récupération des coûts en ce qui concerne les ouvrages existants. Par ailleurs, dans de nombreux pays, on tend à passer de la facturation de l'eau d'irrigation en fonction de la superficie irriguée à la facturation en fonction du volume consommé, notamment dans les zones souffrant d'un stress hydrique important.

En outre, dans de nombreux pays, il convient de rééquilibrer les politiques de l'eau, qui mettent surtout l'accent sur les eaux de surface, et de s'intéresser de plus près aux moyens de lutte contre la *surconsommation et la pollution des eaux souterraines*, ainsi qu'au cycle hydrologique dans son intégralité (c'est-à-dire aux connexions entre différentes sources d'approvisionnement). La gestion des ressources qui se trouvent sur les exploitations, principalement sous la forme d'eaux souterraines, s'appuie en général sur des régimes d'autorisation et d'autres instruments réglementaires, mais faire respecter

les règles entraîne des coûts de transaction élevé, en conséquence de quoi les problèmes posés par la dégradation des eaux du sous-sol et le pompage illégal persistent. Dans l'optique de parvenir à une utilisation durable des eaux souterraines, il faudra consentir davantage d'efforts pour faire respecter la réglementation et mettre en place des mécanismes de gestion et de tarification volumétriques, ce qui est essentiel également dans le cas de la gestion des eaux de surface, en particulier lorsque le stress hydrique constitue un grave problème.

On peut s'attendre à ce que les *coûts du pompage de l'eau souterraine* augmentent si, comme prévu, les prix de l'énergie s'élèvent et la diminution du niveau des nappes se poursuit. Les pays de l'OCDE vont probablement accentuer leurs efforts de gestion des eaux souterraines étant donné l'aggravation de la pénurie, d'autant plus que le grand public devient soucieux des répercussions économiques régionales de la surexploitation des nappes. Néanmoins, dans le cas des eaux souterraines, il est difficile de récupérer le coût marginal, tout comme il est difficile de créer des marchés. La question des droits de propriété est en l'occurrence primordiale.

De nombreuses régions irriguées au sein des pays de l'OCDE sont confrontées au *problème de la vétusté des infrastructures* et à la baisse des revenus permettant de financer les activités de maintenance et de réparation. La volonté de récupérer le coût marginal des services de stockage et de distribution, dans le cadre des réformes de la politique de l'eau, amène les fournisseurs et les irrigants à envisager le renouvellement des infrastructures sous l'angle stratégique, dans un souci de viabilité. Cette situation soulève des questions sur les futures sources de financement et sur la gestion des actifs à l'avenir. Garantir la viabilité des actifs financiers et physiques pourrait imposer aux groupes d'utilisateurs de l'eau de rechercher des partenariats public-privé pour lever des fonds, et de développer leurs compétences en gestion des actifs sur le long terme, dans la perspective du renouvellement des ouvrages.

La majoration des prix de l'eau et la création de marchés de l'eau peuvent certes contribuer à améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture, mais il est souvent trop optimiste d'espérer que ces approches seront suffisantes pour répondre à l'ensemble des questions sociales, économiques et environnementales liées à l'eau. En effet, beaucoup d'obstacles à la mise en place de marchés demeurent, notamment du fait des problèmes d'équité, des lacunes scientifiques, de certains droits de propriété liés à la quantité, des coûts de transaction élevés de la création de marchés de l'eau, et des systèmes antérieurs d'allocation de l'eau.

La possibilité de *recourir aux marchés de l'eau et à la tarification* pour atteindre des objectifs environnementaux dans l'agriculture semble néanmoins limitée. D'autres mesures semblent en l'occurrence plus appropriées, comme les paiements bien ciblés lorsque les agriculteurs ont des activités clairement définies et vérifiables qui fournissent des biens ou des services publics, par exemple la conservation de zones humides. Toutefois, certains pays utilisent les marchés de l'eau pour répondre à des problèmes de consommation (liés à la valeur de rareté de la ressource) et à des objectifs environnementaux. Cela consiste par exemple à acquérir des droits d'eau pour rétablir un équilibre entre les besoins de l'environnement et ceux des consommateurs, et, pour le secteur public, à acheter de l'eau pour la fournir aux zones humides qui en manquent. Les échanges de droits d'eau peuvent aussi donner un prix de marché à la rareté et conduire à utiliser la ressource là où elle est la plus précieuse.

Un des problèmes clés, dans bon nombre de pays de l'OCDE, consiste à définir la quantité d'eau nécessaire à l'environnement au sein d'un bassin hydrographique, à garantir

sa fourniture et à la faire accepter par les acteurs concernés. À cette fin, il est nécessaire d'améliorer la connaissance et le suivi des flux et des interactions entre eaux de surface et eaux souterraines, et de reconsidérer l'idée que les « débits minimum » constituent le seul moyen d'évaluer les besoins écologiques des cours d'eau et des lacs. Il faut aussi trouver de meilleures méthodes pour caractériser les masses d'eau naturelles et les écosystèmes qui sont menacés.

Accroître l'intégration des politiques relatives à l'agriculture, l'eau, l'énergie et l'environnement³

Dans un grand nombre de pays de l'OCDE, les politiques relatives à l'agriculture, l'eau, l'énergie et l'environnement sont conçues sans que soient prises suffisamment en considération de manière approfondie leurs interactions ou leurs répercussions involontaires. Rares sont les pays qui se sont fixé pour *objectif de les intégrer* (et qui le font) aux différents échelons de la prise de décisions – exploitation agricole, bassin hydrographique, instances nationales et internationales. L'intégration et la cohérence de l'action soulèvent également des questions plus vastes, à l'échelle nationale, concernant les institutions devant prendre les décisions relatives à la répartition de l'eau entre les divers secteurs et à la satisfaction des besoins de l'environnement.

On observe cependant certains progrès en faveur de *l'intégration et de la cohérence des politiques*. C'est particulièrement flagrant en ce qui concerne la lutte contre le changement climatique, où de nombreux pays commencent à coordonner et à intégrer les domaines d'action auparavant séparés que constituent la gestion de l'eau, la lutte contre les inondations et les sécheresses, et les mesures agroenvironnementales. Ainsi, le boisement visant à réhabiliter les terres situées dans les plaines alluviales contribue à atténuer les conséquences des crues, améliore la qualité de l'eau, et a des retombées secondaires bénéfiques en termes de stimulation de la biodiversité et de capture des gaz à effet de serre.

Dans les pays de l'OCDE, les mesures de soutien à *l'agriculture et les dispositions agro-environnementales* s'entremêlent. Certaines stimulent la gestion durable des ressources en eau, alors que d'autres la découragent. Ainsi, le soutien des prix du marché des produits végétaux et animaux incite à intensifier la production agricole. En outre, le soutien accordé au titre des intrants, en particulier l'eau (moyennant l'allègement des redevances sur la ressource et des coûts des infrastructures d'irrigation sur les exploitations) et l'énergie (nécessaire au pompage), fausse les incitations qui s'adressent aux agriculteurs. Cela peut aggraver l'inefficacité de l'utilisation des ressources en eau, mais aussi la pollution de l'eau et d'autres préjudices environnementaux causés aux masses d'eau, notamment dans les zones souffrant d'un stress hydrique important et où l'eau a beaucoup de valeur.

Les réformes des politiques agricoles conduites par de nombreux pays de l'OCDE ces vingt dernières années se sont néanmoins traduites par une baisse globale du niveau du soutien (exprimé par l'estimation du soutien aux producteurs, indicateur de l'OCDE) et par l'allègement de la part du soutien subordonné pour l'essentiel à la production de produits de base ou de la part du soutien lié à l'utilisation d'intrants (tels que l'eau et l'énergie) et non assorti de contraintes. Le découplage de la politique agricole devrait se concrétiser par des effets positifs sur l'environnement et les ressources en eau, même si les relations de causes à effets sont en l'occurrence complexes.

Les *avantages environnementaux* éventuellement dégagés du découplage des paiements et leur ampleur dépendent en partie de l'utilisation de l'eau « économisée ». En effet, si celle-ci est employée pour étendre la superficie irriguée ou pour passer à des cultures qui consomment plus d'eau, les avantages environnementaux ne sont pas garantis, à moins qu'il y ait une incitation à améliorer le rendement (une réglementation ou une incitation par le marché, par exemple). Ici aussi, l'interaction est soumise à l'écheveau complexe que forment les droits de propriété et les institutions responsables de l'allocation de l'eau. Par ailleurs, certaines mesures environnementales réduisent l'offre d'eau dans le secteur agricole en augmentant les quantités disponibles dans l'environnement. Quoiqu'il en soit, il ressort des études menées à ce jour que dans certains pays, le découplage des paiements a entraîné des changements dans l'éventail des cultures pratiquées sur les terres irriguées, au profit de végétaux qui demandent moins d'eau, et/ou une réduction de l'irrigation dans les zones où le stress hydrique pose problème.

Le maintien des *aides à l'agriculture au titre de l'énergie*, qu'elles soient directes en ce qui concerne la consommation de gazole et d'électricité, ou indirectes en ce qui concerne la production des matières premières nécessaires à la fabrication de biocarburants et de bioénergie, est susceptible d'accentuer la pression sur les ressources en eau. C'est notamment le cas dans certains pays où le soutien en question, en abaissant le coût du pompage, entraîne des prélèvements excessifs d'eau souterraine. La suppression de ce type d'aides pourrait contribuer à une utilisation plus durable de l'eau dans le secteur agricole.

Cependant, les conséquences sur les bilans hydrologiques du soutien accordé au titre des matières premières agricoles destinées à produire des *biocarburants et de la bioénergie* sont complexes et restent mal comprises. Cette question est largement empirique et nécessite une évaluation comparant les effets des différents usages des ressources. Les recherches indiquent néanmoins que la quantité d'eau nécessaire pour produire une unité d'énergie à partir de matières premières de seconde génération (p. ex. résidus de cultures lignocellulosiques et produits de la sylviculture) est très inférieure à la quantité requise pour synthétiser de l'éthanol avec des matières premières de première génération (comme le maïs, la canne à sucre ou le colza), bien que ce rapport soit variable en fonction du lieu et des pratiques adoptées pour produire ces différentes matières premières.

Globalement, *il est difficile d'isoler et de chiffrer l'efficacité économique ainsi que l'efficacité environnementale du soutien agricole et agro-environnemental pour ce qui est des ressources en eau*, et une analyse plus approfondie des causalités est nécessaire. En effet, les agriculteurs prennent généralement leurs décisions en matière de gestion de l'eau en s'appuyant sur un éventail de signaux très complexes, notamment les contraintes institutionnelles (p. ex. les règles d'allocation de la ressource), et l'évolution des prix relatifs due à la réduction des paiements accordés au titre de la production peut aussi les conduire à se tourner vers des cultures auparavant non subventionnées qui demandent plus d'eau que celles qui donnaient droit à des paiements non découplés.

Promouvoir la capacité de l'agriculture à s'adapter aux conséquences des changements et de la variabilité du climat

Les systèmes agricoles et les ressources hydriques se révèlent de plus en plus vulnérables au changement climatique et à la variabilité du climat, même s'il existe de grandes différences régionales à l'intérieur des pays de l'OCDE et entre eux. La dernière

évaluation réalisée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2008) et les rapports établis par les pouvoirs publics dans les pays de l'OCDE confirment que ce phénomène devrait se poursuivre.

Il ressort sans ambiguïté des *projections du changement climatique* que le réchauffement mais aussi l'évolution de la disponibilité de l'eau, de la répartition dans le temps des précipitations et de la saisonnalité de celles-ci, auxquels il convient d'ajouter la multiplication des inondations et des sécheresses et leur aggravation, imposeront des réponses drastiques en termes d'adaptation, dans l'optique de stimuler la résilience des systèmes agricoles et de maintenir la production de produits alimentaires, de fibres et de matières premières énergétiques à un niveau suffisant. Il convient néanmoins de souligner que dans certains pays (où le développement de l'agriculture est aujourd'hui limité), le changement climatique pourrait se révéler bénéfique et offrir de nouvelles possibilités au secteur. Mieux comprendre la variabilité du climat et étendre les méthodes de gestion des risques en agriculture à cette variabilité telle qu'elle se manifeste aujourd'hui peut contribuer à asseoir l'action relative au changement climatique sur des bases plus solides dans l'avenir.

L'augmentation de la fréquence et de la gravité des sécheresses et des inondations alourdit le coût budgétaire de l'appui que les pouvoirs publics apportent aux agriculteurs et aux collectivités rurales sinistrés, de même que le coût des assurances à la charge des exploitants. Le coût croissant des indemnités accordées à l'agriculture ou à la collectivité dans son ensemble en cas d'inondation ou de sécheresse est parfois d'autant plus lourd que les compétences sont fragmentées et que les politiques mises en œuvre pour faire face à ces problèmes dans le domaine de l'agriculture, de l'environnement, et de la gestion des terres et des ressources en eau, manquent de cohérence.

Qui plus est, lorsqu'ils bénéficient d'un soutien des pouvoirs publics en cas d'inondation ou de sécheresse, les agriculteurs ne sont pas incités à améliorer leur autonomie face aux catastrophes et leur gestion des risques (aléa moral). Aussi la régulation des eaux (dans le cas des inondations) et leur rétention (dans celui des sécheresses) devront-elles bénéficier d'une plus grande attention des pouvoirs publics et d'investissements accrus. Il faudra aussi appliquer des pratiques agricoles susceptibles de réduire les pertes économiques et de permettre une meilleure gestion des flux et des stocks sur les exploitations, en tenant compte des incidences sur les droits d'eau existants.

Étant donné que, d'après les prévisions, les *inondations* se multiplieront sous l'effet du changement climatique, les terres agricoles sont appelées à jouer un rôle important dans les stratégies d'atténuation et d'adaptation relatives à la gestion de ce risque. Les mesures aptes à combiner la gestion des risques d'inondation avec d'autres objectifs, comme la sauvegarde de la nature, la protection des ressources naturelles et la production agricole, constituent probablement les meilleures solutions à long terme. Même en l'absence de modifications dues au changement climatique, la fréquence des inondations augmentent et les dégâts qu'elles provoquent aussi. Les altérations d'origine anthropique des caractéristiques hydrologiques des bassins hydrographiques accroissent le ruissellement et réduisent la largeur des cours d'eau. De plus, les politiques d'aménagement du territoire encouragent l'urbanisation dans des secteurs exposés aux risques d'inondation, et donc majorent le coût économique des catastrophes lorsqu'elles se produisent.

Lorsqu'il est avéré que certaines pratiques de gestion des terres favorisent le risque d'inondations graves, il est utile d'imposer une réglementation et le respect des « bonnes pratiques ». Quand des agriculteurs aménagent leurs terres en vue de capter et stocker les éventuelles eaux de crues et donc de réduire les risques d'inondation, au bénéfice d'autrui, des mesures sont envisageables pour les récompenser, même si de telles activités sont très localisées. De plus, il importe d'inscrire la gestion durable des ressources en eau en agriculture dans le cadre plus large de l'aménagement du territoire à l'échelle régionale, de manière à mettre en place une stratégie d'atténuation de grande ampleur englobant toute l'économie pour lutter contre les risques d'inondation (par exemple, la conversion de terres agricoles à des usages urbains est susceptible d'accroître les coûts des inondations dans la mesure où ces terres sont à même de recevoir les eaux de crue).

On s'attend à une augmentation de la fréquence des *sécheresses* à l'avenir, sous l'effet d'une intensification de la variabilité du climat. Il est donc tout aussi important d'améliorer la capacité de l'agriculture à s'y adapter, notamment en accroissant les capacités de stockage de l'eau. Dans les zones sujettes à ce phénomène, il est indispensable d'améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture (voire d'envisager d'abandonner purement et simplement l'agriculture dans les cas extrêmes), notamment pour qu'une plus grande partie de la ressource puisse être consacrée aux autres usages et à l'environnement. Ces objectifs peuvent être atteints grâce aux actions suivantes :

- réduction des fuites dans les réseaux de distribution ;
- développement des pratiques et systèmes de récupération des eaux pluviales sur les exploitations (p. ex. techniques culturales simplifiées) ;
- recours accru à la désalinisation et au recyclage des eaux usées ou issues du drainage ;
- amélioration des mesures d'humidité du sol ;
- stimulation de l'adoption de technologies d'irrigation efficaces, comme les nanotechnologies ;
- encouragements en faveur de l'adoption de cultivars résistants aux sécheresses ;
- recharge des nappes souterraines durant les périodes où la demande saisonnière est faible.

Dans de nombreux cas, les pratiques et technologies permettant d'économiser l'eau sont déjà connues. Le véritable défi pour les décideurs consiste à supprimer les obstacles à leur adoption, comme le manque de formation des agriculteurs.

Comblant le déficit de connaissances et d'informations pour mieux orienter la gestion des ressources en eau

Le renforcement de l'efficacité et de l'efficience des mesures visant à satisfaire des objectifs sociétaux en rapport avec l'eau exige une meilleure information à de nombreux échelons. Il s'agit là d'un point particulièrement important, dans la mesure où les réformes de la gestion de l'eau tendent vers plus de décentralisation et de complexité, et où la gestion de l'eau dans le secteur agricole prend des formes extrêmement variées. La récupération des coûts, le développement de la tarification et des mécanismes d'échange, la clarification des droits d'eau et la refonte des dispositifs institutionnels ne seront possibles qu'avec l'appui d'informations à la fois plus abondantes et fiables.

Les pays de l'OCDE sont en train de consentir un effort important pour combler les lacunes et ainsi mieux orienter la prise de décisions, en tenant compte des conditions naturelles spécifiques et des contextes historiques. Le suivi des débits minimaux des cours d'eau dans le cadre d'une planification environnementale constitue un exemple encourageant, de même que l'évaluation approfondie des bassins hydrographiques en cours dans plusieurs pays. Néanmoins, le déficit de connaissances et d'informations demeure considérable. Les axes suivant lesquels une amélioration des connaissances, de la recherche et du suivi des ressources en eau dans l'agriculture permettrait de mieux informer les décideurs, les parties prenantes et le grand public sont au nombre de cinq :

- ***Approfondir les connaissances sur les interactions entre agriculture et disponibilité de l'eau***, et entre flux d'eaux de surface et flux d'eaux souterraines.
- ***Établir de solides bases de données sur l'évolution de la disponibilité des ressources en eau et de leur utilisation***, y compris dans le secteur agricole. Les objectifs sont de réunir des informations relatives aux sources d'approvisionnement, d'améliorer le calcul de l'efficacité physique et économique de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture et de mieux comprendre les liens entre l'utilisation de l'eau sur les exploitations et ses conséquences environnementales hors exploitation.
- ***Enrichir, en quantité comme en qualité, les informations sur les taux de récupération des coûts de la fourniture d'eau à l'agriculture***, la plus grande prudence étant de mise dans l'exploitation et la comparaison de données sur ces taux et sur les redevances appliquées à l'agriculture, que ce soit dans un même pays ou entre plusieurs pays.
- ***Développer les outils et systèmes d'information pour mieux orienter les décisions en matière d'allocation et de gestion de l'eau***. Sont concernés : la planification stratégique, en vue d'optimiser la programmation des infrastructures d'irrigation, notamment avec des systèmes d'information étayant les décisions en la matière dans un contexte de variabilité croissante du climat ; le niveau tactique, pour définir l'allocation optimale de l'eau sur une période donnée (saison, année) ; et l'échelon opérationnel de prise de décisions, afin d'améliorer au maximum la distribution de l'eau sur les exploitations. Pour ce qui relève de ce dernier point, il est également nécessaire de perfectionner les outils de gestion des réseaux, notamment en fournissant des conseils et des informations techniques, et en proposant aux cultivateurs des programmes de formation sur les meilleures pratiques à adopter, et ce d'autant plus que les conséquences du changement climatique sur l'eau imposeront peut-être une modification des pratiques agricoles actuelles.

- ***Procéder à l'évaluation des retombées sur l'environnement et l'économie des actions menées dans le cadre de la gestion de l'eau en agriculture.*** Cela contribuerait à l'examen des politiques agro-environnementales à plus large échelle, et permettrait par exemple de mieux comprendre le lien entre les politiques agricoles et l'efficacité de l'utilisation de l'eau. Il existe des recherches universitaires sur ces interactions, mais les pouvoirs publics sont avares d'évaluations de l'efficacité environnementale et de l'efficacité économique des mesures de gestion de l'eau dans le secteur agricole. Il est nécessaire de chiffrer les coûts et les avantages nets de l'utilisation de la ressource par l'agriculture dans le cadre du développement durable, et il convient à cet égard de ne pas limiter l'effort aux ouvrages hydrauliques *stricto sensu* et d'être attentifs aussi aux compteurs, réseaux hydrométriques, soutien scientifique et hydrologique, systèmes de notification, enquêtes auprès des exploitations agricoles et évaluations comparatives des entreprises d'irrigation.

La collecte de ces données est forcément complexe et coûteuse. Cependant, elle est indispensable pour donner toutes ses chances à la réforme de l'action publique et pour assurer l'efficacité des processus de prise de décisions, de planification et de gestion dans le domaine de l'eau.

Notes

1. Le présent rapport ne traite pas des liens entre agriculture et qualité de l'eau, thème qui fera l'objet d'une prochaine étude de l'OCDE (2011).
2. Les coûts totaux de fourniture comprennent les coûts d'exploitation et de maintenance, ainsi que les coûts d'investissement, ces derniers englobant le remplacement d'infrastructures existantes et la construction d'ouvrages nouveaux, voir graphique 1.4.
3. Présenter une analyse approfondie de l'intégration et des liens entre politiques de l'agriculture, de l'eau, de l'énergie et de l'environnement sort du cadre du présent rapport. Ainsi, pour ce qui est de l'énergie, l'accent est mis ici sur la demande d'eau nécessaire aux cultures énergétiques, et non sur les liens entre irrigation et hydroélectricité (barrages).

Introduction

L'eau remplit des fonctions environnementales, sociales et de production dans le secteur agricole comme dans l'ensemble de l'économie. Les pouvoirs publics, les gestionnaires de la ressource et les consommateurs concourent à faire en sorte que les mécanismes et actions nécessaires soient appliqués pour qu'elle soit allouée et utilisée de manière socialement et économiquement bénéfique et efficiente, et écologiquement efficace et viable. Cependant, la gestion de la ressource dans le secteur agricole est mise à rude épreuve par la hausse des prix des aliments et de l'énergie, par une concurrence de plus en plus vive entre les différents utilisateurs d'eau, par l'augmentation de la population mondiale, ainsi que par les problèmes soulevés par le changement climatique.

Le secteur agricole constitue une cible majeure pour les mesures visant une gestion durable de l'eau, car il utilise à peu près 70 % des prélèvements d'eau douce dans le monde et plus de 40 % des prélèvements de l'ensemble des pays membres de l'OCDE. La croissance de la population mondiale, laquelle devrait passer de 7 milliards d'habitants actuellement à 9 milliards d'ici 2050, se traduira par une forte hausse des besoins non seulement en produits alimentaires, mais aussi en eau, que ce soit à des fins agricoles, pour produire de l'eau de boisson, pour l'hygiène, dans l'industrie et le secteur de l'énergie ou, enfin, pour répondre à la nécessité d'améliorer l'état écologique des écosystèmes et de développer les activités récréatives et culturelles qui leur sont associées.

Ces évolutions mondiales ont des implications pour les pays de l'OCDE, ces derniers jouant un rôle important sur les marchés alimentaires mondiaux, en leur qualité d'exportateurs et d'importateurs. Toutefois, le but de la gestion des ressources en eau dans l'agriculture varie considérablement d'un pays à l'autre ou d'une région à l'autre dans un même pays, selon que ceux-ci, compte tenu de leur climat et de leur système agricole, sont confrontés à des problèmes de pénurie et de stress hydrique, ou au contraire de drainage et d'inondations. La prise en compte du changement climatique ajoute un niveau de complexité supplémentaire à ce tableau.

Le présent rapport examine la gestion des ressources en eau, des inondations, des sécheresses et du drainage dans le secteur agricole sous l'angle économique et environnemental et du point de vue de l'action publique, ainsi que les liens entre ces différentes dimensions. Les relations entre l'agriculture et la qualité de l'eau sont simplement évoquées, car elles feront l'objet d'un projet de l'OCDE qui sera achevé en 2011*. Le présent rapport comprend trois parties :

* La publication de l'OCDE (2009) « De l'eau pour tous – Perspectives de l'OCDE sur la tarification et le financement » (www.oecd.org/water) présente une réflexion plus large sur les aspects multidimensionnels de l'eau, à la fois dans les pays membres de l'OCDE et dans les pays non membres.

- Contexte : hydrologie et économie de la gestion des ressources en eau en agriculture (Chapitre 1).
- Tendances récentes et perspectives d'évolution des ressources en eau dans le secteur agricole (Chapitre 2).
- Expérience des pays de l'OCDE dans le domaine de la gestion de l'eau en agriculture (Chapitre 3).

Chapitre 1

Contexte :

Hydrologie et économie de la gestion des ressources en eau dans le secteur agricole

1.1. Hydrologie

On observe une grande diversité dans les conditions hydrologiques et les systèmes agricoles, qui s'inscrivent eux-mêmes dans des contextes politiques, culturels et institutionnels extrêmement variés, aussi bien dans les pays membres de l'OCDE que dans les pays non membres. Les ressources en eau peuvent être gérées suivant tout un éventail de modalités dans le secteur agricole (graphique 1.1). Ainsi, certains systèmes de production dépendent entièrement des précipitations. Sur les exploitations concernées, l'eau est emmagasinée dans le sol. Si le climat est plus aride et les pénuries plus fréquentes en saison sèche (déplacement vers la droite dans le graphique 1.1), les agriculteurs recourent davantage aux eaux superficielles et souterraines pour stimuler la production et, dans certains cas, à d'autres sources d'approvisionnement (recyclage des eaux usées, dessalement, par exemple).

Dans les régions semi-arides et arides, l'agriculture peut (mais pas dans tous les cas) entièrement dépendre de l'irrigation assurée à partir des eaux souterraines et de réserves d'eaux de surface (encadré 1.1). Sous les climats de mousson, l'irrigation peut également constituer la pratique dominante, mais il s'agit plutôt de maîtriser les grands volumes de précipitations recueillis au cours de la saison humide, pour assurer un approvisionnement suffisant en eau pendant la saison sèche.

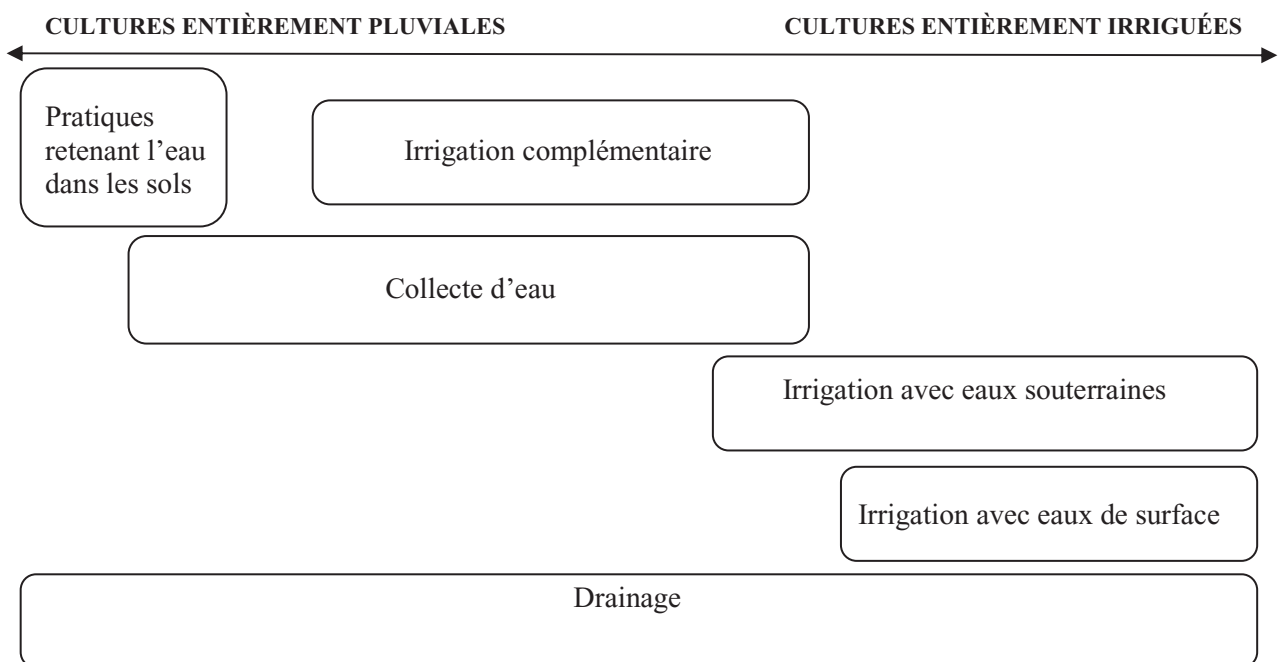
Dans les pays de l'OCDE comme dans les autres, l'agriculture irriguée dispense des bienfaits importants, non seulement au bénéfice des agriculteurs mais aussi pour la collectivité toute entière, du fait qu'elle accroît la production alimentaire et engendre des externalités positives, par exemple en contribuant au développement rural. L'irrigation procure à l'agriculture un surcroît de flexibilité et de compétitivité, notamment dans les zones où, en son absence, le régime des précipitations rendrait l'activité agricole extrêmement difficile (voire impossible, dans certains cas). Ces avantages doivent être pris en considération lorsque l'on étudie les externalités négatives et les facteurs d'inefficience auxquels donnent lieu les lacunes des pratiques d'irrigation et de la gestion des réseaux.

Les systèmes de gestion des ressources en eau dans le secteur agricole des pays de l'OCDE peuvent être divisés en deux grands groupes (graphique 1.2) : le premier inclut les pays dans lesquels les cultures irriguées jouent un rôle majeur du fait de leur part dans

la valeur totale de la production et des exportations agricoles, tandis que le second regroupe les pays où les cultures en sec occupent une place prépondérante. Le graphique 1.2 subdivise ces deux grandes catégories, en fonction de la rapidité de l'augmentation de la superficie irriguée, et fait figurer des commentaires sur les tendances de ces vingt dernières années (ou projetées) concernant le nombre et la gravité des inondations et des sécheresses et leurs répercussions sur l'agriculture.

Dans quelques pays, certaines régions agricoles peuvent correspondre à l'ensemble des catégories définies. C'est notamment le cas dans les pays où les conditions climatiques sont très variées, tels que l'**Australie**, le **Canada**, l'**Espagne**, les **États-Unis**, la **France**, l'**Italie** et le **Mexique**. Par exemple, dans le bassin Murray-Darling, en Australie, l'agriculture irriguée représente près de 40 % de la valeur totale de la production agricole du pays, deux tiers de la superficie irriguée totale, et plus de 50 % des prélèvements d'eau (Australian Bureau of Statistics, 2008).

Graphique 1.1. Différentes options de gestion de l'eau dans le secteur agricole



Source : IWMI (2007).

La quantité d'eau physiquement disponible pour l'agriculture est déterminée par les précipitations (pluie et neige) et le volume effectif moyen du ruissellement qui alimente les réservoirs d'eaux de surface et souterraines (Commission de la productivité, 2006), ainsi que d'autres sources d'approvisionnement (encadré 1.1). À l'échelle de la planète, le volume moyen des précipitations a augmenté d'environ 2 % entre 1900 et 1998 (Huntington, 2006). Mais les précipitations sont très variables selon les régions, puisqu'elles ont augmenté au cours de cette période de 7 à 12 % entre 30°N et 85°N, contre 2 % entre 0°S et 55°S, alors qu'elles ont sensiblement diminué par endroits.

Graphique 1.2. Typologie des systèmes de gestion des ressources en eau dans l'agriculture dans la zone de l'OCDE

| PAYS DE L'OCDE DONT L'AGRICULTURE REPOSE PRINCIPALEMENT SUR L'IRRIGATION | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|
| Majeure partie de la production agricole obtenue sous des conditions climatiques exigeant une irrigation pendant les saisons sèches | | | | Irrigation reposant en grande partie sur la mousson. Principal système de production : rizières | |
| <i>Superficie irriguée en forte hausse depuis 1990</i> | | <i>Superficie irriguée en faible hausse ou en déclin depuis 1990</i> | | | |
| <i>Commentaires</i> | | <i>Commentaires</i> | | <i>Commentaires</i> | |
| Australie | Nombre de sécheresses en hausse | États-Unis | Nombre de sécheresses en hausse | Japon | Nombre d'inondations en hausse |
| Espagne | Nombre de sécheresses en hausse | Italie | Nombre de sécheresses en hausse | Corée | Nombre d'inondations en hausse |
| Grèce | Nombre d'inondations/ sécheresses en hausse | Mexique | Sécheresses plus longues | | |
| Turquie | Nombre d'inondations/ sécheresses en hausse | Portugal | Nombre de sécheresses en hausse | | |
| PAYS DE L'OCDE DONT L'AGRICULTURE REPOSE PRINCIPALEMENT SUR DES CULTURES PLUVIALES | | | | | |
| Systèmes agricoles où les cultures pluviales prédominent mais exigeant également une irrigation dans certaines régions au cours de la saison sèche | | | Systèmes agricoles fondés presque entièrement sur des cultures pluviales, nécessitant peu d'irrigation, voire aucune | | |
| <i>Essor rapide de l'agriculture irriguée</i> | | <i>Essor lent ou recul de l'agriculture irriguée</i> | | | |
| <i>Commentaires</i> | | <i>Commentaires</i> | | <i>Commentaires</i> | |
| Canada | Nombre de sécheresses en hausse | Danemark | Nombre d'inondations en hausse | Autriche | Nombre de sécheresses en hausse |
| Nouvelle-Zélande | Nombre d'inondations/ sécheresses en hausse | France | Nombre de sécheresses en hausse | Belgique | Nombre d'inondations/ sécheresses en hausse |
| | | Allemagne | Augmentation prévue des superficies irriguées | République tchèque | Nombre d'inondations en hausse |
| | | Hongrie | Nombre d'inondations/ sécheresses en hausse | Finlande | Nombre d'inondations en hausse |
| | | Pays-Bas | Nombre d'inondations/ sécheresses en hausse | Islande | Pas d'informations |
| | | République slovaque | Nombre de sécheresses en hausse | Irlande | Nombre d'inondations en hausse |
| | | Suisse | Augmentation prévue de la demande d'eau d'irrigation | Luxembourg | Pas d'informations |
| | | | | Norvège | Pas de données probantes |
| | | | | Pologne | Nombre d'inondations/ sécheresses en hausse |
| | | | | Suède | Nombre d'inondations en hausse |
| | | | | Royaume-Uni | Nombre d'inondations/ sécheresses en hausse |

Dans la plupart des pays, les sécheresses et les inondations en question touchent certaines régions et non pas le territoire national tout entier.

Source: Secrétariat de l'OCDE, d'après le graphique 2.2 et les réponses des pays membres à un questionnaire de l'OCDE www.oecd.org/water.

Du point de vue hydrologique, l'un des principaux problèmes tient à ce que le réchauffement climatique pourrait être dans l'avenir à l'origine d'une intensification du cycle de l'eau entraînant des modifications du régime des précipitations ainsi qu'une augmentation de l'intensité et de la fréquence des inondations et des sécheresses (chapitre 2.2). D'après les résultats d'une enquête menée auprès des membres de l'OCDE, le nombre d'inondations et de sécheresses a augmenté et leur gravité s'est accrue dans la plupart des pays (graphique 1.2). Parmi ces derniers, nombreux sont ceux qui prévoient que la fréquence et la gravité de ces catastrophes continueront d'augmenter sous l'effet du changement climatique ; de plus, certaines études tablent sur une intensification constante du cycle hydrologique (Huntington, 2006 ; GIEC, 2008). Il est donc nécessaire d'améliorer les capacités de suivi et de prévision des répercussions des modifications des régimes hydrologiques, de réduire les lacunes scientifiques actuelles, d'allonger les périodes de collecte de données, et d'approfondir l'étude des rétroactions complexes où interviennent les réseaux hydrographiques (Huntington, 2006 ; voir aussi le chapitre 3.6).

L'agriculture est certes touchée par les modifications des conditions hydrologiques, mais son essor et son intensification ont eux-mêmes altéré l'hydrologie naturelle des eaux de surface, des eaux souterraines et de l'environnement (Gordon *et al.*, 2007). Cela vaut pour les systèmes de culture pluviale, mais aussi et surtout pour l'agriculture irriguée, où les prélèvements et le stockage en amont réduisent les quantités disponibles en aval pour les services environnementaux, les plaines alluviales et les autres usages, y compris l'irrigation elle-même (Commission de la productivité, 2006). Les pouvoirs publics sont encore très loin d'avoir trouvé le moyen de renforcer la capacité d'adaptation aux modifications de l'hydrologie causées par l'agriculture.

Encadré 1.1. Sources d'approvisionnement et caractéristiques de l'eau dans le secteur agricole

Les *principales sources d'approvisionnement en eau pour l'agriculture* sont les précipitations et les « réserves », essentiellement constituées par les *eaux de surface* (cours d'eau et lacs) et les *eaux souterraines* (aquifères superficiels et profonds). Dans certains pays, l'agriculture est approvisionnée en partie par le réseau d'eau courante (qui dessert surtout les industriels et les particuliers en zone urbaine), ce qui peut s'avérer onéreux. Dans quelques-uns, le partage des eaux transfrontières, superficielles ou souterraines, joue un rôle important (par exemple, entre le Mexique et les États-Unis et entre le Portugal et l'Espagne).

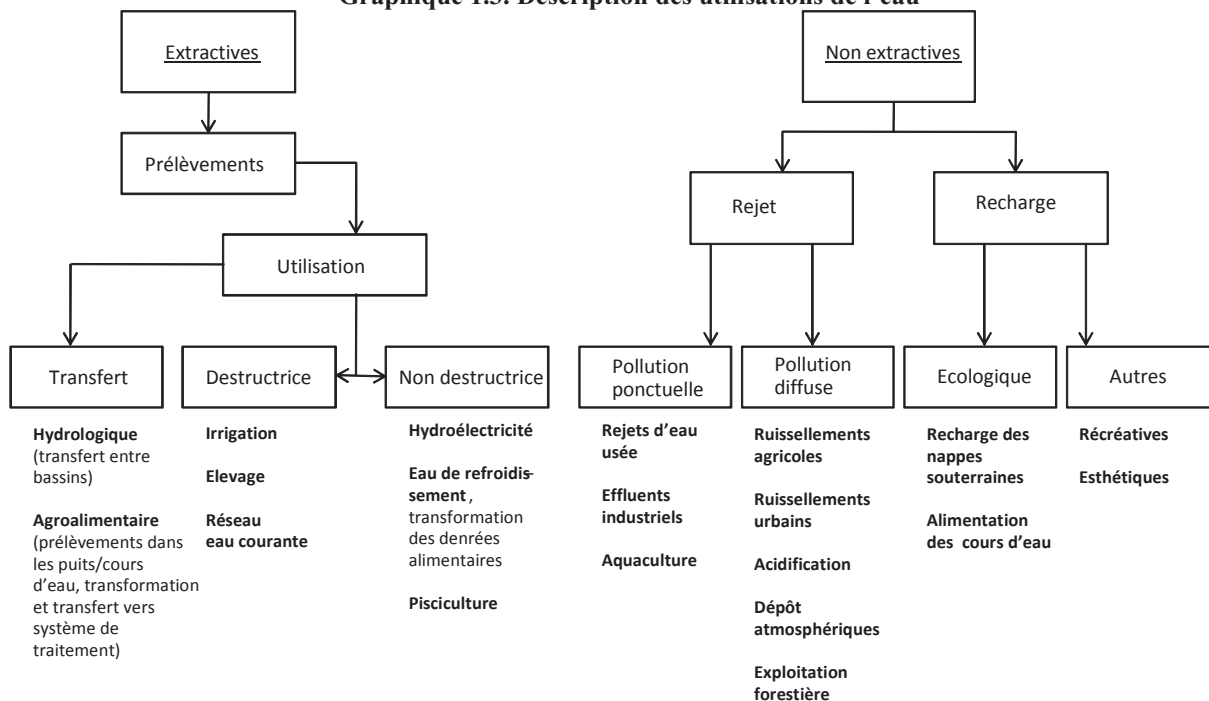
Dans les régions où l'eau fait l'objet d'une concurrence de plus en plus vive du fait de sa rareté, le *recyclage* (principalement des eaux de drainage et des eaux usées) et le *dessalement* (de l'eau de mer, surtout, mais aussi d'eaux souterraines salées) suscitent de plus en plus d'intérêt. Néanmoins, dans la plupart des cas, ces techniques ne permettent d'assurer, très localement, qu'une très petite partie de l'approvisionnement. En outre, l'usage d'eau recyclée sur les terres agricoles, en particulier en horticulture, donne lieu à des inquiétudes sanitaires. Le dessalement était jusque récemment onéreux, mais les évolutions technologiques ont permis de réduire nettement son coût et sa consommation d'énergie.

Les *caractéristiques physiques* des ressources en eau douce sont bien connues. En résumé, pour ce qui est des eaux de surface, il s'agit principalement de leur spécificité en fonction du site considéré, de leur mobilité, de leur variabilité et de leur incertitude, de leur volume, ainsi que de leur pouvoir solvant. Les eaux souterraines partagent des caractéristiques similaires mais possèdent en outre d'autres attributs qui leur sont propres, dont une certaine immobilité, une certaine sécurité et une certaine divisibilité. Eaux de surface et souterraines appartiennent à un bassin hydrographique, c'est-à-dire à une portion de territoire dont les eaux alimentent un exutoire commun et qui abrite divers systèmes socio-écologiques. Les éléments interdépendants d'un bassin hydrographique – terres, végétation, faune, population humaine – sont liés les uns aux autres par l'élément aquatique (rivières, lacs, barrages, réservoirs, réseaux ou systèmes d'irrigation, eaux souterraines, eaux pluviales et eaux usées). Les termes « bassin versant » et « bassin fluvial » sont synonymes de « bassin hydrographique ».

Source : d'après Molle et Berkoff, 2007a ; Syme *et al.*, 2008.

L'eau est utilisée à diverses fins dont la société tire différents avantages (FAO, 2004). Certaines de ces utilisations sont définies au graphique 1.3 (Moran et Dann, 2008). Beaucoup d'entre elles sont bien connues et il est aisé d'en suivre les évolutions (en particulier lorsqu'il s'agit d'eaux superficielles), mais pour d'autres, les connaissances scientifiques ne sont guère développées (notamment en ce qui concerne la réalimentation et le débit des eaux souterraines). Par ailleurs, l'évaluation économique de certaines utilisations de l'eau est certes bien établie (comme dans le cas des cultures agricoles), mais bon nombre d'effets externes et de biens publics liés aux réseaux hydrographiques sont de par leur nature même difficiles à évaluer (satisfaction des besoins vitaux de la faune et de la flore sauvages, valeurs culturelles et valeurs d'agrément, par exemple) (chapitre 3.6).

Graphique 1.3. Description des utilisations de l'eau



Source : d'après Moran et Dann (2008). Ce graphique n'offre pas une description exhaustive des utilisations de l'eau et se concentre principalement sur celles ayant trait à l'agriculture.

Les caractéristiques de *l'utilisation de l'eau dans le secteur agricole* la distinguent à bien des égards de celle qui en est faite par l'industrie et les ménages. Les prélèvements réalisés en vue d'une consommation sont systématiquement supérieurs aux volumes effectivement consommés, le solde retournant au réseau hydrographique (Molle et Berkoff, 2007a). Dans la plupart des pays de l'OCDE, l'agriculture est généralement le secteur qui prélève le plus d'eau pour la consommer (40 % des prélèvements totaux). L'évapotranspiration compte pour 40 à 60 % des prélèvements agricoles, sa part atteignant jusqu'à 70 % lorsque des systèmes d'irrigation modernes permettent de réutiliser l'eau plusieurs fois. En outre, selon les systèmes employés, l'agriculture irriguée peut avoir des effets positifs sur le cycle hydrologique, en contribuant par exemple à réalimenter les nappes souterraines et à purifier l'eau. Néanmoins, elle peut aussi avoir des conséquences néfastes du fait de la pollution ou de prélèvements excessifs.

Les déperditions d'eau d'origine agricole posent des problèmes épineux dans le cadre de l'action publique, en particulier dans les situations de stress hydrique. Sous l'effet de facteurs qui diffèrent selon les sites, une partie de l'eau prélevée ne retourne jamais dans le système hydrologique. L'autre partie lui est souvent restituée (par écoulement en surface ou par infiltration dans le sous-sol) avec un décalage dans le temps, à un endroit différent de celui du prélèvement et moyennant une modification de la qualité. En particulier, les caractéristiques des déperditions dans l'irrigation ont une forte incidence sur les économies d'eau effectivement réalisées, en termes nets, grâce à l'amélioration de l'efficacité. Si l'amélioration de l'efficacité physique de l'utilisation de l'eau est bien susceptible d'entraîner une diminution de la consommation, il n'en est pas moins difficile de dire quelle quantité d'eau est réellement économisée, en raison de modifications des superficies irriguées et de l'utilisation de l'eau par hectare.

1.2. Économie

Par le passé, pour faire face à certains problèmes hydrologiques, l'action visait généralement à influencer les performances des agriculteurs en manipulant le cycle de l'eau par le biais du génie civil, par exemple en construisant de nouveaux barrages et réseaux de canaux. Toutefois, de nombreux pays s'efforcent de plus en plus d'améliorer les performances économiques et environnementales des réseaux d'eau au moyen d'incitations économiques, en prenant en compte le coût de l'eau, sa valeur, son prix et sa demande dans le secteur agricole (Molle et Berkoff, 2007a).

Du fait que l'eau donne lieu à une concurrence de plus en plus intense entre les différents secteurs, et que l'on attache de plus en plus d'importance, depuis environ la fin des années 80, aux externalités environnementales associées à l'agriculture, les priorités des pouvoirs publics ont évolué et sont désormais axées sur les dimensions économiques et environnementales de l'eau. La *Conférence internationale sur l'eau organisée à Dublin en 1992*, où il a été souligné que gérer l'eau comme un bien économique constitue un excellent moyen dans le but d'assurer une utilisation efficace et équitable des ressources en eau et d'encourager leur conservation et leur protection, a marqué un tournant à cet égard (Molle et Berkoff, 2007b).

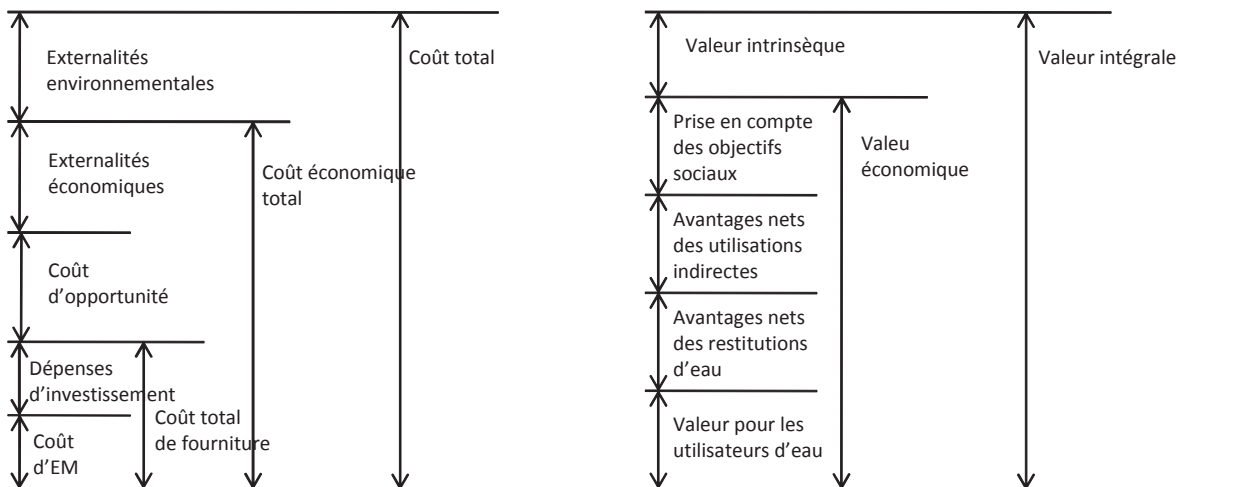
A cause de certaines particularités économiques, l'offre et la demande d'eau sont plus complexes que celles d'autres biens et services économiques (Hanemann, 2006 ; Thompson, 2006) :

- les caractéristiques de biens privés (prélèvement) et de biens publics (gestion) de la ressource supposent des mécanismes d'allocation différents. Lorsqu'elle est utilisée sur une exploitation agricole, l'eau est considérée comme un bien privé, mais si elle reste *in situ*, comme dans le cas d'un lac ou d'une zone humide, elle apparaît comme un bien public pour lequel il n'existe généralement pas de marché privé. Par ailleurs, si l'eau est en grande partie utilisée par le secteur privé (exploitations, ménages, industrie), sa propriété et sa distribution demeurent normalement dans le domaine public ;
- l'eau est mobile et peut s'écouler, s'infiltrer, s'évaporer et être recyclée, ce qui en fait un produit singulier, par rapport à la terre, par exemple. En outre, l'agriculture peut influencer positivement le cycle hydrologique, par le biais notamment de ses facultés à réalimenter les nappes souterraines et à assainir l'eau. Cependant, elle peut aussi contribuer à polluer les eaux de surface et les eaux souterraines, tandis que des prélèvements excessifs peuvent empêcher l'eau de jouer son rôle vital au sein des écosystèmes ;

- étant donné l'hétérogénéité de la ressource dans l'espace, dans le temps (variations saisonnières et annuelles) et en termes de qualité, il est difficile de faire coïncider l'offre et la demande et de structurer les dispositifs juridiques et institutionnels, car en fonction de l'endroit et du moment, l'eau n'a pas la même qualité et la probabilité de sa présence est plus ou moins grande ;
- l'eau est bien entendu indispensable à la vie humaine et à la production agricole, mais au-delà des seuils minimaux à atteindre pour satisfaire les besoins dans un cas comme dans l'autre, cette notion n'apporte aucune information sur la productivité ou la valeur de l'eau, par exemple, sur la valeur marginale d'un apport de 80 ou 90 cm d'eau à du coton ;
- la gestion des ressources en eau obéit à des dispositifs institutionnels et de gouvernance complexes qui comprennent plusieurs strates, administrés par des instances nationales (et dans certains cas transnationales) ou régionales et locales (associations d'usagers de l'eau). La gouvernance des eaux de surface est souvent séparée de celle des eaux souterraines.

La compréhension de l'économie de l'eau peut contribuer à informer les décideurs sur les coûts sociaux totaux de l'utilisation de la ressource dans l'agriculture, sur sa valeur sociale totale et sur les avantages qu'elle offre à la collectivité (Hanemann, 2006). Du point de vue de la réflexion sur l'action à mener, ces concepts ont pour utilités d'apporter de la transparence, en ce sens qu'ils montrent que la valeur de l'eau pour la collectivité ne se limite pas à sa fonction d'intrant agricole, et de faire la clarté sur les coûts de l'utilisation de l'eau dans l'agriculture (Malik, 2008 ; Rogers *et al.*, 1998 ; Rogers *et al.*, 2002). La valeur et le coût de l'eau peuvent être décrits comme suit (graphique 1.4) :

Graphique 1.4. Principes généraux de calcul du coût et de la valeur de l'eau



Source : Rogers *et al.* (2002).

- **La valeur de l'eau** est la somme de sa valeur économique et de sa valeur intrinsèque.
 - La **valeur économique** comprend :
 - *la valeur d'usage* de l'eau pour les activités de production telles que l'agriculture irriguée ;
 - *les avantages nets offerts par les restitutions d'eau* préalablement prélevée en vue de son utilisation par l'agriculture ou d'autres secteurs, au nombre desquels peut figurer la recharge des eaux souterraines, et dont l'importance dépend des pertes par évaporation ;
 - *les avantages nets tirés d'une utilisation indirecte*, telle que la fourniture d'eau potable pour des usages ménagers ou d'un habitat pour la flore et la faune, bien que ces avantages puissent être contrebalancés par diverses externalités environnementales négatives, comme la salinisation des sols et la pollution de l'eau par des substances agrochimiques utilisées dans le cadre de l'irrigation ;
 - *la contribution à la réalisation d'objectifs de la collectivité* et la valeur qui leur est attachée, comme le surcroît de production de produits de base obtenu grâce à l'irrigation ou le surcroît d'emplois et de développement rural.
 - **La valeur intrinsèque** de l'eau est liée aux caractéristiques auxquelles il est le plus difficile d'attribuer une valeur, telles que les caractéristiques esthétiques des paysages aquatiques ou les caractéristiques récréatives.
- **Le coût de l'eau** se compose de trois éléments : le coût total de distribution, le coût économique total et le coût total :
 - Le **coût total de distribution** recouvre les coûts liés à la fourniture d'eau aux consommateurs, sans tenir compte des externalités de la consommation d'eau (qu'elles soient positives ou négatives) ni des autres utilisations potentielles de l'eau (c'est-à-dire des coûts d'opportunité). Également utiles à l'évaluation du soutien apporté à l'irrigation dans le cadre de la politique agricole, ces coûts se divisent en deux catégories (chapitre 3.2) :
 - *les coûts d'exploitation et de maintenance* associés au fonctionnement au jour le jour du réseau de distribution d'eau, tels que celui de l'électricité nécessaire au pompage, ou celui de la main-d'œuvre et des réparations ;
 - *les coûts d'investissement*, qui couvrent aussi bien les dépenses liées au remplacement des infrastructures existantes que celles engagées pour en créer de nouvelles et construire par exemple un barrage ou un réseau de canaux.
 - Le **coût économique total** est la somme des coûts de fourniture et :
 - *des coûts d'opportunité (ou coûts en ressources)* supportés lorsqu'un consommateur prive un autre de la possibilité d'utiliser de l'eau et que cette autre utilisation aurait eu une plus grande valeur ; ces coûts d'opportunité sont nuls lorsqu'il n'y a pas de concurrence entre plusieurs utilisations possibles, c'est-à-dire lorsque l'eau ne manque pas ; néanmoins, cette notion s'applique aussi aux problèmes de qualité environnementale déjà évoqués dans le présent document ;

- *du coût économique des externalités*, qu'elles soient positives, telles que la contribution à la recharge des eaux souterraines qui résulte de l'irrigation, ou négatives, lesquelles sont souvent liées aux prélèvements opérés en amont ou au rejet de polluants en aval dans le cadre d'un système d'irrigation.
- Le **coût total** est constitué de la somme du coût total de distribution, du coût économique total et *des externalités environnementales*. Les externalités économiques comprennent les coûts pour les producteurs et les consommateurs en amont et en aval, tandis que les externalités environnementales sont associées aux coûts pour la santé publique et pour les écosystèmes.

En règle générale, il est aisé de définir la valeur de la fourniture de l'eau en se référant aux tarifs appliqués par les compagnies des eaux aux exploitations agricoles. Cependant, l'évaluation du coût d'opportunité peut se révéler extrêmement ardue. La valeur économique de l'eau intègre celle de biens et de services habituellement non marchands, tels que les avantages nets des restitutions d'eau (réalimentation des nappes souterraines, par exemple) et des usages indirects (zones humides ou pollution) ; la valeur sociale (création d'emplois en zone rurale) ; et la valeur intrinsèque (caractéristiques récréatives, pittoresques et culturelles). Les économistes disposent d'outils permettant d'obtenir des valeurs de substitution pour ces biens et services non marchands (évaluation contingente, par exemple), mais ils peuvent être difficiles à employer pour étayer les décisions des pouvoirs publics.

Le coût de fourniture de l'eau comporte plusieurs particularités qui le distinguent de celui d'autres produits :

- L'eau prend beaucoup de place et est chère à acheminer par rapport à sa valeur par unité de poids, contrairement à l'électricité qui passe en général par un réseau national ;
- Des économies d'échelle considérables sont possibles, par exemple lorsque l'on utilise un barrage pour stocker les eaux de surface ; les infrastructures physiques dans le secteur de l'eau ont généralement une longue durée de vie (canaux d'irrigation, etc.) ;
- Les ouvrages d'alimentation en eau sont généralement conçus pour répondre à de multiples besoins (production agricole, hydroélectricité, usages urbains), ce qui complique énormément la définition des avantages marginaux, car dans de nombreux cas, une unité d'eau supplémentaire peut avoir peu de valeur à un moment donné, et une valeur considérable à un autre.

Du fait des besoins en capitaux, de la longévité des ouvrages et de leur taille, les coûts fixes prédominent. Par conséquent, les coûts marginaux à court terme de la fourniture d'eau aux réseaux d'irrigation peuvent être très bas, à l'exception des coûts du pompage dans les réseaux de distribution. Ces particularités accroissent la probabilité d'un monopole de la distribution dans une zone donnée, nécessitant un degré élevé de contrôle social et de contrôle de gestion. De plus, le caractère monolithique du capital encourage l'augmentation de la capacité de stockage d'eau de surface à un moment précis, plutôt qu'au fil du temps. De ce fait, une très longue période peut s'écouler avant de voir se matérialiser une demande pour exploiter cette capacité.

Il est essentiel d'opérer une distinction entre la valeur marginale de l'eau et sa valeur moyenne ou totale dans le cadre de l'application à l'action publique de l'estimation de la valeur économique de cette ressource. Dans le secteur agricole, les interventions des pouvoirs publics relatives à l'eau s'attachent généralement à modifier l'accès à la ressource des points de vue quantitatif et/ou qualitatif, les agriculteurs y ayant habituellement déjà accès d'une manière ou d'une autre. Par conséquent, afin d'évaluer le bénéfice que procurerait une augmentation de la quantité d'eau fournie à l'agriculture dans les zones approvisionnées, il faut estimer la valeur marginale de l'eau (le bénéfice net marginal) dans les utilisations agricoles qui ne seraient pas possibles sans cet apport supplémentaire.

En effet, le bénéfice tiré de l'agriculture n'est pas assuré exclusivement par l'intrant que constitue l'eau, mais aussi par le travail, les terres, les autres actifs fixes et les autres intrants variables. En outre, le rendement de l'eau n'est pas constant et diminue quand la quantité fournie augmente, un agriculteur étant susceptible de modifier ses pratiques en fonction du volume dont il dispose. Dans certaines zones irriguées, les approvisionnements en eaux de surface et souterraines sont généralement substituables entre eux dans une certaine mesure. Toutefois, aux **États-Unis**, par exemple, moins de 20 % des exploitations, représentant moins de 25 % de la superficie irriguée totale, ont accès à plusieurs sources d'approvisionnement en eau.

Les redevances sur l'eau peuvent en principe être utilisées pour récupérer l'intégralité du coût ou de la valeur de l'eau (graphique 1.4). C'est l'application du « principe utilisateur-payeur », aux termes duquel le prix acquitté par les usagers doit refléter dans leur totalité les coûts d'opportunité ainsi que les coûts et les avantages des externalités économiques et environnementales, et non pas uniquement les coûts de fourniture (frais d'exploitation, de maintenance et d'investissements). Le principe de la récupération totale des coûts est évoqué dans la politique de l'eau de plusieurs pays de l'OCDE, mais en réalité, rares sont ceux qui l'appliquent au calcul des redevances ou même qui parviennent à récupérer tous les coûts de fourniture. Sachant que les pays ont du mal à appliquer la récupération totale des coûts, l'OCDE a fait sienne la notion de *récupération durable des coûts*, qui découle de la nécessité de donner au secteur de l'eau une assise financière viable, en trouvant le bon équilibre entre ses principaux modes de financement, aussi appelés les « 3 T » : tarifs, taxes et transferts (encadré 1.2).

Dans presque tous les cas, les redevances payées par les agriculteurs reflètent uniquement une partie des coûts liés à l'eau (chapitre 3.4.3). Cela est dû entre autres aux difficultés que soulève l'évaluation des coûts d'opportunité et des coûts et avantages environnementaux. Au demeurant, les tarifs appliqués aux usagers agricoles sont généralement très différents de ceux qui sont appliqués aux usagers urbains, ce qui s'explique par les raisons énumérées ci-après.

- Si l'eau est distribuée aux usagers agricoles et urbains par le même réseau, le tarif peut être sous-estimé pour tous les utilisateurs, car la plupart des organismes chargés de l'eau fixent le montant des redevances en fonction des coûts antérieurs des réseaux, et non pas en fonction des coûts de remplacement à venir. Il existe souvent une différence importante entre les coûts antérieurs et futurs, à cause de la concentration et de la longévité des réseaux de distribution des eaux de surface.
- La tentation est forte de ne récupérer que les coûts marginaux à court terme des ouvrages nouveaux, puisqu'au départ, la capacité de distribution de ceux-ci est fréquemment supérieure à la demande constatée. Lorsque cette dernière augmente et

qu'une plus grande partie de la capacité est exploitée, la meilleure stratégie consiste à adopter un système de tarification fondé sur les coûts marginaux à long terme (c'est-à-dire de remplacement) ; or, piégés « politiquement », les organismes publics chargés de l'eau se contentent souvent de continuer à récupérer uniquement les coûts antérieurs.

- Dans la plupart des pays de l'OCDE, l'eau d'irrigation est traditionnellement fournie à l'agriculture par des réseaux publics et, à ce titre, il arrive souvent que le tarif ne couvre que les coûts d'exploitation et de maintenance (chapitre 3.4.3).
- Contrairement à l'eau distribuée en zone urbaine, l'eau destinée à l'agriculture est rarement traitée et n'est généralement pas disponible à volonté via un réseau sous pression, ce qui rend la comparaison des prix difficile.
- Dans de nombreux cas, les irrigants n'ont pas la possibilité de vendre leurs droits d'eau à d'autres usagers parce qu'il n'existe pas de marchés pour ce faire ; des restrictions juridiques et administratives entravent souvent le développement de tels marchés ; les coûts de transaction des marchés de l'eau peuvent être élevés ; il est difficile de dire à quel niveau se situeront l'offre et la demande à tel ou tel moment dans le futur ; et enfin, les réseaux de distribution desservant les usagers agricoles, urbains et industriels sont rarement interconnectés physiquement.
- L'approvisionnement de l'agriculture peut représenter un objectif secondaire dans le cadre de la construction d'ouvrages initialement conçus pour répondre à d'autres objectifs, tels que la production d'hydroélectricité.

Le recours à des instruments financiers pour couvrir les coûts de la fourniture d'eau aux irrigants est nécessaire pour entretenir et développer l'infrastructure physique et éviter la dégradation des réseaux. La récupération des coûts financiers répond également à un souci d'équité, puisque la collectivité peut s'attendre à ce que les agriculteurs paient pour les avantages dont ils bénéficient si ceux-ci nécessitent des investissements publics. Les pouvoirs publics peuvent toutefois justifier la prise en charge des coûts d'investissement dans des ouvrages d'irrigation en invoquant d'autres raisons que l'optimisation économique, dont la contribution au développement rural ou à la sécurité des approvisionnements en eau et en produits alimentaires (Molle et Berkoff, 2007a).

Augmenter les prix de l'eau sur le marché peut réduire les pressions exercées sur les ressources en favorisant une utilisation plus efficiente, ce qui offre des avantages économiques et environnementaux du fait des économies d'eau, en particulier dans les endroits où sévit le stress hydrique. Les économies réalisables dans le secteur agricole permettent en théorie de libérer des ressources susceptibles d'être utilisées à d'autres fins ou pour répondre aux besoins de l'environnement, d'autant plus que l'agriculture est généralement responsable de la majeure partie des prélèvements à l'échelle nationale (graphique 2.1). Quoi qu'il en soit, augmenter les prix de l'eau n'améliorera pas l'efficacité de son utilisation dans les cas où la fourniture est soumise à des conditions impératives, ce qui est courant dans beaucoup de pays de l'OCDE (voir plus haut).

Encadré 1.2. Récupération totale et récupération durable des coûts de fourniture d'eau à l'agriculture

En ce qui concerne la *récupération totale des coûts* moyennant les tarifs (ou redevances), y compris dans le cas du secteur agricole, on considère en général que le prix doit être suffisamment élevé pour compenser non seulement le coût intégral de la fourniture de l'eau (soit la somme des coûts d'exploitation et de maintenance et des coûts d'investissement dans le renouvellement et l'extension des réseaux), mais aussi, dorénavant, les coûts d'opportunité (valeur de rareté) et le coût des externalités (économiques et environnementales) (graphique 1.4).

Le principe de la récupération totale des coûts est évoqué dans la politique de l'eau de plusieurs pays de l'OCDE. Par exemple, la directive cadre sur l'eau de l'UE fait obligation à tous les États membres de l'appliquer et de faire en sorte que tous les utilisateurs contribuent suffisamment, en tenant compte des répercussions sociales de la récupération des coûts (voir l'exemple de la Grèce dans l'encadré 3.11). Il en va de même en Australie (encadré 3.8). En réalité, très peu de pays appliquent le principe au moyen des redevances sur l'eau, même si on limite la définition au coût total de la fourniture (graphique 3.1).

Sachant que les pays ont du mal à appliquer la récupération totale des coûts, ne serait-ce que des coûts de fourniture, le Panel mondial sur le financement des infrastructures de l'eau¹ a formulé le concept de *récupération durable des coûts*, que l'OCDE a ensuite fait sien (voir les sources ci-dessous). Selon le rapport du panel, la récupération durable des coûts a trois caractéristiques principales :

1. un dosage approprié entre les tarifs, les taxes et les transferts (les "3 T") devant servir à financer les coûts récurrents et les investissements, et à mobiliser d'autres formes de financement ;
2. la prévisibilité des subventions publiques, pour faciliter l'investissement (planification) ;
3. des tarifs qui peuvent être payés par tous, y compris les plus pauvres, sans que soit mise en péril la viabilité financière des prestataires de services.

La récupération durable des coûts découle de la nécessité de donner au secteur de l'eau une assise financière viable, en trouvant le bon équilibre entre ses différents modes de financement, aussi appelés les « 3 T » : tarifs, taxes et transferts. Les recettes assurées par ces trois sources doivent augmenter, de manière à couvrir les coûts de la réalisation des objectifs de l'action publique dans le domaine de l'approvisionnement en eau, y compris l'approvisionnement de l'agriculture. Compte tenu de l'expérience des pays, cette approche est dorénavant jugée plus réaliste que celle de la "récupération totale des coûts" sur la base de la seule facturation, laquelle ne prend peut-être pas suffisamment en compte les lourdes conséquences qu'elle aurait pour les consommateurs les plus démunis, ni les mérites ou le caractère de bien public de certains des services écosystémiques assurés par l'agriculture.

Chaque pays doit trouver l'équilibre qui lui convient entre les "3 T". Cela dit, dans les pays de l'OCDE, la majeure partie du secteur agricole (comme les secteurs domestique et industriel) est raccordée à un réseau de distribution. Ces pays s'appuient donc largement sur la facturation pour financer les coûts d'exploitation et de maintenance de la fourniture d'eau à l'agriculture (voir chapitre 3.4). Néanmoins, les budgets publics, alimentés par l'impôt, continuent souvent de jouer un rôle dans le financement des investissements dans les infrastructures. C'est d'ailleurs pour l'essentiel de cette façon qu'ont été financés les premiers investissements dans les ouvrages hydrauliques dans presque tous les pays.

L'amélioration de la récupération des coûts peut se faire en plusieurs phases, en commençant par une augmentation des tarifs par étapes pour couvrir les coûts d'exploitation et de maintenance, puis l'amortissement des actifs, les investissements nouveaux et enfin, le cas échéant, le coût des externalités et le coût d'opportunité de l'eau. Lorsque les prix sont extrêmement éloignés du niveau qui permettrait d'assurer la récupération totale ou durable des coûts, l'approche graduelle peut se révéler insuffisante et une action plus radicale peut s'imposer. Accroître le taux de récupération des coûts au moyen de la facturation nécessite aussi une démarche globale comprenant, outre la modification des prix et de la structure de la grille tarifaire, l'augmentation du taux de recouvrement des factures, l'amélioration du niveau des prestations et l'instauration de mesures de protection sociale si nécessaire.

Si une approche progressive est adoptée, le processus d'établissement des tarifs est crucial. Dans beaucoup de pays, l'administration des services est décentralisée, y compris la fixation des prix (chapitre 3.4). Cela peut retarder la réforme et les corrections régulières rendues nécessaires par l'inflation. Dans certains cas, ce sont les autorités centrales qui établissent la grille tarifaire et le niveau des prix, la mise en œuvre étant déléguée aux autorités locales. Une répartition réaliste des obligations et responsabilités entre autorités centrales et autorités locales est essentielle à la réforme des tarifs.

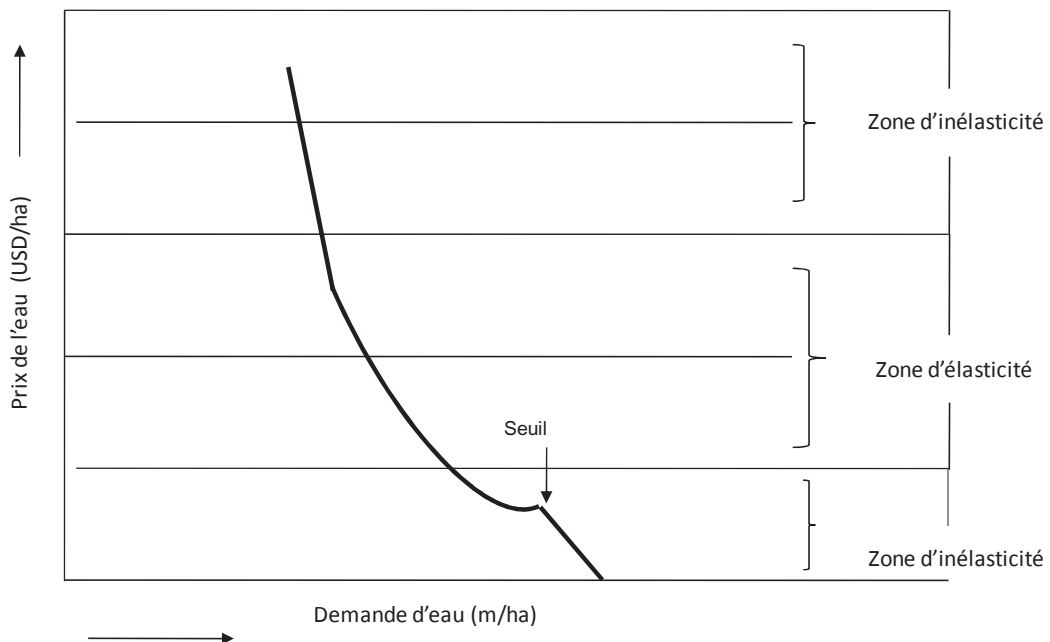
1. Winpenny, J. (2003), *Financer l'eau pour tous*, Rapport du Panel mondial sur le financement des infrastructures de l'eau, présidé par Michel Camdessus, www.financingwaterforall.org.

Source : à partir d'OCDE, 2009a et 2009b.

Néanmoins, la *sensibilité des agriculteurs aux variations du prix de l'eau* (c'est-à-dire l'élasticité de la demande) est une question complexe (graphique 1.5). Dans les fourchettes de prix les plus basses, la demande est inélastique, insensible aux prix, lesquels n'exercent donc pas une influence déterminante sur l'efficacité de l'utilisation ou sur le choix des techniques d'irrigation (de Fraiture et Perry, 2007 ; OCDE 1999 ; Rieu, 2006). Au-delà d'un certain seuil, la demande d'eau devient élastique à court terme, et montre une plus grande sensibilité à l'augmentation des prix, mais elle redevient inélastique dans les fourchettes de prix les plus hautes, à mesure que les quantités d'eau nécessaires s'approchent du niveau minimum indispensable au développement des végétaux. De manière générale, pour que les agriculteurs réagissent aux variations des prix, il faut que l'eau soit facturée en partie au volume, qu'ils aient une certaine maîtrise des quantités d'eau qu'ils tirent du réseau d'irrigation et que le prix soit suffisamment élevé pour se situer dans la fourchette où la demande est élastique.

À long terme, les irrigants peuvent répondre à la hausse des prix de l'eau en ayant recours à des technologies économes en eau, en modifiant la gamme des cultures irriguées qu'ils pratiquent, ou en renonçant à l'irrigation (Appels *et al.*, 2004). Les fournisseurs d'eau sont confrontés à un problème majeur : estimer l'élasticité-prix de la demande d'eau d'irrigation. En effet, peu d'informations sont publiées sur la question. Cependant, il n'est pas exclu que l'on en dispose en plus grand nombre prochainement à la faveur du développement des échanges de droits d'eau (Appels *et al.*, 2004 ; de Fraiture et Perry, 2007). En outre, si la demande d'eau est généralement inélastique, comme l'indique le graphique 1.5, cela n'implique pas nécessairement qu'elle soit stable. La demande d'eau d'irrigation peut ainsi fortement dépendre des politiques agricoles et agro-environnementales, ainsi que des évolutions technologiques.

Graphique 1.5. Courbe de la demande d'eau à usage agricole



Source : de Fraiture et Perry (2007).

Les échanges de droits d'eau peuvent encourager les agriculteurs à investir dans des technologies économes en eau et favoriser une diversification de la production agricole, au profit en particulier de la production de produits de plus grande valeur. Mais compte tenu que l'eau ne constitue qu'un intrant parmi d'autres, le recours à des technologies économes ou la diversification de la production n'est que rarement déterminé par les seuls prix de la ressource ou par sa seule rareté (Cai *et al.*, 2008 ; Molle et Berkoff, 2007a). Les modifications des choix en matière de technologies ou de modes de production agricole seront plus probablement la conséquence d'effets de substitution entre l'eau et les autres intrants agricoles (engrais, pesticides, main-d'œuvre, par exemple) ainsi que des perspectives offertes par le marché (c'est-à-dire des variations des prix des produits de base). Qui plus est, les marchés des intrants et des produits agricoles sont également influencés, dans la plupart des pays de l'OCDE, par le niveau et la forme du soutien fourni à l'agriculture par les pouvoirs publics.

Les échanges peuvent donner un prix de marché à la rareté et contribuent à assurer la répartition de la ressource entre utilisateurs (urbains et industriels) et usages (environnementaux). Selon ce raisonnement, augmenter les prix de l'eau permettrait de réduire la proportion consacrée aux activités agricoles de faible valeur et de réaffecter la différence à d'autres usages de plus grande valeur, comme les productions agricoles de valeur plus élevées, et aux utilisateurs urbains et industriels, et d'accroître le bien-être social (Molle et Berkoff, 2007a). Des marchés de l'eau pleinement opérationnels permettraient peut-être de parvenir à un tel résultat, mais un certain nombre d'obstacles s'y opposent, comme nous l'avons déjà vu dans ce chapitre.

Les transferts de droits d'eau entre différents usagers peuvent également dépendre de l'action des pouvoirs publics (expropriation de ces droits, investissements dans le dessalement, etc.), ainsi que de la solidité des réglementations régissant les marchés. Selon les cas, *les allocations d'eau de surface peuvent être échangées* au cours de l'année, d'une année sur l'autre ou de manière permanente ; parfois, lorsque le marché est réglementé, l'organisme responsable peut établir les prix, leur fixer des limites, et jouer le rôle de courtier, par exemple, pour faciliter les transactions. Le bon fonctionnement des marchés de droits d'eau négociables entre les agriculteurs et les autres utilisateurs exige une solide connaissance des conditions hydrologiques et un suivi rigoureux de celles-ci, une infrastructure hydraulique complète et moderne ; des droits de propriété sur l'eau bien définis ; et des régimes juridiques, institutionnels et réglementaires éprouvés (chapitre 3.5).

Les commentaires qui précèdent s'appliquent essentiellement à la gestion des eaux de surface. En ce qui concerne les *eaux souterraines, la tarification et les échanges de droits* interviennent de manière très différente. Les agriculteurs ont habituellement le droit d'exploiter tout aquifère situé dans le sous-sol de leurs terres, mais en général, ils doivent pour cela obtenir un permis et les prélèvements sont réglementés (Chapitre 3.4.3. et www.oecd.org/water).

Cependant, les réglementations sont mal appliquées et de l'eau est pompée illégalement. Il en résulte que le niveau des nappes souterraines diminue, que le coût du pompage augmente en conséquence et que la pérennité de la ressource peut être remise en question. Il s'ensuit qu'un exploitant donné n'est nullement incité à restreindre ses prélèvements puisque les autres peuvent continuer à pomper la ressource. Dans les régions dont les eaux souterraines sont salines, l'agriculteur n'est pas non plus encouragé à mettre en place des moyens de drainage puisqu'il faudrait que tous les exploitants en fassent autant pour qu'une telle mesure soit efficace. La surexploitation des eaux

souterraines salines peut faire peser de multiples menaces sur les terres, entre autres sous l'effet de l'engorgement hydrique et de la salinité secondaire, et provoquer l'intrusion d'eau salée dans les zones côtières (Hellegers *et al.*, 2007).

L'utilisation d'eaux souterraines en lieu et place d'eaux de surface a de quoi séduire les agriculteurs étant donné qu'elle leur assure une certaine maîtrise de la ressource et leur permet ainsi de réduire les risques et les incertitudes lorsque les systèmes d'allocation et de droits sont mal définis. De plus, l'utilisation d'eaux souterraines permet de disposer d'eau d'irrigation à la demande et peut favoriser la diversification des cultures ainsi que la pratique d'une agriculture à forte valeur ajoutée. Néanmoins, contrairement à ce qui se produit pour les eaux superficielles, la réglementation de l'utilisation de cette ressource dans l'optique d'assurer sa durabilité peut entraîner des coûts de transaction élevés. Aussi la dégradation à long terme des ressources en eaux souterraines est-elle un enjeu majeur de l'action publique (Molle et Berkoff, 2007a).

En principe, l'augmentation du prix de l'eau payé par les agriculteurs (ou les échanges de droits d'eau) peut contribuer à ce que la demande s'ajuste au niveau de l'offre requis pour pouvoir répondre aux besoins environnementaux, sous réserve que les externalités (positives et négatives) soient prises en compte dans les prix des transactions (Molle et Berkoff, 2007a). Les principes utilisateur-payeur et pollueur-payeur consacrent l'idée que les externalités qui s'exercent sur la quantité et la qualité de l'eau devraient être reflétées dans les redevances acquittées par les utilisateurs, afin de les inciter à réduire les impacts négatifs sur l'environnement (encadré 1.2) (OCDE, 1999).

Il est difficile d'évaluer les externalités environnementales liées à l'utilisation de l'eau en agriculture, ce qui constitue un obstacle majeur au recours à la tarification et aux échanges pour résoudre les problèmes environnementaux dans ce secteur. Les publications sur l'évaluation des actifs environnementaux liés aux écosystèmes foisonnent (voir FAO, 2004), mais les recherches sur la prise en compte de ces valeurs dans les coûts de production et d'utilisation des ressources sont moins nombreuses, et les exemples de mise en œuvre de cette pratique restent rares. Comme dans le cas des coûts d'opportunité, cela reflète les difficultés rencontrées dans l'estimation, la mise en œuvre et le contrôle de l'application effective, sans compter que les agriculteurs considèrent souvent que les externalités relèvent de la responsabilité de la société dans son ensemble, ce qui soulève un problème sociopolitique (Molle et Berkoff, 2007a).

Chapitre 2

Tendances récentes et perspectives d'évolution des ressources en eau dans le secteur agricole

2.1. Évolution de l'utilisation et de la gestion des ressources en eau depuis 1990¹

Depuis 1990, les principales tendances de l'utilisation des ressources en eau par l'agriculture dans la zone de l'OCDE se dessinent comme suit :

- L'Utilisation des ressources en eau douce, à des fins agricoles et non agricoles, n'a guère évolué ;
- L'Agriculture occupe la plus large part dans le total des quantités d'eau utilisées ;
- Les superficies irriguées tendent à augmenter, parallèlement à une diminution de l'espace agricole total ; et
- Les prélèvements effectués par l'agriculture dans les eaux souterraines vont en augmentant.

Globalement, dans la zone de l'OCDE, les utilisations à des fins agricoles et non agricoles n'ont guère évolué entre les périodes 1990-92 et 2002-04, bien qu'une grande variabilité annuelle de l'utilisation des ressources en eau dans le secteur soit à signaler (graphique 2.1). La tendance générale correspond à une progression des quantités utilisées par l'agriculture de quatre pays (Corée, Grèce, Nouvelle-Zélande et Turquie), surtout due à un accroissement de la superficie irriguée (sauf en Corée), contrastant avec une forte réduction en Australie, au Mexique et dans la plupart des pays européens membres de l'OCDE. Pour ce dernier groupe, la baisse des quantités d'eau utilisées tient à plusieurs facteurs diversement associés d'un pays à l'autre, les principaux étant les gains d'efficacité d'utilisation de l'eau, la sécheresse, la nécessité de répondre à des besoins environnementaux et la contraction du secteur agricole en Europe.

Durant la période 2002-04, l'agriculture a globalement représenté 44 % de l'utilisation totale d'eau dans les pays de l'OCDE, bien que pour 8 d'entre eux où l'agriculture irriguée joue un rôle important, cette part dépasse 55 % (graphique 2.1). Une partie de l'eau d'irrigation est réutilisée pour d'autres usages en aval ou récupérée à des fins environnementales, bien qu'il y ait aussi des pertes dues à l'évapotranspiration ; des ruissellements polluants à partir des surfaces irriguées ; et des infiltrations dans des nappes souterraines dont le pompage n'est plus rentable. Pour autant, aucun pays n'est en situation de pénurie physique généralisée, le volume total utilisé ne représentant qu'une faible proportion des ressources totales d'eau douce disponibles annuellement.

Encadré 2.1 Termes relatifs à l'utilisation de l'eau et calcul de bilans hydrologiques

Le terme « utilisation d'eau par l'agriculture » employé dans le texte et les graphiques de ce chapitre se rapporte aux « prélèvements d'eau » effectués pour l'irrigation et d'autres usages agricoles (tels que l'élevage) dans les rivières, les lacs et les nappes souterraines, ainsi qu'aux « restitutions d'eau » provenant de l'irrigation ; il exclut toutefois les précipitations directes sur les terres agricoles. L'« utilisation d'eau », assimilable aux « prélèvements d'eau » évoqués dans les publications techniques, doit être distinguée de la « consommation d'eau », qui se réfère à l'eau épuisée et ne pouvant pas être réutilisée. Les chiffres de l'utilisation des ressources en eau par l'agriculture au Canada illustrent l'emploi de ces termes. Ainsi, dans ce pays, l'agriculture représente 7 à 9 % de l'utilisation totale d'eau (c'est-à-dire de la totalité des prélèvements toutes sources d'approvisionnement confondues). En revanche, elle consomme (ne renvoie pas dans le système hydrologique) 70 à 80 % de l'eau qu'elle prélève, ce qui en fait le principal utilisateur au Canada (avec approximativement 70 % de la consommation totale).

Le calcul des bilans hydrologiques (dont sont tirées les données des graphiques 6 à 9) est une tâche complexe, et tous les pays de l'OCDE n'emploient pas les mêmes méthodes de collecte des données, ce qui limite l'utilisation des indicateurs figurant dans les graphiques. Autre inconvénient, les bilans d'utilisation de l'eau sont généralement établis non pas chaque année, mais à partir d'enquêtes quinquennales ou décennales, et couvrent les utilisations de l'ensemble des secteurs économiques, dont l'agriculture. Il n'est par ailleurs pas facile de mesurer l'importance des réserves en eaux souterraines et la vitesse à laquelle elles s'appauvrissent, et les séries chronologiques internationales font défaut. Enfin, la situation est encore compliquée par le fait que, dans certains systèmes, l'agriculture peut contribuer à recharger les nappes souterraines.

Les sources d'eau transfrontalières doivent également être prises en compte dans le calcul des bilans hydrologiques pour un très grand nombre de pays. Si les ressources renouvelables internes, constituées par le débit annuel des cours d'eau et la réalimentation des aquifères par des précipitations endogènes, forment l'essentiel d'un bilan hydrologique, l'apport d'eau généré au-delà des frontières d'un pays peut également être important, compte tenu des écoulements naturels provenant de pays situés en amont (eaux souterraines et superficielles) et d'une partie des lacs ou cours d'eau frontaliers. De même, les ressources issues de précipitations endogènes ne sont pas toutes utilisables par le pays considéré. En effet, il faut une certaine quantité d'eau pour assurer le débit naturel d'un cours d'eau qui finit par s'écouler en dehors des frontières. Par conséquent, l'équation du bilan hydrologique d'un pays doit aussi faire intervenir les ressources renouvelables externes arrivant naturellement dans le pays et la quantité d'eau issue des précipitations endogènes qui s'écoule en dehors de ses frontières.

Source : Secrétariat de l'OCDE et réponse du Canada à un questionnaire en ligne à l'adresse www.oecd.org/water.

L'offre et la demande d'eau varient toutefois grandement à l'intérieur de la plupart des pays. Aussi la concurrence entre l'agriculture, les autres usagers (industries, zones urbaines) et l'environnement, notamment dans les régions les plus sèches, devient-elle de plus en plus préoccupante dans beaucoup de pays. Aux **États-Unis**, par exemple, les 17 états contigus situés dans l'Ouest du pays sont généralement considérés comme arides à semi-arides, et subissent des déficits hydriques pendant la période végétative. En 2002, cette zone représentait 51 % des terres cultivables et 76 % des superficies irriguées aux États-Unis. Le reste du pays est habituellement caractérisé par un climat plus humide : l'agriculture irriguée y est souvent considérée comme un complément².

Globalement, la superficie irriguée a augmenté de 8 % dans la zone de l'OCDE, alors que l'espace agricole total a diminué de 3 % entre 1990-92 et 2002-04, bien que la superficie irrigable soit normalement supérieure à la superficie effectivement irriguée quelle que soit l'année considérée (graphique 2.1). Pour certains pays où l'agriculture repose largement sur l'irrigation et figure parmi les secteurs économiques qui utilisent le plus d'eau (**Grèce et Turquie**), la dernière décennie a été marquée par une croissance des volumes d'eau utilisés plus importante pour l'agriculture que pour d'autres utilisations (graphique 2.1).

Pour plusieurs autres pays où l'irrigation joue un grand rôle (**Australie, Corée, Espagne, Mexique et Portugal**), les volumes d'eau utilisés ont relativement moins augmenté dans le secteur agricole (graphique 2.1). La valeur de la production correspondant à l'agriculture irriguée occupe une large part, qui va en augmentant, dans la valeur totale de la production agricole (plus de 50 %) et de la valeur des exportations (plus de 60 %) dans un certain nombre de pays de l'OCDE, tels que l'**Espagne**, les **États-Unis** (productions végétales uniquement), l'**Italie** et le **Mexique**.

L'agriculture irriguée assure une part de plus en plus importante de la valeur de la production et des exportations agricoles de plusieurs pays de l'OCDE, et favorise l'emploi rural dans différentes régions. Au demeurant, elle arrive en tête de l'utilisation d'eau du secteur, et va continuer à jouer un grand rôle dans la croissance de la production agricole de certains pays.

L'amélioration de la productivité physique de l'eau dans le secteur agricole, moyennant une meilleure gestion et le recours à des technologies plus efficaces, comme le goutte-à-goutte et l'adoption d'autres pratiques agricoles économes en eau, a contribué à accroître la production agricole. Les apports moyens par hectare irrigué ont globalement diminué de 7 % dans la zone de l'OCDE entre 1990-92 et 2002-04, tandis que dans la plupart des cas le volume de la production agricole a progressé (graphique 2.2).

Aux **États-Unis**, par exemple, des gains d'efficacité ont été réalisés en termes d'utilisation de l'eau d'irrigation dans les années 1990, soit une baisse de 7 % des apports par hectare (graphique 2.2, Hutson *et al.*, 2004). Les taux ont également diminué là où l'agriculture irriguée occupe une place importante, notamment en **Australie**, et dans une moindre mesure en **Espagne**, en **France** et au **Mexique** (graphique 2.2), mais l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation s'est détériorée dans d'autres (en **Grèce** et en **Turquie**) (graphique 2.2).

L'adoption du goutte-à-goutte, de systèmes d'aspersion basse pression et d'autres techniques et pratiques permettant d'économiser l'eau se généralise (graphique 2.3). La mise en œuvre de technologies de gestion de l'eau plus efficaces (asperseurs basse pression et réseaux goutte-à-goutte), là où l'irrigation joue un rôle important, couvre plus de 25 % du total de la surface irriguée dans les pays suivants : **Australie, Espagne, États-Unis, France, Grèce, Italie et République tchèque** (graphique 2.3). Par ailleurs, l'efficacité d'utilisation de l'eau dans le secteur agricole progresse grâce au remplacement des canaux d'irrigation en terre cuite par des structures en béton, ce qui permet de réduire les déperditions et d'améliorer les systèmes d'irrigation par submersion (nivellement des parcelles, emploi de sondes à neutrons pour mesurer l'humidité du sol et programmation des apports d'eau en fonction des besoins des végétaux, entre autres exemples).

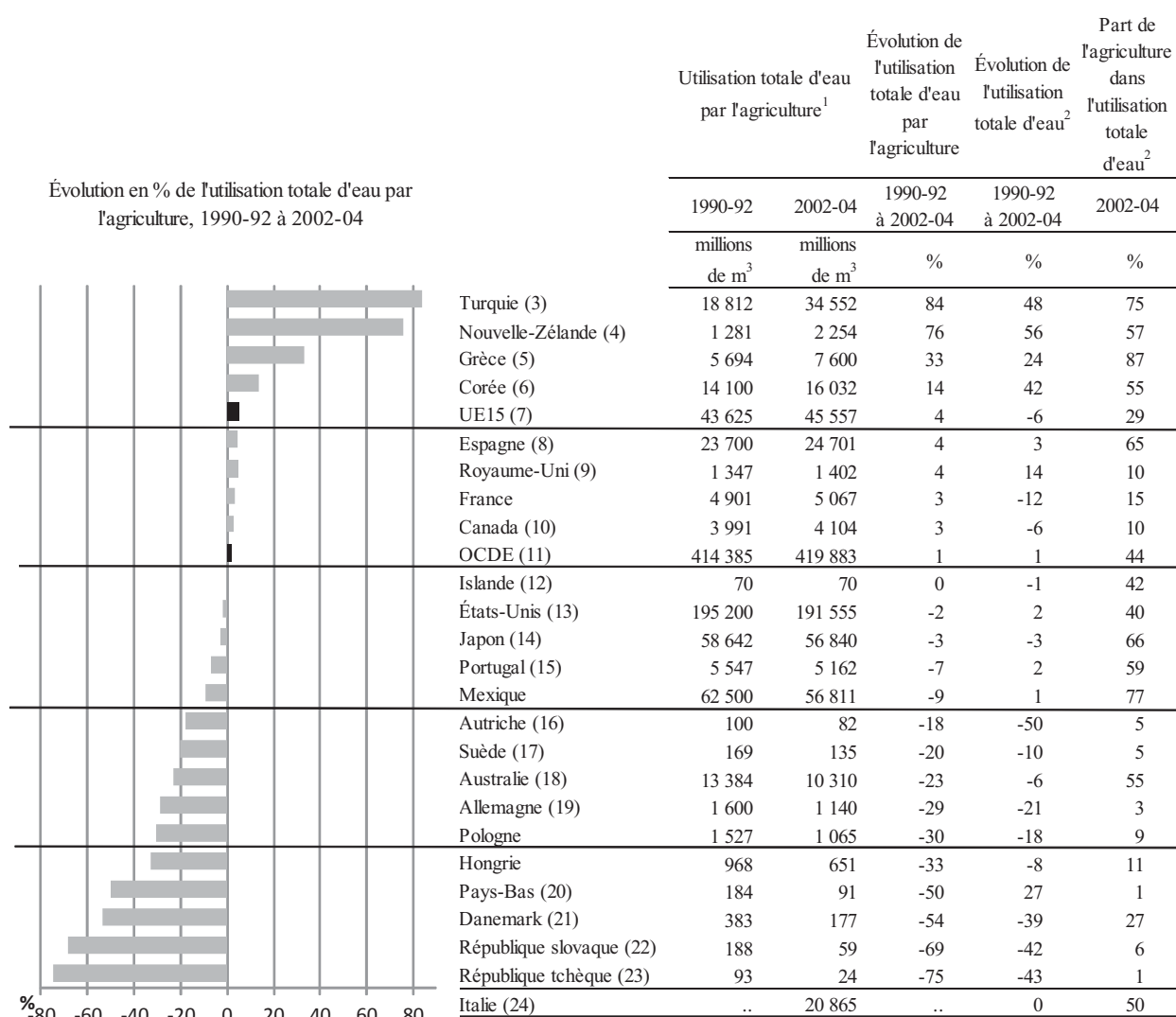
La faible percée des technologies d'irrigation permettant d'économiser l'eau, telles que les systèmes de goutte-à-goutte, et le mauvais entretien des infrastructures d'irrigation (canaux, par exemple) se sont cependant traduits dans certains pays par un manque d'efficacité et des déperditions liées à des fuites, d'où une augmentation des prélèvements et des apports par hectare irrigué. Les estimations concernant le **Mexique**, par exemple, montrent que 45 % seulement du volume prélevé parvient effectivement aux champs irrigués. Les apports moyens par hectare irrigué n'en ont pas moins globalement diminué de 12 % pour l'OCDE dans son ensemble entre 1990-92 et 2002-04 (graphique 2.2).

En **Turquie**, malgré l'adoption croissante de systèmes d'aspersion basse pression et d'irrigation goutte-à-goutte, l'irrigation par submersion reste la méthode de prédilection, employée sur plus de 90 % des terres irriguées (graphique 2.3). Par ailleurs, les apports d'eau par hectare irrigué ont enregistré une augmentation de 39 % en **Turquie** entre 1990-92 et 2002-04 (graphique 2.2), qu'expliquent en partie les déperditions imputables aux infrastructures d'irrigation et le manque d'efficacité de la gestion des systèmes d'irrigation, car les compétences font défaut dans ce domaine et les services de vulgarisation laissent à désirer (OCDE, 2008a). Toutefois, les réformes des politiques de l'eau, au **Mexique** comme en **Turquie**, commencent à remédier à ces carences dans la gestion des systèmes d'irrigation (encadré 3.8).

L'agriculture tire une part grandissante de son approvisionnement des nappes souterraines. La part de ce secteur dans l'utilisation totale d'eaux souterraines, d'après les données lacunaires disponibles, dépassait 30 % en 2002 dans 12 pays membres de l'OCDE, à commencer par la **Corée**, l'**Espagne**, les **États-Unis**, la **Grèce**, le **Japon**, le **Mexique**, le **Portugal** et la **Turquie** (graphique 2.4).

Il arrive que la surexploitation des ressources en eau par l'agriculture détériore les écosystèmes en ramenant les écoulements au-dessous du niveau d'étiage (stock) dans les cours d'eau, lacs et zones humides, ce qui compromet par ailleurs la valeur récréative, culturelle et halieutique de ces écosystèmes. Les prélèvements d'eaux souterraines à des fins d'irrigation qui dépassent les capacités de réalimentation des nappes dans certaines régions (**Australie**, **États-Unis**, **Grèce**, **Italie** et **Mexique**) portent également atteinte à la viabilité économique de l'agriculture. Dans bien des pays, l'agriculture est désormais, et de plus en plus, en cause dans la pollution des eaux souterraines. Cette situation est particulièrement préoccupante là où les eaux souterraines assurent une partie importante de l'alimentation en eau potable destinée à la consommation humaine et au secteur agricole (**États-Unis**, **Grèce**, **Mexique** et **Portugal**) (graphique 2.4).

Dans les régions où l'aggravation des pénuries d'eau suscite l'inquiétude, le recyclage des eaux usées et le dessalement de l'eau de mer et des aquifères salins tendent à se développer. Il s'agit encore de sources d'approvisionnement marginales dans la plupart des pays de l'OCDE, bien qu'elles soient fort utiles pour l'agriculture dans certaines localités, notamment à proximité de grandes agglomérations (eaux d'égout recyclées) et de zones côtières (dessalement), et montent en puissance dans plusieurs pays méditerranéens membres de l'OCDE, comme l'**Espagne**.

Graphique 2.1. Utilisation d'eau par l'agriculture¹

1. L'utilisation d'eau par l'agriculture est définie comme l'eau consacrée à l'irrigation et aux autres activités agricoles telles que l'élevage. Elle englobe les prélèvements d'eaux de surface et souterraines et l'eau restituée par l'irrigation, mais ne comprend pas les précipitations reçues directement par les terres agricoles.

2. L'utilisation totale d'eau correspond aux prélèvements totaux d'eau destinés à l'alimentation en eau potable + l'irrigation + l'industrie manufacturière sauf refroidissement + le refroidissement production électrique.

3. Les données sur l'utilisation de l'eau par l'agriculture n'étant pas disponibles, ce sont les données sur l'irrigation qui sont utilisées. Pour la Turquie, la variation de l'utilisation totale d'eau par l'agriculture est de +84 %.

4. Les données pour les périodes 1990-92 et 2002-04 correspondent aux années 1999 et 2006.

5. Les données pour les périodes 1990-92 et 2002-04 correspondent aux années 1990 et 1997. La part de l'agriculture dans l'utilisation totale d'eau correspond à 1997.

6. Les données pour la période 1990-92 et 2002-04 correspondent à l'année 1990 et à la moyenne 2002-03.

7. UE15 ne comprend pas la Belgique, la Finlande, l'Irlande, l'Italie et le Luxembourg.

8. Sources : OCDE et données nationales.

9. Angleterre et Pays de Galles uniquement.

10. Les données pour les périodes 1990-92 et 2002-04 correspondent aux années 1991 et 1996.

11. OCDE ne comprend pas : la Belgique, la Finlande, l'Irlande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège et la Suisse.

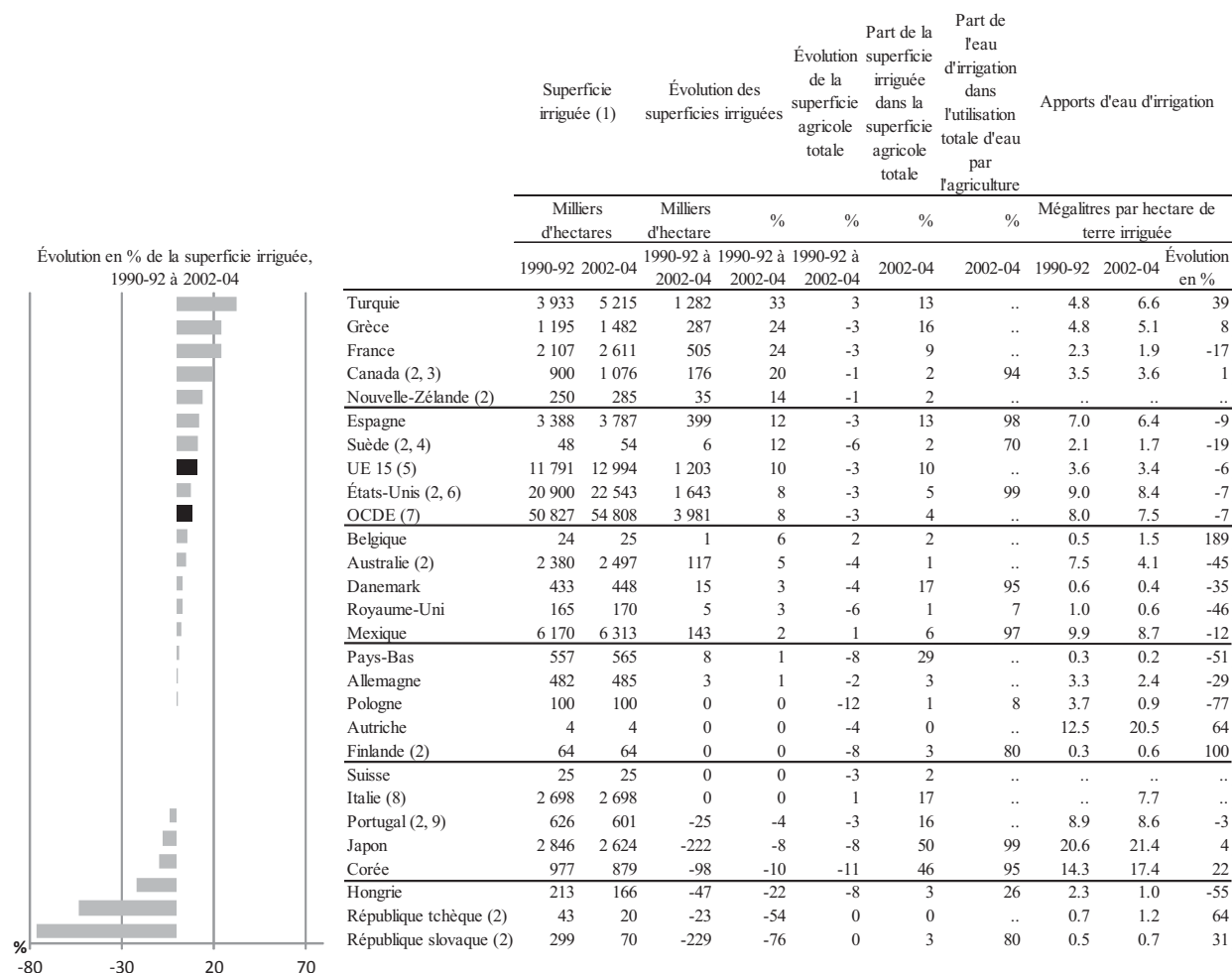
12. Les données pour la période 1990-92 correspondent à l'année 1992. Elles comprennent l'eau utilisée en pisciculture.

Les notes continuent sur la page suivante.

Notes graphique 2.1 (suite)

13. Les données pour les périodes 1990-92 et 2002-04 correspondent aux années 1990 et 2000.
 14. Les données pour les périodes 1990-92 et 2002-04 correspondent aux années 1990 et 2001.
 15. Les données pour les périodes 1990-92 et 2002-04 correspondent aux années 1989 et 1999.
 16. Les données pour la période 2002-04 correspondent à l'année 2003. *Sources : ministère fédéral autrichien de l'Agriculture, des Forêts, de l'Environnement et de la Gestion de l'eau, Facts and Figures 2006 et Austrian Water, Facts and Figures*
 17. Les données comprennent l'eau utilisée en pisciculture.
 18. Moyenne 1990-92 = moyenne 1993-95, Moyenne 2002-04 : les données sur l'utilisation de l'eau par l'agriculture n'étant pas disponibles, ce sont les données sur l'irrigation qui sont utilisées. *Sources : l'irrigation dans l'utilisation de l'eau sur les exploitations agricoles australiennes 2002-03, 2003-04, 2004-05.*
 19. Les données pour la période 2002-04 correspondent à l'année 2001. Les données sur l'utilisation de l'eau par l'agriculture n'étant pas disponibles, ce sont les données sur l'irrigation qui sont utilisées.
 20. Les données pour la période 1990-92 correspondent à l'année 1991.
 21. Jusqu'en 1999, les prélèvements pour l'irrigation comprenaient les prélèvements pour la pisciculture en eau douce, qui représentaient environ 40 millions de m³/an.
 22. Pour la République slovaque, la variation de l'utilisation totale d'eau par l'agriculture est de -69 %.
 23. Pour la République tchèque, la variation de l'utilisation totale d'eau par l'agriculture est de -75 %.
 24. Pour 1990-92, les données sur l'utilisation de l'eau par l'agriculture ne sont pas disponibles. Les données pour la période 2002-04 correspondent à l'année 1998.
- Source : d'après OCDE, 2008a, données mises à jour. Pour les notes, voir annexe 2.*

La modification des assolements est également à l'étude pour influencer sur le commerce de l'eau virtuelle. Les ***échanges d'eau virtuelle*** constituent, pour certains spécialistes, un moyen d'économiser la ressource dans les pays où celle-ci est convoitée par des utilisateurs concurrents. En bref, les pays manquant d'eau importent les produits végétaux les plus gourmands en eau auprès de pays où le coût d'opportunité de la ressource est inférieur et la productivité supérieure (Banque mondiale, 2006). Cependant, les recommandations adressées aux pouvoirs publics sur la base de l'analyse de tels échanges peuvent être erronées et trompeuses, comme l'indique l'encadré 2.2.

Graphique 2.2. Irrigation : superficies couvertes, parts dans l'utilisation d'eau et apports par hectare


.. : non disponible

1. Superficies irriguées et non superficies irrigables (c'est-à-dire superficies équipées d'ouvrages d'irrigation mais pas nécessairement irriguées). Dans un souci de cohérence, les années utilisées pour le calcul des moyennes sont les mêmes pour l'utilisation d'eau d'irrigation et l'utilisation totale d'eau par l'agriculture, les superficies irriguées et les superficies agricoles totales.

2. Faute de chiffres pour la bonne période, les données correspondant aux années indiquées entre parenthèses ci-dessous sont utilisées à la place des moyennes : Australie : 1990-92 (1997) ; Canada : 1990-92 (1988), 2002-04 (2003) ; États-Unis : 1990-92 (1990), 2002-04 (2000) ; Finlande : 2002-04 (2001) ; Nouvelle-Zélande : 1990-92 (1985), 2002-04 (2003) ; Portugal 1990-92 (1989), 2002-04 (1999) ; République slovaque : 1990-92 (1993) ; République tchèque : 1990-92 (1994), 2002-04 (2003) ; Suède : 1990-92 (1985), 2002-04 (2003).

3. Pour le Canada, la source est le questionnaire agroenvironnemental non publié de l'OCDE.

4. Pour la Suède, la source est le questionnaire agroenvironnemental non publié de l'OCDE.

5. UE15 ne comprend pas l'Irlande et le Luxembourg.

6. Pour les États-Unis, la source est le recensement agricole.

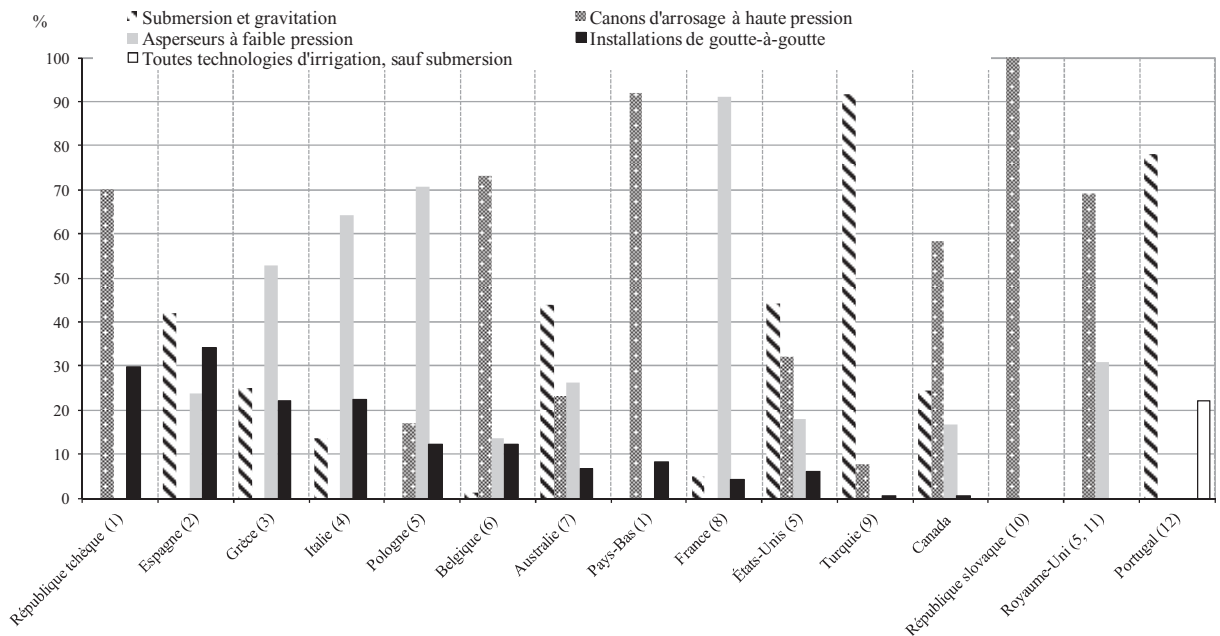
7. OCDE sauf l'Islande, l'Irlande, le Luxembourg, la Norvège et la Suisse.

8. Pour l'Italie, part de l'eau d'irrigation dans l'utilisation totale d'eau en agriculture en 1998.

9. Pour le Portugal, les superficies irriguées correspondent aux superficies équipées en ouvrages d'irrigation et non les superficies réellement irriguées, à savoir 453 540 hectares en 2002-04.

Source : d'après OCDE, 2008a, données mises à jour.

Graphique 2.3. Part de la superficie des terres irriguées ayant recours à différents systèmes d'irrigation : 2000-03



1. Données pour 2003.

2. Les données sont pour 2002-03 et correspondent aux superficies irrigables par submersion, par aspersion et au goutte-à-goutte, mais pas nécessairement irriguées.

3. Données pour 1999, qui présentent la part des différentes techniques d'irrigation dans l'utilisation totale d'eau pour l'irrigation.

4. Données pour 2000.

5. Données nationales.

6. Les données pour la Flandre correspondent à 2002. Les données sur la submersion portent sur la Wallonie et sur la Flandre mais, pour cette dernière, seule la culture sous serre de plantes d'ornement est prise en compte ; les données sur les canons d'arrosage haute pression correspondent uniquement à la Flandre ; les données sur les asperseurs basse pression et les installations de goutte-à-goutte sont la somme des données de la Flandre et de la Wallonie.

7. Données provenant de Australian Bureau of Statistics (2005), *Irrigation Methods 2002-03* ; les données sur la submersion renvoient à l'irrigation superficielle ; sur les asperseurs basse pression, à la micropulvérisation ; sur les installations de goutte-à-goutte, au goutte-à-goutte et à l'irrigation localisée ; et sur les canons d'arrosage haute pression, au matériel d'irrigation portatif, aux tuyaux, aux grands engins mobiles et aux systèmes de couverture intégrale.

8. Moyenne des données de 2000 et 2003.

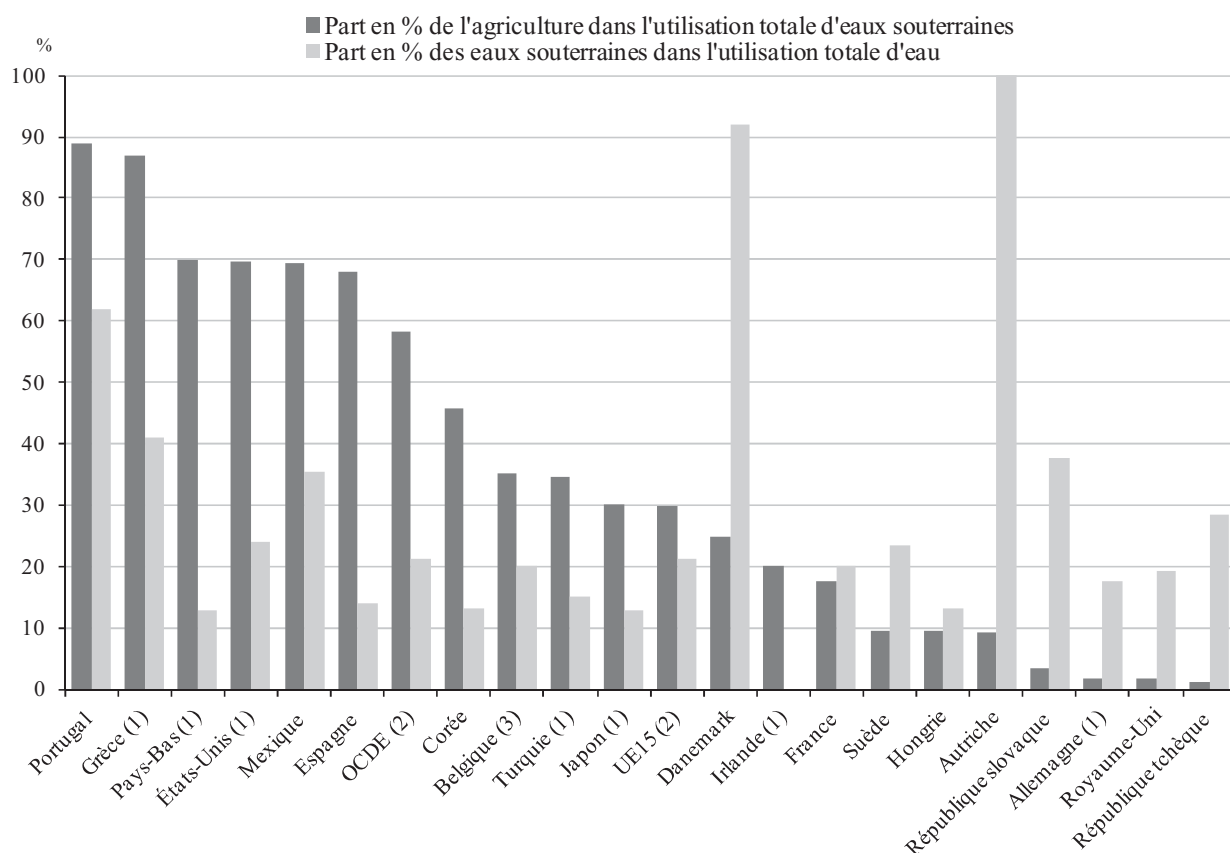
9. Données pour 2000, les données sur les canons d'arrosage haute pression comprennent la superficie irriguée par les asperseurs basse pression.

10. Données pour 2000-03.

11. Données pour l'Angleterre.

12. 78 % = submersion ; 22 % = toutes les autres techniques.

Source : d'après OCDE, 2008a, données mises à jour.

Graphique 2.4. Part de l'agriculture dans l'utilisation totale d'eaux souterraines et part des eaux souterraines dans l'utilisation totale d'eau : 2002

1. Les données de 1994 sont utilisées à la place des données manquantes de 2002 pour l'Irlande.
 Les données de 1995 sont utilisées à la place des données manquantes de 2002 pour les Pays-Bas.
 Les données de 1997 sont utilisées à la place des données manquantes de 2002 pour la Grèce et la Turquie.
 Les données de 1998 sont utilisées à la place des données manquantes de 2002 pour l'Allemagne.
 Les données de 2000 sont utilisées à la place des données manquantes de 2002 pour les États-Unis.
 Les données de 2001 sont utilisées à la place des données manquantes de 2002 pour le Japon.

2. Les données relatives à l'UE15 et à l'OCDE doivent être interprétées avec prudence, dans la mesure où il s'agit de totaux calculés à partir d'années différentes selon les pays, et où tous les pays membres ne sont pas pris en compte. L'UE15 ne comprend pas : la Finlande, l'Italie et le Luxembourg. L'OCDE ne comprend pas : l'Australie, le Canada, la Finlande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, la Pologne et la Suisse.

3. Les données sur la Belgique concernent uniquement la Flandre.

Source : d'après OCDE, 2008a, données mises à jour.

Encadré 2.2. Analyse économique des concepts d'eau virtuelle et d'empreinte sur l'eau appliqués à l'agriculture

Le terme « eau virtuelle » est apparu au milieu des années 1990 dans les études sur les ressources en eau. Tony Allan, enseignant à l'Université de Londres, a choisi de désigner ainsi l'eau utilisée dans la culture des produits végétaux échangés sur les marchés internationaux. Depuis une quinzaine d'années, c'est un concept (une métaphore ou un symbole) très efficace pour attirer l'attention des fonctionnaires et des décideurs soucieux d'encourager une utilisation judicieuse de ressources en eau limitées.

Plusieurs auteurs ont analysé de manière empirique les « flux d'eau virtuelle » entre pays, en comparant les besoins en eau des produits agricoles animaux et végétaux échangés sur les marchés internationaux, et conclu que certains pays étaient « importateurs nets d'eau virtuelle », tandis que d'autres étaient « exportateurs nets ». Ils estiment aussi, selon le concept d'eau virtuelle, que les pays qui manquent d'eau devraient importer les biens et les services dont la production demande beaucoup d'eau, et que ces derniers devraient être exportés par les pays où la ressource est abondante. Ce raisonnement, aussi facile à suivre soit-il, manque cependant de justification théorique. Par conséquent, les recommandations adressées aux pouvoirs publics en référence à cette forme d'analyse de l'eau virtuelle risquent d'être erronées et trompeuses.

Le concept d'eau virtuelle présente un inconvénient essentiel qui l'empêche de servir d'outil de prescription valable : aucun cadre théorique ne vient l'étayer. Certains chercheurs ont, à tort, établi une analogie ou une correspondance avec la théorie économique de l'avantage comparatif. Le plus souvent, on fait intervenir le concept d'eau virtuelle pour examiner ou comparer les pays où l'eau manque et ceux où elle est abondante. Or, en se limitant à la dotation en eau, l'eau virtuelle correspond à l'avantage absolu plutôt qu'à l'avantage comparatif. Par conséquent, les recommandations formulées sur cette base ne permettent pas de maximiser les avantages nets d'une commercialisation sur le marché international. Le concept économique le plus pertinent ici est l'avantage comparatif, alors que l'eau virtuelle renvoie uniquement à l'avantage absolu.

Certaines analyses économétriques récentes des données sur les échanges internationaux confirment que les prescriptions se référant à l'eau virtuelle cadrent mal avec les courants d'échanges effectifs. Un certain nombre d'auteurs ont commencé à faire valoir le rôle de facteurs autres que l'eau dans la définition de stratégies optimales de production et d'échanges : par exemple, il faut prendre en considération la densité de population, les tendances antérieures de la production, les objectifs nationaux de sécurité alimentaire et de lutte contre la pauvreté, ainsi que la disponibilité des autres intrants nécessaires, pour voir s'il y a lieu de transférer de l'eau d'une région à une autre, ou de parvenir aux résultats voulus par le transport ou l'échange des produits agricoles.

La notion d'empreinte sur l'eau fait référence au volume d'eau nécessaire à la production et à la consommation dans des régions ou pays donnés, et permet d'apprécier dans quelle mesure une région ou un pays consomme les ressources conformément au critère de viabilité globale. Or l'eau n'est qu'un intrant parmi d'autres dans les activités considérées. L'évaluation de l'empreinte sur l'eau est donc quelque peu réductrice, puisqu'elle porte sur l'utilisation d'une seule ressource. De plus, l'empreinte sur l'eau ne donne pas d'indication sur les conséquences de l'utilisation de cette ressource. Elle correspond seulement aux quantités d'eau intervenant dans les activités de production et de consommation. Par conséquent, l'analyse de l'empreinte écologique sur l'eau ne suffit pas pour déterminer des solutions de remplacement optimales, car elle ne tient pas compte des avantages nets allant de pair avec la consommation des ressources.

Les coûts et les avantages de l'utilisation de l'eau dépendent beaucoup des coûts d'opportunité (de rareté) des ressources et de la manière dont l'eau est associée à d'autres intrants dans la production et la consommation. Si l'empreinte sur l'eau permet de comparer des estimations de l'utilisation d'eau par personne ou par pays, elle ne convient pas pour évaluer les coûts, avantages ou impacts environnementaux supplémentaires qu'entraîne l'utilisation de l'eau. Les estimations empiriques de l'empreinte sur l'eau n'apportent donc pas assez d'informations pour permettre d'apprécier les conséquences en termes d'environnement ou de définir des objectifs et des stratégies relatifs aux ressources en eau.

Encadré 2.2 suite

À l'instar du concept d'eau virtuelle, l'empreinte sur l'eau attire utilement l'attention sur d'importants enjeux, mais elle ne peut se prévaloir du fondement et de la portée théoriques indispensables pour étayer une analyse de l'action publique.

Certains chercheurs ont affiné *les concepts d'eau virtuelle et d'empreinte sur l'eau en établissant une distinction entre « eau bleue » et « eau verte »*. On entend par « eau verte » les précipitations efficaces ou l'humidité du sol qu'utilisent directement les plantes, et par « eau bleue » l'eau des cours d'eau, lacs, aquifères ou réservoirs. Selon les définitions généralement retenues, l'« eau bleue » peut être déplacée pour les besoins de l'irrigation ou mise à disposition à d'autres fins, tandis que l'« eau verte » est tirée, sur place, du profil du sol.

Comme pour l'eau virtuelle, la distinction entre « eau bleue » et « eau verte » a contribué à sensibiliser le public à un aspect important de la gestion de la ressource. Les termes « eau verte » et « eau bleue » créent des images évocatrices de l'humidité du sol et des réserves d'eau de surface, qui sont sans doute utiles pour beaucoup de responsables et d'agents des organismes concernés. Toutefois, les notions correspondantes ne forment pas un cadre théorique suffisant pour orienter à lui seul les décisions des pouvoirs publics. D'après certains auteurs, le coût d'opportunité de l'« eau verte » est généralement moindre que celui de l'« eau bleue ». Ils proposent d'échanger de l'« eau verte » contre de l'« eau bleue », lorsque cela est possible, pour faire des économies d'eau significatives. Cette façon d'envisager les coûts d'opportunité manque de rigueur, et une telle recommandation n'a pas de justification théorique.

Pour résumer, les concepts d'eau virtuelle, d'empreinte sur l'eau et d'« eau bleue » et verte ont apporté un éclairage éminemment souhaitable sur d'importants enjeux des ressources en eau, à l'intérieur des pays comme à l'échelle mondiale. Ils attirent utilement l'attention des fonctionnaires et des décideurs. Les formes actuelles d'allocation et d'utilisation des ressources en eau correspondent souvent à des défaillances profondes du marché auxquelles des interventions publiques adaptées peuvent remédier. En l'occurrence, les concepts évoqués aident à faire prendre conscience de ces défaillances, notamment parmi les acteurs des médias, les responsables des administrations et le grand public.

Cependant, aucun de ces concepts ne s'appuie sur un cadre théorique solide, ni ne permet à lui seul de déterminer des mesures optimales. Les agriculteurs, négociants et agents publics doivent prendre en compte de nombreux aspects économiques et sociaux pour définir les meilleures stratégies. Certes, les concepts d'eau virtuelle, d'empreinte sur l'eau et d'eau bleue et verte peuvent contribuer dans bien des cas à susciter une réflexion sur l'action à mener. Mais ils ne sauraient suffire pour dégager les conclusions les plus souhaitables et pour faire accepter des solutions de remplacement économiquement efficaces et écologiquement efficaces.

Source : d'après Wichelns, 2010a.

2.2. Perspectives d'évolution des ressources en eau dans le secteur agricole

2.2.1. Projections du scénario de référence pour les Perspectives de l'environnement de l'OCDE

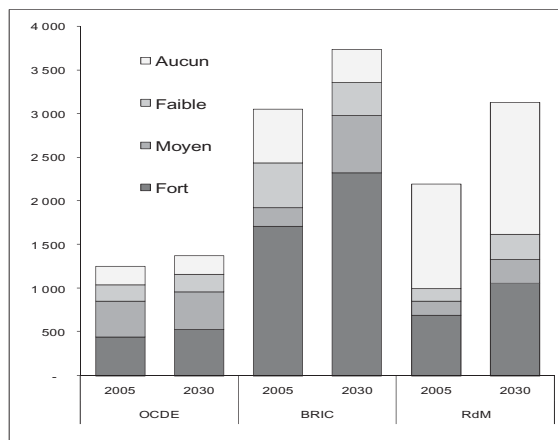
Les projections relatives à l'utilisation des ressources en eau dans le secteur agricole à l'horizon 2050, tirées des *Perspectives de l'environnement* de l'OCDE (2008b), mettent en évidence un certain nombre de faits nouveaux qui intéressent aussi bien les utilisateurs et consommateurs d'eau que les décideurs³. Les résultats proposés dans les *Perspectives de l'environnement*, et repris dans les graphiques 2.6 au 2.9 du présent chapitre, sont neutres du point de vue des politiques car le scénario de référence de l'OCDE prolonge la situation actuelle en montrant à quoi le monde pourrait ressembler en 2050 si les politiques en vigueur sont maintenues. Par ailleurs, le scénario de référence ne fait pas

entrer en ligne de compte les effets du changement climatique. Les principales projections de référence se rapportant aux liens entre l'eau et l'agriculture qui figurent dans les *Perspectives de l'environnement* sont résumées ci-dessous.

- De façon générale, les pénuries d'eau constituent une menace grandissante dans beaucoup de régions à l'intérieur des pays, car la pollution et la surexploitation portent atteinte aux sources d'eau, parallèlement à l'accroissement démographique et à la concurrence toujours plus vive entre différentes utilisations de la ressource (encadré 2.3). Actuellement, 1.4 milliard de personnes vivent dans des bassins hydrographiques où les taux d'utilisation de l'eau dépassent les taux de recharge. En 2005, 35 % des habitants de la zone de l'OCDE vivaient dans des régions touchées par un fort stress hydrique, contre 44 % à l'échelle mondiale. D'ici à 2030, on estime que 3.9 milliards de personnes (47 % de la population mondiale) seront soumises à un fort stress hydrique, principalement dans les pays non membres de l'OCDE, soit un milliard de plus que le chiffre de référence de 2005.
- Les prélèvements d'eau devraient augmenter bien plus rapidement dans les pays en développement que dans les pays de l'OCDE, et plutôt du fait des utilisations non agricoles (graphiques 2.6 et 2.7). D'où une diminution des quantités, à l'échelle mondiale et régionale, et des parts correspondant à l'agriculture dans les prélèvements (graphiques 2.8 et 2.9). Pour une moitié environ, l'augmentation prévue du total des prélèvements d'eau sera imputable à la production d'électricité, bien qu'une large part du volume utilisé à cet effet retourne dans le système hydrologique (OCDE, 2008b). Toutefois, le scénario de référence indique que les pays en développement devront accroître leur approvisionnement en eau pour répondre à la progression attendue de la demande des consommateurs, de même qu'aux besoins environnementaux.
- Parallèlement au recul de l'utilisation de l'eau à des fins agricoles, la demande mondiale de produits, alimentaires et non alimentaires, continuera d'augmenter, principalement sous l'effet de la croissance des revenus, de la population, de l'urbanisation et de l'industrialisation. Cette évolution sera surtout le fait des pays en développement, mais la production agricole de beaucoup d'entre eux sera bien plus sérieusement limitée par les pressions exercées sur la base de ressources naturelles, telles que les terres et l'eau, notamment en Chine et en Inde.
- La diminution globale des prélèvements d'eau aux fins de l'agriculture est principalement liée aux progrès de l'irrigation, étant entendu que celle-ci représente 99 % des prélèvements effectués par le secteur (le reste correspond à l'élevage), surtout en Chine et en Inde, où les volumes en jeu sont considérables. D'après les projections du scénario de référence des *Perspectives de l'environnement* de l'OCDE, ces deux pays enregistrent une baisse régulière du volume effectif (et de la part) des prélèvements imputables à l'agriculture d'ici à 2050 (graphiques 2.6 et 2.9).

Encadré 2.3. Stress hydrique

Graphique 2.5. Nombre de personnes vivant dans des zones de stress hydrique : projections, par degré de stress (en millions)

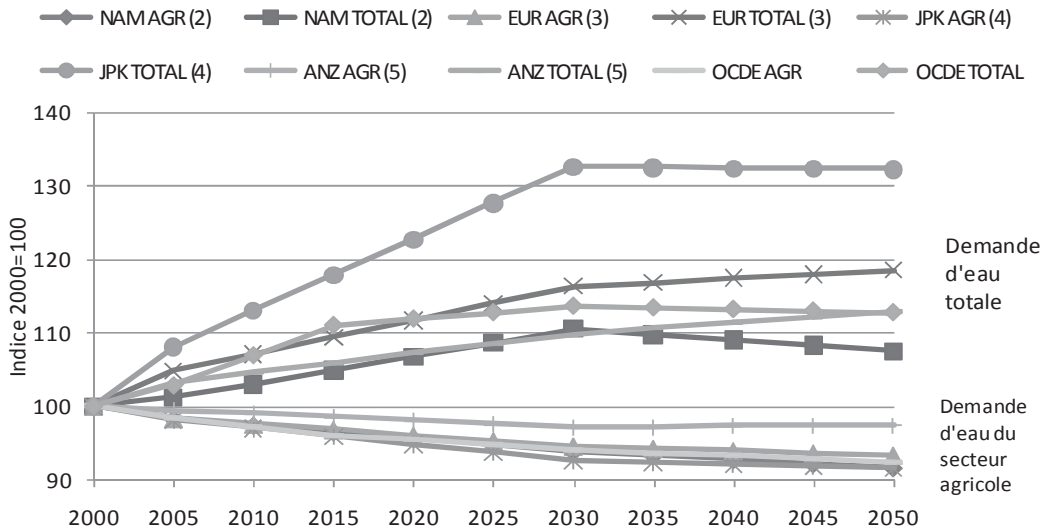


Note : BRIC : Brésil, Russie, Inde, Chine. RdM : reste du monde. Les projections correspondent au scénario de référence des *Perspectives de l'environnement* de l'OCDE, qui ne prévoit aucune nouvelle politique et fait abstraction des effets du changement climatique.

L'indicateur de stress hydrique de l'OCDE est fondé sur le rapport entre les prélèvements effectués et les disponibilités annuelles, selon des seuils fixés comme suit : moins de 10 %, stress faible ; de 10 à 20 %, stress modéré, autrement dit la disponibilité de l'eau devient une contrainte qui pèse sur le développement et d'importants investissements s'imposent pour assurer l'approvisionnement voulu ; plus de 20 %, stress moyen, correspondant à la nécessité de gérer à la fois l'offre et la demande et de résoudre des conflits entre utilisations concurrentes ; plus de 40 %, stress fort.

Source : OCDE (2008b), scénario de référence des *Perspectives de l'environnement*.

Graphique 2.6. Prélèvements d'eau prévus, au total et au titre du secteur agricole, dans les pays de l'OCDE : 2000 à 2050

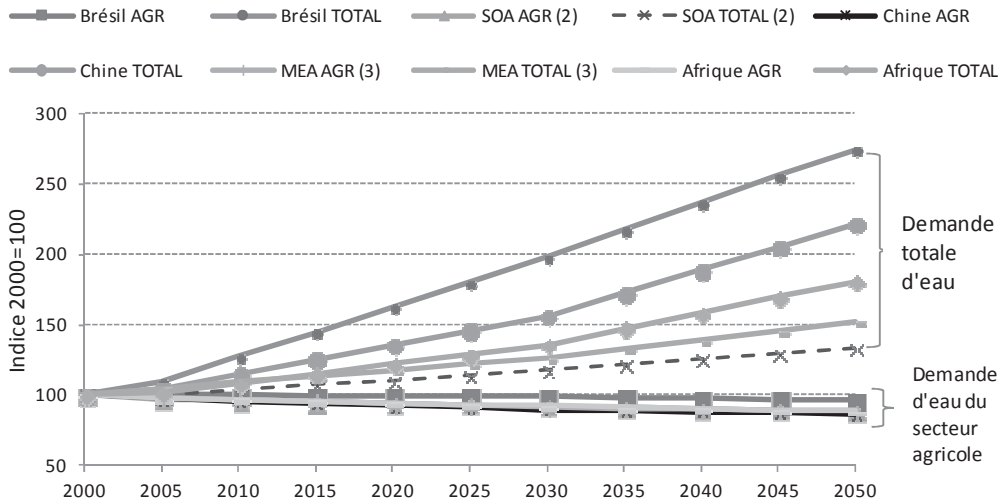


Les projections correspondent au scénario de référence des *Perspectives de l'environnement* de l'OCDE, qui ne prévoit aucune nouvelle politique et fait abstraction des effets du changement climatique.

1. La demande d'eau du secteur agricole englobe les quantités destinées à l'irrigation et à l'élevage.
2. NAM : Canada, États-Unis et Mexique.
3. EUR : tous les pays européens membres de l'OCDE, Islande et Turquie comprises.
4. JPK : Japon, Corée et Corée du Nord.
5. ANZ : Australie et Nouvelle-Zélande.

Source : OCDE (2008b), scénario de référence des *Perspectives de l'environnement*.

Graphique 2.7. Prélèvements d'eau prévus, au total et au titre du secteur agricole, dans quelques pays/régions en dehors de l'OCDE : 2000 à 2050

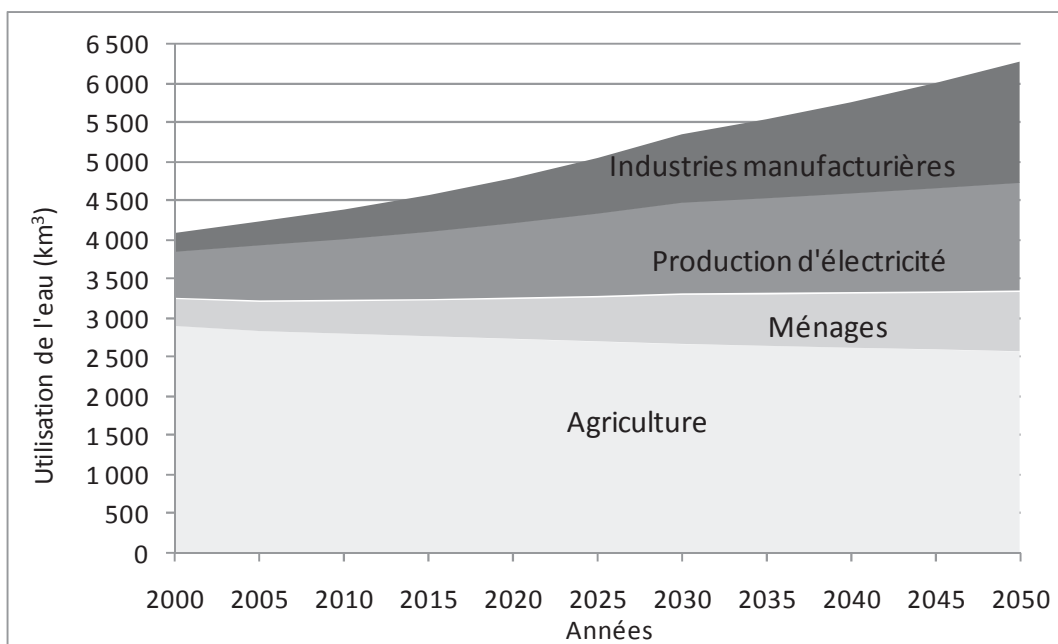


Les projections correspondent au scénario de référence des *Perspectives de l'environnement* de l'OCDE, qui ne prévoit aucune nouvelle politique et fait abstraction des effets du changement climatique.

1. La demande d'eau du secteur agricole englobe les quantités destinées à l'irrigation et à l'élevage.
2. SOA : Inde et Asie du Sud.
3. MEA : Moyen-Orient.

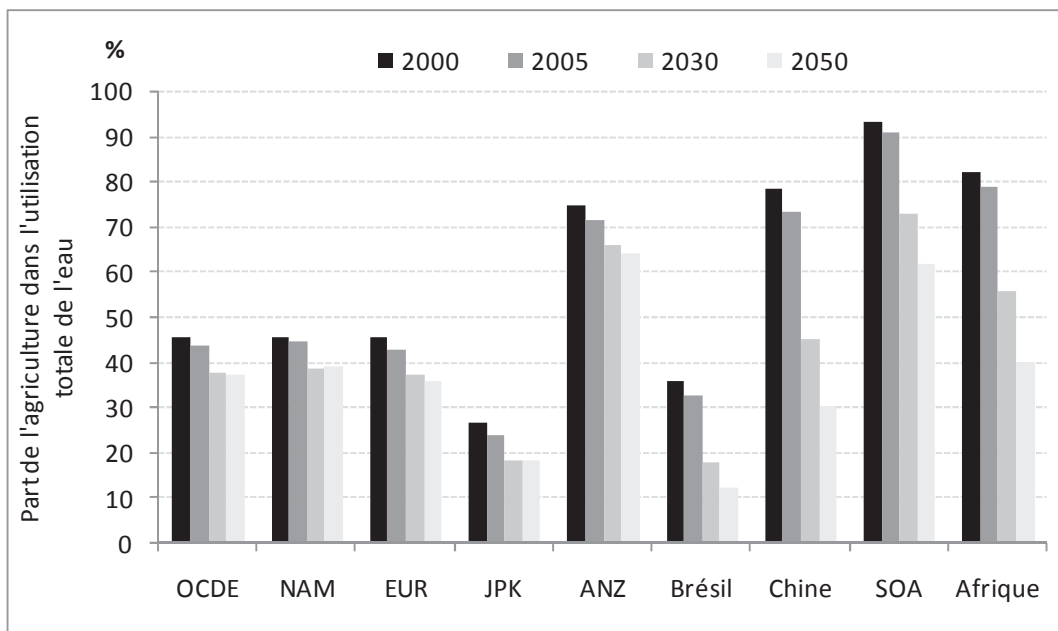
Source : OCDE (2008b), scénario de référence des *Perspectives de l'environnement*.

Graphique 2.8. Prélèvements d'eau prévus, par secteur : 2000 à 2050



Source : OCDE (2008b), scénario de référence des Perspectives de l'environnement.

Graphique 2.9. Part prévue de l'agriculture dans le total des prélèvements d'eau : 2000 à 2050



Les projections correspondent au scénario de référence des *Perspectives de l'environnement* de l'OCDE, qui ne prévoit aucune nouvelle politique et fait abstraction des effets du changement climatique. Pour les définitions des ensembles de pays, voir graphiques 10 et 11.

Source : OCDE (2008b), scénario de référence des Perspectives de l'environnement.

- En accord avec les prévisions du rapport de l'Institut international de la gestion de l'eau (IWMI, 2007), l'hypothèse retenue veut que la superficie irriguée totale ne change guère dans le scénario de référence. Par conséquent, il y aura tout lieu d'améliorer l'efficacité réelle de l'utilisation de l'eau en agriculture, dans toutes les régions irriguées du monde, à la fois pour accompagner l'augmentation globale prévue de la production de biens agricoles et pour dégager des volumes d'eau à d'autres fins. Les projections du scénario de référence des *Perspectives de l'environnement* tiennent compte en partie d'une amélioration dans ce domaine.
- Les pays agricoles exportateurs de l'OCDE devraient conserver, et accroître, leur rôle dans les exportations de produits agricoles, alimentaires et non alimentaires, à destination principalement des pays d'Asie, d'Afrique et du Moyen-Orient (certains pays en développement demeureront également d'importants exportateurs de produits agricoles, notamment en Amérique latine). Cet essor de la production et des exportations agricoles de l'OCDE appellera une amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau en agriculture, que les systèmes de production reposent plutôt sur l'aridoculture ou sur l'irrigation, si l'on entend diminuer globalement les volumes utilisés et les pressions exercées sur la ressource par le secteur.
- Il importe de souligner que ces projections très agrégées de la demande d'eau, liée aussi bien à l'agriculture qu'à d'autres utilisations, occultent de grandes disparités à l'intérieur des pays dans l'évolution générale, et les facteurs de changement, de la situation des ressources en eau dans les décennies à venir.

Les projections des *Perspectives de l'environnement* de l'OCDE sont à mettre en regard des études consacrées par ailleurs au total des futurs prélèvements d'eau d'irrigation (tableau 2.1). Elles indiquent une réduction globale, alors que la plupart des autres études prévoient une augmentation. Les résultats de l'OCDE concordent toutefois avec les projections plus récentes d'Alcamo *et al.* (2007), ainsi qu'avec les conclusions descriptives du GIEC (Bates *et al.*, 2008 ; et tableaux 2.2 à 2.4).

Tableau 2.1. Exemples de projections globales relatives aux prélèvements d'eau d'irrigation

| Source | 2000 en km ³ | 2025 en km ³ | Variation 2000 - 2025 en % |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| OCDE (2008b) | 2874 | 2631 ¹ | -8 |
| Shen <i>et al.</i> (2008) | 2658 | 3388 – 3665 ² | +27 to +38 |
| IWMI (2007) | 2630 | 2800 – 3400 ² | +6 to +29 |
| Alcamo <i>et al.</i> (2007) | 2498 | 2341 – 2366 ⁴ | -5 to -6 |
| Shiklomanov (2000) | 2488 ³ | 3097 | +24 |
| Seckler <i>et al.</i> (2000) | 2469 ³ | 2915 | +18 |
| Alcamo <i>et al.</i> (2000) | 2465 ^{3,4} | 2292 – 2559 ² | -7 to +4 |

1. Année de projection : 2030, et non pas 2025. Les projections correspondent au scénario de référence des *Perspectives de l'environnement* de l'OCDE, qui ne prévoit aucune nouvelle politique et fait abstraction des effets du changement climatique.

2. Les projections indiquent les chiffres de divers scénarios.

3. Année de projection : 1995, et non pas 2000.

4. Les projections englobent tous les prélèvements d'eau à usage agricole (élevage compris).

Source: OCDE, d'après IWMI (2007), et autres sources.

Les projections relatives aux prélèvements globaux d'eau d'irrigation divergent pour plusieurs raisons, tenant notamment à l'exploitation des données (on notera les différences dans les estimations correspondant à l'année de référence – 2000 – pour les prélèvements globaux destinés à l'irrigation dans le tableau 2.1) et à la disparité des structures retenues pour les modèles et des hypothèses d'experts qui sous-tendent les projections. Par exemple, les auteurs n'ont pas défini l'utilisation d'eau d'irrigation de la même manière (total des prélèvements ou déficit hydrique des cultures, selon les cas) ; s'ajoutent la diversité des hypothèses et la marge d'interprétation concernant l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation, ainsi que la distinction entre superficie irriguée et superficie irrigable (IWMI, 2007). D'où la nécessité d'améliorer les données sur les ressources en eau entrant dans les modèles utilisés pour réaliser les projections et d'affiner les caractéristiques de ces modèles (chapitre 3.6).

2.2.2. Changement climatique, variabilité du climat, agriculture et ressources en eau

*Le document technique du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) intitulé Le changement climatique et l'eau (Bates *et al.*, 2008) aboutit à la conclusion suivante : « Il est largement prouvé par des relevés d'observations et des projections climatiques que les sources d'eau douce sont vulnérables et auront à souffrir gravement du changement climatique, avec de grandes répercussions sur les sociétés humaines ». S'agissant de l'agriculture, le GIEC prévoit que les effets du changement climatique liés à l'eau se manifesteront surtout par une modification et une plus grande variabilité des régimes hydrologiques ; l'encadré 2.4 en donne un résumé.*

Le GIEC prévoit en outre une diminution des eaux de fonte provenant des principaux massifs montagneux d'Asie, où vit actuellement plus d'un sixième de la population mondiale (tableau 2.2). Le changement climatique devrait influencer sur le fonctionnement et l'exploitation des infrastructures hydrauliques existantes (notamment des systèmes d'irrigation), de même que sur la gestion de l'eau. Par ailleurs, les pratiques actuelles de gestion de l'eau ne seront peut-être pas suffisantes pour faire face aux incidences du changement climatique sur la fiabilité de l'approvisionnement en eau, les risques d'inondation, l'agriculture et les écosystèmes, entre autres exemples. En ce qui concerne plus précisément l'agriculture, d'après le GIEC, les changements affectant la quantité et la qualité de l'eau imputables au changement climatique sont appelés à peser sur les denrées alimentaires, en termes de disponibilité, de stabilité des approvisionnements, d'accès et d'utilisation (tableau 2.3).

**Encadré 2.4. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat :
Le changement climatique et l'eau**

Cet encadré reprend les éléments qui se dégagent d'un rapport récent du GIEC sur le changement climatique et l'eau (2008). Les principales conclusions, particulièrement pertinentes pour les ressources en eau et l'agriculture, sont récapitulées ci-dessous.

- Le réchauffement observé pendant plusieurs décennies a été relié aux changements survenus dans le cycle hydrologique à grande échelle.
- Les simulations des modèles climatiques pour le XXI^e siècle s'accordent à prévoir une augmentation des précipitations dans les latitudes élevées (*très probable*) et une partie des tropiques, et une diminution dans certaines régions subtropicales et aux latitudes moyennes inférieures (*probable*).
- Vers le milieu du XXI^e siècle, le débit moyen annuel des cours d'eau et la disponibilité en eau devraient augmenter en raison du changement climatique aux latitudes élevées et dans certaines zones tropicales humides, et diminuer dans des régions sèches aux latitudes moyennes et dans les régions tropicales sèches (*degré de confiance élevé*).
- L'augmentation de l'intensité et de la variabilité des précipitations devrait augmenter les risques de crue et de sécheresse dans plusieurs régions (*probable/très probable*).
- L'eau stockée dans les glaciers et la couverture neigeuse devrait diminuer au cours du siècle (*degré de confiance élevé*).
- L'augmentation de la température des eaux et les variations des phénomènes extrêmes, notamment les crues et les sécheresses, devraient influencer la qualité de l'eau et aggraver de nombreuses formes de pollution aquatique (*degré de confiance élevé*).
- Au niveau mondial, les impacts négatifs du changement climatique sur les systèmes d'eau douce à venir devraient l'emporter sur les avantages (*degré de confiance élevé*).
- Des changements dans la quantité et la qualité de l'eau attribuables au changement climatique devraient influencer la disponibilité, la stabilité et l'utilisation des aliments ainsi que l'accès à ces derniers.
- Le changement climatique influence le fonctionnement et l'exploitation des infrastructures hydrauliques existantes, notamment pour la production d'énergie hydroélectrique, les ouvrages de protection contre les inondations, les systèmes de drainage et d'irrigation, ainsi que les pratiques de gestion de l'eau (*degré de confiance élevé/très élevé*).
- Les pratiques actuelles en matière de gestion des ressources en eau ne sont probablement pas assez robustes pour pallier les incidences négatives du changement climatique sur la fiabilité de l'approvisionnement en eau, les risques de crue, la santé, l'agriculture, l'énergie et les écosystèmes aquatiques (*degré de confiance très élevé*).
- Le changement climatique remet en cause le postulat traditionnel selon lequel l'expérience acquise dans le passé en matière d'hydrologie est un appui utile pour faire face aux conditions futures (*très probable*).
- Les options d'adaptation conçues pour garantir un approvisionnement en eau dans des conditions moyennes et de sécheresse exigent l'intégration de stratégies aussi bien côté demande que côté offre.
- Les mesures d'atténuation peuvent réduire l'ampleur des incidences du réchauffement mondial sur les ressources en eau et, ainsi, réduire les besoins d'adaptation.
- La gestion des ressources en eau influence manifestement de nombreux autres domaines de politique (par exemple l'énergie, la santé, la sécurité alimentaire et la conservation de la nature).
- Il existe des lacunes en termes d'observation et de besoins de recherche liés au changement climatique et à l'eau.

Source : GIEC, 2008.

Le *changement climatique* peut également avoir des effets de deux ordres sur l'agriculture irriguée. Il risque d'entraîner à la fois une demande d'eau accrue du secteur et une expansion de la superficie irriguée. L'explication tient à l'évolution générale du climat (élévation des températures et baisse des précipitations) et à sa variabilité, responsable d'une augmentation des phénomènes extrêmes, à commencer par la fréquence des épisodes de sécheresse.

La *variabilité du climat* est également préoccupante, compte tenu de la modification des caractéristiques saisonnières des précipitations, et revêt une importance particulière pour l'agriculture car elle influe sur le régime des précipitations annuelles ou sur les périodes de fonte de la couverture neigeuse, en nécessitant une réorganisation des systèmes de stockage de l'eau d'irrigation. L'amélioration des connaissances sur la variabilité du climat, ainsi que la prise en compte de la variabilité d'ores et déjà observée dans les méthodes de gestion des risques en agriculture, peuvent contribuer à étayer plus solidement la lutte à venir contre le changement climatique.

Beaucoup d'autres rapports émanant d'organismes officiels de pays de l'OCDE ont confirmé le point de vue du GIEC sur le changement climatique (exemples : **Australie**, CSIRO, 2008 ; Canada, Lemmen *et al.*, 2007 ; **UE**, Parlement européen, 2008, et ministère de l'Environnement du Portugal, 2007 ; **États-Unis**, USEPA, 2008). Dans l'ensemble, il ressort que compte tenu des liens entre le changement climatique, les ressources en eau et l'agriculture, les systèmes agricoles sont de plus en plus fragilisés par l'évolution des disponibilités en eau et des températures, d'où la nécessité de prendre des mesures ambitieuses en termes d'adaptation. Les projections laissent aussi présager d'importants écarts régionaux, d'un pays à l'autre et à l'intérieur d'un même pays, par suite du changement climatique (tableau 2.4).

Dans certains cas, le changement climatique va également créer des débouchés intéressants pour l'agriculture, comme le laissent déjà entrevoir les travaux menés dans quelques pays (dont la **Finlande**, veuillez consulter le questionnaire à l'adresse www.oecd.org/water), de même que les projections en termes d'augmentation du potentiel de rendement du blé en Europe du Nord et d'accroissement des rendements globaux en Amérique du Nord (tableau 2.4).

Le présent rapport montre bien que les inondations et sécheresses se font plus nombreuses et plus sévères dans la majorité des pays de l'OCDE, non sans accroître les pressions exercées sur l'agriculture irriguée dans les zones arides à semi-arides. Cette tendance va souvent de pair avec des risques plus importants liés au changement climatique (graphique 1.2, chapitre 3.5 et www.oecd.org/water). Beaucoup de ces pays voient dans le changement climatique la possibilité que l'incidence et la gravité des phénomènes continuent d'augmenter, tandis que certains auteurs sont d'avis que l'intensification du cycle hydrologique va se poursuivre (Huntington, 2006 ; Bates *et al.*, 2008).

Tableau 2. 2.Principales conclusions du GIEC (2007) sur le changement climatique et l'eau

| | Évaluation quantitative | | Avis autorisé | |
|-------------------|---|---|---|--|
| | <i>Probabilité que la conclusion soit correcte</i> | | <i>Probabilité d'occurrence</i> | |
| | Degré de confiance très élevé : 9 chances au moins sur 10 | Degré de confiance élevé : environ 8 chances sur 10 | Très probable >90% | Probable >66% |
| Échelle mondiale | Les effets pervers du changement climatique sur les systèmes d'eau douce amplifient les conséquences d'autres contraintes comme l'accroissement de la population, les modifications de l'activité économique, le changement d'affectation des terres et l'urbanisation. | On a observé des décalages dans les variations saisonnières du débit des rivières alimentées par la fonte des glaciers et de la neige et dans les phénomènes liés à la glace dans les rivières et les lacs. Au niveau mondial, les impacts négatifs du changement climatique sur les systèmes d'eau douce à venir devraient l'emporter sur les avantages. À l'horizon 2050, la superficie des terres sujettes à un stress hydrique croissant en raison du changement climatique devrait être plus du double de celle des terres soumises à un stress hydrique décroissant. | Le changement climatique remet en cause le postulat traditionnel selon lequel l'expérience acquise dans le passé en matière d'hydrologie est un appui utile pour faire face aux conditions futures. | La fréquence des épisodes de fortes précipitations (ou la partie des précipitations totales imputable à de fortes pluies) a augmenté dans la plupart des régions. Au niveau mondial, la superficie des terres considérées comme très sèches a plus que doublé depuis les années 1970. |
| Échelle régionale | | De nombreuses régions semi-arides et arides (par exemple, le bassin méditerranéen, l'ouest des États-Unis, le sud de l'Afrique et le nord-est du Brésil) sont particulièrement exposées aux incidences du changement climatique et devraient voir leurs ressources en eau diminuer en conséquence. L'eau stockée dans les glaciers et la couverture neigeuse devrait diminuer au cours du siècle dans les régions alimentées en eau de fonte des principales chaînes montagneuses, où vit actuellement plus du sixième de la population mondiale. | Les simulations des modèles climatiques pour le XXI ^e siècle s'accordent à prévoir une augmentation des précipitations dans les latitudes élevées. | Les simulations des modèles climatiques pour le XXI ^e siècle s'accordent à prévoir une augmentation des précipitations dans une partie des tropiques, et une diminution dans certaines régions subtropicales et aux latitudes moyennes inférieures. |

| Tableau 2.2 (suite) | Évaluation quantitative | | Avis autorisé | |
|----------------------------|---|--|---|---|
| Sécheresses et inondations | | | La fréquence des épisodes de fortes précipitations (ou la partie des précipitations totales imputables à de fortes pluies) augmentera dans la plupart des régions au cours du XXI ^e siècle, ce qui augmentera le risque de crues d'origine pluviale. | Le pourcentage de la superficie terrestre soumise à une sécheresse extrême à un moment donné devrait augmenter. |
| Qualité de l'eau | | L'augmentation de la température des eaux et les variations des phénomènes extrêmes, notamment les crues et les sécheresses, devraient influencer la qualité de l'eau et aggraver de nombreuses formes de pollution aquatique. | | |
| | <i>Probabilité que la conclusion soit correcte</i> | | <i>Probabilité d'occurrence</i> | |
| | Degré de confiance très élevé : 9 chances au moins sur 10 | Degré de confiance élevé : environ 8 chances sur 10 | Degré de confiance très élevé : 9 chances au moins sur 10 | Degré de confiance élevé : environ 8 chances sur 10 |
| Agriculture | | <p>Au niveau mondial, la demande en eau va augmenter au cours des décennies à venir, essentiellement en raison de la croissance de la population et de l'augmentation de l'afflux. Au niveau régional, le changement climatique devrait entraîner de grandes modifications dans la demande en eau d'irrigation.</p> <p>Les pratiques actuelles en matière de gestion des ressources en eau ne sont probablement pas assez robustes pour pallier les incidences négatives du changement climatique sur la fiabilité de l'approvisionnement en eau, les risques de crue, la santé, l'agriculture, l'énergie et les écosystèmes aquatiques.</p> | | |

Ces conclusions s'appuient sur les projections quantitatives correspondant à divers scénarios d'émissions utilisés par le GIEC ; l'adaptation au changement climatique n'est pas prise en compte dans ces estimations. Pour des informations complètes sur les méthodes et scénarios employés par le GIEC, voir la source ci-dessous.

Source : d'après Bates *et al.*, 2008.

Tableau 2.3. Résumé des principales conclusions du 4^{ème} rapport d'évaluation du GIEC (2007) pour l'agriculture, par tranche de réchauffement

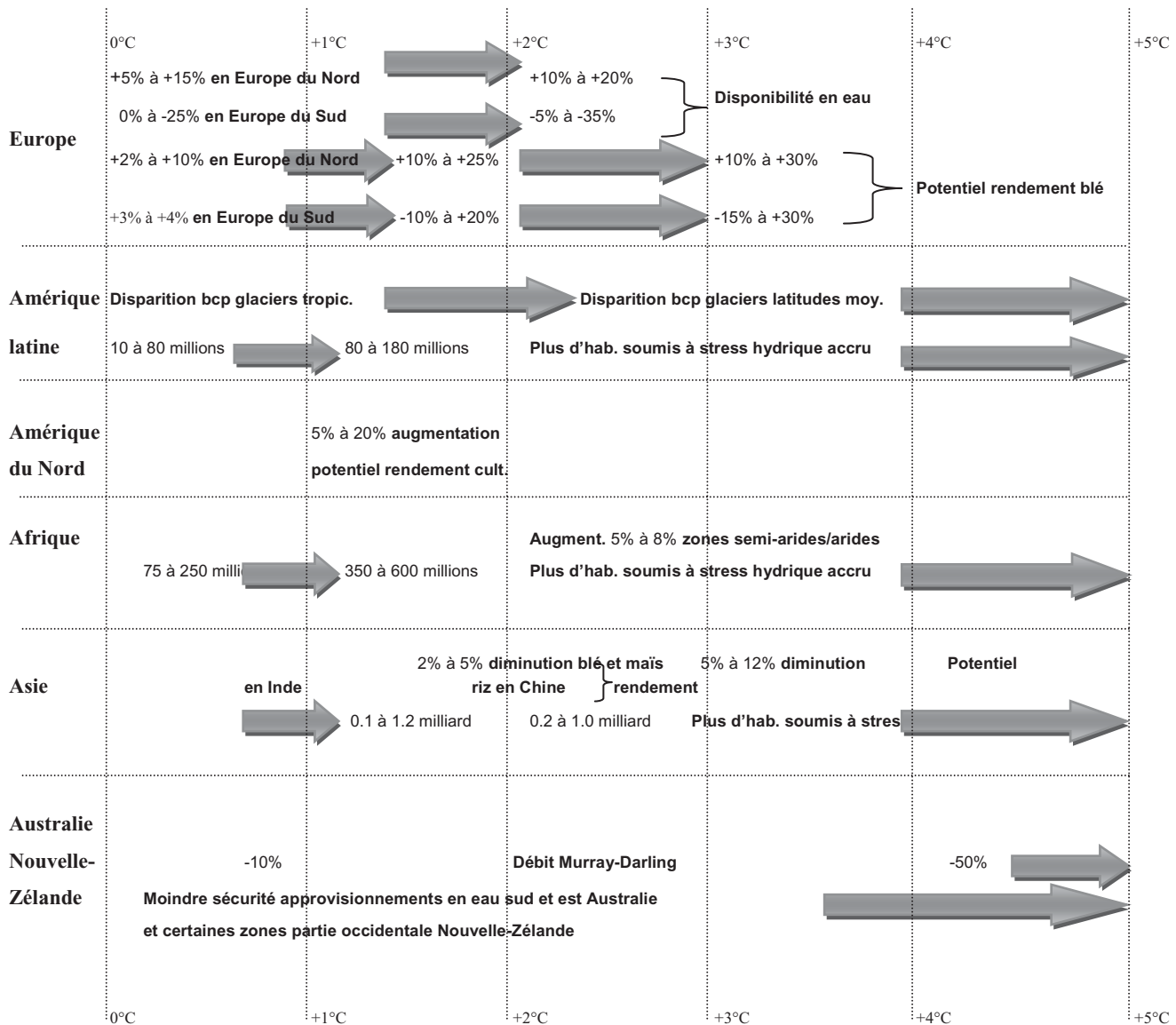
Évolution annuelle moyenne de la température globale par rapport à la période de référence 1980-1999 (°C)

| Sous-secteur | Région | +1°C à +2°C | +2°C à +3°C | +3°C à +5°C |
|--------------------|-----------------------------|--|---|---|
| Cultures vivrières | Échelle mondiale | | 550 ppm de CO ₂ (soit une hausse d'environ 2°C) = augmentation de 17 % des rendements agricoles, compensée par une élévation de la température de 2°C (sans adaptation) et 3°C (avec adaptation). | |
| | Latitudes moyennes à hautes | Atténuation des risques liés au froid pour toutes les cultures. L'adaptation des cultures de maïs et de blé augmentent le rendement de 10% à 15%; aucun changement pour le riz; importantes différences inter-régionales. | Les mesures d'adaptation portent le rendement de toutes les cultures au-dessus des chiffres de référence. | |
| | Latitudes basses | Rendements du blé et du maïs en deçà des niveaux de référence ; pas de changement pour le riz. Les mesures d'adaptation maintiennent les rendements du maïs, du blé et du riz aux niveaux actuels. | Les mesures d'adaptation maintiennent les rendements de toutes les cultures au-dessus des niveaux de référence ; sans adaptation, les rendements tombent en deçà des niveaux de référence pour toutes les cultures. | Les mesures d'adaptation maintiennent les rendements de toutes les cultures au-dessus des niveaux de référence ; sans adaptation, les rendements tombent en deçà des niveaux de référence pour toutes les cultures. Avec ou sans adaptation, les rendements du maïs et du blé passent en deçà des niveaux de référence ; en revanche, des mesures d'adaptation permettent de maintenir le rendement du riz au niveau de référence. |

| Sous-secteur | Région | +1°C à +2°C | +2°C à +3°C | +3°C à +5°C |
|---|-------------------|--|--|--|
| Pâturages et bétail | Zones tempérées | Atténuation des risques liés au froid pour les pâturages ; stress thermique plus fréquent chez le bétail selon la saison. | Perte modérée de production pour le porc et le bétail confiné. | |
| | Zones semi-arides | Aucune augmentation de la productivité primaire nette (PPN) ; stress thermique plus fréquent chez le bétail selon la saison. | Diminution du poids des animaux et de la productivité des pâturages, et augmentation du stress thermique chez le bétail. | |
| | Zones tropicales | | | Perte importante de production pour le porc et le bétail confiné. |
| Fibres | Zones tempérées | | Diminution des rendements de 9%. | |
| Prix agricoles réels et échanges commerciaux | Échelle mondiale | Prix agricoles réels : -10% à -30% | Prix agricoles réels : -10% à +30% | Prix agricoles réels : +10% à +40% Les importations de céréales des pays en développement devraient augmenter de 10% à 40%. |

Ces conclusions s'appuient sur les projections quantitatives correspondant à divers scénarios d'émissions utilisés par le GIEC ; l'adaptation au changement climatique n'est pas prise en compte dans ces estimations. Pour des informations complètes sur les méthodes et scénarios employés par le GIEC, voir la source ci-dessous.

Source : Easterling *et al.*, 2007.

Tableau 2.4. Conséquences régionales, pour l'eau et l'agriculture, de l'évolution annuelle de la température globale par rapport à la période 1980-1999 (°C)

Les cases du tableau et l'emplacement du texte correspondent à l'élévation de température à laquelle se rapporte l'impact. Les flèches entre les cases indiquent une augmentation du niveau des impacts entre les estimations. Les autres flèches mettent en évidence les tendances des impacts. Ces conclusions s'appuient sur les projections quantitatives correspondant à divers scénarios d'émissions utilisés par le GIEC ; l'adaptation au changement climatique n'est pas prise en compte dans ces estimations. Pour des informations complètes sur les méthodes et scénarios employés par le GIEC, voir la source ci-dessous.

Source : d'après Parry *et al.*, 2007.

2.2.3. Agriculture, eau, énergie et sources d'énergie renouvelables

Le début du nouveau millénaire a été marqué par de fortes hausses des *prix de l'énergie et une inquiétude croissante au sujet du changement climatique*. Les hausses des prix de l'énergie peuvent influencer sur l'agriculture pluviale en élevant les coûts encourus pour acheminer les produits agricoles vers les marchés et pour acquérir des intrants agricoles tels que les engrais et les pesticides. Étant donné que les réseaux d'adduction et d'irrigation ont besoin d'énergie, l'agriculture irriguée doit en outre supporter l'augmentation des coûts de l'eau allant de pair avec le renchérissement de l'énergie.

Le renchérissement récent de l'énergie a par ailleurs suscité un intérêt croissant pour le développement de la production bioénergétique dans beaucoup de pays de l'OCDE. Cette évolution s'est notamment traduite par l'exploitation de matières premières agricoles transformables en biocarburants et en bioénergie, qui peut se répercuter sur l'utilisation de l'eau en agriculture (encadré 2.5). Cependant, les incidences sur les bilans hydrologiques du soutien accordé au titre des matières premières agricoles destinées à produire des biocarburants et de la bioénergie sont difficiles à démêler et restent entachées d'incertitude. C'est un aspect largement empirique qu'il convient d'aborder en comparant les effets des différents usages des ressources.

Certains travaux indiquent néanmoins que la quantité d'eau nécessaire pour produire une unité d'énergie à partir de matières premières de deuxième génération (résidus de cultures lignocellulosiques et produits de la sylviculture, entre autres exemples) est très inférieure à la quantité requise pour synthétiser de l'éthanol avec des matières premières de première génération (comme le maïs, la canne à sucre ou le colza) (encadré 2.5). Mais ce résultat peut varier en fonction du lieu et des pratiques adoptées.

Encadré 2.5. Agriculture, biocarburants et ressources en eau

L'essor rapide qu'a connu ces dix dernières années la production de biocarburants à partir de matières premières agricoles a des répercussions sur la demande d'eau. D'aucuns craignent donc que sa poursuite n'aggrave les pressions exercées sur les ressources en eau dans les régions où celles-ci font déjà l'objet d'une concurrence.

Le degré de dépendance de la production de biocarburants à l'égard de l'irrigation varie selon les régions (tableau 2.5). En Europe, le colza ne nécessite pratiquement aucune irrigation. Aux États-Unis, il en va en grande partie de même pour le maïs, et seuls 3 % des prélèvements d'eau destinés à l'irrigation sont consacrés aux plantes transformables en biocarburants. À l'échelle mondiale, la proportion est de 2 % seulement et, en moyenne, 2 500 litres d'évapotranspiration (ET) et 820 litres d'eau d'irrigation sont nécessaires pour produire un litre de biocarburant, en dépit de variations régionales importantes.

Encadré 2.5. Agriculture, biocarburants et ressources en eau (suite)

Tableau 2.5. Superficies en cultures énergétiques et utilisation d'eau en 2005

| | Éthanol (mill. de litres) | Principale matière première | Matière première utilisée (mill. de tonnes) | Superficies en cultures énergé- tiques (mill. d'ha) | Superficie en cultures énergé- tiques en % de la superficie cultivée totale | ET des cultures (km ³) | % de l'ET totale imputable aux biocar- burants | Prélève- ments ef- fectués pour pro- duire des biocar- burants (km ³) | % des prélève- ments totaux ef- fectués pour pro- duire des biocar- burants |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|--|---|--|---|
| Brésil | 15 098 | Canne à sucre | 167.8 | 2.4 | 5.0 | 46.02 | 10.7 | 131 | 3.5 |
| États-Unis | 12 907 | Maïs | 33.1 | 3.8 | 3.5 | 22.39 | 4.0 | 5.44 | 2.7 |
| Canada | 231 | Blé | 0.6 | 0.3 | 1.1 | 1.07 | 1.1 | 0.08 | 1.4 |
| France | 829 | Betterave à sucre | 11.1 | 0.2 | 1.2 | 0.90 | 1.8 | -- | 0.0 |
| Italie | 151 | Blé | 0.4 | 0.1 | 1.7 | 0.60 | 1.7 | -- | 0.0 |
| Royaume- Uni | 401 | Betterave à sucre | 5.3 | 0.1 | 2.4 | 0.44 | 2.5 | -- | 0.0 |
| Chine | 3 649 | Maïs | 9.4 | 1.9 | 1.1 | 14.35 | 1.5 | 9.43 | 2.2 |
| Inde | 1 749 | Canne à sucre | 19.4 | 0.3 | 0.2 | 5.33 | 0.5 | 6.48 | 1.2 |
| Indonésie | 167 | Canne à sucre | 1.9 | 0.0 | 0.1 | 0.64 | 0.3 | 0.91 | 1.2 |
| Afrique du Sud | 416 | Canne à sucre | 4.6 | 0.1 | 1.1 | 0.94 | 2.8 | 1.08 | 9.8 |
| Éthanol mondial | 36 800 | | | 10.0 | 0.8 | 98.0 | 1.4 | 30.6 | 2.0 |
| Biodiesel | 1 980 | | | 1.2 | | 4.7 | | | 0.0 |

Source : Zilberman *et al.*, 2008, d'après de Fraiture *et al.*, 2008.

Pour produire une unité d'énergie à partir de matières premières de deuxième génération (résidus de cultures lignocellulosiques, produits de la sylviculture, etc.), il faut trois à sept fois moins d'eau que pour obtenir de l'éthanol à partir de matières premières de première génération (maïs, canne à sucre ou colza, notamment) (tableau 2.6). Par conséquent, la production de matières premières de première génération pourrait accroître la demande d'eau et en élever le prix. Cependant, il y a lieu de penser que les biocarburants de deuxième génération vont réduire la demande d'eau des cultures énergétiques à mesure que des végétaux moins gourmands en eau remplaceront le maïs et le sucre en tant que principales matières premières pour la production d'éthanol.

Les plantations forestières dont sont issues les matières premières peuvent ainsi capter une plus forte proportion des précipitations annuelles dans les zones où les pluies tombent surtout en dehors de la période normale de végétation, et contribuer par ailleurs à lutter contre l'érosion et les inondations. Toutefois, si les matières premières de deuxième génération peuvent concourir à réduire la demande d'eau, ce n'est pas systématique, car le résultat dépend du type de matière première cultivée, du lieu de production et des matières premières de première génération avec lesquelles on fait la comparaison. De surcroît, de nouvelles pressions peuvent être exercées sur les systèmes hydrologiques dans les zones où sont cultivées des matières premières de deuxième génération, car certaines de ces cultures (arbres, par exemple) peuvent avoir besoin d'irrigation pour s'établir et pour atteindre des rendements élevés, si bien qu'au final, l'impact sur les bilans hydrologiques est discutable.

Encadré 2.5. Agriculture, biocarburants et ressources en eau (suite)**Tableau 2.6. Intensité d'eau des matières premières utilisées pour la production de biocarburants**

| Biocarburant / matière première | Efficience d'utilisation de l'eau ^{1,2} (kg MS/ha/mm ET) | Évapotranspiration des cultures énergétiques | |
|---------------------------------|--|--|-------------------------------------|
| | | Matières premières, Mg/GJ | Quantité brute de bioénergie, Mg/GJ |
| Colza (biodiesel) | 9-12 | 48-81 | 100-175 |
| Éthanol de canne à sucre | 17-33 | 23-124 | 37-155 |
| Éthanol de betterave à sucre | 9-24 | 57-151 | 71-188 |
| Éthanol de maïs | 7-21 | 37-190 | 73-346 |
| Éthanol cellulosique | 10-95 | 7-68 | 11-171 |

1. L'efficience d'utilisation de l'eau est exprimée en kg de matière sèche (MS) au-dessus du sol par mm d'évapotranspiration (ET). La hauteur de l'apport en eau est souvent exprimée en mm, 1 mm correspondant à 10 Mg d'eau par ha. 50 kg de MS par mm correspondent à une perte d'eau, compte tenu d'une ET de 200 g par g de MS produite.

2. Les chiffres les plus bas de la fourchette correspondent aux systèmes dans lesquels : (i) les résidus de récolte issus de cultures non lignocellulosiques (50 % du total) sont utilisés pour la production d'électricité (avec une efficience de 45 %) ; ou (ii) l'efficience de la transformation des cultures lignocellulosiques est plus élevée. Lorsque l'éthanol est produit à partir de canne à sucre ou de matières premières lignocellulosiques, les sous-produits générés au cours du processus (bagasse et lignine, respectivement) sont utilisés pour l'autoproduction de chaleur et d'électricité. En l'occurrence, les chiffres les plus bas de la fourchette correspondent aux systèmes conçus de telle manière qu'ils permettent d'exporter l'excédent d'électricité par rapport aux besoins internes.

Source : d'après Berndes et Borjesson, 2001.

D'après les projections, 30 millions d'hectares supplémentaires pourraient être nécessaires pour répondre à la demande de produits alimentaires et de biocarburants en 2030 avec des matières premières de première génération comme le maïs, le sucre et le colza. L'augmentation serait de 170 km³ pour l'évapotranspiration et de 180 km³ pour l'eau d'irrigation. Par rapport aux 1 400 millions d'hectares de terres et aux 2 980 km³ d'eau d'irrigation à prévoir en plus pour répondre à l'accroissement de la demande mondiale de cultures vivrières, les besoins liés aux biocarburants paraissent modestes. Cependant, au niveau régional à l'intérieur des pays, la demande accrue de ressources en eau pourrait être difficile à satisfaire.

Source: Secrétariat de l'OCDE, d'après Berndes, 2008 ; Berndes et Borjesson, 2001 ; Agence européenne de l'environnement, 2008 ; de Fraiture *et al.*, 2008 ; Hellegers *et al.*, 2008 ; Liao *et al.*, 2007 ; National Research Council (NRC), 2008 ; Varis, 2007.

Notes

1. Ce chapitre s'inspire en grande partie de l'OCDE, 2008a. De plus, pour la terminologie utilisée dans ce chapitre, veuillez vous référer à l'encadré 3.14.
2. Les informations concernant les États-Unis sont issues des réponses de ce pays à un questionnaire de l'OCDE en ligne www.oecd.org/water.
3. Pour les projections de l'OCDE évoquées ici, voir OCDE (2008b) ; les informations détaillées concernant le modèle et les hypothèses qui sous-tendent les Perspectives de l'environnement sont consultables sur le site de l'OCDE à l'adresse www.oecd.org/environnement/perspectives2030

Chapitre 3

Expériences des pays de l'OCDE en matière d'action gouvernementale¹

3.1. Vue d'ensemble et objectifs

Tous les pays de l'OCDE ont des stratégies d'action relatives à la gestion de l'eau en général (ressources, qualité de l'eau et écosystèmes). En ce qui concerne plus particulièrement la gestion de l'eau dans l'agriculture, ils partagent largement la même vision stratégique, consistant à :

- Établir un plan à long terme pour la gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole, prenant en compte les conséquences du changement climatique, notamment la protection contre les risques d'inondation et de sécheresse ;
- Contribuer à accroître les revenus agricoles et à atteindre les objectifs généraux de développement rural ;
- Protéger les écosystèmes situés sur des terres agricoles ou affectés par les activités agricoles ;
- Établir la consommation d'eau dans l'ensemble de l'économie à un niveau compatible avec la satisfaction des besoins de l'environnement ;
- Améliorer l'efficacité, la gestion et les technologies relatives à l'utilisation de l'eau sur les exploitations, et garantir le financement nécessaire à la maintenance et à l'amélioration des infrastructures de fourniture d'eau aux exploitations (et aux autres usagers).

La plupart des pays de l'OCDE se sont fixé des objectifs concrets pour répondre à la vision stratégique évoquée ci-dessus concernant la gestion de l'eau dans le secteur agricole, même si l'accent mis sur ces questions varie selon les pays en fonction de leurs priorités nationales (www.oecd.org/water). Les objectifs concrets rencontrés dans les pays de l'OCDE révèlent les éléments suivants :

- Un tiers des pays de l'OCDE a défini des objectifs chiffrés, généralement exprimés sous la forme d'une expansion de la superficie irriguée ou d'objectifs financiers visant principalement à améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans le secteur agricole (par exemple, le **Canada**, la **Corée**, l'**Espagne**, la **Grèce**, l'**Italie**, le **Mexique** et le **Portugal**) ;

- Les limites relatives à l'utilisation des eaux de surface et des eaux souterraines dans une perspective durable constituent un élément central des objectifs de nombreux pays, en particulier pour garantir la satisfaction des besoins de l'environnement (cas de l'**Australie**, par exemple) ;
- Il n'est pas rare qu'en l'absence d'objectifs concrets à l'échelle nationale, ces objectifs soient fixés au niveau du bassin hydrographique ou des autorités locales (comme en **Australie**, en **Belgique**, au **Canada**, aux **États-Unis** et en **France**) ;
- Dans les zones où l'agriculture irriguée est importante, les objectifs concrets visent généralement à améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau ainsi que les infrastructures de distribution existantes (par exemple, en **Espagne**, aux **États-Unis**, en **Grèce**, en **Italie**, au **Mexique**, au **Portugal** et en **Turquie**) ;
- Un nombre croissant de pays adoptent des objectifs et des plans d'action transversaux dans les domaines de l'agriculture, de l'eau et du changement climatique (cas des **États-Unis**, par exemple) (www.oecd.org/water).

Les mesures adoptées par les pays de l'OCDE en faveur d'une gestion durable de l'eau dans le secteur agricole s'intègrent généralement dans un ensemble constitué d'instruments d'action (notamment économiques, réglementaires, fondés sur le marché ou sur la planification), de réformes institutionnelles et d'engagement des collectivités. Les principaux domaines d'action qui influencent la gestion de l'eau dans le secteur agricole et qui sont examinés dans le présent rapport couvrent les champs suivants :

- Politiques agricole et agro-environnementale (*chapitre 3.2*) ;
- Gestion des exploitations et technologies (*chapitre 3.3*) ;
- Politiques de l'eau (*chapitre 3.4*) ;
- Gestion du changement climatique, des risques d'inondation et de sécheresse (*chapitre 3.5*) ;
- Connaissance et évaluation de la gestion de l'eau dans le secteur agricole (*chapitre 3.6*).

Dans la plupart des pays de l'OCDE, les stratégies en matière de ressources en eau cherchent souvent à réunir ces divers éléments dans un cadre d'action cohérent. La gestion intégrée des ressources en eau est une des approches expérimentées par certains pays pour mieux intégrer les différentes dimensions de l'action en la matière, mais en pratique, son adoption a soulevé des difficultés et a été moins fréquente (encadré 3.1).

Encadré 3.1. Gestion intégrée des ressources en eau : possibilités et limites

Entre autres solutions envisageables pour favoriser la cohérence de l'action publique, la gestion intégrée des ressources en eau s'est imposée au cours des années 90 dans le but de rapprocher les institutions concernées et d'articuler les mesures. Les partisans de la gestion intégrée des ressources en eau la décrivent comme un processus favorisant la coordination de l'action relative aux ressources en eau, en terres, etc., en vue de maximiser le bien-être économique et social de manière équitable sans compromettre la durabilité des écosystèmes. Le Sommet mondial pour le développement durable de 2002 a invité tous les pays à adopter des stratégies de gestion intégrée des ressources en eau.

Toutefois, bien que ce concept ait été largement repris par bon nombre d'organisations internationales et de chercheurs, son adoption dans la pratique par des pays ou des régions semble plus limitée. Cette approche peut donner de bons résultats dans certains microprojets, mais rien n'indique qu'elle soit efficace dans les projets de grande envergure. La gestion intégrée des ressources en eau présente en effet quelques inconvénients majeurs :

- elle est définie en termes trop généraux pour être aisément interprétée en vue de sa mise en œuvre pratique ;
- le concept est trop complexe pour être opérationnel ;
- il n'a guère été accordé d'attention aux moyens qui permettraient de juger si un système est ou non en voie d'intégration ;
- le concept néglige la question de l'intégration avec les autres secteurs de l'économie, tels que celui de l'énergie ;
- le changement climatique et les préoccupations en matière de sécurité énergétique, plus récentes, exposent les réseaux hydrographiques à des situations jamais envisagées par ceux qui ont initialement élaboré le concept de gestion intégrée des ressources en eau, et ils exigent des régimes de gestion de l'eau et des dispositifs institutionnels plus innovants.

Source : D'après Biswas, 2008 ; Global Water Partnership, 2000 ; Mukhtarov, 2008 ; Pahl-Wostl, 2008.

3.2. Politiques agricoles et agro-environnementales

3.2.1. Vue d'ensemble

Les politiques de soutien en matière agricole et agro-environnementale suivies par les différents pays de l'OCDE tendent à constituer un ensemble imbriqué de mesures incitatives et dissuasives en faveur de la gestion durable des ressources en eau. Le recours généralisé au soutien des prix du marché des produits végétaux et animaux incite à accroître la production agricole, tandis que le soutien accordé au titre des intrants, en particulier l'eau, le drainage et l'énergie (nécessaire au pompage), perturbe les incitations offertes aux agriculteurs et peut aggraver la surconsommation, entraîner une pollution des ressources en eau et causer d'autres préjudices à ces dernières. À ces mesures qui entravent l'amélioration de la gestion des ressources en eau viennent s'ajouter le soutien accordé au titre des coûts des infrastructures d'irrigation et les aides destinées à réduire le montant de la facture d'eau des agriculteurs.

La transition vers des mesures agricoles non liées à la production (découplées) ou imposant des conditions à l'utilisation des intrants devrait avoir des retombées positives sur les ressources en eau et sur l'environnement, bien que les relations de cause à effet soient alors complexes. Ainsi, les mesures agro-environnementales de plus en plus nombreuses qu'adoptent les pays de l'OCDE contribuent à l'amélioration de la gestion des ressources en eau et de la protection de l'environnement, à la fois directement (conservation des zones humides, par exemple) et indirectement (maintien de l'humidité du sol grâce à des façons culturales spécifiques, entre autres).

Cependant, tant que le soutien du marché continue de stimuler la production de produits de base et que des aides à l'utilisation de l'eau et de l'énergie en agriculture perdurent, le découplage ne peut pas produire tous ses effets. Quoi qu'il en soit, dissocier le soutien de la production et de l'utilisation d'intrants est une première étape vers le renforcement de l'efficacité hydraulique et des avantages environnementaux dans le secteur agricole, en particulier lorsque le découplage des paiements s'accompagne d'une écoconditionnalité (par exemple, subordination des droits de prélèvement d'eau à la mise en œuvre préalable de "bonnes" pratiques agro-environnementales).

Dans l'ensemble, il apparaît cependant difficile d'isoler et de quantifier l'efficacité économique globale du soutien agricole et agro-environnemental et son efficacité environnementale générale vis-à-vis des ressources en eau, et il est donc nécessaire d'en analyser plus finement les relations de cause à effet. La raison en est qu'en ce qui concerne la gestion de l'eau, les agriculteurs prennent généralement leurs décisions en tenant compte d'un ensemble très complexe de signaux, notamment les contraintes institutionnelles (comme la réglementation sur l'allocation de l'eau) ou que la variation des prix relatifs imputable à la réduction des paiements versés au titre de la production peut les inciter à pratiquer des cultures, non soutenues jusqu'alors, mais réclamant des apports d'eau plus importants que les cultures qui bénéficiaient de paiements de soutien découplés.

3.2.2. Évolution du soutien à l'agriculture²

Les indicateurs du soutien à l'agriculture mis au point par l'OCDE font état d'une baisse progressive de l'estimation du soutien total (EST) sur la période allant de 1990-92 à 2006-08. Cette régression était manifeste dans l'estimation du soutien aux producteurs (l'ESP, c'est-à-dire l'indicateur qui mesure le soutien apporté aux producteurs agricoles) exprimée en pourcentage des recettes agricoles, ainsi que dans l'estimation du soutien aux services d'intérêt général (l'ESSG, qui mesure le soutien apporté à l'ensemble du secteur agricole et non aux producteurs à titre individuel) exprimée en pourcentage du PIB.

Globalement, le soutien spécifiquement lié à la gestion de l'eau dans le secteur agricole (soit le soutien à l'irrigation, au drainage et à la conservation des écosystèmes aquatiques dans le cadre d'activités agricoles) *constitue une part très faible de l'estimation du soutien total (EST) à l'agriculture dans l'OCDE*, puisqu'il représente un peu moins de 2 % de l'EST (2006-08), ce pourcentage ayant augmenté de 18 % depuis 1990-92 (tableau 3.1). Dans certains cas, ce chiffre est beaucoup plus élevé, comme en **Australie** (7 %) et au **Japon** (8 %), mais ces deux pays se distinguent par des ESP en % dont les niveaux absolus sont très divergents, à savoir 6 % et 49 % respectivement, en 2006-08 (l'ESP en % exprime la part du soutien aux producteurs dans le total des recettes agricoles).

En termes généraux, la baisse du soutien global à l'agriculture contribue à diminuer la pression sur les ressources en eau utilisées par le secteur agricole. Cette pression se trouve également allégée par la baisse, dans l'OCDE, de la part du soutien principalement lié à la production de produits de base et à l'utilisation d'intrants non assortie de contraintes (eau, énergie), qui est passée de 81 % en 1990-92 à 55 % en 2006-08.

Cette évolution se reflète dans *l'évolution du soutien à l'irrigation* : bien que l'EST ait progressé (+26 %) entre 1990-92 et 2006-08, le soutien accordé aux producteurs au titre de l'eau a diminué (ESP -7 %), alors que le soutien aux infrastructures de distribution en dehors des exploitations agricoles (ESSG +36 %) a augmenté. De même, l'accent a nettement été mis sur les technologies qui limitent l'utilisation d'eau, les systèmes de gestion, la formation des agriculteurs, les services de conseil, la recherche et les systèmes de planification des décisions en matière de gestion des ressources en eau.

Dans la zone de l'OCDE, on constate une augmentation du soutien total (EST) au titre des investissements dans les ouvrages de *drainage des terres agricoles* et de leur entretien, qu'il s'agisse de fossés en surface ou de tuyaux souterrains, mais cette hausse est limitée à un très petit nombre de pays (**Corée, Pologne, Royaume-Uni**), la majorité des pays de l'OCDE ayant au contraire abandonné les paiements de ce type ou les ayant réduits peu à peu et strictement réglementés en fonction des mesures de préservation des zones humides (chapitre 3.2.5).

Le soutien accordé au titre des intrants énergétiques dans le secteur agricole s'est montré stable ou en baisse dans de nombreux cas. Il permet généralement de minorer les coûts de l'électricité et du gazole nécessaires aux machines et aux locaux agricoles, et il allège du même coup les coûts de pompage pour l'irrigation. Au Mexique et en Turquie, par exemple, le soutien au titre de l'électricité fournie pour le pompage sape les efforts déployés pour préserver les ressources en eau, en particulier les eaux souterraines (OCDE, 2008a).

Le soutien apporté aux cultures servant de matières premières pour la production de biocarburants et de bioénergie augmente depuis quelques années (OCDE, 2008d). Cependant, comme il est relativement nouveau et s'applique aussi à d'autres matières premières (allant, entre autres, du maïs aux taillis à courte rotation), les impacts globaux sur les ressources en eau demeurent à ce stade difficiles à déterminer (voir encadré 2.5).

La hausse des paiements budgétaires versés au titre des mesures agro-environnementales, associée à une réglementation plus importante des pratiques agricoles en faveur de la protection de l'environnement, a également eu des retombées positives sur la gestion des ressources en eau, que ce soit directement (paiements au titre des services aux écosystèmes aquatiques comme la préservation des zones humides, tableau 3.1) ou indirectement (par exemple, soutien à la création de bandes tampons le long des cours d'eau, principalement pour empêcher la pollution, mais aussi pour mieux lutter contre les inondations en ralentissant le débit des cours d'eau en question sur les terres agricoles).

Le soutien direct à l'adaptation aux inondations et aux sécheresses et aux mesures d'atténuation est modeste, mais le soutien indirect est plus important (construction d'ouvrages de stockage de l'eau sur les exploitations pour lutter contre les sécheresses, par exemple) (chapitre 3.6 et www.oecd.org/water). En comparaison, les indemnités que les pouvoirs publics versent aux agriculteurs en réparation des dommages causés par les

inondations et les sécheresses à la production et aux infrastructures agricoles sont beaucoup plus importantes.

Globalement, le niveau et l'évolution du soutien direct à la gestion de l'eau dans le secteur agricole, de même que l'importance qui lui est attachée, varient considérablement d'un pays de l'OCDE à l'autre (tableau 3.1). Certains pays (dont le **Canada**, l'**Islande**, la **Norvège**, la **Suisse** et de nombreux pays de l'**UE**) n'offrent que peu, voire aucun soutien en la matière, tandis que dans d'autres (dont l'**Australie**, la **Corée**, l'**Espagne**, le **Japon**, la **Pologne**, le **Portugal**, le **Royaume-Uni** et l'**UE27**), la tendance est à la hausse du soutien total depuis 1990-92. Dans d'autres pays encore, le niveau du soutien accordé au titre des ressources en eau a décliné (notamment en **France**, au **Mexique**, en **Nouvelle-Zélande** et en **Turquie**). Ces diverses évolutions doivent toutefois être mises en perspective par rapport à la part absolue du soutien aux producteurs dans les recettes agricoles totales (ESP en %), laquelle varie considérablement d'un pays à l'autre (tableau 3.1).

3.2.3. Effets des politiques agricoles et agro-environnementales sur les ressources en eau

Il est difficile d'isoler et de quantifier l'efficacité économique globale ainsi que l'efficacité environnementale du soutien agricole et agro-environnemental en matière de ressources en eau, néanmoins certaines recherches ont fourni des indications sur leurs interactions. Des études préliminaires de la réforme de la Politique agricole commune de l'UE, par exemple, indiquent que le découplage des paiements aboutit à une réduction de l'irrigation (en particulier du maïs) dans les zones soumises à un grave stress hydrique (encadré 3.2).

3.2.4. Impact du soutien à l'agriculture sur les écosystèmes aquatiques

L'ensemble des pays de l'OCDE combinent paiements de soutien et instruments réglementaires pour favoriser la préservation et la réhabilitation des écosystèmes aquatiques sur les exploitations (zones humides et étangs, par exemple) (www.oecd.org/water). Dans quelques pays, ce soutien aux producteurs prend la forme d'exonérations des impôts fonciers (au **Canada** et en **France**, notamment). Le soutien est parfois accordé au titre de la protection des paysages aquatiques et de leur valeur culturelle ou récréative (par exemple, la baignade ou la pêche) ; c'est le cas en **Autriche**, au **Canada**, en **Corée**, en **Espagne**, aux **États-Unis**, en **France**, en **Irlande**, au **Japon**, au **Portugal** et en **Suisse**.

Les paiements de soutien au titre de la conservation des écosystèmes aquatiques sont généralement subordonnés à des réglementations, par exemple une limitation du drainage là où celui-ci pourrait mettre en péril la pérennité des zones humides (www.oecd.org/water). Dans la plupart des pays, la conservation des écosystèmes aquatiques est liée aux obligations prévues par des accords internationaux sur l'environnement, dont la Convention de Ramsar sur les zones humides. Un nombre limité de pays a recours à une taxe sur la pollution agricole pour protéger les écosystèmes aquatiques, comme les **Pays-Bas**, la **Pologne** et la **République tchèque**.

Tableau 3.1. Récapitulatif des dépenses budgétaires des pays de l'OCDE en matière d'irrigation, de drainage et de services aux écosystèmes aquatiques

En millions USD

| | Irrigation | | | Drainage | | | Aquatic ecosystems | | |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|
| | 1990-92 average | 2006-08 average | % change | 1990-92 average | 2006-08 average | % change | 1990-92 average | 2006-08 average | % change |
| OECD^{1,4} | | | | | | | | | |
| PSE | 1 157 | 1 077 | -7 | 175 | 272 | 56 | 16 | 315 | 1 849 |
| GSSE | 3 765 | 5 121 | 36 | 64 | 229 | 259 | 1 | 25 | 3 361 |
| TSE | 4 923 | 6 197 | 26 | 238 | 501 | 110 | 17 | 340 | 1 913 |
| % of water TSE in total TSI | 1.4 | 1.7 | 18 | 0.1 | 0.1 | 97 | 0.0 | 0.1 | 1 791 |
| Total % PSE | 33 | 23 | -30 | | | | | | |
| Australia | | | | | | | | | |
| PSE | 0 | 83 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 0 | 116 | n.c. | 0 | 3 | n.c. | 0 | 23 | n.c. |
| TSE | 0 | 199 | n.c. | 0 | 3 | n.c. | 0 | 23 | n.c. |
| % of water TSE in total TSI | 0 | 6.8 | n.c. | 0 | 0.1 | n.c. | 0 | 0.8 | n.c. |
| Total % PSE | 7 | 6 | -12 | | | | | | |
| Canada | | | | | | | | | |
| PSE | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 0 | 14 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 0 | 14 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| % of water TSE in total TSI | 0 | 0.2 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| Total % PSE | 32 | 18 | -44 | | | | | | |
| Japan² | | | | | | | | | |
| PSE | 151 | 170 | 12 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 2 970 | 3 663 | 23 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 3 121 | 3 833 | 23 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| % of water TSE in total TSI | 5.3 | 7.9 | 48 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| Total % PSE | 53 | 49 | -8 | | | | | | |
| Korea | | | | | | | | | |
| PSE | 52 | 76 | 45 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 312 | 874 | 180 | 62 | 215 | 248 | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 365 | 950 | 161 | 62 | 215 | 248 | 0 | 0 | n.c. |
| % of water TSE in total TSI | 1.6 | 3.5 | 116 | 0.3 | 0.8 | 188 | 0 | 0 | n.c. |
| Total % PSE | 74 | 61 | -17 | | | | | | |
| Mexico⁵ | | | | | | | | | |
| PSE | 361 | 177 | -51 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 242 | 160 | -34 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 602 | 338 | -44 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| % of water TSE in total TSI | 7.0 | 4.5 | -35 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| Total % PSE | 24 | 13 | -43 | | | | | | |
| New Zealand | | | | | | | | | |
| PSE | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 6 | 0 | -100 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 6 | 0 | -100 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| % of water TSE in total TSI | 3.8 | 0 | -100 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| Total % PSE | 1.6 | 0.9 | -41 | | | | | | |
| Switzerland⁵ | | | | | | | | | |
| PSE | 1 | 2 | 160 | 2 | 1 | -47 | 1 | 1 | 80 |
| GSSE | 1 | 2 | 160 | 2 | 1 | -47 | 1 | 1 | 80 |
| TSE | 1 | 4 | 160 | 4 | 2 | -47 | 1 | 3 | 80 |
| % of water TSE in total TSI | 0.0 | 0.1 | 227 | 0.1 | 0.0 | -33 | 0.0 | 0.0 | 126 |
| Total % PSE | 71 | 60 | -15 | | | | | | |
| Turkey | | | | | | | | | |
| PSE | 32 | 22 | -31 | 43 | 0 | -100 | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 18 | 3 | -84 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 50 | 25 | -50 | 43 | 0 | -100 | 0 | 0 | n.c. |
| % of water TSE in total TSI | 0.6 | 0.2 | -69 | 0.5 | 0.0 | -100 | 0 | 0 | n.c. |
| Total % PSE | 26 | 21 | -17 | | | | | | |
| United States⁴ | | | | | | | | | |
| PSE | 538 | 331 | -38 | 0 | 0 | n.c. | 15 | 307 | 1 952 |
| GSSE | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 538 | 331 | -38 | 0 | 0 | n.c. | 15 | 307 | 1 952 |
| % of water TSE in total TSI | 0.8 | 0.3 | -56 | 0 | 0 | n.c. | 0.0 | 0.3 | 1 379 |
| Total % PSE | 17 | 10 | -43 | | | | | | |

Tableau 3.1. (suite) Récapitulatif des dépenses budgétaires des pays de l'OCDE en matière d'irrigation, de drainage et de services aux écosystèmes aquatiques

| | Irrigation | | | Drainage | | | Aquatic ecosystems | | |
|--|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------|--------------------|-------------|
| | 1990-92 average | 2006-08 average | % change | 1990-92 average | 2006-08 average | % change | 1990-92 average | 2006-08 average | % change |
| European Union 27^{3,4,6} | | | | | | | | | |
| PSE | 22 | 215 | 856 | 129 | 272 | 111 | 1 | 8 | 1 325 |
| GSSE | 217 | 288 | 32 | 0 | 10 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 240 | 503 | 110 | 129 | 282 | 119 | 1 | 8 | 1 325 |
| % of water TSE in total TSI | 0.2 | 0.4 | 95 | 0.1 | 0.2 | 104 | 0.0 | 0.0 | 1 229 |
| Total % PSE | 35 | 27 | -23 | | | | | | |
| France | | | | | | | | | |
| PSE | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0.5 | 6.1 | 1 051 |
| GSSE | 216 | 31 | -86 | 0 | 0 | n.c. | 0.0 | 0.0 | n.c. |
| TSE | 216 | 31 | -86 | 0 | 0 | n.c. | 0.5 | 6.1 | 1 051 |
| Italy | | | | | | | | | |
| PSE | 14 | 164 | 1 102 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 14 | 164 | 1 102 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| Poland | | | | | | | | | |
| PSE | 0 | 0 | n.c. | 37 | 123 | 228 | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 1 | 1 | -27 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 1 | 1 | -27 | 37 | 123 | 228 | 0 | 0 | n.c. |
| Portugal⁵ | | | | | | | | | |
| PSE | 5 | 39 | 722 | 1 | 0 | -100 | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 5 | 39 | 729 | 1 | 0 | -100 | 0 | 0 | n.c. |
| Spain | | | | | | | | | |
| PSE | 4 | 10 | 132 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 0 | 252 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 4 | 262 | 6 263 | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| United Kingdom | | | | | | | | | |
| PSE | 0 | 0 | n.c. | 91 | 142 | 56 | 0 | 0 | n.c. |
| GSSE | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. | 0 | 0 | n.c. |
| TSE | 0 | 0 | n.c. | 91 | 142 | 56 | 0 | 0 | n.c. |

n.c. : non calculé.

ESP : estimation du soutien aux producteurs ; ESSG : estimation du soutien aux services d'intérêt général ; EST : estimation du soutien total.

1. L'Islande et la Norvège ne sont pas incluses dans le tableau en raison de l'absence d'informations sur l'irrigation, le drainage et les services aux écosystèmes aquatiques dans la base de données des ESP de l'OCDE. Les données correspondantes sont agrégées sous d'autres rubriques de la base de données.

2. Pour le Japon, les dépenses budgétaires liées au drainage sont comprises dans celles relatives à l'irrigation, et les données infranationales sont intégrées uniquement en 2007 et 2008.

3. La Belgique, (la Bulgarie), (Chypre), le Danemark, (l'Estonie), la Grèce, l'Irlande, (la Lituanie), le Luxembourg, (Malte), les Pays-Bas, (la Roumanie) ne sont pas inclus dans le total pour l'UE27 en raison de l'absence d'informations sur l'irrigation, le drainage et les services aux écosystèmes aquatiques dans la base de données des ESP de l'OCDE. Les données correspondantes sont agrégées sous d'autres rubriques de la base de données.

4. La part en pourcentage de l'EST pour l'eau dans l'EST totale est la suivante :

OCDE, écosystèmes aquatiques, moyenne 1990-92 = 0.005 %

Suisse, irrigation, moyenne 1990-92 = 0.02 % ; drainage, moyenne 2006-08 = 0.04 %

Suisse, écosystèmes aquatiques, moyenne 1990-92 = 0.02 % ; moyenne 2006-08 = 0.05 %

États-Unis, écosystèmes aquatiques, moyenne 1990-92 = 0.02 %

UE27, écosystèmes aquatiques, moyenne 1990-92 = 0.0005 % ; moyenne 2006-08 = 0.007 %

5. La moyenne 2006-08 correspond à 2005-07.

6. Dépenses nationales, à l'exclusion du cofinancement de l'UE.

Source : OCDE, base de données des ESP et des ESC, juin 2009, voir www.oecd.org/tad/support/psecse

Encadré 3.2. Les réformes de la politique agricole commune de l'Union européenne et les ressources en eau

La politique agricole de l'UE portée par l'Agenda 2000 visait à soutenir une agriculture multifonctionnelle, durable et compétitive. Elle était fondée sur la création de paiements directs liés à la production et faisaient des aides agro-environnementales les principaux instruments de soutien du revenu des agriculteurs. En juin 2003, l'UE a décidé de remplacer la plupart des aides directes par un régime de paiement unique par exploitation, découplé de la production, à compter de 2006. Les bénéficiaires sont tenus de satisfaire certaines obligations en matière d'environnement et de sécurité des aliments, qui sont quasiment identiques pour l'agriculture pluviale ou l'agriculture irriguée. Autrement dit, dans la plupart des États membres de l'UE, les agriculteurs peuvent prétendre à une aide fondée sur les paiements directs reçus pendant une période de référence (années 2000, 2001 et 2002), indépendamment des cultures qu'ils pratiquent et de la taille de leur exploitation.

D'autres réformes de la politique agricole de l'UE ont porté sur les secteurs du sucre, du coton, de l'olive et du vin, aboutissant à des mécanismes de soutien découplés de la production, mais pas entièrement. En Espagne, par exemple, ces réformes ont eu de forts impacts sur l'agriculture irriguée, en particulier dans les régions où les fruits et légumes étaient moins importants en termes de valeur et de superficie. Dans les provinces de la côte méditerranéenne espagnole, la majeure partie de l'eau d'irrigation disponible est consacrée aux fruits et aux légumes, tandis que dans les provinces intérieures, elle est principalement destinée aux céréales, aux protéagineux, aux cultures fourragères, à la betterave à sucre, à la pomme de terre et à quelques cultures fruitières.

Dans l'Union européenne, de nombreuses cultures exigeant beaucoup d'eau ont fait l'objet d'un soutien dans le cadre de la politique agricole commune (PAC). Le maïs est considéré dans les pays tempérés comme nécessitant d'importants apports d'eau et, jusqu'en 2003, les producteurs de l'UE avaient droit à une subvention directe s'élevant à 54 €/tonne. Dans la mesure où les aides directes de la PAC étaient conçues pour assurer des niveaux de soutien du revenu équivalents pour toutes les cultures céréalières, oléagineuses et protéagineuses, elles ont favorisé la culture du maïs, du riz, du coton ou du tabac, notamment, qui demandent beaucoup plus d'eau que des oléagineux comme le tournesol ou le colza. Le découplage a permis de lever cette incohérence, et les agriculteurs n'utilisent plus l'eau en fonction des différences de subventions entre les cultures. Garrido et Varela-Ortega (2008), par exemple, rapportent une évolution progressive, mais régulière, de la répartition des terres entre cultures irriguées en Espagne depuis la réforme de la PAC de 2003. Les changements les plus importants se sont traduits par l'attribution de plus grands périmètres irrigués à la culture de la vigne, des oliviers et des agrumes (en particulier en Andalousie), tandis que moins de surfaces irriguées ont été affectées aux cultures exigeantes en eau comme le maïs et aux cultures dont le régime de soutien a été modifié, entre autres la betterave à sucre, le coton et le tabac.

De nombreux auteurs établissent un lien entre le soutien agricole et la demande d'eau d'irrigation en Espagne (Arriaza et al., 2003 ; Gomez-Limón et al., 2002 ; Iglesias et al., 2004 ; Sumpsi et al., 1998). Leurs résultats indiquent que la diminution du soutien a un impact plus important sur le bien-être des agriculteurs que la hausse des prix de l'eau. En 2012, lorsque les subventions communautaires seront entièrement découplées de la production, l'économie de l'irrigation obéira davantage à la productivité des cultures et à l'accessibilité de l'eau qu'au niveau de soutien relatif accordé aux différentes cultures. En outre, Mejias et al. (2004) montrent que la politique de l'Union européenne fondée sur un découplage total va vraisemblablement amoindrir les pertes de revenu dues à la hausse des tarifs de l'eau prévue par la Directive cadre sur l'eau de l'UE, du moins en Andalousie (Espagne).

Source : d'après Garrido et Calatrava (2010).

En ce qui concerne les zones humides, l'impact des mesures de soutien et des mesures réglementaires prises par les pays de l'OCDE pour arrêter leur disparition au profit de l'agriculture a été mitigé sur la période 1990 – 2004 (OCDE, 2008a). La superficie des zones humides converties en surfaces agricoles a dépassé celle des zones humides réhabilitées, mais le phénomène a ralenti au cours de la période en Corée, en France, en Italie, au Japon et en Norvège. Inversement, la superficie des zones humides

a enregistré un gain net (réhabilitation moins conversion) aux **États-Unis**, en **République tchèque**, en **République slovaque** et au **Royaume-Uni** (encadré 3.3).

L'extension de la superficie irriguée et certaines pratiques d'irrigation ont également des répercussions néfastes sur les écosystèmes aquatiques dans plusieurs pays de l'OCDE. En Australie, près de 10 % des zones humides sont touchées par le phénomène de salinisation dû, dans une certaine mesure, à l'agriculture irriguée, mais aussi au sel qui est présent naturellement dans le paysage. En 2002, les deux tiers des exploitations irriguées en Australie avaient déjà modifié leurs pratiques pour faire face aux problèmes de salinité (OCDE, 2008a). L'extension de la superficie irriguée et les pratiques d'irrigation ont aussi des retombées négatives sur les écosystèmes aquatiques dans quelques autres pays comme l'**Espagne**, la **Grèce**, le **Portugal** et la **Turquie** (OCDE, 2008a).

Des recherches portant sur le **Japon**, par exemple, ont démontré que la modernisation de certaines rizières, comprenant la pose d'un revêtement en béton dans les canaux et les bassins, le remembrement des parcelles et la disparition des réseaux qui les reliaient, a réduit le nombre d'espèces aquatiques et d'oiseaux prédateurs de ces dernières (OCDE, 2008a). De même, d'après certains chercheurs, la diminution de la superficie des rizières et, partant, la disparition de leur rôle dans la maîtrise des inondations et des glissements de terrain accroissent les risques de survenue de ces phénomènes au **Japon**.

3.2.5. Drainage agricole et environnement

Depuis les années 80, les politiques de drainage ont connu un tournant positif dans les pays de l'OCDE. Avant les années 90, le drainage agricole (c'est-à-dire l'élimination de l'excès d'eau à la surface par le biais notamment de fossés ou canaux, ou par drainage souterrain à l'aide, par exemple, de réseaux de conduites) était considéré dans la plupart des pays de l'OCDE comme un domaine à part entière de la gestion de l'exploitation visant à bonifier les terres et, en particulier, à éviter l'engorgement hydrique des sols (www.oecd.org/water). Cependant, une évolution s'est fait sentir au début des années 90, les pays associant de plus en plus souvent le drainage à une approche intégrée de la gestion des ressources en eau. De fait, à partir de cette époque, les paiements de soutien en faveur du drainage sur les exploitations ont été supprimés dans un très grand nombre de pays (en **Allemagne**, en **Autriche**, en **France**, en **Irlande** et en **République tchèque**, par exemple).

Cette évolution de l'action publique était notamment liée à la nécessité écologique de préserver et de réhabiliter des zones humides, même si certains pays considéraient que la gestion du drainage constituait aussi un moyen de répondre à d'autres objectifs environnementaux, en contribuant notamment à la maîtrise des crues, en évitant le relargage des nutriments et l'engorgement des sols, et en prévenant l'érosion de ces deniers (www.oecd.org/water). Ainsi, aux **États-Unis**, la politique fédérale a été adaptée au cours des dernières décennies pour répondre aux préoccupations environnementales et, en particulier, pour sauvegarder les zones humides (encadré 3.3).

La majorité des pays de l'OCDE limitent à présent le drainage sur les exploitations lorsque celui-ci peut nuire aux écosystèmes aquatiques (www.oecd.org/water), mais le drainage agricole continue de perturber ces écosystèmes dans plusieurs pays membres. En **Finlande**, par exemple, la disparition des fossés ouverts due à l'expansion du drainage souterrain nuit à la biodiversité, tandis qu'en **Irlande**, le drainage, entre autres facteurs, pèse sur certains habitats marginaux situés en zone humide (OCDE, 2008a).

Encadré 3.3. Drainage agricole et préservation des zones humides aux États-Unis

Historiquement, aux États-Unis, les objectifs de la politique fédérale de drainage étaient le développement et la bonification des terres cultivables, la maîtrise des crues, l'amélioration de la qualité de l'eau, ainsi que la protection des bassins hydrographiques en faveur de l'habitat des espèces sauvages et des activités récréatives. Au départ, la politique du ministère de l'Agriculture des États-Unis (USDA) consistait principalement, dans le cadre d'une action plus large au niveau fédéral, en une "politique de conversion des zones humides" soutenant l'installation de réseaux de drainage de surface ou souterrain afin de transformer les zones humides en prairies ou surfaces cultivables productives. En 1936, l'USDA a commencé par encourager le cofinancement des coûts du drainage des zones humides, puis, en 1953, le Congrès a établi un lien explicite entre la maîtrise des inondations et le drainage agricole dans la loi fédérale sur la protection des bassins hydrographiques et la prévention des inondations. Cette loi autorisait l'USDA à planifier et à mettre en œuvre des améliorations des bassins hydrographiques, le ministère fournissant à la fois une assistance technique et le cofinancement de l'aménagement de fossés ou la pose de drains souterrains et de conduites destinés à évacuer l'eau des parcelles exploitées.

Vers la fin des années 70, *le secteur public et le secteur privé ayant pris acte du fait que les zones humides s'apparentaient à de nombreux égards à des biens publics* (habitats des oiseaux aquatiques et d'autres espèces sauvages, valeur écologique, qualité de l'eau, etc.), la politique fédérale de drainage a peu à peu cessé de privilégier la conversion des zones humides au profit de leur conservation. A la faveur de loi sur la propreté de l'eau et de chacune des lois agricoles adoptées à partir de 1985, la politique en matière de drainage a évolué et vise aujourd'hui la préservation/réhabilitation des zones humides. Elle est confortée par le programme de mise en réserve des terres humides, lancé par l'USDA en 1990, les mesures de conservation des terres cultivées soutenant parfois l'amélioration du drainage sur l'exploitation, mais uniquement si celle-ci est conforme aux dispositions de la loi sur la propreté de l'eau, à la politique de l'Agence de protection de l'environnement qui vise à empêcher toute perte nette de zones humides, et aux conditions de conservation dont sont assorties les mesures de soutien de l'USDA, y compris les dispositions dites « swampbuster » de la loi agricole de 1985¹.

L'objectif du Programme de mise en réserve des terres humides est la réhabilitation des terres agricoles à haut risque situées en zone inondable ou à proximité. Au cours de l'exercice 2007, ce dispositif a concerné 1.947 millions d'acres, le plus souvent dans le cadre de servitudes permanentes. En 2004 et 2005, les dépenses se sont élevées respectivement à environ 275 millions USD et 240 millions USD (avec un coût moyen de 1 400 USD et 1 688 USD par acre). La superficie moyenne par contrat est de 194 acres, et une grande partie des terres concernées se trouvent dans le Missouri, en Arkansas, en Louisiane, dans le Mississippi, en Floride et en Californie. De plus, aux termes des dispositions « swampbuster », les producteurs peuvent se voir refuser le droit de bénéficier des mesures de soutien à l'agriculture s'ils produisent des produits de base (depuis 1990) sur des terres situées dans une zone humide ou s'ils convertissent une zone humide de manière à pouvoir les exploiter.

Conscient que les activités agricoles contribuent à l'hypoxie des eaux du golfe du Mexique et que le *Midwest* comprend plus de 50 millions d'acres de terres cultivables soumises au drainage superficiel ou souterrain, l'USDA a mis en place en 2003, à travers son équipe de gestion en partenariat, un groupe de travail sur les systèmes de gestion du drainage agricole ayant pour mission de concevoir une nouvelle approche visant à *atténuer les dommages provoqués en dehors des exploitations par les eaux drainées*. Le groupe de travail associe le service de recherche agricole de l'USDA (ARS – Agricultural Research Service), son service de conservation des ressources naturelles (NRCS – Natural Resources Conservation Service) et son service de recherche, de formation et de vulgarisation en coopération avec les États (CSREES – Cooperative State Research, Education and Extension Service). Il comprend des chercheurs universitaires, des professionnels de la vulgarisation, mais aussi des scientifiques issus d'organismes fédéraux, des États ou locaux. Il se concentre sur la coopération avec les agriculteurs, les entreprises de travaux agricoles et les conseillers agricoles afin de:²

Encadré 3.3. Drainage agricole et préservation des zones humides aux États-Unis (suite)

- Mettre en œuvre un drainage superficiel ou souterrain amélioré, dans les nouveaux systèmes comme dans les systèmes rénovés.
- Réduire la charge de nitrates dans les effluents de drainage, qui constituent une source majeure de dégradation de la qualité des cours d'eau et de l'hypoxie dans le golfe du Mexique.
- Doper l'efficacité de la production et les revenus économiques grâce à la maîtrise du drainage agricole de surface et souterrain.

1. Il existe de nombreuses études sur le Programme de mise en réserve des terres fragiles, dont certaines peuvent être consultées sur le site web de l'USDA à l'adresse : www.ers.usda.gov/Browse/NaturalResourcesEnvironment/

2. Pour plus d'informations concernant le groupe de travail ADMS, sur sa charte, sa vision, ses objectifs et ses plans d'action, consulter le site <http://www.ag.ohio-state.edu/~usdasdru/ADMS/ADMSindex.htm>. Pour l'ADMC, consulter le site : <http://www.admcoalition.com/>.

Source : Secrétariat de l'OCDE, d'après la réponse du gouvernement des États-Unis à un questionnaire www.oecd.org/water.

3.2.6. Soutien au secteur agricole et avantages de la gestion des ressources en eau dans l'agriculture

Certains pays de l'OCDE apportent un soutien à leur agriculture, parce qu'ils pensent qu'il peut être source d'avantages du point de vue de la gestion des ressources en eau (externalités positives). Dans le cas, par exemple, de la riziculture en **Corée** et au **Japon**, deux pays soumis à la mousson, ces avantages se manifestent dans les domaines suivants (encadré 3.4) : l'environnement (maîtrise des inondations, purification et filtration de l'eau, fonction d'habitat humide assurée par les rizières, etc.) ; le développement rural (effet multiplicateur sur les revenus en zone rurale, revenus de l'écotourisme suscité par les paysages de rizière) ; le domaine social (développement de la solidarité au sein de la collectivité) ; et les domaines culturels et religieux (identité culturelle associée au cycle de la riziculture, par exemple) (Banque mondiale, 2006).

Ces avantages doivent être mis en regard des coûts environnementaux des systèmes rizicoles (par exemple, les émissions de méthane ou les ruissellements de substances chimiques). En outre, si les avantages attribués au soutien à la riziculture en **Corée** et au **Japon** sont réels, ils n'en exigent pas moins un soutien agricole bien supérieur à la moyenne de l'OCDE. Par ailleurs, le soutien à la culture du riz dans ces pays perturbe considérablement la production et les échanges, car il se compose à 70 % de paiements fondés sur la production, d'une part, et de paiements au titre de l'utilisation d'intrants non assortis de contraintes, d'autre part (chiffres 2006-08).

3.3. Gestion agricole et mesures technologiques

Diverses approches en matière de gestion agricole, de vulgarisation et de technologie sont appliquées par les pays de l'OCDE pour améliorer la gestion des ressources en eau dans l'agriculture. Les pays soucieux d'accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau sur les exploitations, en particulier des systèmes d'irrigation, accordent un soutien conséquent à la modernisation des équipements tout en fournissant des services de vulgarisation agricole et en développant la recherche dans l'intérêt des irrigants ; c'est le cas de

Encadré 3.4. Coûts et avantages des systèmes de riziculture en Corée et au Japon

De nombreuses études se sont penchées sur les externalités positives (multifonctionnalité) des exploitations rizicoles. Kim *et al.* (2006) établissent la liste suivante :

- atténuation des crues, grâce à de petits bassins d'irrigation ainsi qu'à la capacité de rétention des champs de riz délimités ;

- alimentation des nappes souterraines, dont on estime qu'elle peut atteindre 80 % des écoulements superficiels en Corée ;

- purification des eaux par le sol des rizières, qui agit comme un piège à éléments nutritifs ;

- maîtrise de l'érosion du sol et des glissements de terrain sur les zones en pente ;

- purification et refroidissement de l'air ;

- biodiversité et aménités.

Les estimations de la valeur dégagée par ces fonctions positives divergent largement, mais elles sont généralement élevées, et même potentiellement supérieures à la valeur du riz produit. Au Japon, de nombreux efforts ont été faits pour évaluer les avantages environnementaux de la multifonctionnalité des rizières (par exemple, Conseil scientifique du Japon, 2001 ; Yamaoka, 2004). Des paiements compensatoires sont parfois versés à ce titre, notamment lorsque le drainage agricole est utilisé par des non-agriculteurs et dans le cadre d'activités agricoles bénéfiques du point de vue écologique. Le ministère de l'Agriculture du Japon héberge le secrétariat du Réseau international pour l'eau et l'écosystème en rizières (*Secretariat of the International Network for Water and Ecosystem in Paddy Fields*, INWEPF). Créé en 2004, ce forum vise à mettre en relation les acteurs de la riziculture sur des thématiques comme la multiplicité des utilisations des ressources en eau dans le secteur agricole, y compris les aspects environnementaux (Yamaoka, 2004).

La Corée comme le Japon semblent toutefois très concentrés sur l'estimation des avantages multifonctionnels, mais ces informations doivent être mises en balance avec les coûts estimés. Cette évaluation des coûts est pourtant bien moins avancée. Kim *et al.* (2006) décrivent plusieurs externalités négatives associées à la riziculture, parmi lesquelles: les émissions de méthane ; la perturbation de l'écosystème due aux mesures de bonification des terres comme le revêtement de canaux et les canaux de drainage indépendants.

Source : d'après Nickum et Ogura (2010), en s'appuyant sur les travaux de Kim *et al.* (2008a); Conseil scientifique du Japon (2001); et Yamaoka 2004).

l'Australie, des **États-Unis**, de **l'Italie**, du **Mexique** et de la **Turquie** (www.oecd.org/water). Le **Canada** et la **France** illustrent bien la démarche de certains pays qui sont à la recherche d'une approche intégrée pour augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans le secteur agricole (encadré 3.5).

Encadré 3.5. Amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans le secteur agricole au Canada et en France

Canada

- Les approches de la conservation des ressources en eau varient sensiblement d'une juridiction à l'autre.
- L'accent est mis essentiellement sur la réduction de la consommation d'eau par les ménages, plutôt que dans les secteurs agricole et industriel.
- L'État fédéral se concentre généralement sur la recherche sur l'eau, l'information/l'éducation et l'amélioration des pratiques et des technologies.
- Le Programme national de gérance agroenvironnementale prévu par le Cadre stratégique pour l'agriculture apporte une assistance financière et technique en faveur de l'adoption de bonnes pratiques de gestion dans les exploitations.
- Les provinces se sont montrées plus actives dans ce domaine et ont promulgué des lois, mis en œuvre des stratégies et politiques globales de l'eau, fixé des objectifs de consommation, lancé des campagnes de sensibilisation, et pris toute une série d'initiatives supplémentaires en faveur de la conservation et de l'efficacité.
- Les voies d'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau pour l'irrigation font l'objet de recherches et de démonstrations au Centre Canada-Saskatchewan de recherche sur la diversification de l'irrigation, issu du partenariat entre des organismes locaux et les pouvoirs publics provinciaux et fédéraux.

France

- Création d'une redevance sur les prélèvements d'eau.
- Examen des volumes autorisés, compte tenu des besoins réels et de la capacité environnementale, et application de la police des prélèvements.
- Soutien à l'adoption de techniques d'irrigation économes en eau, avec notamment des crédits à bas taux pour l'achat d'équipement. Soutien pour l'achat d'équipement (subvention publique jusqu'à 40 %) aux termes du Plan Végétal Environnement. Aide à l'acquisition d'instruments de comptage et de gestion pour de meilleures pratiques, ou de matériels spécifiques économes en eau (maîtrise des apports, systèmes de régulation électronique et dispositifs de récupération et de stockage des eaux pluviales).
- Mesure agro-environnementale pour limiter l'irrigation : soutien à la réduction des superficies agricoles irriguées.
- Aide à l'investissement de la part des agences de l'eau pour créer des stockages de substitution et moderniser les réseaux d'approvisionnement en eau (de manière à limiter les pertes d'eau) dans le cadre du Programme de développement rural hexagonal (PDRH).
- Mise à disposition de services de vulgarisation agricole, complétés par des formations d'accompagnement sur l'irrigation, en particulier à travers le réseau des Chambres d'agriculture, mais on ne dispose d'aucun retour sur l'échelle et l'impact de ces services.

Source : Secrétariat de l'OCDE, d'après la réponse des gouvernements canadien et français à un questionnaire www.oecd.org/water.

La promotion de technologies et de pratiques visant à une utilisation plus efficace de l'eau sur les exploitations tend principalement à encourager l'emploi de systèmes goutte-à-goutte et le revêtement des canaux d'irrigation. Diverses pratiques sont axées sur l'amélioration des services écosystémiques liés à l'eau à usage agricole. C'est le cas des réseaux de corridors qui, en **Corée** et au **Japon**, relient les rivières, les rizières et les bassins d'irrigation pour maintenir la biodiversité aquatique dans ces milieux. Les autres méthodes appliquées pour favoriser une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau dans les exploitations comprennent (www.oecd.org/water) :

- l'évaluation comparative des fournisseurs d'eau afin de limiter les pertes dans le réseau de distribution (**Autriche**) ;
- l'établissement d'un code de pratique sur la conception et l'utilisation des systèmes d'irrigation dans le secteur agricole (**Nouvelle-Zélande**) ;
- la collecte et l'utilisation de l'eau de pluie (**Belgique**) ;
- la mise au point de cultivars très résistants dans un large éventail de végétaux afin de faire face aux risques accrus de sécheresses (**Canada, États-Unis, Finlande, Italie, Royaume-Uni** et **Suisse**).
- le développement de l'exploitation d'eaux recyclées, notamment des eaux usées d'assainissement et de drainage, et le recyclage de l'eau issue des systèmes de production horticole sous serre (**Belgique**) ; et
- l'exploration des possibilités offertes par les nanotechnologies pour améliorer la gestion des ressources en eau (**États-Unis**) (encadré 3.6).

Dans de nombreux pays, l'établissement d'outils d'aide à la prise de décision pour guider les stratégies de gestion de l'eau dans le secteur agricole prend une importance croissante (www.oecd.org/water). Deux des éléments clés, pour étayer les décisions, sont la collecte des données et le suivi de l'utilisation des ressources en eau dans l'agriculture, notamment l'établissement de bilans hydriques saisonniers et interannuels. Il s'agit, dans certains cas, de récapituler les flux et les stocks à l'échelle nationale (par exemple en **Australie**, aux **États-Unis**, en **Grèce** et aux **Pays-Bas**) et, dans d'autres cas, d'aider les cultivateurs à suivre l'utilisation de l'eau sur leur exploitation et d'orienter leurs pratiques d'irrigation de manière à réduire leur consommation (par exemple, au **Danemark**, en **France**, en **Nouvelle-Zélande** et au **Royaume-Uni**).

Différents organismes publics de recherche consacrent des *travaux de recherche et d'analyse aux ressources en eau dans le secteur agricole* afin d'épauler les responsables de l'action publique. Ils accordent de plus en plus d'attention aux effets du changement climatique sur l'agriculture et les ressources en eau et aux projections concernant la demande d'eau future du secteur agricole (par exemple, la **Corée**, le **Portugal**, le **Royaume-Uni**, la **Suisse** et l'**UE**) (voir www.oecd.org/water). *La planification de l'eau* constitue également un outil important de l'arsenal dont disposent les décideurs, en particulier pour les assister dans l'allocation des ressources entre l'agriculture, les autres utilisateurs et l'environnement (chapitre 3.4.2). De ce point de vue, le **Canada** est l'un des rares pays de l'OCDE à organiser des concertations publiques à tous les niveaux d'administration, pour ce qui relève de la planification, des programmes et des objectifs dans le domaine de l'eau.

Encadré 3.6. Potentiel des nanotechnologies pour améliorer la gestion de l'eau dans le secteur agricole

Nanotechnologie : “ compréhension et maîtrise de la matière à une échelle située entre environ 1 à 100 nanomètres, à laquelle des phénomènes spécifiques permettent de nouvelles applications (...) ” (US National Nanotechnology Initiative). “ utilisation des propriétés des objets nanométriques (...) pour créer des substances améliorées, des dispositifs et des systèmes (...) ” (ISO TC 229). Un nanomètre correspond à un milliardième de millimètre.

Les nanotechnologies utilisées dans l'agriculture se fondent sur les nanotubes de carbone, les nanocantilevers, les nanoparticules, les nanosurfaces et les nanocapteurs. Elles peuvent être appliquées pour : les diagnostics ; la détection des parasites et des bactéries ; l'encapsulation et la libération contrôlée d'herbicides, de pesticides et de médicaments ; la maîtrise de la pousse de l'herbe ; et, bien sûr, la gestion et la détection de l'eau.

L'agriculture de précision utilise de plus en plus les systèmes de positionnement par satellite (GPS), les systèmes d'information géographique (SIG), le guidage automatisé des machines et les dispositifs de télédétection. Les chercheurs travaillent à parfaire ces systèmes tant du point de vue de la précision de la réponse que de sa rapidité, mais aussi de la taille et de la solidité, à l'aide des nanotechnologies. La gestion de l'eau dans le secteur agricole a beaucoup à gagner de l'application pratique de ces nouvelles technologies.

Actuellement, les nanocapteurs sans fil facilitent l'observation intensive des conditions environnementales permettant un déclenchement automatique des apports d'eau, d'engrais et de pesticides. En cas de détection d'une sécheresse par les nanocapteurs, les niveaux d'irrigation sont automatiquement ajustés dans le champ en temps réel, offrant ainsi une utilisation plus efficace et efficace de l'eau ainsi que de meilleures récoltes à des coûts inférieurs. De même, les capteurs utilisant les nanotechnologies peuvent être adaptés sur des moissonneuses-batteuses de manière à ce qu'elles puissent déterminer la quantité et le taux d'humidité des grains moissonnés sur les diverses parties d'un champ et générer des modèles informatisés aidant à la prise de décision concernant la pertinence et le calendrier des apports d'eau.

L'industrie propose déjà des applications agricoles de réseaux de capteurs sans fil combinant des puces électroniques avec des caractéristiques propres à l'échelle nanométrique au sein de réseaux sans fil de “ motes ” (poussières). Il s'agit d'ordinateurs miniatures autonomes alimentés par piles et équipés de liaisons radio : les motes peuvent s'organiser spontanément en réseau, communiquer entre eux et échanger des données. Les motes peuvent servir pour : la gestion de l'irrigation, la détection et l'alerte en cas de gel, l'application de pesticides, le calendrier des récoltes, la biodépollution, le bioconfinement ainsi que le contrôle et la mesure de la qualité de l'eau.

Mis en place dans des vignobles de l'Oregon et de la Californie, aux États-Unis, des capteurs mesurent la température du sol toutes les minutes. Ils peuvent cependant tout aussi bien mesurer les taux d'humidité et évaluer le besoin d'irriguer. Les capteurs en réseau parsemés dans les champs sont également capables de fournir des données détaillées sur la teneur en eau des cultures et du sol et transmettre ces informations à l'exploitant. Ces systèmes pourraient se généraliser à mesure que les capteurs se perfectionneront et que leur coût diminuera.

Source : Secrétariat de l'OCDE, d'après *Global Challenges: Nanotechnology and Water*, publication de l'OCDE à paraître en 2010.

3.4. Politiques de l'eau et agriculture

3.4.1. Vue d'ensemble

Dans la plupart des pays, jusqu'au début des années 90, la gestion de l'eau en rapport avec l'agriculture était pour une large part axée sur la fourniture d'eau et mettait l'accent sur les infrastructures, sur les solutions techniques et sur l'exploitation maximale de la ressource, dans le cadre d'une structure institutionnelle de type contraignant (Hamstead *et al.*, 2008 ; Pahl-Wostl, 2008). Cette vision techniciste et centralisée, limitée au captage de l'eau et à sa fourniture au secteur agricole, est désormais complétée par une stratégie allant dans le sens d'une utilisation durable de l'eau. En l'occurrence, l'accent est mis sur la satisfaction de demandes diverses (économiques, environnementales et sociales) en vue de répondre aux besoins des utilisateurs, l'adoption de structures institutionnelles et décisionnelles participatives et collaboratives, et le renforcement du rôle joué par les mécanismes de marché (Pahl-Wostl *et al.*, 2008).

La transition décrite ci-dessus a donné lieu à un certain nombre d'évolutions au cours des deux dernières décennies, dont :

- le plus haut degré de priorité désormais attaché à la réalisation des objectifs environnementaux tels que la conservation des ressources en eau et la lutte contre la pollution en vue de limiter les impacts négatifs sur les écosystèmes ;
- la reconnaissance du fait que les instruments économiques tels que la tarification de l'eau peuvent contribuer à couvrir les coûts financiers des réseaux d'irrigation et à accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans les situations de rareté ;
- les pressions qui s'exercent sur les pouvoirs publics afin qu'ils maîtrisent les dépenses budgétaires liées au recours à de coûteuses solutions techniques pour fournir de l'eau à l'agriculture ;
- le souci de mettre en place des systèmes de gestion et de gouvernance aptes à faire face aux incertitudes induites par les impacts du changement climatique sur les ressources en eau ;
- le déclin progressif des prix "réels" des produits agricoles sur plusieurs décennies, qui rend difficiles à justifier des dépenses importantes pour de "nouvelles" infrastructures d'irrigation ;
- la volonté croissante de soustraire la politique de l'eau au contrôle national et étatique pour aller vers des formes de gestion et de prise de décisions plus décentralisées, participatives et intégrées, afin d'encourager l'implication de tous les acteurs à l'échelle du bassin hydrographique, et de mieux répondre aux besoins locaux, qu'ils soient économiques, environnementaux ou sociaux (encadré 3.7).

Encadré 3.7. Organisation des institutions chargées de la gouvernance des ressources en eau dans le secteur agricole dans les pays de l'OCDE

Les cadres institutionnels applicables à la gestion de l'eau dans la plupart des pays de l'OCDE, en vertu desquels l'eau, dans le secteur agricole, est administrée et répartie entre les différents usages, peuvent être caractérisés comme suit dans leurs grandes lignes, même s'il existe parfois des différences marquées, comme en témoignent de www.oecd.org/water:

- *Pouvoirs publics au niveau national/fédéral* : les ministères de l'Agriculture, de l'Environnement, des Infrastructures, etc., sont dotés de responsabilités globales, mais partagées, pour déterminer les buts généraux de l'action publique et les objectifs chiffrés relatifs aux ressources en eau (le cas échéant), ce qui implique une coordination entre ces ministères et les pouvoirs publics au niveau infranational (voir ci-dessous). Dans certains pays, ces responsabilités s'étendent aux activités de recherche et de suivi, au contrôle du respect des dispositions réglementaires, en particulier dans le cas des eaux souterraines, ainsi qu'aux questions concernant les ressources transfrontalières.
- *Pouvoirs publics au niveau des provinces/des régions/des États* : les fonctions de planification et de gestion des ressources en eau sont généralement assurées à ce niveau. Bien que le découpage obéisse dans l'ensemble à celui des juridictions (État/province) (par exemple en **Australie**, au **Canada**, aux **États-Unis** et au **Japon**), certains pays ont également confié la gestion des ressources à des agences régionales chargées d'un ou plusieurs bassins hydrographiques (notamment en **Espagne**, en **Grèce**, en **Italie**, au **Mexique** et en **Pologne**).
- *Autorités au niveau du bassin hydrographique (ou bassin versant)* : ces autorités sont généralement responsables de la gestion des droits d'eau, des autorisations de prélèvement et des questions financières (notamment la perception et la détermination des redevances sur l'eau) ainsi que de l'inspection des infrastructures d'irrigation.
- *Associations/coopératives d'usagers de l'eau* : les groupes d'usagers de l'eau interviennent habituellement au niveau du sous-bassin et ont la responsabilité de la gestion quotidienne du réseau d'irrigation.

Source : Secrétariat de l'OCDE, d'après les réponses des gouvernements des pays membres à un questionnaire en ligne www.oecd.org/water.

3.4.2. Réformes de la politique de l'eau et secteur agricole

Le passage de la gestion de l'offre à la gestion de la demande se traduit par des réformes des structures institutionnelles et des structures de gouvernance chargées des ressources en eau. Le processus et les éléments clés des réformes de la politique de l'eau conduites dans les pays membres et qui ont des incidences importantes sur la gestion de l'eau dans l'agriculture sont résumés ci-dessous (www.oecd.org/water).

Tous les pays n'ont pas suivi la même voie et les réformes sont plus ou moins abouties. Des modifications majeures ont parfois été apportées à la politique de l'eau au cours de la décennie écoulée, par exemple en **Australie**, au **Mexique** et en **Turquie** (encadré 3.8). L'**Union européenne** s'est également lancée dans un programme ambitieux de réforme à travers la *Directive cadre sur l'eau* (DCE) entrée en vigueur en 2000. Cette directive a été transposée dans le droit de chacun des États membres et régit leur politique de l'eau. Les principales échéances de la mise en œuvre du texte sont l'élaboration de plans de gestion des bassins hydrographiques (2009) ; la mise en place de mesures tarifaires (2010) ; la réalisation des objectifs environnementaux (2015) ; et l'application de la directive dans son intégralité (2027).

Encadré 3.8. Les réformes de la politique de l'eau et l'agriculture en Australie, au Mexique et en Turquie

AUSTRALIE

L'Australie a décidé d'appliquer les principes de la concurrence et du marché à la gestion de l'eau. La création d'un régime de propriété et d'un système d'échanges de droits sur l'eau qui soit cohérent à l'échelle nationale constitue une sécurité, tant pour les usagers de l'eau que pour l'environnement. Grâce aux échanges de droits, dont la mise en œuvre est assurée dans le cadre de multiples initiatives lancées à l'échelon fédéral ou des États, les rares ressources en eau vont aux usages les plus efficaces et productifs, ce qui a ouvert de vastes perspectives pour leur exploitation durable et efficace. La création de marchés de l'eau, avec la planification et la réglementation appropriée, est jugée essentielle pour résoudre les problèmes soulevés par la surallocation des ressources en eau en Australie tout en optimisant les résultats économiques, sociaux et environnementaux. Cette approche intégrée facilitera par ailleurs l'adaptation à l'évolution de la disponibilité de l'eau imputable au changement climatique.

L'expérience australienne a été rendue possible par les réformes institutionnelles et des droits de propriété, dont les caractéristiques ont facilité la mise en place de marchés de l'eau viables. De manière générale, le régime de propriété établit que tout individu peut détenir un droit d'accès à l'eau. La législation des États précise qu'il appartient aux autorités publiques de l'État de gérer l'eau au nom de l'ensemble de la population. Les usagers ne peuvent acquérir ou détenir que le droit d'utiliser l'eau disponible selon le plan officiel en vigueur. Qui plus est, c'est à l'administration et non à la justice qu'il appartient de déterminer quelles sont les quantités d'eau susceptibles d'être utilisées. Il en résulte un régime de propriété propice à la mise sur pied de marchés efficaces. De façon générale, les droits d'utilisation de l'eau s'articulent autour de trois axes :

- Le **droit** porte sur une fraction donnée du volume d'eau, qui est stipulée dans un plan de gestion. Ce droit est dissocié de tout titre foncier et peut être négociés avec des acheteurs intéressés. On parle alors d'échanges permanents.
- Les décisions d'allocation **volumétrique** sont prises tout au long de l'année budgétaire. Chaque donne lieu à un droit de propriété et est inscrite sur le compte d'eau associé à ce droit. Des échanges d'allocations, appelés "échanges temporaires" en Australie, peuvent être effectués en débitant un compte et en en créditant un autre. Les allocations ne sont pas associées aux titres de propriété foncière. Ces allocations annuelles peuvent être négociées avec des acheteurs intéressés.
- Les **autorisations d'utilisation** fixent ensuite les règles d'utilisation de l'eau dans un périmètre déterminé et de débit des quantités employées du compte d'eau associé à l'autorisation d'utilisation considérée. Ces autorisations propres à un site particulier ne sont généralement pas échangeables, puisque les conditions qui leur sont attachées sont fonction d'une parcelle donnée.

Face à la dégradation des conditions climatiques dans l'Est et le Sud de l'Australie, ainsi qu'aux difficultés rencontrées pour rééquilibrer les quantités d'eau disponibles pour l'environnement et la consommation et pour remédier aux faiblesses administratives, le Gouvernement fédéral a annoncé en 2008 l'adoption du plan *Water for the Future*, doté d'un budget de 12.9 milliards AUD, dont les objectifs prioritaires portent sur les mesures relatives au changement climatique, une utilisation raisonnée de l'eau, la sécurisation des approvisionnements en eau, et la salubrité des cours d'eau et des voies navigables. L'enveloppe affectée à ce dispositif sert principalement à acheter des droits d'eau pour l'environnement et à investir dans l'amélioration et la reconfiguration des infrastructures, les économies d'eau au bénéfice de l'environnement étant partagées.

L'information est essentielle non seulement au bon fonctionnement des marchés de l'eau, mais également à la confiance qu'il est indispensable de bâtir et d'alimenter pour tout ce qui touche à la planification et à la gestion durable de l'eau. Aux termes de la loi nationale sur l'eau (*Water Act*) de 2007, le service fédéral de météorologie

Encadré 3.8. Les réformes de la politique de l'eau et l'agriculture en Australie, au Mexique et en Turquie (suite)

(Federal Bureau of Meteorology) est habilité à collecter et publier des informations de haut niveau, qui comprendront notamment un rapport annuel sur l'eau et des rapports périodiques sur la disponibilité et l'exploitation des ressources hydriques. Il est également habilité à définir et mettre en œuvre des normes nationales relatives à l'information sur l'eau.

Se félicitant du lancement du plan *Water for the Future*, le Conseil des Gouvernements australiens a approuvé en novembre 2008 plusieurs initiatives visant à améliorer le fonctionnement des marchés et des échanges de droits d'eau en accélérant le traitement des échanges temporaires, et à assurer la coordination de l'information et de la recherche sur l'eau en définissant un plan national pour la recherche ainsi qu'une stratégie de modélisation. L'expérience australienne en matière de réforme du secteur de l'eau donne à penser que des taux de rendement des investissements bien supérieurs à 15 % par an peuvent être atteints. En mai 2009, les ministres de l'eau ont approuvé des normes d'échanges pour les échanges permanents de droits sur l'eau.

MEXIQUE

Depuis le vote de la loi sur l'eau de 1992 et la création de la Commission nationale sur l'eau, le Mexique a engagé une grande réforme pour transférer la gestion de l'eau de ses anciens "districts" à des associations d'usagers de l'eau (AUE). Cette démarche a impliqué, d'une part, la mise en place de nouvelles institutions, comme les agences de bassin, qui donnent aux AUE la capacité de gestion nécessaire à l'administration des ouvrages et des ressources en eau, et, d'autre part, le transfert aux AUE de la responsabilité financière de l'exploitation des districts et de collecte des redevances. Des études révèlent qu'entre 1990 et 1996, les subventions publiques et le déficit tarifaire sont passés de 35 % et 26 % à 15 % et 13 % respectivement. En 1996, il existait 372 AUE qui contrôlaient l'approvisionnement de quelque 3 millions d'hectares. Durant cette période, les prix de l'eau ont augmenté de 45 à 180 % et les subventions des pouvoirs publics pour l'exploitation et la maintenance ont été supprimées. D'après certains chercheurs, les redevances d'exploitation et de maintenance sont trop faibles (elles représentent 2 à 7 % du produit brut), et dans de nombreux cas, l'entretien n'est pas optimal.

Globalement, les réformes globales de la politique de l'eau ont contribué à accroître l'efficacité de l'utilisation de l'eau et à réduire les pertes. Le volume utilisé par hectare irrigué a par ailleurs quelque peu diminué. Mais les subventions accordées au titre des coûts de l'eau et de l'électricité nécessaire au pompage sabotent les efforts déployés en faveur d'une utilisation durable de l'eau dans le secteur agricole, et, en ce qui concerne l'énergie, d'une réduction des émissions de gaz à effet de serre. En outre, le subventionnement de l'électricité soulève certaines inquiétudes, en ceci qu'il encourage le pompage des eaux souterraines et la surexploitation de celles-ci, autrement dit une exploitation supérieure à la capacité de recharge des nappes. De plus, le subventionnement de l'irrigation et de l'électricité semble en contradiction avec le nouveau programme de rachat de droits d'eau aux agriculteurs, entraînant ainsi pour les pouvoirs publics une hausse des coûts nécessaires au respect de leurs objectifs environnementaux.

TURQUIE

Les coûts des réseaux d'irrigation sont en cours de transfert des pouvoirs publics aux associations locales d'usagers de l'eau. Leur exploitation et leur maintenance, auparavant à la charge des organes publics que sont la direction générale des ouvrages hydrauliques d'État et la direction générale des services ruraux, sont progressivement transférées à des associations locales d'usagers de l'eau autofinancées, en vertu de quoi les agriculteurs assument une part plus importante des coûts d'entretien des réseaux d'irrigation. La direction générale des ouvrages hydrauliques d'État est principalement responsable du développement et de la maintenance des grands ouvrages d'irrigation (par exemple les barrages, les puits), tandis que la direction générale des services ruraux s'occupe surtout des petits ouvrages sur les exploitations.

Les agriculteurs financent une partie des coûts d'exploitation et de maintenance de l'irrigation grâce à des redevances annuelles fondées sur la superficie et le type de culture. Les taux de récupération des redevances sur les réseaux publics sont faibles et n'excèdent jamais 54 %. En revanche, dans les structures exploitées par les

Encadré 3.8. Les réformes de la politique de l'eau et l'agriculture en Australie, au Mexique et en Turquie (suite)

agriculteurs, ils approchent 90 %. Les dépenses de la direction générale des ouvrages hydrauliques au titre des coûts d'exploitation et de maintenance (nets des redevances des agriculteurs) se sont élevées en moyenne à 103 millions TKY (75 millions USD) sur les années 2004 et 2005. Ces dernières années, les redevances sur l'eau ont augmenté du fait du transfert de réseaux d'irrigation exploités par la direction générale des ouvrages hydrauliques aux associations d'usagers. Une étude portant sur la production de coton et de raisin dans le bassin du Gediz montre par exemple que dans les zones où ces transferts ont eu lieu et entraîné une hausse des redevances sur l'eau, la productivité de l'eau d'irrigation s'est sensiblement accrue.

Certains projets de développement régional ont des répercussions notables sur l'agriculture et l'environnement. Le financement national étant limité, une grande partie de ces projets est financée par les agences internationales de développement ou les donateurs, dont la Banque mondiale. Le projet pour l'Anatolie du Sud-Est (GAP) (1983 – 2001), qui a été financé principalement par des ressources nationales, est le projet de développement régional turc le plus ambitieux, puisqu'il concerne 10 % de la superficie du pays, pour un coût estimé à 50 milliards TKY (32 milliards USD). Le GAP projette, entre autres, d'accroître la production agricole dans la région moyennant la construction de 22 barrages, mais aussi d'ouvrages d'irrigation sur 1.7 million d'hectares à l'horizon 2015. *Le projet de réhabilitation du bassin hydrographique de l'Anatolie (DOKAP)*, qui est financé par la Banque mondiale et qui s'est vu allouer une enveloppe de 65 millions TKY (45 millions USD) pour la période 2004 – 2012, vise à remettre en état les sols dégradés en vue de promouvoir l'agriculture et l'exploitation forestière. Certains grands projets d'irrigation, comme le GAP, ont aussi été entrepris sans véritablement tenir compte de la gestion environnementale ou des répercussions sur l'environnement et ont entraîné la disparition d'écosystèmes de grande valeur (steppes, zones humides, par exemple), une aggravation des problèmes de salinité et une généralisation des problèmes liés au ruissellement des substances agrochimiques. Cela étant, le GAP accroît la production nationale d'hydroélectricité, ainsi que le bien-être socioéconomique des villageois.

Le maintien des subventions au titre de l'utilisation de l'eau et de l'électricité employée pour le pompage entrave les efforts déployés pour amener le secteur agricole à utiliser l'eau de manière durable, en particulier les eaux souterraines. La responsabilité de l'exploitation et de la gestion des réseaux d'irrigation locaux (précédemment gérés par un monopole national) a toutefois été transférée à des associations autofinancées d'usagers de l'eau. Ce transfert a entraîné une augmentation des redevances sur l'eau dans le but de couvrir les coûts d'exploitation, et favorise une utilisation plus efficiente des ressources, qui sont peu abondantes. Ce mode de tarification peut être considéré comme une politique agricole adaptée en vue d'accroître le revenu des agriculteurs et la contribution de l'agriculture au développement global. Cependant, il ne prend pas en compte plusieurs facteurs susceptibles d'améliorer les performances du secteur agricole, ni les externalités auxquelles le développement de l'irrigation pourrait donner lieu. La tarification indépendante du volume risque d'entraîner une surconsommation d'eau qui peut avoir des répercussions négatives sur les rendements des cultures irriguées, même si l'eau est en quantité abondante. Les problèmes d'allocation d'eau sont appelés à se multiplier dans l'agriculture et la pression pour des transferts intersectoriels s'accroîtra lorsque l'eau sera rare. Les externalités environnementales liées à l'irrigation généreront de nouveaux coûts sociaux et économiques.

Source : d'après Young, 2010 (Australie) ; Garrido et Calatrava, 2010 (Mexique) ; Cakmak, 2010 et OCDE, 2008a (Turquie).

Les États-Unis n'ont pas de véritable politique de l'eau à l'échelle nationale, et l'action publique concrète dans ce domaine s'exerce pour l'essentiel au niveau des États. Dans ce cadre, les marchés, les banques de l'eau et la tarification à l'unité sont de plus en plus courants. Certains pays commencent à peine à s'engager dans un processus de réforme de la politique de l'eau, comme le **Canada** et la **Nouvelle-Zélande**, et il est donc trop tôt pour procéder à des évaluations. Dans d'autres cas, l'avancée des réformes est plus limitée, notamment en **Corée** et au **Japon** : certains changements de priorités sur les questions environnementales et une certaine réorganisation des structures institutionnelles en charge de l'eau ont été observés. Toutefois, nombre de ces pays

envisagent la possibilité de faire appel aux marchés de l'eau, à la tarification de l'eau ou à d'autres instruments d'action relevant davantage d'une approche marchande pour gérer les ressources en eau (www.oecd.org/water).

Dans les pays de l'OCDE, les dispositifs institutionnels de gestion de l'eau présentent de multiples facettes et combinent plusieurs échelons. Cette structure entraîne des pratiques et des réglementations complexes qui varient selon les régions, et même à l'échelle des bassins hydrographiques, reflétant la diversité politique, historique et culturelle des différents pays de l'OCDE, mais aussi des régions qui les composent. Le **Mexique** illustre bien cette complexité structurelle : la planification d'ensemble à l'échelle nationale incombe à la Commission nationale de l'eau (CNE), mais des ministères fédéraux (de l'Agriculture, de l'Environnement et de l'Irrigation) y participent ; le pouvoir de la CNE est délégué à 85 districts de bassin répartis dans 30 états (lesquels prennent part eux aussi à la gestion de l'eau) ; ces districts coordonnent leur action avec celle de près de 500 associations d'usagers de l'eau qui approvisionnent les exploitants individuels ou des coopératives.

Même dans les cas où les réformes des institutions ou des politiques de l'eau ont été très rapides ces dernières années, comme en **Australie**, d'importantes différences régionales subsistent, même au sein des états, à telle enseigne que plusieurs dizaines de réseaux de distribution coexistent parfois, avec des propriétaires différents, des structures de tarification différentes et des prix de l'eau différents (Parker et Speed, 2010). Néanmoins, certains pays comme l'**Espagne** ont opté pour l'institution d'une seule et unique Autorité de l'eau et la rationalisation des dispositifs institutionnels relatifs à l'eau.

On observe une décentralisation des structures institutionnelles chargées de la gouvernance de l'eau, les responsabilités qui incombaient auparavant aux pouvoirs publics nationaux/régionaux étant transférées à un niveau encourageant l'engagement local et l'implication des usagers dans la gestion de l'eau en agriculture. Pendant des dizaines d'années, les **États-Unis**, par exemple, ont opéré un transfert de la politique de l'eau, à l'origine principalement gérée dans le cadre de grands projets de développement fédéraux, vers une forme de gestion pragmatique très décentralisée à l'échelle des États, voire plus locale encore (Deason *et al.*, 2001; Gerlak, 2008). Un des éléments fondamentaux de la *directive cadre sur l'eau* de l'UE consiste à amener les États membres à mettre en place un système de planification de la gestion des bassins hydrographiques, chaque pays étant tenu d'élaborer son propre plan comprenant tout un éventail de mesures, et de le mettre à jour tous les six ans (2015).

Certains pays commencent à souscrire à l'idée que la concurrence et les marchés sont applicables à la gestion de l'eau. Jusqu'à présent, la mise en place de marchés et de systèmes d'échanges de droits d'eau a été limitée parmi les pays de l'OCDE (il en existe en **Australie** et aux **États-Unis**, par exemple). Même dans les pays où les marchés de l'eau sont plus développés, comme l'**Australie**, le commerce d'eau et de droits d'eau demeure modeste : en 2004-05, seulement 7 % de la totalité de l'eau consommée et 4 % des droits d'eau ont fait l'objet de transactions (Parker et Speed, 2010 ; Young, 2010). Un certain nombre de pays commence à examiner la possibilité de créer des marchés de l'eau (notamment le **Canada** et la **Nouvelle-Zélande**), mais dans d'autres (dont l'**Autriche**, la **Belgique**, le **Japon** et le **Portugal**), le caractère public des droits d'eau, la législation, le régime de propriété de l'eau et les réglementations publiques y font obstacle (voir www.oecd.org/water).

Ainsi, bien qu'il n'existe en principe aucune raison empêchant l'établissement de marchés de l'eau (c'est-à-dire les échanges de droits d'eau) dans la majorité des pays de l'OCDE, *des obstacles* subsistent et sont dus en grande partie aux éléments suivants :

- une connaissance scientifique incomplète des liens entre les ressources en eau et les écosystèmes ;
- un manque d'interconnexions physiques entre les différents réseaux de distribution d'eau à l'agriculture, aux villes, à l'industrie et aux autres usagers ;
- des incertitudes sur le niveau de l'offre et de la demande d'eau à tel ou tel moment dans le futur ;
- des droits de propriété mal définis et problèmes de délimitation entre les droits sur l'eau et les droits fonciers ;
- une définition de la quantité d'eau nécessaire dans un bassin pour maintenir les fonctions environnementales, sauvegarde de cette quantité et adhésion des parties prenantes à ce principe ;
- des coûts de transaction élevés de la création de marchés de l'eau ;
- des problèmes d'équité dans la mesure où les marchés de l'eau semblent ne pas tenir compte des pauvres et obéir principalement au souci de l'efficacité économique plutôt qu'aux considérations environnementales et sociales ;
- dans de nombreux cas, l'impossibilité pour les irrigants d'échanger leurs droits d'eau avec d'autres usagers, puisqu'il n'existe pas de marché à cette fin.

Il est toutefois de plus en plus courant de soustraire l'eau à une éventuelle utilisation dans le secteur agricole en vue de satisfaire les besoins de l'environnement, comme en **Australie** (encadré 3.8). A ces fins, les pays recourent principalement à des moyens d'action réglementaires (dont les autorisations de prélèvement, www.oecd.org/water) dans le cadre du processus d'allocation d'eau. Certains pays normalisent le débit minimal des cours d'eau pour maintenir dans l'environnement la quantité d'eau nécessaire à la survie des écosystèmes (notamment l'**Australie**, la **Corée**, l'**Espagne**, les **États-Unis**, le **Japon**, la **Norvège** et la **Suisse**), un nombre croissant de cours d'eau étant appelés à bénéficier de telles normes dans les pays de l'UE conformément à la *directive-cadre sur l'eau* (www.oecd.org/water).

Les transferts d'eau entre l'agriculture et les autres secteurs sont rares et n'ont lieu qu'en cas de sécheresse exceptionnelle pour les usagers des villes ; dans un tel cas, les pouvoirs publics peuvent généralement révoquer les droits d'eau privés au titre de l'intérêt général. Aux **États-Unis**, certains États aident les agriculteurs et les autres usagers à obtenir de l'eau dans des situations de sécheresse durable, en créant des banques d'eau centralisées dans lesquelles les acheteurs et les vendeurs peuvent échanger des informations et procéder à des transactions (Wichelins, 2010b).

En général, les régimes de droits relatifs aux eaux souterraines sont moins développés que ceux qui s'appliquent aux eaux de surface (voir www.oecd.org/water). Souvent, il n'existe pas de coordination entre ces deux régimes. Typiquement, le propriétaire foncier (agriculteur) dispose d'un droit exclusif de prélèvement dans les

nappes souterraines situées sous sa propriété, bien que la plupart des pays aient mis en place des réglementations pour limiter l'extraction privée dans le cas de ressources souterraines communes. En outre, les propriétaires doivent normalement déposer une demande d'autorisation auprès des pouvoirs publics avant de procéder à toute extraction. Le permis/l'autorisation d'extraction d'eaux souterraines (ou de surface) peut être assorti de conditions parfois extrêmement précises, comme le montre l'exemple du système en vigueur en **Nouvelle-Zélande** (encadré 3.9). Certains États d'**Australie** disposent de régimes de droits relatifs aux nappes souterraines plus élaborés, comprenant des autorisations couplées à des droits (délivrées pour des périodes de 5 à 10 ans uniquement), des allocations annuelles et des échanges d'eau souterraine (www.oecd.org/water).

Encadré 3.9. Conditions attachées aux permis de prélèvement d'eau en Nouvelle-Zélande

Les permis de prélèvement d'eau sont des droits d'utilisation limités, assortis de conditions définies par l'autorité de délivrance (en l'occurrence, le conseil régional ou l'autorité unitaire). L'article 14 de la loi nationale sur la gestion des ressources (établie en 1991, celle-ci constitue le principal instrument national régissant la gestion des ressources en eau douce néo-zélandaises) stipule que les prélèvements effectués dans les cours d'eau, les lacs et les aquifères doivent faire l'objet d'une demande d'autorisation ou être une activité prévue dans le cadre d'un plan sur les ressources en eau. Cela ne concerne pas l'extraction d'eau destinée à abreuver les animaux d'élevage ou à un usage domestique, laquelle est explicitement permise par l'article 14.

Parmi les conditions dont sont assortis les permis de prélèvement, peuvent figurer les éléments suivants :

- Emplacement(s) du point d'extraction ou de dérivation.
- Usage final de l'eau.
- Contrôles volumétriques des prélèvements (instantanés, quotidiens, hebdomadaires, mensuels, saisonniers, annuels).
- Titres fonciers (ou zone délimitée) en vertu desquels l'autorisation peut être revendiquée.
- Contrôles de l'efficacité techniques ou physiques de l'utilisation de l'eau.
- Spécification des règles de surveillance du respect des conditions environnementales fixées.
- Mise en œuvre de contrôles ou de restrictions visant l'exercice de l'autorisation.
- Dispositions permettant l'examen de l'autorisation.

Source : réponse du gouvernement de Nouvelle-Zélande à un questionnaire de l'OCDE www.oecd.org/water.

3.4.3. Tarification de l'eau dans le secteur agricole et récupération des coûts : eaux de surface et souterraines

Eaux de surface

Dans la majorité des pays membres de l'OCDE, la facturation de l'eau met généralement en jeu un système mixte constitué d'une redevance forfaitaire et d'une redevance volumétrique au-dessus d'un certain seuil, pour les eaux de surface (Encadré 3.10 et www.oecd.org/water). Beaucoup de ces pays ont recours à des redevances sur l'eau par hectare (prix forfaitaire) pour les systèmes d'irrigation approvisionnés par gravité. Les redevances forfaitaires par hectare constituent peut-être la plus préjudiciable des incitations à utiliser les eaux de surface pour irriguer, surtout dans les zones souffrant de stress hydrique. De ce fait, l'application de redevances volumétriques au secteur

agricole est plus ou moins développée dans les pays de l'OCDE. En **France**, par exemple, plus de 70 % des exploitations et 85 % des surfaces irriguées étaient équipées de dispositifs volumétriques en 2005, sachant que l'installation de compteurs est devenue obligatoire pour les agriculteurs à partir de 2006. Au Japon, par contre, moins de 1 % des 6 000 districts d'irrigation (Districts de bonification des terres) appliquaient des redevances volumétriques (www.oecd.org/water).

De nombreux obstacles viennent entraver la transition entre les prix forfaitaires et les prix volumétriques (Garrido et Calatrava, 2010). Parmi ces freins figurent des coûts de transaction élevés pour l'installation, la mise en œuvre et le contrôle des redevances volumétriques dans le cadre de réseaux d'irrigation de grande envergure. Les recherches menées par Tsur et Dinar (1997) montrent pourquoi les gains d'efficacité ne justifient pas nécessairement les coûts de la refonte des tarifs, tandis que Chakravorty et Roumasset (1991) et Hafi *et al.* (2001) expliquent que les redevances volumétriques pourraient avoir des effets de redistribution de la richesse dans les districts importants confrontés à des déperditions sur le réseau.

Encadré 3.10. Redevances, tarifs, prix et marchés de l'eau : note sur la terminologie

- Une **redevance sur l'eau** peut être définie comme un paiement effectif de nature pécuniaire dont s'acquittent les usagers pour avoir accès à l'eau. En cas d'application d'un système de redevances différentielles, le sens en est équivalent à celui du terme **tarif de l'eau**, qui est communément utilisé dans le secteur de l'eau domestique/urbaine. Le terme "redevance sur l'eau" est parfois remplacé par l'expression "rémunération des services d'irrigation", car certains responsables de l'action publique n'aiment pas le mot "redevance" du fait qu'il évoque une taxation de l'eau.
- **Les principaux modes de tarification de l'eau** sont les suivants (FAO, 2004 ; Molle et Berkoff, 2007a) :
 - **Prix ou redevance forfaitaire ou fixe**, selon la nature du contrat de fourniture. Le mode le plus fréquent de facturation est fondé sur la superficie des terres, du fait qu'il est facile à appliquer et qu'il est adapté à l'irrigation continue, par gravité ou par canaux, par exemple.
 - **Redevance volumétrique** établie en fonction des quantités effectives d'eau dérivées au profit d'un utilisateur ou d'un groupe d'utilisateurs (prix de gros) et exigeant une forme ou une autre de comptage de l'eau, notamment :
 1. une "tarification par tranches" définie pour différents niveaux de consommation ; et
 2. un "tarif mixte", qui associe un prix forfaitaire (généralement fonction de la superficie) et un prix volumétrique, ce qui garantit au fournisseur un revenu minimum stable auquel vient s'ajouter une rémunération variable en fonction des volumes utilisés.
- **Le prix unitaire de l'eau** est défini comme le prix fixé par le marché, dans un contexte politique et social donné, de manière à assurer la récupération des coûts, l'équité et la durabilité ; il peut être subventionné ou non. Bien appréhender le coût d'opportunité intégral de l'eau à court terme et à long terme devrait permettre de mettre en place des marchés de l'eau, de fixer les redevances de pollution et de définir les incitations à lutter contre cette pollution ou à accroître les externalités positives.
- **Les marchés de l'eau** impliquent des transactions entre utilisateurs et fournisseurs d'eau qui sont fonction du jeu de l'offre et de la demande. Les droits d'eau (allocations) peuvent être échangés au cours de l'année, de manière temporaire ou permanente, ou bien, si le marché est réglementé, l'organisme de réglementation peut établir les prix, leur fixer des limites et jouer le rôle de courtier, par exemple pour favoriser le bon fonctionnement du marché. Le prix de marché des droits d'eau correspond à un prix pour l'allocation d'eau et à un prix pour déterminer la part d'eau disponible.

Source : d'après Molle et Berkoff, 2007a ; et FAO, 2004.

Les redevances sur l'eau de surface dues par les agriculteurs sont très variables, non seulement entre pays membres de l'OCDE, mais aussi entre régions et entre bassins hydrographiques. Dans une certaine mesure, ces variations reflètent la diversité des droits d'eau, des allocations et des arrangements contractuels caractérisant l'utilisation de l'eau dans les pays de l'OCDE (www.oecd.org/water). En **Espagne** (tableau 3.2) et aux **États-Unis**, par exemple, on observe une grande disparité dans les redevances payées au titre de l'eau d'irrigation.

Certains agriculteurs des **États-Unis**, en vertu de droits des riverains ou d'accords d'échanges avec les autorités fédérales, reçoivent une eau très bon marché (de 5 à 10 USD pour 1 000 m³), tandis que d'autres agriculteurs bénéficiant de contrats moins avantageux ou achetant leur eau d'irrigation à des organismes œuvrant à l'échelle des États doivent s'acquitter de prix bien plus élevés (de 20 USD et à 100 USD ou plus pour 1 000 m³). Les agriculteurs qui achètent de l'eau sur le marché pour achever une saison d'irrigation ou pour assurer l'irrigation de cultures pérennes peuvent être amenés à payer des prix supérieurs à 100 USD par m³ pour une partie de leur approvisionnement (Wichelns, 2010b).

En **Corée**, les redevances d'irrigation sont également très variables (tableau 3.3), un système mixte assurant un soutien total aux grands réseaux d'irrigation (à l'exclusion des prélèvements obligatoires sur la main-d'œuvre), et n'en apportant aucun aux réseaux plus modestes. Un tel système est déséquilibré en ce qui concerne la gestion de l'eau et pourrait s'avérer délétère pour les petits irrigants, qui doivent s'acquitter de l'intégralité des coûts financiers de la fourniture d'eau. Cela étant, les exploitations desservies par les grands réseaux d'irrigation sont légalement tenues de se limiter à la production de céréales, tandis que celles qui sont desservies par de plus petits réseaux d'irrigation sont libres de choisir leur production (Nickum et Ogura, 2010).

En fonction du cadre réglementaire et institutionnel en vigueur, *le coût intégral de fourniture d'eau de surface aux exploitations agricoles* (exploitation et maintenance, plus coûts de remplacement des équipements et d'investissement dans les équipements nouveaux) est généralement pris en charge par les irrigants individuels (par exemple, redevances sur l'eau livrée à l'exploitation), par les districts d'irrigation ou les associations d'usagers (coûts d'exploitation et de maintenance des infrastructures d'irrigation, par exemple), et par l'État ou les agences de l'eau (coûts des investissements dans les infrastructures d'irrigation existantes ou nouvelles).

Dans la plupart des pays, la récupération totale des coûts d'exploitation et de maintenance de la fourniture d'eau à l'agriculture est courante mais la récupération des coûts d'investissement est quant à elle limitée (graphique 3.1 et www.oecd.org/water). Parmi les pays où les coûts sont récupérés dans leur intégralité (exploitation et maintenance, et investissements) en ce qui concerne l'approvisionnement des exploitations à partir des eaux de surface, aucun ne dispose de réseaux d'irrigation à grande échelle, et la majorité des ouvrages d'irrigation appartient au secteur privé.

Tableau 3.2. Coûts d'exploitation et de maintenance des services d'irrigation et taux de récupération des coûts en Espagne

(seulement dans les bassins inter-régionaux)

| Bassin | Eau souterraine | | Eau de surface | | | Total | | Taux de récupération des coûts d'exploitation et de maintenance % |
|--------------|-----------------|------------------------|----------------|------------------------|------------------------|--------------|------------------------|---|
| | EUR par ha | EUR par m ³ | EUR par ha | | EUR par m ³ | EUR par ha | EUR par m ³ | |
| | | | Distribution | Tarif par bassin et DI | | | | |
| Duero | 500 | 0.095 | 19.88 | 46 | 0.012 | 231 | 0.044 | 89 |
| Èbre | 829 | 0.015 | 49 | 12 | 0.011 | 113 | 0.020 | 86 |
| Guadalquivir | 744 | 0.15 | 101 | 70 | 0.035 | 400 | 0.081 | 98 |
| Guadiana | 232 | 0.048 | 19 | 102 | 0.025 | 188 | 0.039 | 54 |
| Júcar | 383 | 0.074 | 81 | 16 | 0.02 | 283 | 0.055 | 85 |
| Segura | 789 | 0.163 | 34 | 151 | 0.038 | 464 | 0.096 | n.a. |
| Tage | 541 | 0.1 | 36 | 67 | 0.02 | 199 | 0.038 | n.a. |
| Total | 500 | 0.09 | 50 | 56 | 0.021 | 263.5 | 0.051 | 87 % |

Source : Ministère de l'Environnement (2007).

Tableau 3.3. Redevances moyennes demandées par les associations d'irrigants aux cultivateurs, par région, en Corée, 2005

| Unité : USD/ha | Moyenne | Valeur maximale | Rizières irriguées (milliers ha)* |
|--------------------------|-----------|-----------------|-----------------------------------|
| Moyenne nationale | 31 | 387 | - |
| Incheon- gwangyeoksi | 45 | 75 | 0.8 |
| Gwanju-gwangyeoksi | 36 | 247 | 8 |
| Gyeonggi-do | 30 | 185 | 80 |
| Gangwon-do | 19 | 103 | 38 |
| Chungcheongbuk-do | 24 | 78 | 50 |
| Chungcheongnam-do | 54 | 387 | 139 |
| Jeollabuk-do | 85 | 156 | 128 |
| Jeollanam-do | 32 | 59 | 151 |
| Gyeongsangbuk-do | 24 | 68 | 135 |
| Gyeongsangnam-do | 26 | 222 | 98 |

Les données présentées montrent l'éventail des redevances demandées aux agriculteurs par les associations d'irrigants en Corée. Ces moyennes divergent largement, allant de 19 USD/ha dans la région montagneuse et peu irriguée de Gangwon-do, située dans le Nord-Est, à 85 USD/ha dans la région de Jeollabuk-do, dans le Sud-Ouest, où la superficie des rizières irriguées est importante. * Données pour 2006.

Source : d'après Nickum et Ogura (2010).

Dans les cas où l'irrigation joue un rôle plus important dans le secteur agricole et où les pouvoirs publics financent depuis longtemps de grands ouvrages d'irrigation, les réformes favorisant la récupération des coûts d'investissement auprès des agriculteurs sont plus rapides (notamment en **Australie**, aux **États-Unis** et en **France**). Cependant, même dans ces pays, la récupération des coûts d'investissement dans l'irrigation peut être très variable (par exemple, en **France**, 15 % à 95 % de ces coûts sont récupérés, selon le bassin hydrographique). Pour ce qui est des grands travaux de réhabilitation, de modernisation et de rénovation des infrastructures d'irrigation, les dépenses

d'investissement demeurent, dans la plupart des pays de l'OCDE, à la charge des consommateurs d'eau urbaine ou industrielle (par le biais de subventions croisées) et des contribuables, les organismes publics étant responsables de la gestion des systèmes de distribution. Pour autant, les infrastructures nécessaires aux services fournis aux utilisateurs d'eau urbaine et industrielle sont elles aussi souvent financées sur fonds publics (OCDE, 2009a).

Les taux de récupération des coûts relatifs à l'eau fournie au secteur agricole sont à la hausse dans la plupart des pays de l'OCDE. Cette tendance trouve sa confirmation dans des études menées dans des pays membres de l'UE (Garrido et Calatrava, 2010), aux **États-Unis** (Wichelns, 2010b), en **Australie** (Parker et Speed, 2010), au **Mexique** (graphique 3.2 ; Garrido et Calatrava, 2010) et en **Turquie** (graphique 3.3 ; Cakmak, 2010). En ce qui concerne l'UE, la directive-cadre sur l'eau (DCE) prévoit qu'à partir de 2010 les États membres devront veiller à ce que l'eau soit facturée à tous les consommateurs à un tarif reflétant l'intégralité des coûts (exploitation et maintenance, coûts d'investissement, coûts environnementaux et coûts liés à la ressource - coûts d'opportunité, graphique 1.4), bien que certaines dérogations soient possibles pour les zones défavorisées ou au titre de aide sociale, de façon à assurer un service minimum à tous les consommateurs (www.oecd.org/water). L'**Australie** vise également la récupération totale des coûts pour l'eau d'irrigation d'ici 2010 dans certains États, notamment en Nouvelle-Galles-du-Sud.

Graphique 3.1. Récupération des coûts de fourniture¹ d'eau de surface aux exploitations agricoles dans les pays de l'OCDE², 2008

- **Récupération de 100 % des coûts d'exploitation et de maintenance et des coûts d'investissement :**
Autriche ; Danemark ; Finlande ; Nouvelle-Zélande ; Royaume-Uni ; Suède
- **Récupération de 100 % des coûts d'exploitation et de maintenance mais de moins de 100 % des coûts d'investissement :**
Australie ; Canada ; États-Unis ; France ; Japon
- **Récupération de moins de 100 % des coûts d'exploitation et de maintenance et des coûts d'investissement :**
Espagne ; Grèce ; Hongrie ; Irlande ; Italie ; Mexique ; Pays-Bas ; Pologne ; Portugal ; Suisse ; Turquie
- **Récupération de moins de 100 % des coûts d'exploitation et de maintenance, coûts d'investissement subventionnés :**
Corée
- **Récupération d'autres coûts par le biais de redevances sur l'eau ou de la tarification de l'eau : coûts d'opportunité, coûts des externalités économiques et environnementales⁴**
 - Australie (certains coûts environnementaux sont déjà récupérés, mais la récupération des coûts d'opportunité et des coûts des externalités économiques et environnementales est prévue pour 2010) ;
 - France (une partie des coûts environnementaux est récupérée au moyen de redevances sur l'eau) ;
 - Royaume-Uni (les coûts environnementaux sont actuellement récupérés en partie).

1. Équivalents au coût intégral de fourniture présenté graphique 1.4, soit les coûts d'exploitation et de maintenance plus les coûts d'investissement (rénovation des infrastructures et ouvrages nouveaux).

2. Aucune information n'est disponible pour les pays membres de l'OCDE suivants : Allemagne ; Belgique ; Islande ; Luxembourg ; Norvège ; République slovaque ; République tchèque.

3. Ce graphique résume les informations détaillées en www.oecd.org/water.

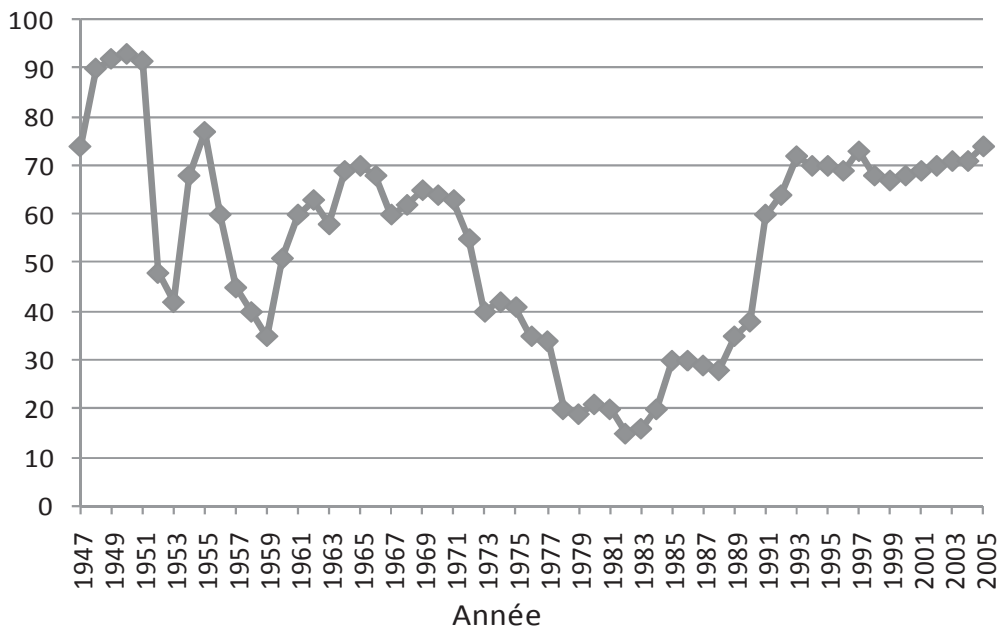
4. Les autres coûts, dont les coûts d'opportunité et les coûts des externalités économiques et environnementales sont présentés graphique 1.4.

Source : Secrétariat de l'OCDE, d'après les réponses des pays de l'OCDE à un questionnaire sur www.oecd.org/water.

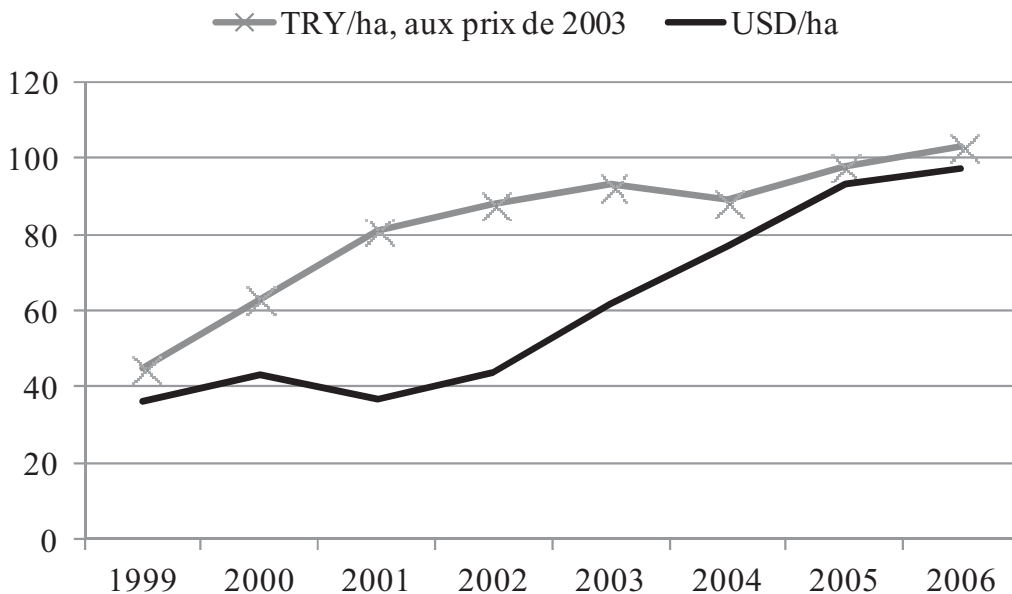
Le **Japon** a cependant fait peu de progrès dans le taux de récupération des coûts liés à la fourniture d'eau d'irrigation, tandis qu'en **Corée** ces taux baissent depuis plus d'une décennie (Nickum et Ogura, 2010). En **Chine** (qui n'est toutefois pas membre de l'OCDE), les décideurs publics ont fait le choix de la tarification et adopté le principe du marché pour la récupération des coûts de l'eau dans le secteur agricole, même si ces décisions ne sont pas toujours mises en œuvre (Nickum et Ogura, 2010).

Depuis 1994, l'**Australie** a connu une forte hausse des prix de l'eau d'irrigation, un renchérissement de mieux en mieux accepté par les irrigants, conscients qu'il est logique et nécessaire que les prix permettent de récupérer les coûts "planchers", c'est-à-dire les coûts minimaux permettant de couvrir la maintenance et l'investissement dans la rénovation des infrastructures de distribution d'eau d'irrigation (tableau 3.4, et Parker et Speed, 2010). Cependant, une tarification "plancher" peut se traduire par une amélioration insuffisante des normes de service. Les dépenses nécessaires pour augmenter l'efficacité et apporter des améliorations importantes au dispositif impliquent soit une hausse des prix vers un "plafond" (c'est-à-dire le coût intégral de fourniture, comprenant les coûts d'opportunité, les coûts financiers et les coûts des externalités), soit un soutien à l'investissement pour accroître l'efficacité. Depuis quelques années, le Gouvernement fédéral soutient les investissements réalisés dans certains réseaux d'irrigation majeurs en vue d'en améliorer l'efficacité. Les pouvoirs publics espèrent que les volumes d'eau ainsi économisés seront restitués à l'environnement (encadré 3.8).

Graphique 3.2. Taux de récupération des coûts d'exploitation et de maintenance dans les zones irriguées au Mexique



Source : Garrido et Calatrava, 2010, d'après Silva Ochoa et Garcés-Restrepo, 2002.

Graphique 3.3. Redevances moyennes d'exploitation et de maintenance relatives à l'irrigation, 1999 – 2006 (TRY/ha, aux prix de 2003 et USD/ha)

Source : Cakmak, 2010.

Tableau 3.4. Taux de récupération des coûts pour l'eau d'irrigation en Australie

| | Volume d'eau fournie pour l'irrigation | Part des coûts récupérée (%) |
|-----------------------------------|--|------------------------------|
| Nouvelle-Galles-du-Sud | 4 777 604 | 88 |
| Queensland | 1 206 725 | 97 |
| Victoria | 1 192 983 | 100 |
| Total pour ces trois états | 7 177 312 | 91 |

La récupération des coûts inclut par définition : les coûts d'exploitation, de maintenance et de renouvellement relatifs à la fourniture de services d'irrigation.

Source : d'après Parker et Speed, 2010.

Les agences de l'eau commencent à récupérer les coûts d'opportunité (liés à la ressource), ainsi que les coûts économiques et les coûts des externalités environnementales associés à l'utilisation d'eau dans le secteur agricole, mais cela ne concerne qu'un très petit nombre de pays (graphique 3.1, www.oecd.org/water). La récupération de ces dépenses est parfois assurée par d'autres moyens d'action, comme le recours à une taxe sur la pollution de l'eau en France (tableau 3.5), en Belgique (taxe sur la pollution), au Portugal (à dater de 2008, taxe pour les usagers de l'eau visant à couvrir les coûts environnementaux et économiques) ; lorsque l'agriculture induit des externalités environnementales positives, comme la préservation de zones humides, des paiements sont accordés aux exploitants pour la conservation de ce bien public (Chapitre 3.2.3 et 3.2.4).

La Grèce a réalisé un calcul exhaustif de sa demande en eau ainsi que du coût intégral et de la récupération du coût des services de distribution d'eau à l'agriculture et aux autres usagers (encadré 3.11), dans le contexte de la *directive cadre sur l'eau* de l'UE.

Dans la plupart des pays de l'OCDE, les quotas, allocations, autorisations ou droits annuels sont les mécanismes habituels de répartition de l'eau entre les différents usagers ou pour les besoins environnementaux. Un très petit nombre de pays membres (par exemple, l'Australie) recourent aux marchés de l'eau et aux échanges de droits sur l'eau pour procéder à l'allocation. De fait, le coût d'opportunité (lié à la ressource) de l'eau consommée par le secteur agricole est intégré implicitement dans les quotas, autorisations, permis et autres mécanismes de rationnement appliqués par les responsables des politiques.

Tableau 3.5. Taxes sur l'eau d'irrigation perçues par les Agences de l'eau en France

| Administration du bassin hydrographique | Taxe moyenne (2002, EUR/m ³) | Minimum – maximum (2003 – 2006, EUR/m ³) | Volume prélevé (millions de m ³ , 2002) |
|---|--|--|--|
| Adour Garonne | 0.0047 | 0.0026 – 0.0057 | 758 |
| Artois Picardie | 0.0134 | 0.0012 – 0.0609 | 15 |
| Loire Bretagne | 0.0066 | 0.0044 – 0.0175 | 499 |
| Rhin Meuse | 0.0014 | 0.0013 – 0.0015 | 77 |
| Rhône Méditerranée | 0.0015 | 0 – 0.0027 | 1 643 |
| Seine Normandie | 0.0171 | 0.0051 – 0.0192 | 95 |

Source : Garrido et Calatrava (2010) d'après Rieu (2006), à partir de données des Agences de l'eau.

La plus grande prudence est de mise dans l'utilisation et la comparaison des données sur les taux de récupération des coûts et les redevances sur l'eau dans l'agriculture, que ce soit dans un même pays ou entre plusieurs pays. Les difficultés sont plus spécifiquement associées aux points suivants (Garrido et Calatrava, 2010 ; Nickum et Ogura, 2010) :

- un manque de transparence des données sur les coûts financiers de la fourniture d'eau, en particulier les coûts d'investissement. Une simplification des systèmes de tarification de l'eau et de partage des coûts étalée sur l'ensemble du dispositif permettrait d'améliorer la transparence et d'établir des estimations plus précises de la part des coûts totaux d'investissement dans l'irrigation couverte respectivement par l'administration centrale, les collectivités locales et les agriculteurs ;
- un grand nombre de réseaux de distribution et d'infrastructures de stockage sont souvent partagés entre plusieurs utilisateurs, notamment du secteur agricole, ce qui complique la ventilation des coûts financiers entre les divers usagers de l'eau ;
- de grands projets d'irrigation financés sur fonds publics sont réalisés par étapes, au fil des décennies, ce qui en rend la comptabilité difficile ;
- il peut être difficile d'évaluer les coûts de remplacement sur le cycle de vie d'un barrage ou d'un réservoir.

Encadré 3.11. Calcul de la récupération totale des coûts en Grèce

Dans le cadre du rapport final de la Grèce pour l'article 5 de la directive cadre sur l'eau de l'UE, les pouvoirs publics ont recueilli les données officielles relatives à la consommation d'eau, au coût des services de distribution et à la récupération des coûts dans chacune des 14 régions hydrologiques grecques (voir tableaux 3.6 et 3.7 suivants, et pour les données par région, se reporter à la source indiquée ci-dessous). Les différents types de coûts présentés dans les tableaux ci-dessous ont été déterminés comme suit :

- Le *coût financier (de l'approvisionnement en eau)* est tiré des rapports financiers annuels des sociétés de distribution d'eau pour les usages domestiques (DEYA) et pour l'irrigation (TOEB).
- Le *coût lié à la ressource (coût d'opportunité)* n'a été calculé que pour quatre régions hydrologiques dans lesquelles l'équilibre entre la demande et l'offre est négatif : les îles de la mer Égée, la Grèce centrale, l'est du Péloponnèse et la Thessalie. Le coût lié à la ressource a été évalué par modélisation de la meilleure source d'eau possible dans chacune de ces régions (coût de la désalinisation, du recyclage de l'eau, etc.)
- Le *coût environnemental* a été obtenu par "transfert d'avantages" des valeurs recueillies dans de nombreuses études d'évaluation appliquant la méthode des préférences déclarées. Cette technique permet d'ajuster ces valeurs à l'aide des données socio-économiques pertinentes correspondant aux régions dans lesquelles les études ont été menées et aux régions vers lesquelles les valeurs doivent être "transférées".

Le niveau de récupération des coûts est défini comme le pourcentage du coût intégral des services de distribution d'eau couvert par les recettes collectées au titre de ces services. Concernant ces recettes, les pouvoirs publics se sont fondés sur des chiffres détaillant les tarifs des sociétés de distribution d'eau applicables respectivement aux usagers et aux pollueurs de l'eau. En outre, les subventions de la PAC à l'agriculture irriguée sont comptabilisées comme un coût dans le calcul de la récupération des coûts pour les usagers de l'eau dans le secteur agricole. Le taux moyen de récupération des coûts en Grèce avoisine 65 % pour les usages domestique et industriel, et 54 % pour l'utilisation agricole. Le taux global de récupération des coûts, tous usages confondus, est de 64 %. À deux notables exceptions près, les sociétés de distribution d'eau ne couvrent donc pas leurs dépenses. De plus, les recettes ne couvrent même pas les coûts financiers. Les tarifs de l'eau moyens ont été calculés en divisant le total des sommes versées par les agriculteurs par la quantité d'eau utilisée dans chaque région. Ils varient de 0.011 €/m³ en Macédoine centrale à 0.1 €/m³ en Crète.

Tableau 3.6. Demande en eau et coût des services relatifs à l'eau en Grèce, 2007

| District hydrologique | Demande en eau (hm ³ /an) | | Coût financier ('000 EUR/an) | | Coût lié à la ressource (coût d'opportunité) ('000 EUR/an) | Coût environnemental ('000 EUR/an) | | Coût intégral | |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------|------------------------------|-------------|--|------------------------------------|-------------|---------------|-------------|
| | Irrigation | Tous usages | Irrigation | Tous usages | Irrigation | Irrigation | Tous usages | Irrigation | Tous usages |
| Total | 6 827 | 7 907 | 118 950 | 3 408 488 | 140 166 | 47 502 | 62 165 | 306 618 | 3 610 819 |

Tableau 3.7. Récupération intégrale des coûts relatifs à l'eau en Grèce, 2007

| District hydrologique | Recettes liées aux tarifs de l'eau ('000 EUR/an) | | Tarif de l'eau moyen (EUR/m ³) | | Récupération des coûts (%) | |
|-----------------------|--|-------------|--|-------------|----------------------------|-------------|
| | Irrigation | Tous usages | Irrigation | Tous usages | Irrigation | Tous usages |
| TOTAL | 165 608 | 2 301 955 | 0.0243 | 0.2911 | 54 | 64 |

Source : D'après Garrido et Calatrava (2010).

Eaux souterraines

On l'a vu dans le chapitre précédent, le propriétaire foncier (agriculteur) se voit généralement attribuer le droit exclusif d'extraire l'eau souterraine située sous son domaine. Les pays de l'OCDE ont néanmoins très largement recours à des instruments réglementaires pour promouvoir une utilisation durable des ressources en eau souterraine communes. Généralement, la plupart des pays appliquent un tarif forfaitaire et une redevance volumétrique sur l'extraction d'eau souterraine lorsque la nappe est partagée. Cependant, la **Turquie** perçoit une redevance (forfaitaire) par hectare, tandis qu'au **Japon** et en **Corée**, il n'y a pas de redevance sur l'extraction d'eau souterraine (www.oecd.org/water).

Les coûts d'irrigation ont grimpé dans de nombreuses régions de l'OCDE où les agriculteurs ne disposent que de faibles ressources en eau souterraine. Qui plus est, le renchérissement de l'énergie nécessaire au pompage, conjugué à la baisse du niveau des ressources, a poussé les agriculteurs à modifier leurs pratiques d'irrigation et à accroître la valeur générée par unité d'eau extraite des nappes souterraines.

Cette situation trouve une bonne illustration dans le cas des hautes plaines du Texas et d'autres régions des **États-Unis** desservis par l'aquifère fossile d'Ogallala (encadré 3.12). Plusieurs États ont mis en place des districts de gestion des eaux souterraines et limité le développement de nouveaux puits, en vue de freiner l'épuisement de la ressource, dans une région largement agricole et tributaire de l'irrigation. Dans certains États, les agriculteurs sont tenus de mesurer et de notifier les volumes d'eau qu'ils prélèvent dans l'aquifère tous les ans, ce qui a l'avantage de produire des données utiles aux organismes officiels tout en rendant chaque exploitant plus conscient du rythme d'épuisement de l'aquifère dans la région. iv. Financement des infrastructures de distribution d'eau pour le secteur agricole

Dans les pays de l'OCDE, de nombreuses régions d'irrigation sont confrontées au vieillissement des infrastructures et disposent de recettes limitées pour financer les activités de maintenance et de réparation. Le processus de récupération des coûts des services de stockage et de distribution engagé dans le cadre des réformes du régime de l'eau évoquées précédemment fait que les fournisseurs et les irrigants commencent à envisager la rénovation des infrastructures comme une stratégie pérenne. Les pertes résultent généralement du mauvais entretien des réseaux de distribution d'eau et des canalisations sur les exploitations, à quoi s'ajoutent les fuites dues à l'inefficacité des technologies d'application d'eau. Une partie de ces eaux s'infiltrent dans l'environnement, mais elles sont susceptibles de transporter des polluants, notamment des sels, dans les masses d'eau.

Encadré 3.12. Irrigation à partir des eaux souterraines de l'aquifère d'Ogallala aux États-Unis

L'aquifère d'Ogallala s'étend sous certaines parties de huit états de l'Est américain : le Texas, le Nouveau-Mexique, le Kansas, l'Oklahoma, le Colorado, le Nebraska, le Wyoming et le Dakota du Sud. Cet aquifère est à l'origine d'un développement de l'irrigation considérable, à grande échelle, entamé dans les années 50 lorsque des technologies abordables sont devenues disponibles pour l'extraction et la distribution d'eau souterraine dans les immenses champs de coton, de maïs, de blé d'hiver et de sorgho. Le nombre de puits creusés dans les hautes plaines du Texas est passé de 48 000 en 1958 à 101 000 en 2000, les agriculteurs ayant augmenté leur production de cultures irriguées. L'Ogallala est essentiellement un aquifère fossile, dont le taux de recharge naturelle est très faible. En 1977, le niveau des eaux souterraines marquait un recul annuel d'au moins 15 cm dans 82 % de la superficie irriguée par cette ressource au Texas. Une très forte surexploitation était également observée au Kansas, en Oklahoma et au Nouveau-Mexique. La chute cumulée du niveau des eaux souterraines a dépassé 30 mètres dans certaines zones du Texas et de l'Oklahoma.

Alors que l'économie de la région dépend en grande partie des cultures et de l'élevage et des activités de transformation connexes, le rythme des prélèvements dans l'Ogallala excède de loin le taux de recharge de la nappe. Ces dernières années, les organismes fédéraux et des états se sont beaucoup penchés sur cette surexploitation qui met en danger la durabilité de l'Ogallala. La plupart des états ont voté des lois permettant la création de districts de gestion des eaux souterraines, contrôlés par les irrigants locaux, pour appliquer des programmes d'optimisation de l'utilisation à long terme des ressources de l'aquifère. Au Kansas, au Nouveau-Mexique et au Colorado, les agriculteurs doivent s'adresser aux districts de gestion des eaux souterraines pour obtenir l'autorisation de forer de nouveaux puits. L'autorisation n'est pas accordée si le nouveau puits est susceptible d'avoir des répercussions sur les quantités d'eau disponibles pour les exploitations voisines. Les cultivateurs du Kansas sont également tenus de mesurer chaque année le volume d'eau prélevé dans les eaux souterraines et de transmettre ces données à leur district de gestion local.

Dans la région des hautes plaines du Texas, les exploitants sont libres d'extraire et d'utiliser l'eau des nappes souterraines, car la Cour suprême du Texas a statué que le détenteur d'un patrimoine foncier est le propriétaire absolu du sol et de l'eau qui s'y infiltre. L'irrigation s'est rapidement répandue dans la région dans les années 60 et au début des années 70, avant de connaître une période de déclin principalement due au renchérissement de l'énergie et à la baisse de productivité des puits d'irrigation. La superficie irriguée a atteint sa valeur la plus basse en 1989 avec 1.59 million ha, puis est remontée à 1.87 million ha en 2000, soit à peu près la superficie irriguée en 1958. Ces évolutions se sont accompagnées de choix différents en matière de technologie d'irrigation dans les exploitations agricoles. Les méthodes d'irrigation superficielle par gravité ont largement cédé le pas à des systèmes à pivot central, par aspersion à basse pression, ou à l'irrigation souterraine au goutte à goutte.

À défaut d'autorité administrative pour limiter le pompage au Texas, plusieurs organismes ont collaboré avec les irrigants pour encourager une meilleure gestion de l'eau, de manière à freiner le taux de prélèvement total dans les nappes souterraines. La baisse du niveau des nappes souterraines et la hausse des prix du gaz ont également incité les agriculteurs à mieux gérer l'irrigation. Le coût estimé du pompage des eaux de l'Ogallala est en effet passé de 0.08 USD par mm à plus de 0.20 USD par mm dans certaines zones. Le coût d'investissement dans un système d'irrigation dans la région est actuellement estimé à 741 USD par hectare et le coût variable du pompage (à partir d'une profondeur de 61 m) et de l'exploitation du réseau est estimé à 772 USD par hectare. D'une certaine manière, le renchérissement de deux ressources raréfiées (l'eau et le gaz naturel) motive les ajustements nécessaires de la consommation d'eau : des recherches indiquent que pour une année donnée, la hausse des prix du gaz naturel peut se traduire par une chute de 18 % du volume d'eau pompé pour l'irrigation dans la région.

Les coûts de pompage des eaux souterraines continueront de croître dans un contexte de flambée des coûts énergétiques et de baisse du niveau des nappes. Les gouvernements des états vont probablement accentuer leurs efforts de gestion des eaux souterraines étant donné l'aggravation de la pénurie dans de nombreuses zones, d'autant que le grand public devient soucieux des répercussions économiques régionales de la surexploitation des eaux souterraines. Cette sensibilisation accrue aux implications potentielles du changement climatique et l'inquiétude des populations sur les questions de durabilité sont susceptibles, d'une part, d'encourager les pouvoirs publics à intensifier la gestion des ressources en eau souterraine, d'autre part, de favoriser l'acceptation par les agriculteurs de nouvelles mesures réglementaires comprenant éventuellement des redevances reflétant cette situation de pénurie.

Source : Secrétariat de l'OCDE, d'après Wichelns, 2010b.

Encadré 3.13. Financement des infrastructures d'irrigation aux États-Unis

Le cas du Bureau de remise en valeur des terres (*United States Bureau of Reclamation*) aux États-Unis constitue un bon exemple des problèmes et des défis auxquels les responsables politiques des pays de l'OCDE sont confrontés en ce qui concerne la maintenance des infrastructures d'irrigation. La loi sur la remise en valeur des terres (*Reclamation Act*) de 1902, à l'origine de la création du Bureau, a mis en place un programme d'envergure pour le financement, la construction et l'exploitation de projets de stockage et de distribution d'eau par le gouvernement fédéral, en vue de la remise en exploitation de terres arides dans les États de l'Ouest. La plupart des grands barrages et des structures de dérivation d'eau de cette région ont été édifiés par le Bureau, ou du moins avec son aide. Le Corps des ingénieurs de l'armée américaine (*U.S. Army Corps of Engineers*, USACE) contribue également au fonctionnement et à la maintenance d'un très grand nombre de barrages et d'autres infrastructures hydrauliques à travers les États-Unis : pour l'exercice 2006, l'USACE indiquait un montant de 1.8 milliard USD de maintenance différée au titre de ses activités de génie civil.

La mission du Bureau consiste à gérer, développer et protéger les ressources en eau et autres, dans une démarche respectueuse de l'environnement et économiquement valide. De manière générale, cet objectif s'est traduit par le développement de structures essentiellement destinées à la fourniture d'eau d'irrigation pour la mise en valeur des terres arides de l'Ouest. En 2008, le Bureau exploitait 2 122 installations hydrauliques et électriques dans les 17 États de l'Ouest. Parmi ces infrastructures, on comptait 471 barrages, 348 réservoirs, 58 centrales électriques, et de nombreuses installations de distribution d'eau. L'ensemble de ce dispositif alimente en eau 31 millions d'habitants et permet l'irrigation de 10 millions d'acres de terres agricoles, qui produisent 25 % de la production fruitière, y compris les fruits à coque, et 60 % des légumes du pays. Avec le déplacement continu des populations vers l'Ouest et le développement qui les accompagne, il sera important de disposer d'infrastructures sûres capables à l'avenir de fournir de plus grandes quantités d'eau.

Presque dès le départ, le gouvernement fédéral a été confronté au problème de la réparation des infrastructures du Bureau. Peu après le début du programme de remise en valeur, le Congrès a décidé de réclamer une participation des usagers de l'eau à la maintenance et à la réparation des infrastructures. Le Bureau a récemment déclaré qu'à l'heure actuelle, ses installations sont pour l'essentiel en bon état, mais il a reconnu qu'une certaine dégradation de la fiabilité des systèmes dont il a la charge est à prévoir en 2009. Le Bureau estime à quelque 3 milliards USD les besoins de réhabilitation de ses installations vétustes au cours des 20 prochaines années.

D'après le système d'évaluation de la fiabilité mis au point par le Bureau, qui mesure le pourcentage d'infrastructures dont l'état est qualifié de bon ou correct, 99 % des installations répondaient à ces critères dans l'exercice 2007. Néanmoins, l'organisme a dû reconnaître que cet indice de fiabilité pourrait tomber sous la barre des 90 % à partir de l'exercice 2009. Une grande partie des installations actuelles du Bureau datent de 50 ans voire plus ; leur fonctionnement correct et leur maintenance sont donc des priorités absolues. L'administration a proposé une ouverture de crédits d'un montant de 396 millions USD pour l'exercice 2009 afin de garantir la sûreté et la fiabilité de l'exploitation et de l'entretien de ses infrastructures, ce qui constitue une légère hausse par rapport aux 388 millions USD accordés au titre des dépenses d'exploitation et de maintenance pour l'exercice 2008.

L'idée de départ du programme de remise en valeur des terres était que les coûts des projets seraient remboursés intégralement, à l'exception des intérêts sur les dépenses de construction. Cette politique de partage des coûts s'est toutefois soldée par des remboursements inférieurs aux niveaux attendus par les pouvoirs publics. Il en est résulté une série de modifications des conditions de remboursement aboutissant à la loi sur la remise en valeur des terres (*Reclamation Act*) de 1939, qui a traduit un changement complet de la politique de remise en valeur, le remboursement intégral des frais faisant place à un remboursement en fonction de la solvabilité, évaluée par le Bureau. Les redevances perçues pour l'eau d'irrigation distribuée par le Bureau n'étaient plus tenues de refléter le coût de fourniture de l'eau. La loi de 1982 portant réforme de la remise en valeur des terres (*Reclamation Reform Act*) prévoyait que les nouveaux contrats facturent intégralement les coûts d'exploitation et de maintenance de l'approvisionnement en eau (y compris les coûts qui avaient été sous-estimés auparavant). Pourtant, des inquiétudes ont persisté à propos de l'importance des subventions dans les projets d'irrigation pour la remise en valeur des sols et du risque d'une utilisation économiquement inefficace des ressources publiques. Toutefois, depuis la loi de 1982 portant réforme de la remise en valeur des terres, l'exigence réglementaire de 1986 et la loi de 1992 sur l'amélioration du projet de la Vallée centrale (*Central Valley Project Improvement Act*) ont suscité une augmentation notable des prix de l'eau d'irrigation dans la Vallée centrale de l'état de Californie (Wichelns, 2010b).

Source : d'après Ward, 2010 et Wichelns, 2010b.

En **Corée** et au **Japon**, par exemple, il est particulièrement urgent de rénover et de réparer l'immense quantité d'installations d'irrigation vétustes accumulées durant plusieurs décennies (Nickum et Ogara, 2010). Au **Japon**, le programme de gestion du stock a été mis en place pour résoudre ce problème, tandis qu'en **Corée**, la modernisation pourrait se traduire par une rénovation adaptée à des usages multiples. En **Hongrie**, la majorité des infrastructures publiques de distribution d'eau (utilisées pour le drainage et l'irrigation), qui totalisent 37 000 km et comptent 312 stations de pompage publiques, sont en mauvais état et réclament une reconstruction (réponse du Gouvernement hongrois à un questionnaire de l'OCDE www.oecd.org/water). Les **États-Unis** se sont également souciés de la maintenance des infrastructures d'irrigation publiques, comme beaucoup d'autres pays de l'OCDE (encadré 3.13).

Le plus souvent, les questions relatives à la maintenance de ces installations sont les suivantes : sur quelles parties du réseau les efforts doivent-ils porter, et quelles seraient les conséquences de la perte de fonction d'une de ces parties en raison d'un mauvais entretien ? Les canaux et les structures connexes doivent avoir des capacités suffisantes et être aptes à garantir les niveaux d'eau requis. Il convient également de s'assurer que la capacité des systèmes de drainage est suffisante pour garantir la distribution de l'eau au niveau attendu. Une maintenance correcte implique la communication d'informations sur les caractéristiques du système et de ses composants, ainsi qu'une bonne connaissance de leurs fonctions respectives. L'établissement d'une base de données dans ce domaine est nécessaire à la qualité du suivi, de la planification, de l'exécution et du contrôle de la maintenance, mais aussi dans l'optique du rapport coût-efficacité des travaux et de la récupération des coûts.

Cependant, de manière générale, les informations relatives aux financements actuels et futurs nécessaires à la gestion de l'eau et des infrastructures dans le secteur agricole sont rares dans les pays de l'OCDE. Le coût total de la maintenance et de la modernisation des réseaux existants de distribution d'eau aux exploitations est probablement considérable. Cela s'explique par la nécessité de s'attaquer au problème des fuites et pertes dans les installations de fourniture d'eau, que ce soit en amont des exploitations ou sur l'exploitation, mais aussi par le fait que, le plus souvent, les investissements destinés au remplacement du matériel n'ont pas été prévus car les systèmes d'irrigation, pour la plupart publics, se sont contentés de facturer aux agriculteurs les coûts d'exploitation et de maintenance et non les coûts de remplacement. À cela s'ajoutent les coûts financiers de la lutte contre la pollution agricole diffuse et des mesures de prévention des inondations, notamment le drainage sur les exploitations.

Tandis que l'exploitation et la maintenance des infrastructures de distribution d'eau font l'objet d'un transfert croissant de compétences des organismes publics aux associations de cultivateurs ou d'usagers, des interrogations se font jour sur les sources de financement et la gestion des actifs. Le transfert du contrôle financier et de la gestion des investissements impose aux groupes d'usagers de l'eau de rechercher des partenariats public-privé pour lever des fonds et développer leurs capacités à gérer les actifs sur le long terme, afin de pouvoir remplacer les installations d'irrigation. En outre, du fait des considérations environnementales qu'impliquent les projets d'irrigation à grande échelle, les institutions financières se montrent réticentes à s'engager dans de tels projets, indépendamment des avantages globaux escomptés.

Les principaux facteurs susceptibles de favoriser une progression des investissements dans l'agriculture irriguée sont les suivants :

- Une définition plus claire des titres accordant des droits d'eau, pour promouvoir les transactions d'eau sur les marchés.
- Un accroissement de la concurrence entre usages de l'eau, et une nouvelle allocation des approvisionnements en eau agricole pour répondre à de nouvelles demandes.
- Le développement de dispositifs réglementaires imposant le maintien en bon état des infrastructures ainsi que des débits minima en réponse aux exigences environnementales.
- La hausse des taux de récupération des coûts de l'eau distribuée aux exploitants, de façon qu'il existe un flux de ressources financières pour assurer la maintenance et le remplacement des installations de fourniture d'eau.

3.5. Changement climatique et gestion des risques d'inondations et de sécheresses³

3.5.1. Vue d'ensemble

Presque tous les pays de l'OCDE consacrent résolument des efforts de recherche publique aux impacts à venir du changement climatique sur la gestion de l'eau dans le secteur agricole. Les priorités des travaux ne sont cependant pas partout les mêmes, selon les répercussions attendues du changement climatique sur l'agriculture et les ressources en eau dans les divers pays de l'OCDE (www.oecd.org/water).

Dans la quasi-totalité des cas, il s'agit essentiellement d'analyser les conséquences pour la production agricole, d'apprécier les répercussions à l'échelle régionale de l'évolution prévue des précipitations et des disponibilités en eau et d'examiner l'efficacité (en termes d'atténuation et d'adaptation) de différents systèmes et pratiques de production pour tout un éventail de scénarios de changement climatique. Là où la pénurie d'eau pèse déjà sur la production agricole (notamment dans certaines régions d'**Australie**, d'**Espagne** et des **États-Unis**), les recherches sur le changement climatique visent plus particulièrement à évaluer l'état des sols et la pertinence de l'exploitation des terres, à améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau et à mettre au point de nouvelles variétés de cultures résistantes à la sécheresse (www.oecd.org/water).

Les travaux sur le changement climatique conditionnent déjà les choix de gestion des ressources en eau liés à l'agriculture dans un nombre croissant de pays (www.oecd.org/water). La plupart des pays continuent de privilégier l'étude des conséquences du changement climatique pour l'agriculture et les ressources en eau, ainsi que la sensibilisation des décideurs et du grand public à ces problèmes et défis. Près d'un quart des membres de l'OCDE déclarent que le degré de prise en compte du changement climatique dans le processus de décision applicable à la gestion des ressources en eau destinées à l'agriculture peut être qualifié de « moyen » à « très élevé » (www.oecd.org/water).

L'importance grandissante accordée au changement climatique dans ce processus de décision ressort des exemples suivants (www.oecd.org/water): le plan national **australien** *Water for the Future* (2008) est inscrit parmi les quatre priorités du gouvernement fédéral (encadré 3.8); la loi sur l'eau (2006) de la **France** reconnaît la nécessité d'adapter la gestion des ressources en eau aux conséquences du changement climatique; le changement climatique entre dans les plans hydrologiques nationaux et plans de bassins en **Espagne** (encadré 3.17); au **Royaume-Uni**, la nouvelle stratégie de protection du climat de l'Agence pour l'environnement prend en compte la hausse attendue de la demande en irrigation; aux **États-Unis**, l'élaboration de stratégies à long terme pour améliorer les institutions et les politiques agricoles est en cours, pour une meilleure adaptation au changement climatique; et en **Nouvelle-Zélande**, les liens se multiplient entre les politiques se rapportant à l'eau et au changement climatique (encadré 3.14).

Du fait que la fréquence et la gravité des sécheresses et des inondations s'accroissent, le soutien apporté aux agriculteurs et aux populations rurales impose des dépenses budgétaires de plus en plus lourdes aux pouvoirs publics et des coûts plus élevés aux assureurs privés (OCDE, 2006). Les efforts déployés pour parer à ces phénomènes, dans le secteur agricole et à l'échelle de la collectivité tout entière, sont mis en échec par l'éclatement des compétences et le manque de cohérence des mesures visant l'agriculture, l'environnement, la gestion des terres et les ressources en eau qui sont prises pour remédier aux problèmes.

Là où ils bénéficient d'un soutien gouvernemental en cas d'inondations ou de sécheresses catastrophiques, les agriculteurs ne sont pas suffisamment incités à faire preuve d'autonomie et à se protéger eux-mêmes de l'adversité. Aussi les pouvoirs publics devront-ils intervenir et investir davantage dans le drainage et la régulation des eaux (lutte contre les inondations), dans la capacité de rétention d'eau (lutte contre les sécheresses), ainsi que dans des systèmes et pratiques agricoles susceptibles de réduire les pertes économiques subies par les producteurs et les écoulements d'eau sur les terres agricoles (Rosenzweig *et al.*, 2004).

3.5.2. Lutte contre les inondations et agriculture

L'inondation demeure la principale forme de catastrophe naturelle à l'échelle mondiale. Au cours de la période 1985-2008, les précipitations extrêmes ont provoqué des dommages chiffrés à plus de 320 milliards USD, et causé plus de 10 000 décès dans les pays de l'OCDE (Morris *et al.*, 2010). Alors que les populations urbaines supportent la plus large part des coûts économiques liés aux inondations, l'agriculture occupe une forte proportion de l'espace naturel et a un rôle important à jouer dans l'atténuation des inondations et l'adaptation à ces événements.

Il est attesté que l'incidence et la gravité des cas d'inondations augmentent depuis quelques décennies dans de nombreux pays de l'OCDE, d'où des incidences préjudiciables sur la production et les infrastructures agricoles (bâtiments, clôtures, etc.). La modification des caractéristiques hydrologiques des bassins versants liée aux activités humaines a accru les ruissellements et rétréci les voies d'écoulement. Les politiques d'utilisation des sols ont par ailleurs favorisé l'urbanisation dans des zones exposées aux inondations, en élevant le coût économique de tels événements. Une recrudescence des épisodes d'inondations est attendue à l'avenir, en raison du changement climatique et des transformations de l'utilisation des sols dans les bassins hydrographiques (www.oecd.org/water).

Encadré 3.14. Développement des liens entre les politiques de l'agriculture, de l'eau et du changement climatique en Nouvelle-Zélande

Les liens entre les politiques relatives à l'eau et au changement climatique deviennent indissociables. Cela se traduit plus particulièrement dans les travaux sur l'adaptation au changement climatique. Un des piliers du programme sur la gestion durable des terres et le changement climatique (*Sustainable Land Management and Climate Change Programme*) est largement consacré à la question de l'adaptation au changement climatique.

Adaptation au changement climatique

Le changement climatique aura probablement des répercussions mitigées sur la gestion des terres en Nouvelle-Zélande. Pendant les 100 prochaines années, on estime que le pays enregistrera une hausse des températures, ainsi que des modifications du niveau et de la répartition des précipitations. Une amélioration des conditions de culture et un allongement des périodes de végétation s'ensuivront dans certaines régions. Cependant, une augmentation de la fréquence et de la sévérité des événements orageux extrêmes (dans certaines régions) et des sécheresses (dans d'autres régions, en particulier l'est) est également probable. Des risques accrus sur le plan de la biosécurité, liés aux ravageurs et aux maladies, devront également être contenus. Les modifications attendues devraient aussi affecter la productivité agricole, positivement ou négativement.

Le gouvernement entend collaborer avec les secteurs de l'agriculture et de la sylviculture, les autorités locales et les Maoris afin d'identifier les activités à inclure dans un projet de programme d'adaptation de cinq ans pour ces activités. Il s'agit d'aider les secteurs en question à acquérir les capacités et les infrastructures nécessaires pour répondre aux risques du changement climatique tout en tirant parti des nouvelles possibilités. Le gouvernement a accordé à ce projet une enveloppe de plus de 7 millions NZD sur la période 2008–12, après quoi le financement sera de 910 000 NZD par an. L'opération se doublera d'un investissement accru dans la recherche, l'innovation et le transfert de technologies. Ce programme d'adaptation sera associé aux projets en cours dans les secteurs concernés, aux plans des régions, districts ou collectivités locales, et aux initiatives générales en matière de viabilité lancées par l'administration centrale, parmi lesquelles le Fonds pour l'irrigation des collectivités (*Community Irrigation Fund*) et l'Examen de la gestion des risques d'inondations (*Flood Risk Management Review*), décrits ci-dessous, revêtent une importance particulière pour l'agriculture.

Fonds pour l'irrigation des collectivités (Community Irrigation Fund, CIF)

Le Fonds pour l'irrigation des collectivités (CIF), créé en 2007, représente un financement concurrentiel de 6,4 millions NZD, étalé sur une période de 8 ans. Il fait partie des initiatives générales du gouvernement en termes de viabilité et de changement climatique, et finance jusqu'à 50 % des coûts directs associés aux activités concernées. Le CIF vise à développer la capacité d'adaptation des producteurs et des communautés rurales et à garantir leur croissance économique à long terme, dans les limites assurant la viabilité de l'environnement, en réduisant les risques de pénuries d'eau dus au changement climatique.

Le CIF aide les cultivateurs et les collectivités rurales à s'adapter au changement climatique en permettant aux promoteurs d'installations collectives de stockage d'eau et/ou d'irrigation de supporter des coûts de transaction élevés engagés pour obtenir l'appui d'investisseurs individuels/de collectivités locales. Un projet collectif est défini comme un système principalement voué à l'irrigation créé, développé et utilisé par plusieurs membres d'une communauté rurale.

Examen de la gestion des risques d'inondations (Flood Risk Management Review)

Le ministère de l'Environnement a mis en place un examen sur deux ans des modalités de gestion des risques d'inondations et de régularisation des cours d'eau en Nouvelle-Zélande. Cet examen s'est achevé en juin 2007. Le ministère a travaillé en étroite collaboration avec les autorités locales et d'autres organismes officiels, dont le ministère de la Protection civile et de la Gestion des situations d'urgence, le ministère de l'Agriculture et des Forêts, le ministère de l'Intérieur, les services du Premier ministre et son Cabinet.

Encadré 3.14. Développement des liens entre les politiques de l'agriculture, de l'eau et du changement climatique en Nouvelle-Zélande (suite)

Il en ressort que le gouvernement central doit renforcer le cadre de sa politique actuelle et apporter de meilleures orientations sur l'évaluation des risques d'inondations et les bonnes pratiques. La Nouvelle-Zélande doit maintenant relever le défi suivant : comment atténuer les dommages et les pertes liés aux inondations dans le cadre des activités quotidiennes privées et professionnelles. En effet, plus de 100 villes néo-zélandaises (moyennes et grandes), et certaines des terres agricoles les plus productives, sont situées dans des zones inondables. L'Examen a porté sur les projets en cours en termes de gestion des risques d'inondations, et en a dégagé les problèmes éventuels.

La Nouvelle-Zélande a souffert de graves inondations en 2004, qui ont touché le sud de l'Île du Nord et la Bay of Plenty. Ces inondations ont causé de fortes perturbations sociales, économiques et environnementales, nécessitant un soutien important de l'administration centrale. A la suite de ces catastrophes, l'Examen de la gestion des risques d'inondations et le programme d'action ont été approuvés, et un groupe de pilotage a été mis en place. Au fil des ans, des moyens ont été imaginés pour contenir les risques d'inondations. Après les graves inondations de 2004, le gouvernement a décidé d'évaluer la gestion de ces risques afin de s'assurer de la solidité du cadre actuel. Le ministère de l'Environnement a mené cet examen, en s'appuyant sur les orientations données par le groupe de pilotage. Cet examen a porté sur trois points clés :

- le(s) rôle(s) que doivent jouer l'administration centrale, les autorités locales et les collectivités concernées pour faire adopter de bonnes pratiques de gestion des risques liés aux cours d'eau et aux inondations ;
- le financement et l'accessibilité financière des mesures d'atténuation des risques d'inondations : qui en bénéficie, qui apporte les fonds et qui en a les moyens ; et
- les pratiques actuelles de gestion des risques d'inondations et leur degré d'adéquation aux besoins présents et futurs des Néo-zélandais.

En résumé, l'examen a conclu que le cadre actuel de gestion des risques d'inondations ne présente aucun défaut fondamental, mais que des problèmes importants doivent être résolus. Aux niveaux central et local, les pratiques actuelles doivent être améliorées en vue de gérer les risques d'inondations existants et de s'adapter au changement climatique à venir. Le financement et l'accessibilité financière posent de réels problèmes aux petites collectivités défavorisées. Les attributions des collectivités, des autorités locales et de l'administration centrale sont dans l'ensemble satisfaisantes, mais cette dernière pourrait se montrer plus active dans la réduction des risques d'inondations.

Ces risques vont s'accroître avec le changement climatique. À l'heure actuelle, en matière de gestion des risques d'inondations, l'administration centrale investit majoritairement dans les phases de réponse et de reconstruction. Un investissement dans la phase de réduction, consistant à fournir des informations, des recommandations et une assistance, mais aussi des ressources, pourrait néanmoins aider les autorités locales à mieux gérer ces risques et à se préparer au changement climatique. Un des principaux résultats de cet examen est la rédaction d'une Déclaration de principes nationale sur la gestion des risques d'inondations (*National Policy Statement on Flood Risk Management*), dans le cadre de la Loi sur la gestion des ressources (*Resource Management Act*) de 1991.

Source : Réponse du gouvernement néo-zélandais à un questionnaire de l'OCDE www.oecd.org/water.

L'inondation peut être considérée comme un risque environnemental. En l'occurrence, ce type d'événement, qui a pour *source*, par exemple, de très fortes précipitations, est susceptible de provoquer des crues se propageant par le biais d'un *vecteur*, à savoir la surface du sol ou un système hydrologique, jusqu'à une *cible*, l'endroit où se produit l'inondation (graphique 3.4). Le risque d'inondation encouru par les populations et les localités dépend de la possibilité qu'une inondation ait lieu (probabilité) et des répercussions d'un tel événement. Ce risque peut être réduit par une combinaison de mesures d'atténuation et d'adaptation. L'*atténuation* désigne les actions qui affectent la source ou le vecteur pour réduire la probabilité d'une inondation. L'*adaptation* désigne les actions visant à réduire les effets des inondations sur les zones cibles.

Graphique 3.4. Modèle source-vecteur-cible appliqué au risque d'inondation

| Sources → | Vecteurs → | Cibles |
|---|---|---|
| Phénomènes météorologiques entraînant un apport d'eau capable de provoquer une inondation : fortes précipitations, fonte des neiges, marée exceptionnelle, rupture de digues. | Mécanismes de propagation de l'eau depuis sa source vers des zones où se situent les cibles : ruissellement, cours d'eau, rivières, plaines inondables. | Entités physiques susceptibles d'être vulnérables aux inondations : populations, propriétés, infrastructures, habitats. |

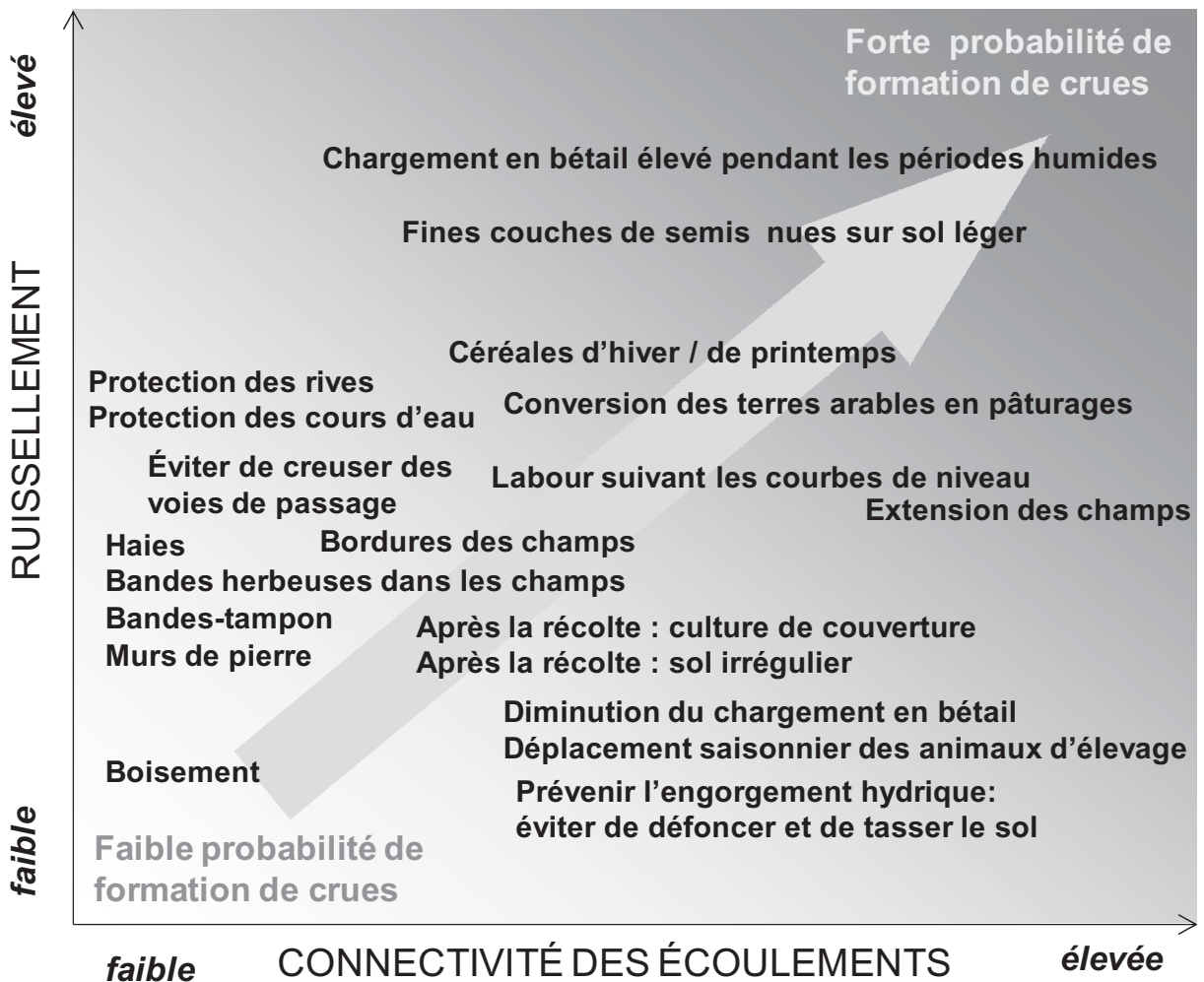
Source : Morris *et al.*, 2010.

Les terres agricoles peuvent jouer le rôle de « vecteurs » pour la formation d'inondations susceptibles de provoquer des dommages. De l'avis général, l'intensification de l'agriculture observée au cours des 50 années écoulées s'est traduite par des crues plus fortes et plus rapides à la suite de précipitations extrêmes (Morris *et al.*, 2010). C'est ainsi que certaines modifications apportées aux pratiques de gestion des terres ont réduit la capacité d'infiltration dans les sols, et que les systèmes de drainage ont été « perfectionnés » pour évacuer l'eau des terres agricoles plus rapidement. Mais certaines pratiques propices à la rétention de l'eau dans l'espace naturel peuvent contribuer à atténuer les risques d'inondations, surtout dans le cas d'épisodes de moindre ampleur et plus fréquents. Le faible chargement en bétail, la gestion des pâturages, l'utilisation de pneus à faible pression et l'amélioration du sol sont autant d'exemples de pratiques qui favorisent l'infiltration et atténuent les ruissellements, tandis que le labour suivant les courbes de niveau et les étangs de retenue permettent de les ralentir (graphique 3.5).

Les liens entre les inondations et les pratiques de gestion des terres en agriculture sont aussi à envisager dans l'optique d'une planification régionale de l'utilisation des terres et de stratégies d'atténuation englobant tous les secteurs économiques face aux risques d'inondations. L'augmentation des surfaces imperméables liée à l'expansion urbaine nuit à la rétention des eaux souterraines, qui alimentent l'écoulement de base en période de sécheresse, et accroît l'intensité des débits lors des épisodes d'inondations. La réaffectation de terres agricoles à d'autres usages dans des plaines inondables accroît le coût possible des dommages en cas de débordement des cours d'eau tout en réduisant les perspectives d'utilisation de ces terres comme zones de régulation des crues. Autrement dit, les dispositions prises pour assurer une gestion viable des ressources en eau dans le secteur agricole ne sauraient être dissociées de la planification régionale de l'utilisation des terres.

Les terres agricoles sont souvent la « cible » d'inondations. Les conséquences pour l'agriculture varient considérablement selon la tolérance du type de culture ou d'exploitation des sols vis-à-vis des excès d'eau, de la fréquence, de la durée, de la gravité et de la saisonnalité de l'événement. Là où les inondations sont fréquentes, l'utilisation des terres peut être limitée à des activités adaptées, à basse productivité. Les inondations moins fréquentes risquent d'infliger des dommages et des pertes à des formes d'exploitation plus lucratives. Si la probabilité des inondations est appelée à augmenter, les agriculteurs seront contraints de s'adapter en se tournant vers des activités mieux appropriées ou plus résistantes, et en adoptant des mesures pour accélérer le retour à la normale après l'événement. De telles adaptations pourraient aussi créer des conditions propices à certaines améliorations, notamment en termes de biodiversité, par la restauration de zones humides, et en termes d'accès du public.

Graphique 3.5. Impacts de diverses pratiques d'exploitation des terres sur la formation d'inondations



Source : Morris, *et al.*, 2010.

Les politiques nationales de gestion des risques d'inondations en agriculture dans les pays de l'OCDE associent l'atténuation et l'adaptation (graphique 3.6 et www.oecd.org/water). L'atténuation a surtout pris la forme d'investissements publics dans la protection contre les inondations et le drainage des terres pour soutenir la production agricole. Peu de mesures ont visé à atténuer directement la formation d'inondations à partir des terres agricoles, malgré la crainte que l'utilisation des sols dans les zones rurales puisse favoriser de tels événements. Les dispositifs agro-environnementaux intègrent à présent des éléments susceptibles de limiter les ruissellements, ce qui contribue à faire baisser les taux d'érosion des sols et de pollution diffuse de l'eau. Par ailleurs, beaucoup de mesures visant à orienter la gestion des terres agricoles dans le sens de la lutte contre la pollution diffuse et l'érosion des sols sont également jugées bénéfiques pour la gestion des risques d'inondations. Elles relèvent généralement d'une approche non réglementaire, qui privilégie un ensemble d'actions volontaires (dispositifs agro-environnementaux, par exemple), incitations économiques à l'appui en direction des agriculteurs, moyennant des conseils pour de meilleures pratiques environnementales.

Dans les pays de l'OCDE, les interventions en matière d'adaptation qui limitent la vulnérabilité aux inondations passent principalement par la mise en place de systèmes d'alerte en cas de crue, des orientations pour la résistance du bâti aux inondations, les secours d'urgence et l'indemnisation (graphique 3.6 et www.oecd.org/water). Elles comprennent également des mesures visant à exploiter les possibilités de synergie de l'espace naturel. Il s'agit notamment d'initiatives axées sur les crues et de type agro-environnemental qui associent la gestion des risques d'inondations, la biodiversité et les intérêts agricoles dans les plaines inondables. La création de zones d'expansion de crue et de zones humides en est une illustration.

Plusieurs initiatives nationales, notamment « Making Space for Water » (**Angleterre** et **pays de Galles**), un programme visant à donner de l'espace aux cours d'eau (**Pays-Bas**) ou le nouveau plan Vásárhelyi (VTT) en **Hongrie** (encadré 3.15), ont conduit à revoir les solutions envisageables pour la gestion des terres dans les plaines inondables. Les terres agricoles des zones d'expansion de crue, polders ou bassins de rétention pourraient servir de lieux de stockage des eaux (réservoirs) en cas d'inondation, afin d'en atténuer les risques dans d'autres parties du bassin hydrographique. Ces initiatives peuvent apporter plusieurs avantages, à commencer par le stockage des eaux issues des inondations et l'amélioration de la biodiversité, tout en constituant une nouvelle source de revenu pour les exploitants.

La **Nouvelle-Zélande** a également entrepris d'examiner son cadre d'action en matière de gestion des risques d'inondations, en insistant sur la nécessité que les autorités locales et nationales adaptent les pratiques en vigueur dans la perspective du changement climatique (encadré 3.14). S'agissant de l'agriculture, l'approche néo-zélandaise de la gestion des risques d'inondations fait intervenir un ensemble de réglementations et d'autres mesures, volontaires ou non, à l'exclusion d'incitations économiques.

3.5.3. Lutte contre les sécheresses et agriculture

Comme dans le cas des inondations, il est clair que dans de nombreux pays de l'OCDE la fréquence et la sévérité des épisodes de sécheresse sont en hausse depuis plusieurs décennies, ce qui a aussi des conséquences négatives sur la production agricole. Une recrudescence de tels épisodes est attendue à l'avenir en raison du changement climatique (graphique 1.2 et www.oecd.org/water).

Les mesures nationales de gestion directe des risques de sécheresses en agriculture sont peu répandues dans les pays de l'OCDE, mais le cas échéant, elles associent des mesures d'atténuation et d'adaptation (graphique 3.7 et www.oecd.org/water). Généralement, la plupart des mesures d'atténuation prises par les pays consistent à accroître la rétention et le stockage de l'eau, à l'intérieur et à l'extérieur des sites d'exploitation (amélioration des infrastructures d'irrigation).

Graphique 3.6. Politiques concernant la gestion des risques d'inondations et l'agriculture dans les pays de l'OCDE

| Domaines d'action | Instruments | Pays |
|--|---|--|
| ATTÉNUATION | | |
| <i>Instruments réglementaires</i> | | |
| Planification | Restrictions dans les zones à haut risque | Autriche, Espagne, Finlande, France, Irlande, Pologne, Portugal |
| | Évaluation des changements à apporter à la gestion de l'utilisation des sols en matière de ruissellements | Belgique, Pays-Bas, Portugal |
| <i>Incidations économiques</i> | | |
| Rétention et stockage de l'eau | Rétention des ruissellements issus des reliefs | Belgique, Espagne, Finlande, France, Pologne |
| | Stockage de l'eau en plaine : polders, zones d'expansion de crue | Autriche, Belgique, États-Unis, France, Hongrie, Pays-Bas, République tchèque, Royaume-Uni |
| | Pratiques de gestion exemplaires (p. ex., dispositifs agro-environnementaux) | France, Grèce, Hongrie, Pays-Bas, Portugal, République tchèque, Royaume-Uni |
| | Zones humides | Belgique, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Pologne, Suède |
| | Lutte contre l'érosion Boisement | Belgique, États-Unis, France, République tchèque Pologne, Portugal |
| <i>Autres instruments d'action</i> | | |
| Zones agricoles de protection contre les inondations | Augmentation des protections contre les inondations | Belgique, Espagne, Grèce, Hongrie, Pologne, République tchèque |
| | Suppression des protections contre les inondations | Autriche, Finlande, Irlande, Royaume-Uni |
| | Drainage des terres | Pologne, Portugal, Suède |
| | Réhabilitation des cours d'eau | Autriche, Canada, France, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suisse |
| Utilisation des terres | Stockage de l'eau en plaine : rizières | Corée, Japon |
| ADAPTATION | | |
| <i>Instruments économiques</i> | | |
| Mécanismes de dédommagement des dégâts d'inondation | Indemnités catastrophe pour l'agriculture | Australie, Autriche, Belgique, Corée, États-Unis, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Italie, Japon, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque |
| | Assurance récoltes subventionnée | Canada, Corée, Espagne, États-Unis, France, Japon, Pologne, Portugal |
| | Prêts bonifiés | Belgique, Pologne, Portugal |
| | Indemnités pour la rétention d'eau | Autriche, Belgique, Hongrie, Pays-Bas |
| <i>Autres instruments d'action</i> | | |
| Information | Cartes des aléas d'inondation | Autriche, Belgique, Espagne, Japon |
| | Systèmes d'alerte | Belgique, Espagne, Royaume-Uni |

Source : d'après Morris *et al.*, 2010, et les réponses des pays de l'OCDE à un questionnaire www.oecd.org/water.

Encadré 3.15. Gestion des risques d'inondations et agriculture en Hongrie

Entre 1994 et 2004, des inondations ont eu lieu tous les ans sauf en 1997, 2003, et 2004. Les deux grands cours d'eau, le Danube et la Tisza, sortent respectivement de leur lit tous les 2 à 3 ans et tous les 1.5 à 2 ans. Sur les 4 180 km de digues principales, près de la moitié (44 %) ne respectent pas les normes réglementaires relatives à la hauteur des digues. Un tiers des terres arables est situé en plaine inondable, ainsi que 32 % des voies ferrées, 15 % des routes et plus de 700 zones d'habitation comptant 2.5 millions de personnes. Entre 1998 et 2001, quatre inondations d'une ampleur exceptionnelle se sont produites dans le bassin de la Tisza, infligeant des dégâts considérables.

L'analyse de ces phénomènes récurrents a mis en évidence la nécessité de revoir l'approche de la prévention des inondations consistant à renforcer et à surélever les digues. C'est ainsi que le gouvernement hongrois a lancé en 2003 le *nouveau plan Vásárhelyi* (VTT), dans le but d'accroître la capacité d'écoulement du lit majeur, parallèlement à la revitalisation écologique des zones inondables grâce à des réservoirs aptes à recevoir les eaux de crue. Outre son objectif central, à savoir une meilleure prévention des inondations le long de la Tisza, le VTT vise à promouvoir la gestion des paysages autour des réservoirs, tout en favorisant le développement régional et rural et la mise en place d'infrastructures, selon un processus susceptible d'entraîner des retombées sociales et environnementales bénéfiques dans le bassin de la Tisza.

Les réservoirs ont été établis sur des terres agricoles de faible valeur appartenant à des propriétaires privés. Dans le cadre du plan, le gouvernement soutient l'agriculture biologique en zone humide, le pâturage extensif dans la zone du lit majeur et des réservoirs, et apporte d'autres aides agro-environnementales. La plus grande partie de la vallée de la Tisza est sillonnée de canaux qui acheminent l'eau alimentant d'autres rivières (Körös et Szamos). Ces rivières comportent également des réservoirs pour la gestion des inondations et la fourniture d'eau d'irrigation. Enfin, des paiements sont prévus pour les propriétaires des terrains sur lesquels se trouvent les réservoirs utilisés pour la protection contre les crues, et les agriculteurs ont droit à des aides agro-environnementales.

Source : réponse du gouvernement hongrois à un questionnaire de l'OCDE www.oecd.org/water.

Les mesures d'atténuation ont également favorisé l'adoption de pratiques agro-environnementales propices à la rétention de l'humidité dans les sols, comme le changement des modes de culture en faveur des variétés résistantes à la sécheresse, et le choix de techniques culturales simplifiées, tout en fournissant des conseils et des recommandations techniques pour limiter les risques de sécheresses. L'élaboration de procédures de suivi et d'évaluation des situations de sécheresse, appuyés sur la recherche et le développement expérimental, ainsi que les progrès technologiques en matière d'utilisation de l'eau et d'adaptation des cultures, vont jouer un rôle fondamental dans le contexte du changement climatique. Hormis l'octroi généralisé de paiements et prêts au titre des calamités, rares sont les mesures directement axées sur l'adaptation de l'agriculture aux risques de sécheresses.

Graphique 3.7. Politiques concernant la gestion des risques de sécheresses et l'agriculture dans les pays de l'OCDE

| Domaines d'action | Instruments | Pays |
|---|---|---|
| ATTÉNUATION | | |
| <i>Instruments réglementaires</i> | | |
| Planification, englobant des programmes de protection contre les crues étendus à l'ensemble de l'économie | Stratégie nationale contre les sécheresses ou programme pour une utilisation efficace de l'eau Associations d'usagers de l'eau et plans d'utilisation de l'eau en agriculture | Australie (à l'étude), Canada (à l'étude), Portugal, Royaume-Uni Pays-Bas, Turquie |
| Minimums écologiques pour les débits d'étiage (cours d'eau) et les stocks (lacs) | Suivi des hauteurs d'eau | Allemagne, Australie, Autriche, Corée, Danemark, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Grèce, Italie, Japon, Nouvelle-Zélande (projet), Pologne, Portugal, Royaume-Uni et Suisse |
| Restrictions de l'irrigation | Interdiction d'irriguer en cas de sécheresse | Royaume-Uni |
| <i>Incitations économiques</i> | | |
| Rétention et stockage de l'eau | Infrastructures d'irrigation hors exploitation Réhabilitation des dispositifs de stockage et d'irrigation sur les exploitations Stockage/récupération des eaux pluviales Recyclage de l'eau dans les champs ou les rizières Dessalement Recyclage des eaux usées | Australie, Corée, Espagne, États-Unis, France, Grèce, Hongrie, Italie, Pologne, Portugal, République slovaque, Turquie Australie, Canada, Grèce, Italie, Pologne, Portugal, Suisse, Turquie Belgique, Irlande, Pologne, Royaume-Uni Corée, Japon Espagne Espagne |
| Rétention de l'humidité dans les sols | Pratiques agro-environnementales (méthodes culturales de conservation du sol, restauration des terrasses, changement du système de culture, etc.) Réhabilitation et préservation des zones humides | Canada, États-Unis, France, Grèce, Hongrie, Pologne, République tchèque Tous les pays de l'OCDE sauf la Turquie |
| <i>Autres instruments d'action</i> | | |
| Vulgarisation agricole, formation et assistance technique auprès des cultivateurs | Conseil aux agriculteurs, assistance technique et programmes de sensibilisation | Australie, Autriche, Canada, États-Unis, Hongrie, Nouvelle-Zélande, Portugal |
| Information | Recherche Indicateurs de pénuries d'eau | Australie, Autriche, Belgique Espagne |
| ADAPTATION | | |
| <i>Instruments économiques</i> | | |
| Indemnités sécheresse | Paiements ou prêts en cas de catastrophe naturelle | Tous les pays de l'OCDE |
| <i>Autres instruments d'action</i> | | |
| Information | Conseil en gestion des risques Recherche | Australie Australie, Belgique |

Source : Secrétariat de l'OCDE, d'après les réponses des pays membres à un questionnaire www.oecd.org/water.

Encadré 3.16. Examen approfondi de la politique australienne de lutte contre la sécheresse

Le gouvernement australien examine l'ensemble de son action en matière de sécheresse à l'échelle nationale. Cet examen comprend trois évaluations différentes : la première concerne les implications du changement climatique futur sur les normes actuelles définissant les circonstances exceptionnelles (*Exceptional Circumstances*, EC) comme un événement se produisant une fois tous les 20 à 25 ans, tandis que les deux autres se penchent sur des aspects économiques et sociaux.

L'analyse du Bureau de météorologie australien (*Australian Bureau of Meteorology*) et du CSIRO, (2008) révèle que la fréquence et la sévérité des *années de chaleur exceptionnelle* s'accroissent rapidement depuis quelques décennies, et que cette tendance va se confirmer. Par ailleurs, durant les 40 dernières années (1968–2007), 10 à 12 % de la superficie de chaque région a été touchée par des épisodes de chaleur exceptionnelle, soit le double de la moyenne de 5 % attendue à long terme. D'ici 2010–2040, cette superficie moyenne pourrait atteindre 60 à 80 % du total, le scénario le plus optimiste tablant sur 40 à 60 % et le plus pessimiste sur 80 à 95%. En moyenne, des températures exceptionnellement élevées sont susceptibles d'être enregistrées tous les un à deux ans.

Les limites actuelles de la déclaration de circonstances exceptionnelles, fondées sur les données historiques, font que de nombreuses régions d'Australie ont été déclarées victimes de sécheresse pendant plus de 5 % des années passées, sachant que la fréquence et la sévérité de ces épisodes risquent de s'accroître. La principale conclusion de l'étude du CSIRO est que ces limites ne conviennent plus dans le contexte du changement climatique.

Les cultivateurs et leurs fournisseurs ont besoin d'informations locales à jour, fiables et simples à manier sur les conditions climatiques passées et sur les variations à venir. Le risque que les sécheresses s'étendent sur des saisons, voire des décennies entières, est en jeu. Le rapport du CSIRO met en avant de nombreuses activités et domaines de recherche susceptibles d'enrichir les informations existantes, notamment sur les points suivants :

- Poursuite de l'amélioration des capacités de suivi des sécheresses, et exploitation de réseaux d'observation des précipitations et autres phénomènes météorologiques d'importance.
- Système d'information en ligne sur le climat, intégrant les prévisions de changement climatique et une base de données historiques.
- Études participatives visant à mieux identifier les besoins des différents secteurs ruraux en termes d'information sur le changement climatique.
- Effort de recherche pour affiner les projections du changement climatique et les prévisions saisonnières-interannuelles, en particulier pour certains secteurs ruraux et à l'échelle locale.
- Analyses plus détaillées des changements estimés concernant les événements climatiques exceptionnels dans les régions plus petites, au-delà des 20-30 prochaines années.

Un examen mené parallèlement par la Productivity Commission, portant sur le soutien public en cas de sécheresse (2008), a notamment abouti aux grandes conclusions ci-dessous.

- Beaucoup de cultivateurs et de communautés rurales d'Australie éprouvent des difficultés à la suite d'une sécheresse sévère et prolongée. Si cette situation n'est pas nouvelle pour les cultures pluviales, l'expérience manque concernant les sécheresses en zones irriguées.
- L'Australie a toujours été soumise à un climat variable, régulièrement ponctué de sécheresses. Néanmoins, la plupart des régions agricoles doivent se préparer à des températures plus élevées, ainsi qu'à la multiplication de périodes de précipitations extrêmement faibles.
- La majorité des cultivateurs sont suffisamment capables de faire face par eux-mêmes à la variabilité du climat. En 2007-08, 20 % des 150 000 exploitations australiennes ont bénéficié d'une indemnité sécheresse, pour un total de 1 milliard AUD, certains agriculteurs recevant un soutien au revenu sans interruption depuis 2002. Même dans les zones déclarées sinistrées à cause de la sécheresse, une majorité d'exploitants s'en sort sans aides. Par exemple, de 2002-03 à 2006-07, en moyenne, plus de 70 % des exploitations laitières et extensives des zones victimes de la sécheresse n'ont reçu aucune indemnité.
- Toutes les autorités compétentes conviennent que les approches actuelles en matière de sécheresse et de déclaration de circonstances exceptionnelles ne sont plus adaptées dans le contexte du changement climatique. Contrairement aux objectifs déclarés, les programmes de soutien en vigueur au titre de la sécheresse ne visent pas à permettre aux agriculteurs de marquer des progrès dans l'autonomie, la prévention et la gestion du changement climatique.

Encadré 3.16. Examen approfondi de la politique australienne de lutte contre la sécheresse (suite)

- La politique nationale de lutte contre la sécheresse devrait donc faire place à des objectifs élargis dans le cadre de l'initiative *Australia's Farming Future*. Cela reviendrait à reconnaître que la gestion des risques, notamment liés à la variabilité et au changement climatiques, incombe avant tout aux agriculteurs – moyennant un soutien plus adapté des pouvoirs publics.
- La recherche et le développement, la vulgarisation, le conseil professionnel et la formation à la gestion commerciale peuvent promouvoir l'autonomie et le degré de préparation des exploitants. Un financement public important se justifie dans ces domaines, à condition qu'il soit correctement ciblé, adapté au contexte et incontestablement bénéfique pour la collectivité.
- Toutes les mesures relatives à l'eau, à la gestion des ressources naturelles et au changement climatique ont des répercussions sur les exploitations agricoles et les populations, et doivent donc être mieux intégrées.

Sources: Secrétariat de l'OCDE, d'après *Australian Bureau of Meteorology*, CSIRO, 2008, et Productivity Commission, 2008.

Encadré 3.17. Mesures prises en Espagne pour préparer l'agriculture irriguée aux effets du changement climatique

En Espagne, les régimes pluviométriques et hydrologiques affichent une baisse évidente depuis 20 ans par rapport aux moyennes à long terme, notamment dans les régions sèches. Plusieurs mesures ont été adoptées pour parer à un éventuel changement climatique.

Les plans de bassins actuellement à l'étude, dont dépend l'allocation des droits d'utilisation de l'eau aux différents usagers, s'appuient sur des séries hydrologiques courtes allant de 1980/81 à 2005/06. Par ailleurs, ils font intervenir une analyse particulière des effets possibles du changement climatique, compte tenu d'une diminution des écoulements variable d'un bassin à l'autre, qui peut représenter jusqu'à 11 %.

Durant la période 2006-08, un investissement de 2 milliards EUR a été réalisé pour améliorer les systèmes d'irrigation et mieux économiser l'eau sur une superficie de 876 000 hectares. On peut citer les initiatives de modernisation suivantes :

1. remplacement de l'irrigation gravitaire par des systèmes sous pression, permettant d'accroître l'efficacité globale de l'irrigation ;
2. possibilité donnée aux exploitants des réseaux d'irrigation de procéder au comptage de l'eau et d'appliquer une tarification au volume ; et
3. amélioration de l'infrastructure des réseaux d'irrigation (60 % du total de la superficie irriguée étant désormais couverte par des systèmes sous pression).

Des plans de gestion de la sécheresse ont été établis pour différents bassins hydrographiques, consistant notamment à définir un ensemble d'indicateurs et des seuils objectifs, ainsi que des mesures spécifiques à mettre en œuvre par étapes. Le système d'indicateurs et de seuils détermine le début et la fin d'un épisode de sécheresse, les degrés de gravité, de même que les niveaux de pré-alerte et d'alerte qui permettent de revoir la répartition des ressources en eau en cas de pénurie et d'éviter la dégradation du bilan hydrique. Lorsque l'épisode de sécheresse est terminé, toutes les mesures possibles sont prises pour que les masses d'eau reviennent à la situation antérieure. Une évaluation de l'efficacité et de l'efficacité du système de seuils et des mesures appliquées doit être entreprise afin que les plans de gestion de la sécheresse puissent être ensuite révisés et mis à jour.

Source : contact personnel avec les autorités espagnoles compétentes.

Compte tenu des craintes grandissantes que suscite l'augmentation attendue des épisodes de sécheresse sous l'effet du changement climatique, beaucoup de pays ont récemment entrepris de passer en revue les politiques en vigueur dans ce domaine. **Le Canada, la Hongrie, le Royaume-Uni et la Turquie**, notamment, sont en train d'examiner l'efficacité de leur politique nationale de lutte contre la sécheresse dans le secteur agricole. **L'Australie** s'attache à faire de même, tandis qu'elle est confrontée à la pire période de sécheresse agricole jamais enregistrée (encadré 3.16). En **Espagne**, plusieurs mesures ont été adoptées pour parer au changement climatique, car depuis 20 ans les régimes pluviométriques et hydrologiques sont orientés en baisse par rapport aux moyennes à long terme, notamment dans les régions sèches (encadré 3.17).

3.6. Connaissance et évaluation de la gestion des ressources en eau dans le secteur agricole

La compréhension et le suivi des liens associant hydrologie, agriculture et environnement sont en retard sur les progrès des politiques de l'eau. S'il perdure, ce décalage fait courir le risque que les décideurs manquent d'informations et que les mesures ne soient pas appliquées et évaluées comme il convient. À ces lacunes en termes de connaissances, de données scientifiques et de suivi s'ajoute la perspective que l'agriculture et les ressources en eau entrent dans une phase où l'incertitude, la variabilité et le risque augmentent en raison du changement climatique.

D'importants efforts sont actuellement déployés dans la plupart des pays de l'OCDE pour remédier à ce déficit d'informations et mieux orienter l'élaboration des politiques (www.oecd.org/water). Le suivi des débits d'étiage, inscrit dans la planification environnementale d'un grand nombre de pays, constitue un exemple encourageant. En outre, des évaluations complètes des bassins hydrographiques sont en cours, notamment au sein de l'UE conformément à la directive cadre sur l'eau et en **Australie** au titre de la National Water Initiative (Initiative hydrologique nationale).

Les domaines clés dans lesquels l'amélioration des connaissances, des données scientifiques et du suivi permettrait de mieux éclairer les décideurs et le grand public sont au nombre de cinq.

- *Approfondir les connaissances sur les interactions entre l'agriculture et la disponibilité de l'eau*, ainsi que sur l'articulation entre les écoulements superficiels et souterrains.
- *Redoubler d'efforts pour constituer des bases de données fiables sur les tendances de l'utilisation des ressources en eau dans le secteur agricole*, de même que sur les sources d'eau utilisées, améliorer le calcul de l'efficacité physique et économique de l'utilisation de l'eau en agriculture, sans oublier l'utilisation de l'eau sur les sites d'exploitation et les conséquences environnementales en dehors des exploitations, où l'eau est recyclée dans le système hydrologique, moyennant également un meilleur chiffrage des coûts et avantages nets de l'utilisation des ressources en eau dans le secteur (chapitre 2.1).
- *Améliorer, en termes quantitatifs et qualitatifs, les informations sur les taux de récupération des coûts de l'eau fournie au secteur agricole* (chapitre 3.4.3). Pour l'instant, la plus grande prudence est de mise pour exploiter et comparer les données sur les taux de récupération des coûts et la facturation de l'eau dans ce secteur.

- ***Les données historiques sur l'évolution des précipitations et des températures risquant de devenir obsolètes avec le changement climatique***, les scientifiques et les décideurs devront tenir compte de ce problème pour la gestion de l'utilisation des ressources en eau en agriculture ; par ailleurs, le processus de décision devra de plus en plus faire intervenir les recherches détaillées engagées dans de nombreux pays de l'OCDE sur le changement climatique, l'agriculture et les ressources en eau (chapitre 3.5 ; www.oecd.org/water).
- ***Encourager une évaluation plus poussée des liens de cause à effet entre les mesures adoptées et leurs retombées sur l'économie et l'environnement sous l'angle de la gestion des ressources en eau à usage agricole*** et dans l'optique d'une évaluation plus large des mesures agro-environnementales. Exception faite des travaux universitaires sur ces liens, les réponses des pays membres de l'OCDE à www.oecd.org/water montrent qu'il n'existe guère d'évaluations officielles de l'efficacité environnementale et de l'efficacité économique des mesures de gestion des ressources en eau dans le secteur agricole.

Si les grandes orientations au plus haut niveau ont toute leur importance lorsqu'il s'agit d'objectifs de récupération des coûts et de structures tarifaires, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques supposent que l'on s'intéresse aux moyens d'accompagnement : appareils de mesure, réseaux hydrométriques, appui hydrologique et scientifique, systèmes de relevés hydrologiques, enquêtes agricoles et évaluation comparative des entreprises d'irrigation. Compte tenu de la complexité croissante du cadre d'action, l'analyse et l'évaluation doivent s'appuyer sur des informations satisfaisantes (Parker et Speed, 2010).

Par ailleurs, l'attribution et l'échange de droits sur l'eau réclame une gestion en temps réel des débits des cours d'eau et un suivi détaillé des prélèvements. Sur le long terme, un système durable de droits sur l'eau exige une bonne connaissance scientifique de la santé et des performances hydrologiques des cours d'eau, ainsi que l'évaluation de l'efficacité des monopoles dans la filière eau et des conséquences des réformes pour la production agricole (ce qui constitue peut-être l'indicateur le plus important). Aucune de ces informations ne peut être obtenue à peu de frais ni sans difficulté, mais les réformes ne sauraient s'en passer (Parker et Speed, 2010).

En outre, il y a tout lieu d'améliorer les informations pour que les principes économiques soient mis au service de l'exploitation rationnelle des infrastructures d'irrigation. ***Des informations sont indispensables sur les dispositifs de partage des coûts*** entre les irrigants et les fournisseurs publics d'eau d'irrigation, ainsi que sur les économies d'eau liées à la rénovation des infrastructures, tant au niveau des installations qu'à l'échelle des bassins. Moyennant des données fiables, conjuguées à une application judicieuse des principes économiques, il est possible d'étayer efficacement les décisions sur la marche à suivre pour inscrire les infrastructures d'irrigation dans la durée (Ward, 2010).

Notes

1. Ce chapitre s'appuie sur les réponses des pays de l'OCDE à un questionnaire portant sur la gestion de l'eau dans le secteur agricole (voir www.oecd.org/water), ainsi que sur de nombreux rapports de consultants rédigés pour l'OCDE, parmi lesquels : Cakmak (2010) ; Garrido et Calatrava (2010) ; Morris (2010) ; Nickum et Ogura (2010) ; Parker et Speed (2010) ; Ward (2010) ; Wichelins (2010b) ; et Young (2010).
2. Cette section s'appuie sur www.oecd.org/water, ainsi que sur OCDE, 2008c.
3. Ce chapitre est axée sur l'agriculture et la gestion des risques d'inondations, les projections relatives au changement climatique et à la consommation d'eau dans le secteur agricole ayant été examinées dans le chapitre 2.2., tandis que l'expérience acquise et les dispositions prises concernant l'agriculture, la raréfaction de l'eau et l'irrigation ont fait l'objet du chapitre 3.2.

Bibliographie

- Agence européenne pour l'environnement (2008), *A review of the possible impact of biomass production from agriculture on water*, Copenhagen, Denmark, www.eea.europa.eu
- Alcamo, J., M. Florke and M. Marker (2007), "Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic changes", *Journal of Hydrological Sciences*, Vol. 52, No. 2, April, pp. 247-275.
- Alcamo, J., T. Heinrichs and T. Rosch (2000), *World Water in 2025 – Global modelling scenarios for the World Commission on Water for the 21st century*, World Water Series Report No. 2, Center for Environmental Systems Research, University of Kassel, Germany.
- Appels, D., R. Douglas et G. Dwyer (2004), *Responsiveness of demand for irrigation water: A focus on the southern Murray-Darling basin*, document de travail des services de la Commission de la productivité, Melbourne, Australie, www.pc.gov.au
- Arriaza, M., Gómez Limón J.A., et Ruiz, P. (2003), "Evaluación de alternativas de desacoplamiento total de ayudas COP: El caso de la agricultura de regadío del Valle del Guadalquivir", *Economía Agraria y Recursos Naturales*, Vol. 6, pp. 129-153
- Australian Bureau of Statistics (2008), *Water and the Murray-Darling Basin: A Statistical Profile 2000-01 to 2005-06*, ABS Publications, Canberra, Australie.
- Banque mondiale (2007), *Reengaging in agricultural water management: Challenges and Options*, Washington, États-Unis.
- Berndes, G. (2008), "Future biomass energy supply: The consumptive water use perspective", *Water Resources Development*, vol. 24, n° 2, pp. 235-245.
- Berndes, G., et P. Borjesson (2001), *Implications of Irrigation and Water Management for the Net Energy Performance of Bioenergy Systems*, Département de théorie des ressources physiques, Université de technologie Chalmers et Université de Göteborg, Suède.
- Biswas, A. (2008), "Integrated Water Resources Management: Is it working?" *Water Resources Development*, vol. 24, n° 1, pp. 5-22.
- Cai, X., C. Ringler et J-Y. Yun (2008), "Substitution between water and other agricultural inputs: Implications for water conservation in a river basin context", *Ecological Economics*, vol. 66, pp. 38-50.
- Cakmak, E (2009), *Agricultural Water Pricing: Turkey* www.oecd.org/water
- Chakravorty, U. et Roumasset, J. (1991), "Efficient spatial allocation of irrigation water", *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 73, pp. 165-73.

- Commission de la productivité (2008), *Inquiry into Government Drought Support*, projet de rapport d'enquête, Melbourne, Australie, www.pc.gov.au
- Commission de la productivité (2006), *Rural water use and the environment: The role of market mechanisms*, rapport de recherche, Melbourne, Australie, www.pc.gov.au
- Conseil national de la recherche (2008), *Water implications of biofuels production in the United States*, The National Academies Press, Washington, États-Unis, http://books.nap.edu/catalog.php?record_id=12039
- Conseil scientifique du Japon (2001), *Évaluation de la multifonctionnalité de l'agriculture et de la foresterie sous l'angle de l'environnement mondial et de la vie humaine (Chikyukankyo Ningenseikatsu ni Kakawaru Nogyo oyobi Shinrin no Tamentekina Kino no Hyoka ni Kansuru Chosa Hokokusho)*, document en japonais, <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/shimon-18-1.pdf>
- CSIRO (2008), *An overview of climate change adaptation in Australian primary industries: impacts, options and priorities*, recherche stratégique nationale sur le changement climatique dans le secteur primaire, CSIRO, Australie.
- CSIRO et Bureau of Meteorology (2008), *An assessment of the impact of climate change on the nature and frequency of exceptional climatic events*, CSIRO, Australie, www.daff.gov.au/_data/assets/pdf_file/0007/721285/csiro-bom-report-future-droughts.pdf
- Deason, J.P., T.M. Schad et G.W. Sherk (2001), "Water policy in the United States: a perspective", *Water Policy*, Vol. 3, pp. 175-192.
- Easterling, W.E. *et al.* (2007), "Food, fibre and forest products", pp. 273-313 in *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry *et al.* (eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm
- FAO (2004), *Economic valuation of water resources in agriculture – From the sectoral to a functional perspective of nature resource management*, Rome, Italie, www.fao.org
- de Fraiture, C., M. Giordano et Y. Liao (2008), "Biofuels and implications for agricultural water use: blue impacts of green energy", *Water Policy*, vol. 10, supplément 1, pp. 67-81
- de Fraiture, C. et C.J. Perry (2007), "Why is agricultural water demand unresponsive at low price ranges?", chapitre 3 in F. Molle et J. Berkoff (dir. de pub.), *Irrigation Water Pricing: The gap between theory and practice*, CABI, Wallingford, Royaume-Uni.
- Garrido, A. et J. Calatrava (2010), *Agricultural Water Pricing: EU and Mexico* www.oecd.org/water
- Garrido, A. et Varela-Ortega, C. (2008), *Economía del agua en la agricultura e integración de políticas sectoriales*, Panel científico técnico de seguimiento de la política de aguas. Université de Séville et ministère de l'Environnement, Séville, janvier.

- Gerlak, A.K. (2008), “Today’s pragmatic water policy: Restoration, collaboration, and adaptive management along I.S. rivers”, *Society and Natural Resources*, vol. 21, pp. 538-545.
- GIEC (2008), *Le changement climatique et l’eau*, Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat, document technique VI, Genève, Suisse.
- Gómez-Limón, J. A., Arriaza, M. et J. Berbel, J. (2002), “Conflicting implementation of agricultural and water policies in irrigated areas in the EU”, *Journal of Agricultural Economics*, vol. 53, n° 2, pp. 259-281
- Gordon, L.J., G.D. Peterson et E.M. Bennett (2007), “Agricultural modifications of hydrological flows create ecological surprises”, *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 23, n° 4, pp. 211-219.
- Hafi, A., Klijn, N. et Kemp, A. (2001), *Efficient Pricing and Allocation of Irrigation Water. A Model of the Murrumbidgee Irrigation Area*, ABARE Conference Paper 2001, 4, Canberra, www.pc.gov.au/research/swp/rdia/
- Hamstead, M., C. Baldwin et V. O’Keefe (2008), *Water allocation planning in Australia – Current practices and lessons learned*, Waterlines Occasional Paper, n° 6, Commission nationale de l’eau, Canberra, Australie.
- Hanemann, W.H. (2006), “The economic conception of water”, dans Rogers, P.P., M.R. Llamas et L. Martinez-Cortina (dir. de. pub.), *Water Crisis: Myth or Reality*, Taylor and Francis, Londres, Royaume-Uni.
- Hellegers, P., C.J. Perry et J. Berkoff (2007), “Water pricing in Haryana India”, chapitre 8 in F. Molle et J. Berkoff (dir. de. pub.), *Irrigation Water Pricing: The gap between theory and practice*, CABI, Wallingford, Royaume-Uni.
- Hellegers, P., D. Zilberman, P. Steduto et P. McCornick (2008), “Interactions between water, energy, food and environment: evolving perspectives an policy issues”, *Water Policy*, vol. 10, supplément 1, pp. 1-10.
- Huntington, T. G. (2006), “Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis”, *Journal of Hydrology*, vol. 319, pp. 83-95
- Hutson, S., N. Barber, J. Kenny, K. Linsey, D. Lumia et M. Maupin (2004), *Estimated Use of Water in the United States in 2000*, United States Geological Survey, <http://water.usgs.gov/pubs/circ/2004/circ1268/index.html>
- Iglesias, E., Sumpsi, J. M. et Blanco, M. (2004), *Environmental and Socio-economic Effects on Water Pricing Policies: Key Issue in the Implementation of the Water Framework Directive*, 13th Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists, Budapest, 25-28 juin, non publié.
- IWMI (2007), *Water for food water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*, Institut international de gestion de l'eau, Colombo, Sri Lanka.
- Kim, T.C., Gim, U.S., Kim, J.S. et Kim, D.S. (2006), “The Multi-functionality of Paddy Farming in Korea”, *Paddy and Water Environment*, vol. 4, n° 4, pp. 169-179.
- Lemmen, D.S., Warren, F.J., Lacroix, J., et Bush, E. (dir. de. pub.), 2007, *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*, Gouvernement canadien, Ottawa, Ontario, Canada, http://adaptation.nrcan.gc.ca/assess/2007/toc_f.php

- Liao, Y., M. Giordano et C. de Fraiture (2007), “An empirical analysis of the impacts of irrigation pricing reforms in China”, *Water Policy*, vol. 9, supplément n° 1, pp. 45-60.
- Mejias, P., C. Varela-Ortega and G. Flichman. (2004), “Integrating agricultural policies and water policies under water supply and climate uncertainty”, *Water Resources Research* 40, W07S03, doi:10.1029/2004WR002877.
- Malik, R.P.S. (2008), *Towards a common methodology for measuring irrigation subsidies*, The Global Subsidies Initiative, Institut international du développement durable, Genève, Suisse, non publié, www.globalsubsidies.org
- Ministère de l'Environnement portugais (2007), *Water scarcity and drought: A priority of the Portuguese Presidency*, Lisbonne, Portugal.
- MMA (2007), *El Agua en la Economía Española: Situación y Perspectivas. Informe Integrado del Análisis Económico de los Usos del Agua*, artículo 5 y anejos II y III de la Directiva Marco del Agua, ministère de l'Environnement, Madrid.
- Molle, F. et J. Berkoff (2007a), “Water pricing in irrigation: Mapping the debate in the light of experience”, chapitre 2 in F. Molle et J. Berkoff (dir. de. pub.), *Irrigation Water Pricing: The gap between theory and practice*, CABI, Wallingford, Royaume-Uni.
- Molle, F. et J. Berkoff (2007b), “Water pricing in irrigation: The Lifetime of an Idea”, chapitre 1 in F. Molle et J. Berkoff (dir. de. pub.), *Irrigation Water Pricing: The gap between theory and practice*, CABI, Wallingford, Royaume-Uni.
- Moran, D. et S. Dann (2008), “The economic value of water use: Implications for implementing the Water Framework Directive in Scotland”, *Journal of Environmental Management*, vol. 87, pp. 484-496.
- Morris, J., T. Hess, et H. Posthumus (2010), *Agriculture's role in Flood Adaptation and Mitigation: Policy Issues and Approaches*. www.oecd.org/water
- Mukhtarov, F.G. (2008), “Intellectual history and current status of Integrated Water Resources Management”, pp. 167-185, in Pahl-Wostl, C., P.Kabat et J. Möltgen (dir. de pub.), *Adaptive and Integrated Water Management: Coping with Complexity and Uncertainty*, Springer Publishing, Berlin, Allemagne.
- Nickum, J. E. et C. Ogura (2010), *Agricultural Water Pricing: Japan and Korea*. www.oecd.org/water
- OCDE (1999), *Tarification de l'eau à usage agricole dans les pays de l'OCDE*, Paris, www.oecd.org/olis/1998doc.nsf/LinkTo/env-epoc-geei(98)11-final
- OCDE (2006), *Water and Agriculture: Sustainability, Markets and Policies*, Paris, www.oecd.org/agr/env
- OCDE (2008a), *La performance environnementale de l'agriculture dans les pays de l'OCDE depuis 1990*, Paris, France, www.oecd.org/tad/env/indicateurs
- OCDE, (2008b), *Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2030*, Paris, France, www.oecd.org/env
- OCDE (2008c), *Les politiques agricoles des pays de l'OCDE - Panorama 2008*, Paris, France
- OCDE (2008d), *Biofuel Support Policies: An economic assessment*, Paris, France

- OCDE (2009a), *De l'eau pour tous : perspectives de l'OCDE sur la tarification et le financement*, Paris, France, www.oecd.org/water
- OCDE (2009b), *De l'eau pour tous : perspectives de l'OCDE sur la tarification et le financement – Messages clés pour les décideurs*, Paris, France, www.oecd.org/water
- Parlement européen (2008), *Climate change-induced water stress and its impact on natural and managed ecosystems*, département thématique « Politiques économiques et scientifiques », Parlement européen, Bruxelles, Belgique.
- Partenariat mondial pour l'eau (2000), *Integrated Water Resources Management*, Technical Advisory Committee Background Paper n° 4, Stockholm, Suède.
- Pahl-Wostl, C. (2008), "Requirements for adaptive water management", pp. 1-22, in Pahl-Wostl, C., P.Kabat et J. Möltgen (dir. de pub.), *Adaptive and Integrated Water Management: Coping with Complexity and Uncertainty*, Springer Publishing, Berlin, Allemagne.
- Pahl-Wostl, C., D. Tàbara, R. Bouwen, M. Craps, A. Dewulf, E. Mostert, D. Ridder et T. Taillieu (2008), "The importance of social learning and culture for sustainable water management", *Ecological Economics*, vol. 64, pp. 484-495.
- Parker, S. et R. Speed (2010), *Agricultural Water Pricing: Australia*. www.oecd.org/water
- Rieu, T. (2006), "Water pricing for agriculture between cost recovery and water conservation: Where do we stand in France?", pp. 95-106 in OCDE (2006), *Water and Agriculture: Sustainability, Markets and Policies*, Paris, www.oecd.org/tad/env
- Rogers, P., R. de Silva et R. Bhatia (2002), "Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability", *Water Policy*, vol. 4, pp. 1-17
- Rogers, P., R. Bhatia et A. Huber (1998), *Water as a social and economic good: How to put the principle into practice*, TAC Background Papers n° 2, Global Water Partnership, Stockholm, Suède, www.gwpforum.org/gwp/library/TAC2.PDF.
- Rosenzweig, C. *et al.* (2004), "Water resources for agriculture in a changing climate: international case studies", *Global Environmental Change*, vol. 14, pp. 345-360.
- Seckler, D. *et al.* (2000), *Water issues for 2025: A research perspective*, IWMI, Columbo, Sri Lanka.
- Shen, Y. *et al.* (2008), "Projection of future world water resources under SRES scenarios: water withdrawal", *Journal of Hydrological Sciences*, Vol. 53, No.1, February, pp. 11-33.
- Shiklomanov, I. (2000), "Appraisal and assessment of world water resources", *Water International*, Vol. 25, No. 1, pp. 11-32.
- Silva Ochoa, Paula et Carlos Garces-Restrepo (2007), *Advances of the Irrigation Management Transfer in the Large-Scale Irrigation Schemes in Mexico*, présenté lors de la 4e Conférence régionale asiatique et du 10e Séminaire international sur la gestion de l'irrigation participative, Téhéran, Iran. Mai. Organisé par la Commission internationale des irrigations et du drainage (ICID) et le Réseau international sur la gestion participative de l'irrigation (INPIM).
- Sumpsi, J.M., Garrido, A., Blanco, M., Varela, C. et Iglesias, E. (1998), *Economía y Política de Gestión del Agua en la Agricultura*, Mundi-Prensa, Madrid, 351 pp.

- Syme, G.J., N.B. Porter, U.Goeft et E.A. Kington (2008), “Integrating social well being into assessments of water policy: Meeting the challenge for decision makers”, *Water Policy*, vol. 10, pp. 323-343.
- Thompson, M. (2006), “National Water Initiative – The Economics of Water Management in Australia – An Overview”, pp. 81-93 in OCDE (2006), *Water and Agriculture: Sustainability, Markets and Policies*, Paris, www.oecd.org/tad/env
- Tsur, Y. et Dinar, A. (1997), “The Relative Efficiency and Implementation Costs of Alternative Methods for Pricing Irrigation Water”, *The World Bank Economic Review*, vol. 11, n° 2, pp. 243-62.
- USEPA (2008), *The effects of climate change on agriculture, land resources, water resources, and biodiversity in the United States*, Agence de protection de l'environnement des États-Unis, Washington, États-Unis.
- Varis, O. (2007), “Water demands for bioenergy production”, *Water Resources Development*, vol. 23, n° 3, pp. 519-535.
- Ward, F. (2010), *Financing Water Management and Infrastructure related to Agriculture across OECD Countries* www.oecd.org/water
- Wichelns, D. (2010a), *An Economic Analysis of the Virtual Water Concept in Relation to the Agri-food Sector*. www.oecd.org/water
- Wichelns, D. (2010b), *Agricultural Water Pricing: United States*. www.oecd.org/water
- Yamaoka, K. (2004), “The Relationship between Water Use in Paddy Fields and Positive Externalities: a Japanese Perspective and Proposal”, in OCDE, *Agricultural Water Quality and Water Use: Developing Indicators for Policy Analysis*, actes d'une réunion d'experts de l'OCDE – Gyeongju, République de Corée, octobre 2003, 310 p, www.oecd.org/tad/env/indicateurs.
- Young, M. D. (2010), *Institutional and property right reforms to improve the environmental effectiveness and economic efficiency of water use in Australia: The experience of and lessons from the Australian water reform programme*, rapport de consultants rédigé pour l'OCDE par le Professeur Mike Young, Université d'Adélaïde, Australie. www.oecd.org/water

ÉDITIONS OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(51 2010 02 2 P) ISBN 978-92-64-08358-5 – n° 57282 2010

Gestion durable des ressources en eau dans le secteur agricole

L'agriculture est le principal utilisateur d'eau dans la plupart des pays. Ce secteur est également confronté à l'énorme défi d'augmenter la production de produits alimentaires de presque 50 % d'ici 2030 et de la faire doubler d'ici 2050. Ceci devra probablement être réalisé en consommant moins d'eau, principalement en raison des pressions croissantes résultant de l'urbanisation, de l'industrialisation et du changement climatique. Dans ce contexte, il est important qu'à l'avenir les agriculteurs reçoivent les bons signaux pour augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'eau et améliorer sa gestion à usage agricole, tout en préservant les écosystèmes aquatiques.

Ce rapport incite les responsables de l'élaboration des politiques à reconnaître la complexité et la diversité des aspects de la gestion des ressources en eau dans l'agriculture ainsi que la vaste gamme des problèmes qui sont en jeu. Il leur procure également les outils pour le faire, en offrant une profusion d'informations sur les tendances récentes et des perspectives sur l'utilisation des ressources en eau dans l'agriculture, en intégrant notamment les impacts du changement climatique. Il examine les résultats obtenus par les pays de l'OCDE en matière de gestion de leurs ressources en eau à usage agricole, en se concentrant sur : l'ampleur des subventions accordées aux agriculteurs pour leur besoin en eau ; les mesures de protection contre les inondations et les sécheresses ; et l'organisation et la gestion des institutions liées à l'eau et au secteur agricole. Le rapport propose des recommandations concrètes sur ce que les pays devraient faire et sur les raisons pour lesquelles ils devraient le faire.

L'analyse est étayée par les données provenant d'un questionnaire de l'OCDE sur la gestion des ressources en eau dans l'agriculture et par des rapports de référence (disponibles uniquement en anglais) sur :

- La tarification de l'eau à usage agricole en Australie, en Corée, aux États-Unis, au Japon, au Mexique, en Turquie et dans l'Union européenne (*Agricultural water pricing in Australia, European Union, Japan, Korea, Mexico, Turkey and the United States*)
- Le financement de la gestion de l'eau et des infrastructures liées à l'agriculture (*Financing water management and infrastructure related to agriculture*)
- Les questions relevant des pouvoirs publics en ce qui concerne le rôle de l'agriculture dans l'adaptation et la réduction des risques d'inondations (*Policy issues concerning agriculture's role in flood adaptation and mitigation*).
- Les expériences et les leçons tirées du programme australien de réforme de l'eau (*Experiences and lessons from the Australian water reform programme*)
- L'analyse économique des concepts d'eau virtuelle et d'empreinte sur l'eau dans le secteur agroalimentaire (*Economic Analysis of the Virtual Water and Water Footprint Concepts in Relation to the Agri-food Sector*)

Le questionnaire et les rapports sont disponibles aux adresses www.sourceoecd.org, www.oecd.org/agri/env et www.oecd.org/water.

Le texte complet de cet ouvrage est disponible en ligne à l'adresse suivante :
www.sourceocde.org/agriculture/9789264083585

Les utilisateurs ayant accès à tous les ouvrages en ligne de l'OCDE peuvent également y accéder via :
www.sourceocde.org/9789264083585

SourceOCDE est une bibliothèque en ligne qui a reçu plusieurs récompenses. Elle contient les livres, périodiques et bases de données statistiques de l'OCDE. Pour plus d'informations sur ce service ou pour obtenir un accès temporaire gratuit, veuillez contacter votre bibliothécaire ou SourceOECD@oecd.org.