



Risque sécheresse et gestion de l'eau agricole en Australie

Marianne Lefebvre, Sophie Thoyer

► To cite this version:

Marianne Lefebvre, Sophie Thoyer. Risque sécheresse et gestion de l'eau agricole en Australie. 2012.
hal-02804244

HAL Id: hal-02804244

<https://hal.inrae.fr/hal-02804244>

Preprint submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



L A M E T A

**Laboratoire Montpelliérain
d'Economie Théorique et Appliquée**

— U M R —
Unité Mixte de Recherche

ETUDES et SYNTHES

« Risque sécheresse et
gestion de l'eau agricole en Australie »

Marianne LEFEBVRE
Sophie THOYER

ES n°2012-01

Unité de Formation et de Recherche d'Economie
Avenue Raymond DUGRAND C.S. 79606
34960 MONTPELLIER Cedex 2

E-mail : lameta@lameta.univ-montp1.fr
web : www.lameta.univ-montp1.fr

Risque sécheresse et gestion de l'eau agricole en Australie

Marianne Lefebvre^{*}, Sophie Thoyer[‡]

January 8, 2012

Abstract

L'Australie a choisi d'améliorer l'efficience de l'usage de ses ressources en eau en développant les marchés de l'eau. Ce document décrit comment ces marchés ont été mis en place dans le Murray-Darling Basin et la manière dont s'articulent transferts permanents de droits d'eau et transferts temporaires d'eau dans le secteur agricole. Il montre aussi comment les irrigants peuvent utiliser ces marchés pour se constituer un portfolio de droits avec différents niveaux de sécurité qui leur permet de mieux gérer leurs risques liés à la sécheresse.

L'Australie est parfois considérée comme le continent le plus sec du monde. Pourtant, certaines régions australiennes ont une pluviométrie moyenne annuelle de 600 à 1500 mm, ce qui est comparable à l'Europe ou l'Amérique du Nord. L'Australie est aussi parmi les pays les mieux dotés en terme de quantité d'eau disponible par habitant : avec la 40ème place selon le classement de l'UNESCO 2002, elle est loin devant la France qui se classe au 104ème rang. C'est la variabilité des précipitations, entre les régions bien sûr, mais aussi entre les saisons et entre les années qui caractérise le climat australien. C'est le pays de l'OCDE dont la variabilité temporelle de la pluviométrie est la plus élevée (OECD (2009)). De plus, il y a une inadéquation spatiale entre la répartition des besoins et celle des ressources : les usagers sont principalement situés sur les côtes Est et Sud alors que l'eau n'y est pas très abondante. . Pour gérer ces contraintes, l'Australie a développé une très grande capacité de stockage de l'eau (Tisdell et al. (2002)). Sydney stocke 932 m^3 d'eau par habitant alors que New York stocke 250 m^3 et Londres 182 m^3 . Pour l'eau d'irrigation, l'État australien du New South Wales stocke 1580 m^3 par km^2 de surface irriguée alors que les États-Unis stockent en moyenne 760 m^3 , l'Égypte 380 m^3 , et l'Inde 150 m^3 .

Une grande partie du développement économique de l'Australie est liée à l'agriculture irriguée. Les premiers investissements dans les équipements pour l'irrigation remontent aux débuts de la colonisation

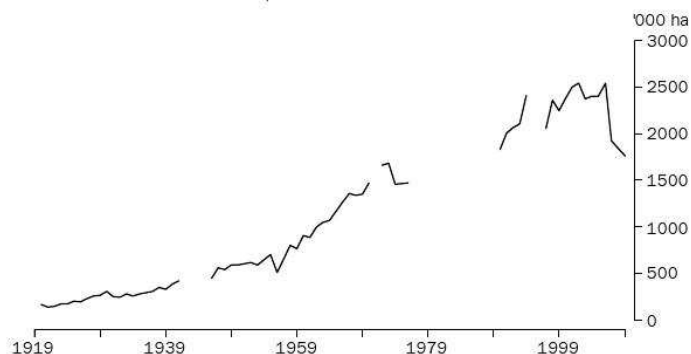
^{*}UMR 5474 LAMETA, F-34000 Montpellier, marianne.lefebvre@ec.europa.eu

[†]*Cet article est issu de la thèse de Marianne Lefebvre, intitulée "Mécanismes d'allocation de l'eau d'irrigation et gestion du risque sécheresse en Agriculture", encadrée par Marc Willinger et Sophie Thoyer et soutenue le 27 septembre 2011 à Montpellier.*

[‡]Montpellier SupAgro, UMR 5474 LAMETA, F-34000 Montpellier, thoyer@supagro.inra.fr

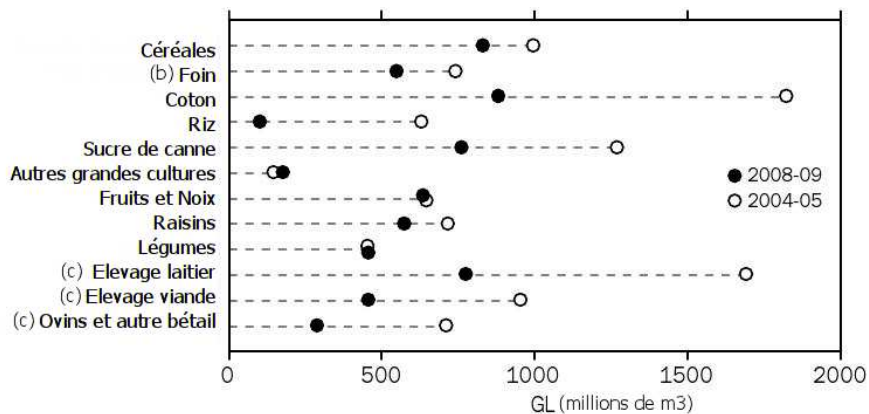
européenne. Pour l'année 2008-2009, la production irriguée représentait 29% de la valeur totale de la production agricole pour 1,8 millions d'ha (0,4% de la SAU) et 54% de la consommation d'eau totale, soit 7,6 milliards de m^3 (Water account ABS, 2008-09). Les plus gros utilisateurs d'eau pour l'irrigation sont les fermes laitières (pour le fourrage et les prairies), le coton, le riz et l'horticulture (*Figure 2*), cultures principalement tournées vers l'exportation. Les épisodes de sécheresse à répétition depuis 2002 ont néanmoins conduit à une variation assez forte des surfaces irriguées (*Figures 1 et 2*).

FIGURE 1 – Évolution des surface irriguées en Australie



Source : Australian Bureau of Statistics, Water account 2008-09

FIGURE 2 – Consommation d'eau par activité agricole en Australie



Source : Australian Bureau of Statistics, Water account 2008-09

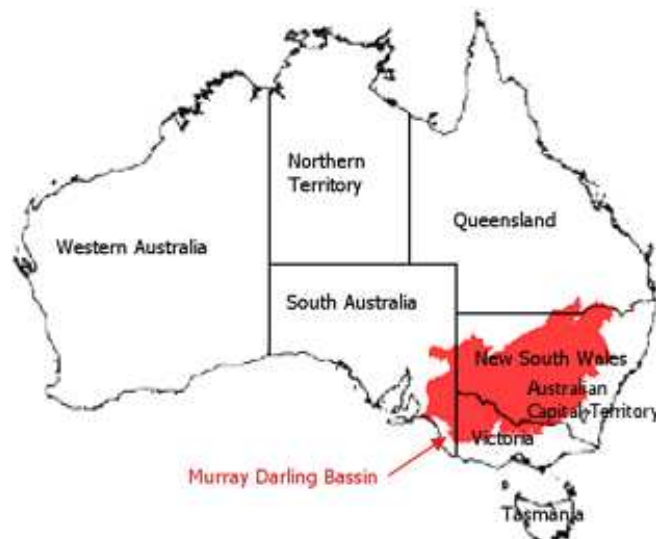
(b) La production de foin inclut l'ensilage (c) Terres irriguées pour le pâturage

La différence dans la consommation d'eau entre 2004-05 et 2008-09 est due au fait que la première période était plus sèche. En 2004-05, l'irrigation représentait une plus grosse part de la consommation d'eau : 12191 millions de m^3 pour 2,4 millions d'hectares irrigués, soit 65% de la consommation d'eau totale

Trois quarts des surfaces irriguées australiennes dépendent du Murray-Darling Basin (MDB), le bassin versant des deux principaux fleuves australiens : le Murray et le Darling. Recouvrant 1 million de km^2 à l'Est de l'Australie, avec une population de 2 millions d'habitants, le MDB correspond à 50% de la consommation d'eau et 40% de la production nationale agricole en valeur de l'ensemble de l'Australie. Le MDB s'étend sur quatre des huit États australiens, ce qui lui confère une place de premier rang parmi les enjeux de la gestion de l'eau en Australie (*Figure 3*).

La constitution australienne précise que la propriété de l'eau et la responsabilité de sa gestion reviennent aux États. La gestion intégrée de la ressource du MDB passe donc par des accords entre États. Le premier de ces accords, le *River Murray Waters Agreement* signé dès 1915, soulignait déjà la nécessité d'une approche de la gestion de l'eau par bassin-versant. Des institutions inter-États ont été progressivement mises en place comme par exemple la *Murray-Darling Basin Commission* (MDBA), créée en 1987 et remplacée en 2008 par la *Murray-Darling Basin Authority*. La mission principale de la MDBA est le développement d'un plan inter-étatique pour gérer l'eau de surface et l'eau souterraine du MDB (une proposition a été établie en 2011 et devrait donner lieu à une texte législatif en 2012), ainsi que l'établissement d'une limite aux prélèvements en eau sur la base des meilleures connaissances scientifiques, économiques, culturelles et sociales disponibles. Le gouvernement fédéral intervient aussi de plus en plus souvent dans les questions relatives à l'eau depuis ces vingt-cinq dernières années (Crase (2008)). Le *Council Of Australian Governments* (COAG) qui regroupe le premier ministre et les représentants de chaque État) a joué un rôle majeur avec la proposition de réformes de l'eau en 1994 (*Water Reform Framework*) et 2004 (*National Water Initiative*). Plus récemment, le gouvernement fédéral a renforcé son intervention par le biais du financement d'initiatives comme le *National Plan for Water Security* (2007) et *Water for the Future* (2008).

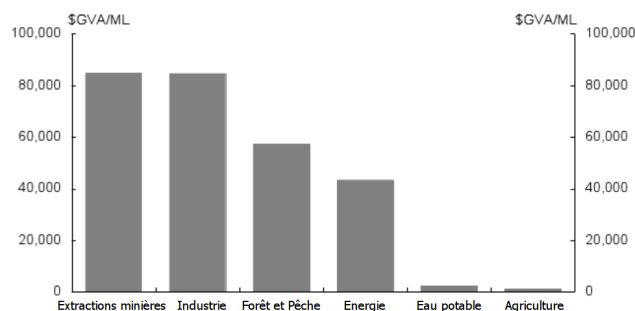
FIGURE 3 – États australiens et Murray Darling Basin



Si la gestion équilibrée de la ressource en eau a toujours été un enjeu majeur en Australie, les tendances actuelles renforcent la place de l'eau dans l'agenda politique. Si les tendances météorologiques à long terme indiquent une augmentation des précipitations au Nord-ouest, elles démontrent aussi une forte tendance à la baisse sur la côte Est, là où la population et l'agriculture sont concentrées (Productivity Commision (2009)). Nombreux sont les signaux qui indiquent que l'agriculture est le premier secteur auquel il sera demandé de réduire sa consommation d'eau. En effet, l'agriculture est le plus gros utilisateur d'eau pour une valeur économique créée relativement faible (*Figure 4*). L'agriculture australienne irriguée repose encore sur des techniques peu efficientes (40% des surfaces étaient irriguées en gravitaire en 2008-09) alors que dans le même temps les villes ont recours à des solutions très coûteuses, comme la désalinisation de l'eau, pour assurer leur approvisionnement. De plus, le futur *Murray Darling Basin Plan*, qui va être rendu public courant 2011 mais dont certaines orientations sont déjà connues, prévoit la revalorisation des volumes d'eau réservés à l'environnement et une baisse de l'eau disponible pour l'agriculture.

Afin de gérer la rareté et les conflits d'usage croissants autour de l'eau pour l'agriculture, l'Australie a mis en place dans les années 90 un système d'allocation de l'eau d'irrigation par le biais de marchés de l'eau. Nous détaillerons l'historique et le fonctionnement de ces marchés de l'eau (1) avant de voir quels sont les enjeux actuels autour de ces marchés, notamment vis à vis de la gestion du risque sécheresse (2).

Figure 4: Valeur ajoutée créée par 1000m3 d'eau (tous secteurs-Australie)



\$GVA/ML : Growth Value Added - Valeur ajoutée en dollars australiens pour 1000 m3 d'eau
Source : Australian Bureau of Statistics, Water account 2004-05

1 Principes de l'allocation de l'eau par le marché

1.1 Bref historique de la création des droits et marchés de l'eau

Durant l'époque pré-européenne et au début de la colonisation, l'eau était une ressource en accès libre répartie sur la base du principe "premier arrivé premier servi". La création de droits d'usage de l'eau définissant le volume ou débit qui peut être utilisé par chacun a été une première étape pour limiter la sur-exploitation de la ressource. Les colons anglo-saxons ont transplanté en Australie la *common law* anglaise, qui institue des "droits ripariens" sur l'eau des cours d'eau, c'est-à-dire qu'il faut être propriétaire d'une terre située le long d'un cours d'eau pour pouvoir jouir de cette eau. En 1905, afin d'encourager le développement de nouveaux espaces agricoles, le *Water Act* institue des droits à l'eau proportionnels à la surface irrigable détenue par un agriculteur. Il devient alors possible de disposer d'un droit d'eau juridiquement reconnu sans être propriétaire d'une terre agricole à proximité d'un cours d'eau. Pour pouvoir permettre un accès à l'eau sur toutes les terres cultivables et sécuriser l'accès à la ressource, des ouvrages hydrauliques de stockage et transport de l'eau se mettent en place. Jusque dans les années 1970, l'essentiel de la politique de l'eau passe par la construction de grands ouvrages hydrauliques (barrages, canaux) pour permettre le développement de l'agriculture irriguée.

Dans les années 80, le constat est fait que l'Australie a atteint le stade de la maturité quant à l'utilisation de l'eau. Randall (1981) caractérise ce stade par : i) une augmentation des coûts marginaux de l'augmentation de la ressource en eau car tous les ouvrages les moins coûteux ont déjà été construits ; ii) une augmentation des conflits d'usages dans un contexte de rareté et d'interdépendances croissantes entre les usagers. L'allocation efficace de l'eau entre usages conflictuels et le recouvrement des coûts des ouvrages hydrauliques deviennent donc des enjeux majeurs en Australie dans les années 80.

Parmi les réformes économiques lancées au début des années 90, le conseil des gouvernements australiens (COAG) fixe un cadre pour la gestion de l'eau visant entre autres à homogénéiser les pratiques dans les différents États (*Water Reform Framework* 1994). Ce cadre prescrit notamment la mise en place de droits d'eau détachés des droits fonciers (afin de permettre de vendre un droit d'eau sans vendre la terre sur laquelle ce droit d'eau s'exerce) et l'instauration de mécanismes de marché pour le transfert des droits d'eau entre agriculteurs, afin que les forces de marché allouent l'eau aux usagers dont la productivité marginale est la plus grande. De plus, il incite à la mise en place d'outils tarifaires de recouvrement des coûts des ouvrages hydrauliques et à la reconnaissance de l'eau nécessaire à l'environnement et aux écosystèmes. Il revient aux États de mettre en place ces différents principes. Les États de South Australia en 1982, New South Wales et Queensland en 1989, et Victoria en 1991 ont mis en place des marchés de l'eau pour l'échange de droits (Grafton et al. (2010)). Les anciens droits d'usage de l'eau ont été peu à peu transformés en droits d'eau plus clairement définis, sécurisés et échangeables. Néanmoins, face à la lenteur des réformes, le COAG a réaffirmé en 2004, par le biais du *National Water Initiative*, l'importance de l'échange de droits d'eau pour une meilleure allocation de l'eau entre usages conflictuels et a souligné que des efforts doivent être faits pour limiter les restrictions aux échanges. La *National Water Commission* a été créée pour aider les États à conduire ces réformes.

1.2 Droit d'eau et allocation

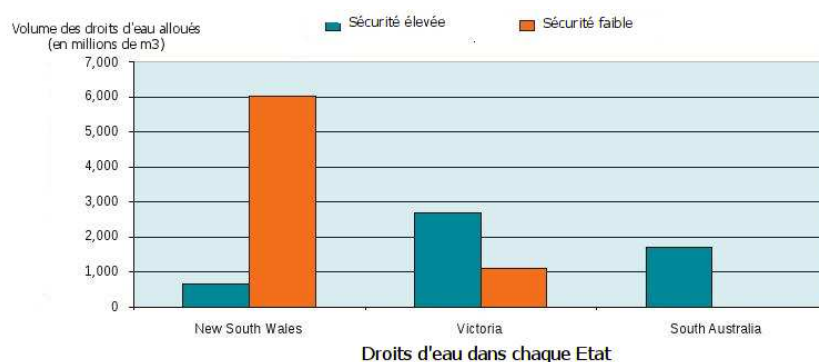
Les droits d'eau, appelés *entitlements* en Australie, constituent un actif qui donne le droit à une "allocation" d'eau annuelle. Le volume total d'eau alloué est variable en fonction de la quantité d'eau déjà stocké dans les barrages et des prévisions sur les précipitations. En début de chaque saison d'irrigation, les allocations individuelles sont annoncées pour chaque usager, en fonction des droits qu'il détient. La première annonce est souvent conservatoire mais cette allocation peut ensuite être révisée tous les mois (le plus souvent à la hausse) en fonction de l'évolution du remplissage du réservoir (Bjornlund (2006)). Qu'ils soient approvisionnés par un réseau collectif ou qu'ils aient leur propre infrastructure de pompage, les agriculteurs doivent détenir une allocation afin d'utiliser la ressource. Les allocations constituent une ressource temporaire car si l'eau n'est pas utilisée ou vendue, elle est perdue. Il existe néanmoins des possibilités de transférer l'eau d'une année sur l'autre en la stockant dans les réservoirs (*carryover*) mais celles-ci sont limitées et sont fortement taxées, afin d'inciter les agriculteurs à l'échange et d'éviter l'encombrement des réservoirs (Hughes and Goesch (2009)).

Les droits de propriété sur l'eau sont définis soit en termes volumétriques, soit comme une part du volume disponible. Il existe deux modèles permettant de concilier définition volumétrique et variabilité des ressources disponibles (Freebairn (2003)) : i) le partage proportionnel de l'eau disponible en fonction des droits volumétriques détenus, chaque droit ayant le même niveau de sécurité ; ii) le partage selon un système de file d'attente quand il existe des droits avec différents niveaux de sécurité : les détenteurs de droits à haute sécurité sont servis en premier alors que ceux qui détiennent des droits à basse sécurité reçoivent les volumes restants. Prenons un exemple : soit un agriculteur A détenant un droit d'eau volumétrique de 20 ML (1 Mega Litre = 1000 m³) et un agriculteur B détenant un droit de 40 ML. Si le volume total stocké dans le réservoir est supérieur à 60 ML, chacun des deux agriculteurs reçoit une allocation égale à son droit. En revanche, si le volume total disponible n'est que de 30 ML car l'année a été sèche, il faut partager ce volume. Si les droits sont identiques, A va recevoir une allocation de 10ML alors que B recevra une allocation de 20ML (partage proportionnel aux droits détenus). Par contre, si A détient un droit à haute sécurité et B un droit à basse sécurité, A recevra une pleine allocation de 20ML et B ne recevra que les 10ML restants. Contrairement au cas français, la gestion de la rareté dans le court terme est donc intrinsèquement liée à la gestion des droits d'eau à long terme car la règle de partage fait partie intégrante de la définition du droit.

Le partage par niveaux de priorité est similaire au système de l'Ouest américain basé sur la doctrine de *prior appropriation*. Les droits les plus anciens sont prioritaires (*droits seniors* - le plus souvent ceux attribués avant 1914) alors que les détenteurs de droits *juniors* ne reçoivent de l'eau que lorsqu'elle est relativement abondante. Les deux options coexistent en Australie et illustrent les différentes stratégies agricoles des États (*Figure 5*). Les États du Victoria et de South Australia ont favorisé l'horticulture, la viticulture et l'élevage laitier, activités qui nécessitent un approvisionnement en eau sécurisé pour éviter les dommages sur les cultures permanentes. Dans ces États, les agriculteurs ayant besoin d'une eau sécurisée peuvent acheter des droits à haute sécurité. Au contraire, l'agriculture du New South Wales est basée sur les cultures annuelles comme le riz, qui peuvent s'arrêter et reprendre en fonction de la disponibilité et du prix des ressources en eau. Le New South Wales a choisi de ne pas restreindre

l'attribution de droits d'eau aux irrigants qui en font la demande, au risque de diminuer la sécurité de chacun de ces droits. La majorité du volume alloué en New South Wales est donc de faible sécurité, mais sans différenciation.

FIGURE 5 – Droits d'eau dans les différents États du MDB par niveau de sécurité



Source : National Water Commission, Australian Water Market Report 2008-2009

1.3 Marchés de l'eau

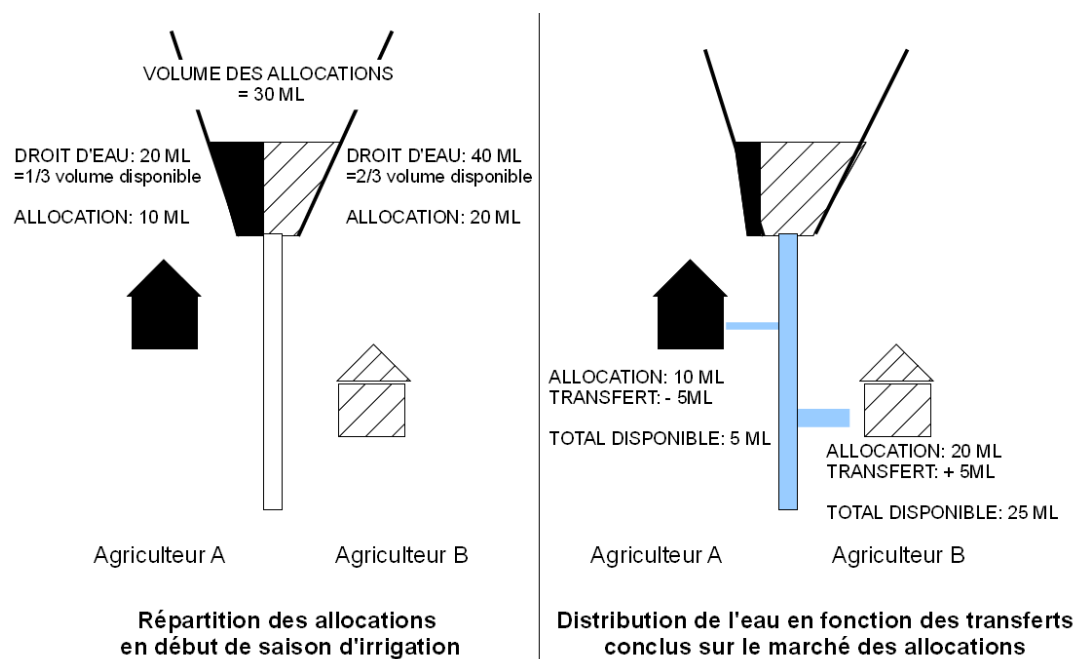
L'expression “ marché de l'eau ” recouvre une large palette de situations, parfois très éloignées du fonctionnement idéal du marché de la théorie néoclassique. Le terme “marché de l'eau” fait référence aussi bien à des transferts temporaires d'eau (des ventes ou des achats d'allocation donc) qu'à des locations d'eau sur plusieurs années ou des transferts permanents de droits d'eau, lorsque ces droits sont détachés du droit foncier. Derrière cette définition très générale se cachent des systèmes d'organisation des transactions très variés : des échanges informels de tours d'eau de canal entre des agriculteurs (Meinzen-Dick (1996), Strosser and Montginoul (2001)), le transfert de droits d'eau du secteur agricole vers le secteur urbain (Michelsen and Young (1993)), la réallocation des ressources en eau entre différents pays (Booker and Young (1994), Ansink and Ruijs (2008)), des ventes et des achats de volumes d'irrigation entre agriculteurs, le plus souvent dans un même bassin versant etc.

Dans la plupart des périmètres irrigués australiens où des marchés de l'eau sont en place, deux marchés co-existent : celui pour les droits d'eau (dit marché permanent) et celui pour les allocations (dit marché temporaire).¹ Les agriculteurs ont donc le choix de s'approvisionner en eau par le biais des droits d'eau ou des allocations. Les échanges se font principalement entre agriculteurs car les droits d'eau pouvant être détenus par des agents non propriétaires de terres agricoles sont limités à 10% des volumes totaux (avant 2007, les non agriculteurs ne pouvaient pas acheter de droits d'eau du tout). La *Figure 6* schématise les transferts d'allocation entre deux agriculteurs dépendants d'un réseau collectif alimenté

¹Le terme de “marché” au singulier est un abus de langage car il existe plusieurs places de marché dans différents périmètres irrigués des différents États australiens. Les échanges sont possibles entre États mais restreints. Il n'y a donc pas réellement de marché unifié à l'échelle du pays. Les termes “marché des allocations” et “marché des droits” renvoient donc à l'ensemble des échanges réalisés dans les différents périmètres.

par un barrage et ayant des droits volumétriques différents. L'agriculteur A détient un droit d'eau de 20ML, l'agriculteur B détient un droit de 40ML. La disponibilité totale dans le réservoir n'étant que de 30ML, les agriculteurs sont rationnés. Ils reçoivent chacun une part du volume total disponible proportionnelle à leurs droits d'eau. 5 ML d'eau sont ensuite échangés sur le marché des allocations entre les deux agriculteurs. Le gestionnaire de barrage est informé des transferts conclus et distribue les allocations sur demande, dans la limite du volume alloué en début de saison, auquel s'ajoutent ou se retranchent les transferts réalisés sur le marché des allocations (5 ML pour A et 25ML pour B).

FIGURE 6 – Schématisation de transferts sur le marché des allocations



Source : auteur

En théorie, l'allocation de l'eau par le marché est dite efficace lorsque l'eau est réallouée des usages avec une valeur de l'eau relativement faible vers ceux ayant une valeur marginale plus élevée, jusqu'au point où le bénéfice marginal lié à l'utilisation de l'eau est égal pour tous les participants au marché. Dans ce cas, la somme des profits retirés de l'utilisation de l'eau et des transactions sur le marché est maximisée. Si le marché des allocations est en théorie suffisant pour atteindre l'allocation efficace de la ressource en eau en l'absence de coûts de transaction, le marché des droits permet d'offrir plus d'opportunités aux usagers de gestion de l'eau à long terme et d'ajustement au risque de sécheresse à court terme (Freebairn and Quiggin (2006), Bjornlund (2006), voir aussi section 2.2). L'eau est en effet un bien particulier qui ne permet pas d'organiser des marchés respectant toutes les conditions de la concurrence pure et parfaite : l'eau n'est pas transportable sans coûts, notamment d'un bassin versant à l'autre ; l'eau n'est pas non plus un bien homogène car, ce sont aussi certains attributs de son accessibilité (moment et lieu de disponibilité, fiabilité de l'approvisionnement, qualité bio-chimique de l'eau) qui

sont recherchés ; les droits d'eau ne constituent donc pas parfaitement des droits de propriété car l'eau est une ressource dont la disponibilité et la qualité est variable, en fonction des conditions naturelles et du lieu de prélèvement, et dont la gestion reste sous la responsabilité des États. Cependant, l'absence d'une ou plusieurs de ces conditions n'empêche pas le marché de fonctionner, il en limite simplement la portée (Strosser and Montginoul (2001)).

Afin de maximiser la valeur économique de l'eau, il conviendrait d'élargir les marchés à tous les usagers de l'eau (Quiggin (2006)). Les usagers générant le plus de profit ou d'utilité à partir de l'eau pourraient ainsi acquérir plus d'eau. Néanmoins, en pratique, les marchés de l'eau sont le plus souvent limités aux seuls agriculteurs en raison des enjeux liés à la protection de l'activité agricole. S'ils ne permettent donc pas une ré-allocation efficace de l'eau entre usages, les marchés de l'eau permettent néanmoins d'agir comme tout autre outil de tarification en envoyant un signal de rareté de l'eau. Le prix de l'eau incite les agriculteurs à la mise en place de techniques d'irrigation plus efficaces et peut influencer les arbitrages productifs. Par exemple, la vente de droits d'eau peut permettre à certains agriculteurs de sortir de l'agriculture ou de modifier leur assolement pour des cultures sèches au profit d'agriculteurs valorisant mieux l'eau. Ce système jouit globalement d'une bonne acceptabilité de la part des agriculteurs australiens car il leur reconnaît un droit sur l'eau duquel ils peuvent tirer profit s'ils décident de diminuer leur consommation d'eau.

Les marchés de l'eau ne peuvent se mettre en place que si les infrastructures permettant de déplacer physiquement l'eau d'un endroit à l'autre existent. Le système hydraulique australien est très régulé. Il y a environ 120 barrages sur les rivières Murray et Darling, ce qui fait de l'Australie le pays avec la capacité de stockage par habitant la plus élevée (ABARE (1996)). Seulement quelques rivières sont encore hydrologiquement non affectées par les activités humaines. Le système de stockage et de canaux facilite les transferts physiques d'eau et donc diminue les coûts de l'échange. L'organisation de l'irrigation la plus courante est la suivante : avant chaque irrigation, l'agriculteur fait une demande au gestionnaire du barrage qui lâchera le volume souhaité, après vérification que ce volume est compatible avec l'allocation détenue par l'irrigant. L'eau est ensuite acheminée jusqu'à l'exploitation par un système de canaux. Dans les systèmes sous pression, l'eau est disponible "à la demande". Dans les systèmes gravitaires, la distribution doit être optimisée afin de minimiser les risques d'encombrement des canaux et éviter les débordements, tout en maintenant les débits minimums nécessaires aux écosystèmes et satisfaisant les préférences des usagers sur le moment de la livraison (Productivity Commission (2003)).

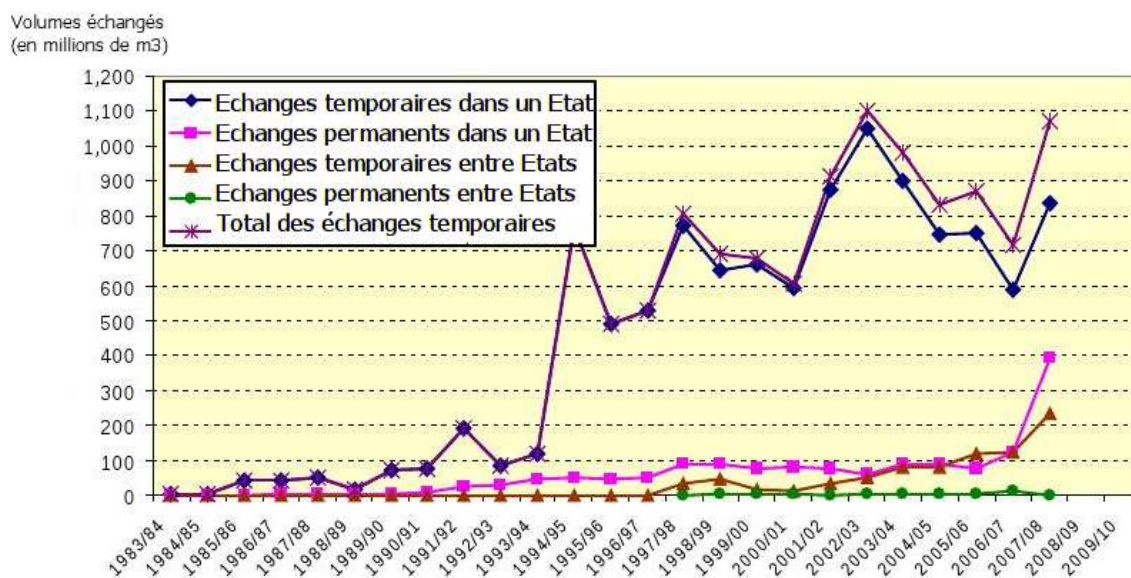
Des plateformes d'échanges électroniques ont été mises en place afin de faciliter la rencontre entre offre et demande. Les agriculteurs peuvent se connecter à la plateforme par internet et entrer les quantités qu'ils souhaitent acheter ou vendre, à quel moment et à quel prix. Les offres sont ensuite ordonnées par ordre croissant pour les vendeurs et décroissant pour les acheteurs et associées de façon à équilibrer le marché (Brooks and Harris (2008)). Selon les plateformes, les échanges se font soit en continu (double enchère), soit par l'établissement hebdomadaire du prix équilibrant les offres et demandes enregistrées dans les 7 jours précédents (Productivity Commission (2010)).

Chaque transaction est coûteuse pour l'acheteur et le vendeur qui doivent s'acquitter d'une taxe versée au gouvernement (Allen Consulting Group (2006)). Les taxes -le plus souvent forfaitaire - varient

en fonction des États. Pour le transfert permanent d'un droit d'eau, la taxe varie entre 275 dollars australiens (AUD) dans l'État de Victoria et 500 AUD dans l'État de South Australia. Pour le transfert temporaire, la taxe est de 65 AUD dans le Victoria, 112 AUD dans le Queensland, et 500 AUD en South Australia. De plus, il existe des coûts non monétaires liés à la recherche d'un acheteur ou vendeur, la négociation et l'écriture du contrat, la demande de l'agrément du transfert (qui peut prendre plusieurs semaines pour les échanges permanents) etc. Certains agriculteurs ont recours à un intermédiaire (par exemple une plateforme électronique ou un courtier) qui facture alors ses services. L'utilisation de la place de marché électronique *Watermove* coûte par exemple 55 AUD à l'acheteur et 3% de la valeur du transfert au vendeur pour un transfert temporaire (avec un minimum de 55 AUD), et 110 AUD à l'acheteur et 3% de la valeur du transfert au vendeur pour un transfert permanent (avec un minimum de 550 AUD). Il apparaît clairement que les coûts de transaction sur le marché temporaire sont beaucoup plus faibles que sur le marché permanent : les demandes d'agrément sont moins longues (quelques jours) et la taxe gouvernementale et le prix de l'utilisation des places de marché moins élevés. Les échanges sur le marché des allocations sont plus nombreux (*Figure 7*). La *Figure 8* montre l'évolution des prix moyens et des volumes échangés sur le marché des allocations au cours d'une année.

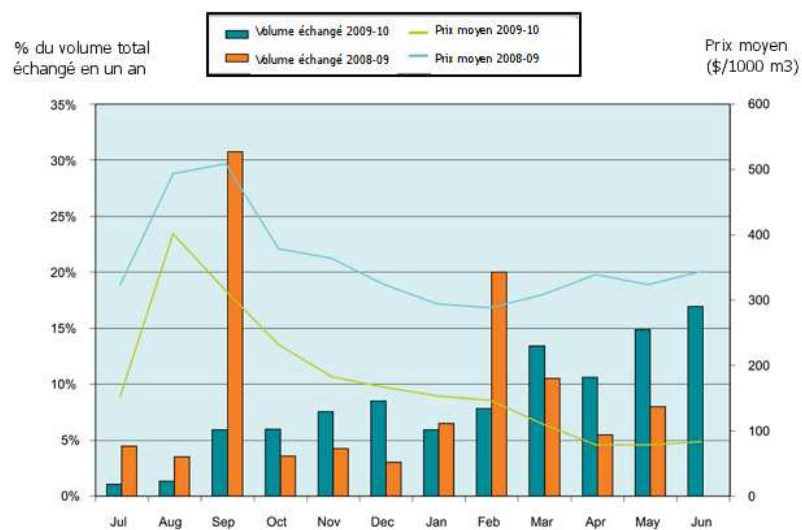
L'existence d'un marché de droits n'est pas inconciliable avec la mise en place d'une tarification volumétrique. La tarification renforce les incitations à économiser l'eau et permet aux gestionnaires des infrastructures de stockage et de transport de l'eau de recouvrer leurs coûts. Si les États ont dans le passé massivement investi dans les infrastructures, la gestion de celles-ci a peu à peu été privatisée ou déléguée à des entreprises privées qui doivent tarifier leurs services pour s'assurer des revenus. Dans la réforme proposée par le COAG en 1994, il est demandé aux États et gestionnaires de mettre en place des tarifs pour le stockage et le transport de l'eau qui soient à la fois incitatifs pour l'utilisation efficace et durable de la ressource, suffisants pour recouvrer les coûts et conciliables avec le bon fonctionnement des marchés de l'eau. Les tarifs observés sont très variables selon les États et les gestionnaires. Ils comportent le plus souvent une part fixe pour le stockage d'un volume correspondant au droit d'eau de chaque agriculteur et une part variable qui dépend du nombre de jours où l'agriculteur a demandé de l'eau et du volume demandé. Le tarif peut être différencié en fonction du niveau de sécurité du droit. En 2010, Parker and Speed (2010) constatent que la plupart des gestionnaires ont achevé la mise en place des tarifs permettant de couvrir les coûts de fonctionnement et de maintenance, les intérêts de la dette (quand les investissements ont été financés par l'emprunt) et les externalités.

FIGURE 7 – Évolution des échanges de droits d'eau et d'allocation dans le MDB



Source : Grafton et al. (2010) avec des données de Murray Darling Basin Authority (2009)

Figure 8: Marchés des allocations d'eau dans le MDB



Source: National Water Commission, Australian Water Market Report 2009-2010

1.4 La nécessaire régulation des marchés de l'eau

Le bon fonctionnement des marchés de l'eau passe nécessairement par une forte régulation. L'existence de droits de propriété bien définis et la possibilité d'échanger sans coûts de transaction sont les conditions nécessaires au bon fonctionnement du marché (Coase (1960)). Il est nécessaire de définir et protéger juridiquement les droits d'eau et de contrôler les externalités liées aux transferts. Si certains craignent la privatisation de l'eau par la mise en place de droits de propriété échangeables, l'intervention de l'État reste forte pour garantir que l'ensemble de ces conditions pour la mise en place et le bon fonctionnement du marché soient respectées : "la main invisible ne fonctionne qu'en présence du pied bien visible du régulateur" (King (2005)). Comme pour toute intervention sur les marchés, la régulation des marchés de l'eau nécessite un réglage fin pour que les limites inhérentes à l'action publique (manque d'information, éloignement du terrain...) n'outrepassent pas les avantages de la régulation.

L'allocation des droits d'eau pour l'agriculture

Le marché permet d'allouer l'eau disponible pour l'irrigation entre agriculteurs mais il est nécessaire de déterminer en amont la part du volume total disponible qui est réservée pour l'agriculture et d'allouer les droits aux agriculteurs en conséquence. La planification sur 10 à 15 ans se fait en consultation avec les parties prenantes et aboutit à des plans de partage de l'eau (*water sharing plans*) (Young (2010)). Ces plans définissent notamment les volumes nécessaires à la maintenance du système et à l'environnement. Les autres usages de l'eau (agricoles, industriels, urbains, dits usages consommateurs) peuvent consommer les volumes restants. Les plans de répartition entre usages définis dans chaque État doivent respecter les accords entre États. Le *Murray Darling Basin Agreement* de 1994 a notamment établi une limite volumétrique sur la quantité d'eau qui peut être utilisée par chaque État sur une année. Les autorités de chaque État sont ensuite en charge de faire respecter cette limite (*the Cap*) en limitant les usages au sein de leur État. Le *Murray Darling Basin Plan*, dont une première version a été publiée en 2011, doit redéfinir les volumes qui peuvent être prélevables au niveau de chaque unité hydrographique, sans nuire au milieu naturel.

Une fois les volumes prélevables par l'agriculture déterminés, la répartition de ces volumes prélevables en droits de propriété est un exercice délicat. D'après le théorème de Coase, l'allocation initiale des droits de propriété est sans impact sur l'allocation de l'eau (mais en revanche, elle affecte la distribution des revenus) si les transferts sont possibles sans coût de transaction. Néanmoins, la littérature nous enseigne que l'allocation initiale et la définition des droits ont un impact sur la coût-efficacité et le risque supporté par les agents ((Greenwood and Ingene, 1978, Zivin and Small, 2003)). Depuis plusieurs années déjà, c'est la mise aux enchères des nouveaux droits qui est privilégiée. Les enchères permettent de se rapprocher d'une allocation optimale en induisant les irrigants à révéler leurs vrais consentements à payer pour les droits. De plus, elles permettent ainsi de facturer l'allocation des droits et d'éviter les distortions de concurrence entre irrigants.

Historiquement, les droits d'eau ont été alloués en trop grand nombre. Avec la réduction des volumes prélevables, la question est donc davantage "comment récupérer des droits d'eau?" plutôt que "com-

ment allouer des droits d'eau?" Si les États peuvent généralement légalement exproprier les usagers, les solutions retenues sont le plus souvent sur la base d'accords volontaires avec compensation ou de programmes de rachat (*buyback*) par les pouvoirs publics (Thoyer (2006)). Néanmoins, la même question se pose pour garantir que les droits d'eau rachetés soient ceux qui génèrent le moins de valeur. Dans la section 2.1 sont décrites les modalités de la récupération de droits d'eau mises en œuvre actuellement par le gouvernement fédéral australien.

Une fois les droits d'eau pour l'agriculture alloués, il faut les contrôler, c'est à dire mesurer les volumes consommés et échangés et sanctionner les prélèvements ne correspondant pas aux droits d'eau

La prise en compte des externalités

De par le caractère particulier de cette ressource, les transferts d'eau ont souvent des effets externes sur d'autres acteurs, utilisateurs ou non de l'eau. Un échange de droits d'eau de surface dans une rivière peut modifier le milieu naturel si les débits restants ne suffisent pas à la survie des écosystèmes. Il peut également modifier le volume d'eau apporté à des usagers ne participant pas à la transaction. Le transport de l'eau par l'eau peut être mis à mal et les coûts de pompage augmenté si les débits dans les canaux et rivières sont réduits. Les transferts d'eau peuvent aussi avoir un impact sur la recharge nette de la nappe, et donc sur l'accès à la nappe et sur les coûts de pompage des usagers qui utilisent l'eau souterraine (Provencher and Burt (1993)). De plus, il est souvent craint qu'un transfert massif de droits d'eau en dehors d'une région agricole entraîne des effets négatifs sur la communauté qui dépend indirectement de l'agriculture (perte d'emplois, de revenus pour la collectivité locale, rupture sociale...). L'abandon de l'agriculture irriguée dans les zones qui ont été équipées en infrastructures pour l'irrigation est aussi coûteux pour la communauté car l'investissement est perdu.

L'allocation de la ressource sera efficace et les profits totaux maximisés seulement si les externalités sont prises en compte par le marché. Le plus souvent, c'est l'instauration de restrictions interdisant ou décourageant (par la taxe) les transferts aux impacts négatifs les plus importants qui prévaut. Les restrictions s'appliquent généralement aux transferts permanents et sont moins drastiques pour les transactions sur le marché des allocations qui, du fait de leur caractère temporaire, ont des effets externes limités. Par exemple, pour limiter les externalités environnementales, il existe des limites au transfert d'eau dans les zones où la salinité est un problème majeur (Productivity Commission (2006)). Afin de protéger les externalités positives liées à l'agriculture, l'État du Victoria restreint les échanges permanents en dehors d'un périmètre irrigué à 4% du total des échanges permanents. Cette règle est cependant accusée de limiter les gains à l'échange et devrait être supprimée d'ici 2014 (Qureshi et al. (2009)). Les personnes vendant leur droit d'eau doivent s'acquitter d'une taxe de sortie du réseau d'irrigation qui vise à limiter la charge d'entretien du réseau (coûts fixes) pour les irrigants qui restent (Goesch et al. (2006)). Le transfert entre les différents usages consommateurs sont aussi limités de façon à ne pas pénaliser le secteur agricole qui ne peut pas payer autant pour l'eau que les villes ou les industries. Afin de garantir le respect de ces différents seuils, chaque échange doit être approuvé par les autorités. Les procédures administratives sont relativement longues.

2 Les enjeux autour des marchés de l'eau australien

La gestion de l'eau en Australie a fait de nets progrès depuis les années 90. Néanmoins, le gouvernement fédéral australien estime que les changements climatiques attendus renforcent la nécessité d'aller plus loin, et notamment de résoudre deux enjeux prioritaires : l'augmentation des débits d'eau réservés à l'environnement afin d'atteindre le bon état des écosystèmes aquatiques ; un fonctionnement plus efficace des marchés de l'eau afin de faciliter l'adaptation de l'agriculture à la rareté et variabilité de la disponibilité de l'eau.

2.1 Sécuriser l'eau pour l'environnement

Le terme "eau pour l'environnement" décrit l'eau nécessaire pour couvrir les pertes dues à l'évaporation et au transport (eau de maintenance) ainsi que pour l'inondation périodique des milieux humides (eau pour les écosystèmes). L'eau laissée dans les cours d'eau par le biais des débits environnementaux est assimilable à un bien public : ses bénéfices ne sont pas intégrés au marché car personne ne veut acheter de l'eau pour alimenter les débits environnementaux.² La puissance publique doit donc limiter les débits prélevables par les autres usages de façon à garantir les débits minima nécessaires au bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques et ripisylves.

La définition de l'allocation d'eau optimale pour l'environnement se heurte à de nombreux problèmes. Il subsiste notamment une grande incertitude scientifique concernant les bénéfices environnementaux, comme par exemple les liens entre débit d'eau et état des écosystèmes. La valorisation par les citoyens du bon état des cours d'eau est aussi difficilement appréhendable malgré le développement des techniques d'évaluation. De plus, les coûts d'opportunités liés au fait de laisser l'eau dans les rivières varient constamment : ils dépendent des événements climatiques, des prix sur les marchés de produits nécessitant l'usage de l'eau pour leur production ...

Un audit de vingt-trois rivières du MDB conduit entre 2004 et 2007 a conclu que seules trois de ces rivières étaient en bon état écologique (Davies et al. (2010)). Depuis, des études scientifiques ont été menées pour déterminer le volume d'eau qu'il fallait ré-allouer à l'environnement. Celles-ci concluent qu'il y a un risque substantiel pour la santé des écosystèmes aquatiques si les débits sont en deçà des deux tiers de leurs niveaux naturels. Pour atteindre ce niveau dans tout le MDB, la récupération de 4,400GL (1GL=1 million de m³) d'eau pour l'environnement, soit une réduction de 40% des prélèvements, est nécessaire. (Wentworth Group of Concerned Scientists (2010))

Afin d'atteindre cet objectif, il convient de trouver des moyens peu coûteux et acceptables permettant de récupérer de l'eau utilisée pour des usages marchands, notamment l'agriculture (Thoyer (2006)). Bien que les États aient le droit de se réappropriier des droits d'eau sans compensation, les gouvernements australiens n'ont pas retenu cette option en raison des impacts négatifs forts que cela pourrait

²Certaines organisations non gouvernementales ont envisagé le rachat de droits d'eau mais aucune transaction n'a été finalisée

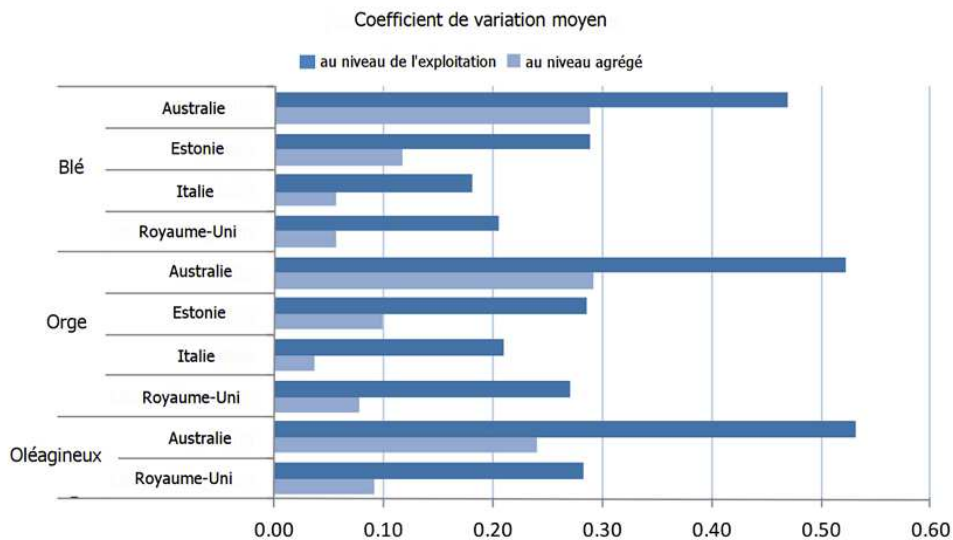
avoir sur les irrigants et leurs communautés (Productivity Commission (2010)). Le programme *Water For the Future*, lancé en 2008, prévoit un investissement de 3.1 milliards de AUD pour le rachat de droits d'eau aux agriculteurs pour 3.1 milliards.

Le rachat de droits d'eau aux agriculteurs contribue à la diminution de l'eau disponible pour l'agriculture et à l'augmentation de sa variabilité. Le deuxième enjeu important est donc la gestion du risque de manque d'eau subi par les agriculteurs.

2.2 Gérer le risque de manque d'eau pour les agriculteurs

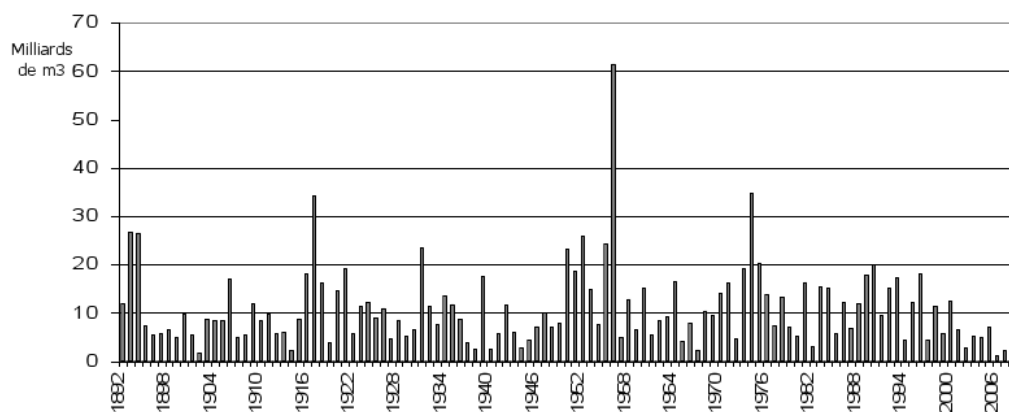
La variabilité de la disponibilité de l'eau entraîne pour les agriculteurs des risques importants car de nombreuses décisions de production sont faites avant de connaître la disponibilité de l'eau. Une étude par Nguyen et al. (2006) indique que les agriculteurs des États de South Australia et Queensland classent le risque climatique comme plus grande source de risque, devant les risques financiers et commerciaux. La *Figure 9* confirme que la variabilité moyenne des rendements en Australie sur le blé, l'orge et les oléagineux est supérieure par rapport à d'autres pays de l'OCDE. Les agriculteurs irrigants subissent en plus du risque climatique, le risque de recevoir des allocations en eau très variables à partir de leurs droits d'eau. La variabilité des débits dans les rivières du MDB qui se traduit par une forte variabilité des allocations en eau est illustrée par la *Figure 10*.

FIGURE 9 – Coefficient de variation moyen sur les rendements



Source : Kimura and Antón (2011)

Figure 10: Débits dans la rivière Murray (incluant la rivière Darling)



Source: Productivity Commission (2009)

L'impact de l'incertitude sur les décisions de production en agriculture a largement été étudié, mais les articles sur la spécificité de l'intrant eau sont plus limités. Howitt and Taylor (1993) ont montré qu'un producteur averse au risque et maximisateur d'utilité espérée utilisera moins d'eau si la quantité d'eau disponible est incertaine.

Les marchés de l'eau diminuent le risque subi par les agriculteurs en transformant le risque quantité en risque prix : il est toujours possible d'acheter de l'eau sur le marché mais le prix que l'on devra payer est incertain (Howitt (1998)). Calatrava and Garrido (2005) montrent analytiquement et empiriquement que le risque est réduit en présence de marchés de l'eau, à la fois pour les vendeurs et les acheteurs. Plus précisément, la variance des profits est réduite, ainsi que l'asymétrie négative des profits. Cependant, la VaR (*value-at-risk*, montant de pertes qui ne devrait être dépassé qu'avec une probabilité donnée) est augmentée.

La possibilité d'échanger à la fois sur le marché des droits et sur celui des allocations permet de plus à chaque agriculteur de choisir la stratégie de gestion du risque la plus adaptée (Bjornlund (2006)). Sous l'hypothèse d'un marché parfaitement compétitif et sans coûts de transaction, si les usagers sont neutres au risque, le marché des allocations est suffisant pour réaliser une allocation efficace de la ressource (Freebairn and Quiggin (2006)). Il ne devrait donc pas y avoir d'échanges sur le marché des droits. Empiriquement, on observe en effet que le marché des droits est largement moins actif que celui des allocations (Shi (2006)). Néanmoins, malgré l'incertitude autour de l'allocation qui sera reçue pour chaque droit détenu et les restrictions et coûts de transactions pour les transferts de droits d'eau, l'activité sur le marché des droits décolle peu à peu (Young (2010)). Certains agriculteurs préfèrent s'assurer un minimum d'eau en acquérant des droits d'eau, même si le volume exact qui leur sera alloué est inconnu. D'autres préfèrent vendre leur droits et acheter de l'eau principalement sur le marché des allocations en fonction des conditions climatiques du moment. C'est l'hétérogénéité dans

les préférences vis à vis du risque et les anticipations des agriculteurs qui créent des opportunités pour l'échange de droits d'eau (Hadjigeorgalis (1999), Cristi (2007)).

Les stratégies des agriculteurs sont diverses et leur participation au marché des droits plutôt qu'à celui des allocations (et vice versa) dépend de nombreux paramètres comme le type de culture, les capacités financières de l'exploitation, l'âge de l'irrigant, la flexibilité de son exploitation... (Bjornlund (2006), Bjornlund and Rossini (2005, 2007), Wheeler et al. (2009)). En 2006-07, 2% des agriculteurs irrigants du MDB ont échangé des droits permanents (en tant qu'acheteurs et/ou vendeur) et 23% ont échangé de l'eau temporairement (*Tableau 1*). La participation au marché des allocations dépend des besoins en eau et du prix et permet d'ajuster sa prise de risque dans le court terme. L'élasticité de la demande d'allocation au prix dépend essentiellement du type de culture. Les éleveurs laitiers avec des pâturages déclarent être très sensibles au prix : ils n'achètent pas sur le marché temporaire quand le prix est trop élevé même s'ils ont besoin d'eau. Par contre, les horticulteurs sont prêts à acheter de l'eau très cher en cas de besoin pour ne pas risquer de mettre en danger leurs arbres (Ashton and Oliver (2008)).

TABLE 1 – Participation aux marchés de l'eau par type de culture dans le MDB

	% des exploitations participant à chaque marché en 2006-07			
	Pâturages	Grandes cultures	Horticulture	Total MDB
Droits permanent	3	1	4	2
Allocations	31	20	23	23

Source : Ashton and Oliver (2008)

Conclusion

Les gouvernements australiens, sous l'impulsion de l'Etat fédéral, ont progressivement mis en place des marchés de l'eau dans le secteur agricole qui permettent une nette amélioration de l'efficacité de l'eau. Le marché des droits facilite la restructuration à long terme des activités agricoles tandis que le marché des allocations introduit plus de flexibilité dans la gestion tactique de l'irrigation. La facilité d'utilisation des plateformes électroniques d'échange a banalisé les transferts d'eau et réduit les coûts des transactions. Cependant, les Etats australiens ne se sont pas désaisis de leurs prérogatives et maintiennent un contrôle strict des échanges pour limiter les impacts sur les parties tiers et sur l'environnement. La nécessité d'assister les agriculteurs lors des périodes récurrentes de sécheresse conduit aujourd'hui à sophistiquer ces marchés pour offrir de nouveaux outils de gestion des risques. L'innovation principale a consisté à différencier les droits, en distinguant des droits à haute sécurité (avec une meilleure probabilité d'être approvisionné en cas de faible disponibilité) et des droits à sécurité plus faible. L'enjeu est de mesurer l'intérêt réel de ces nouveaux attributs de droit dans l'amélioration de l'efficacité.

Références

- ABARE (1996). Environmental water flows. Technical report, ABARE, Outlook 96.
- Allen Consulting Group (2006). Transaction costs of water markets and environmental policy instruments. Technical report, Productivity Commission, Australia.
- Ansink, E. and Ruijs, A. (2008). Climate change and the stability of water allocation agreements. *Environment and Resource Economics*, 41 :249–266.
- Ashton, D. and Oliver, M. (2008). An economic survey of irrigation farms in the murray-darling basin. Technical report, ABARE, Canberra.
- Australian Bureau of Statistics (2004). Water account 2004-2005. Technical report, Australian Bureau of Statistics.
- Australian Bureau of Statistics (2008). Water account 2008-2009. Technical report, Australian Bureau of Statistics.
- Bjornlund, H. (2006). Can water markets assist irrigators managing increased supply risk? some australian experiences. *Water International*, 31(2) :221–232.
- Bjornlund, H. and Rossini, P. (2005). Fundamental determining prices and activities in markets for water allocations. *International Journal of Water Resources Development*, 21(2) :355–369.
- Bjornlund, H. and Rossini, P. (2007). Fundamentals determining prices in the market for water entitlements : An australian case study. *International Journal of Water Resources Development*, 23(3) :537 – 553.
- Booker, J. and Young, R. (1994). Modeling intrastate and interstate markets for colorado river water resources. *Journal of Environmental Economics and Management*, 26(1) :66–87.
- Brooks, R. and Harris, E. (2008). Efficiency gains from water markets : Epirical analysis of watermove in australia. *Agricultural Water Management*, 95 :391–399.
- Calatrava, J. and Garrido, A. (2005). Spot water markets and risk in water supply. *Agricultural Economics*, 33 :131–143.
- Coase, R. (1960). The problem of social cost. *Journal of Law and Economics*, 3 :1–44.
- Cruse, L. (2008). *Water Policy in Australia, the impact of Change and Uncertainty*. Resources for the Future.
- Cristi, O. (2007). *The influence if heterogeneous risk preferences on water market activity : an application to the Paloma System of the Limari Water Basin, Chile*. PhD thesis, Agriculture and Resource and Economics Department, University of California, Davis.
- Davies, P. E., Harris, J. H., Hillman, T. J., and Walker, K. F. (2010). The sustainable rivers audit : assessing river ecosystem health in the murray-darling basin, australia. *Marine and Freshwater Research*, 61(7) :764–777.

- Freebairn, J. (2003). Principles for the allocation of scarce water. *The Australian Economic Review*, 36 :203–212.
- Freebairn, J. and Quiggin, J. (2006). Water rights for variable supplies. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 50 :295–312.
- Goesch, T., Hafi, A., Heaney, A., and Szakiel, S. (2006). Exit fees and interregional water trade : an analysis of the efficiency impacts of exit fees. Technical Report 06.5, Abare research report, Australia.
- Grafton, Q., Clay, L., Libecap, G., and O’Brien, R. (2010). Water markets : Australia’s murray darling basin and the us southwest. Technical Report March, National Bureau of Economic Research.
- Greenwood, P. and Ingene, C. (1978). Uncertain externalities, liability rules, and resource allocation. *American Economic Review*, 68(3) :300–310.
- Hadjigeorgalis, E. (1999). Trading under risk and uncertainty in an agricultural water market in chile. In *American Agricultural Economics Association, 1999 Annual meeting, August 8-11, Nashville, TN*.
- Howitt, R. E. (1998). Spot prices, option prices and water markets : An analysis of emerging markets in california. In Easter, Rosegrant, D., editor, *Markets for water : Potential and Performance*. Kluwer Academic Publisher.
- Howitt, R. E. and Taylor, C. R. (1993). *Some microeconomics of agricultural resource use*, pages 28–68. Agricultural and Environmental Resource Economics. Oxford University Press.
- Hughes, N. and Goesch, T. (2009). Management of irrigation water storages : carryover rights and capacity sharing. Technical report, ABARE research report 09.10.
- Kimura, S. and Antón, J. (2011). Risk management in agriculture in australia. OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers 39, OECD Publishing.
- King, D. (2005). Cruch time for water quality trading. *Choices*, 20(1) :71–.
- Meinzen-Dick, R. (1996). Groundwater markets in pakistan. Technical Report 105, International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Michelsen and Young (1993). Optioning agricultural water rights for urban water supplies during drought. *American Journal of Agricultural Economics*, 75(4) :1010–1020.
- National Water Comission (2009). Australian water market report 2008-2009. Technical report, National Water Comission, NWC, Canberra.
- National Water Comission (2010). Australian water market report 2009-2010. Technical report, National Water Comission, NWC, Canberra.
- Nguyen, N., Wegener, M., and Russel, J. (2006). Risk management tools for dryland farmers in south-west queensland : an action research approach. In *APEN 2006 international conference, Beechworth, Victoria*.

- OECD (2009). The political economy of reform. lessons from pensions, product markets and labour markets in 10 oecd countries. Technical report, OECD.
- Parker, S. and Speed, R. (2010). Agricultural water pricing : Australia. Technical report, OECD.
- Productivity Commission (2010). Market mechanisms for recovering water in the murray darling basin. Technical report.
- Productivity Commission (2003). Water rights arrangements in australia and overseas. Technical report.
- Productivity Commission (2006). Rural water use and the environment : The role of market mechanisms. Technical report.
- Productivity Commission (2009). Government drought support. Final Inquiry Report, Melbourne 46.
- Provencher, B. and Burt, O. (1993). The externalities associated with the common property exploitation of groundwater. *Journal of Environmental Economics and Management*, 24(2) :139–158.
- Quiggin, J. (2006). Urban water supply in australia : The option of diverting water from irrigation. *Public Policy*, 1(1) :14–22.
- Qureshi, M., Shi, T., Qureshi, S., and Proctor, W. (2009). Removing barriers to facilitate efficient water markets in the murray-darling basin of australia. *Agricultural Water Management*, 96 :1641–1651.
- Randall, A. (1981). Property entitlements and pricing policies for a mature water economy. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 25 :195–220.
- Shi, T. (2006). Simplifying complexity : Rationalising water entitlements in the southern connected river murray system, australia. *Agricultural Water Management*, 86 :229–239.
- Strosser, P. and Montginoul, M. (2001). Vers des marchés de l’eau en france ? quelques éléments de réflexion. *Annales des Mines*, pages 13–31.
- Thoyer, S. (2006). How to reallocate water rights when environmental goals conflict with existing entitlements. *International Journal of Sustainable Development*, 9(2) :122–137.
- Tisdell, J., Ward, J., and Grudzinski, T. (2002). The development of water reform in australia. Technical Report 02/5, Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology.
- Wentworth Group of Concerned Scientists (2010). Sustainable diversions in the murray-darling basin. Technical report, Wentworth Group of Concerned Scientists.
- Wheeler, S., Bjornlund, H., Shanahan, M., and Zuo, A. (2009). Who trades water allocations ? evidence of the characteristics of early adopters in the goulburn-murray irrigation district, australia 1998-1999*. *Agricultural Economics*, 40(6) :631–643.
- Young, M. (2010). Environmental effectiveness and economic efficiency of water use in agriculture : The experience of and lessons from the australian water reform programme. Technical report, OECD Sustainable Management of Water Resources in Agriculture.

Zivin, J. and Small, A. (2003). Risk sharing in coasean contracts. *Journal of Environmental Economics and Management*, 45 :394–415.

Etudes et Synthèses

- ES 2011 - 01 : Marianne LEFEBVRE, Sophie THOYER
« Risque sécheresse et gestion de l'eau agricole en Australie »
- ES 2010 - 02 : Elodie BRAHIC (CEMAGREF Bordeaux)
« Which instruments to preserve forest biodiversity? »
- ES 2010 - 01 : Selin ÖZYURT
« China's Economic Outlook after 30 Years of Reform »
- ES 2009 - 02 : Annie HOFSTETTER, Robert LIFRAN
« Couplage simple entre système d'information géographique et modèle multi-agents pour simuler l'impact des politiques publiques sur les dynamiques du paysage »
- ES 2009 - 01 : Philippe JOURDON
« De la crise financière vers la guerre mondiale, ou de la crise mondiale vers la guerre financière ? Une analyse par les cycles longs. »
- ES 2008 - 02 : Pr Graciela CHICHILNISKY
« Le paradoxe des marchés verts »
- ES 2008 - 01 : Selin OZYURT
« Les investissements directs étrangers entraînent-ils des effets de débordement vers les pays en développement ? »
- ES 2007 - 03_ : Charles FIGUIERES, Hervé GUYOMARD, Gilles ROTILLON
Le développement durable : Que peut nous apprendre l'analyse économique ?
- ES 2007 - 02 : Robert KAST
Incertitude et environnement : évaluations économiques
- ES 2007 - 01 : Sophie THOYER, Sandra SAÏD
Mesures agri-environnementales : quels mécanismes d'allocation ?

Contact :

Stéphane MUSSARD : mussard@lameta.univ-montp1.fr

