

Partager l'eau d'irrigation dans les bassins versants, usages et intérêts des quotas

Laurie Schneider, Marielle Montginoul, Delphine Leenhardt (INRAE, UMR G-EAU, Université de Montpellier, Montpellier, France)

- Les quotas d'eau sont un mode de gestion de la ressource qui plafonne la demande ;
- Ils sont nominatifs, géographiquement localisés, plafonnés et limités dans le temps ;
- Leurs caractéristiques et objectifs dépendent des contextes hydrographiques et politiques.

Les quotas sont un outil de gestion de l'eau d'irrigation qui joue sur la demande ; ils répartissent la ressource entre usagers en limitant la quantité prélevable. Cependant, les systèmes de quotas existent dans des contextes divers, sous des formes et dénominations hétérogènes. Afin de comprendre ces systèmes complexes, nous proposons ici une grille d'analyse qui nous permet de 1) déterminer si le système de partage de la ressource rencontré relève de l'utilisation de quotas, 2) comprendre les liens entre ce système et son environnement social et hydrologique, et enfin 3) caractériser la diversité des quotas par quatre angles d'analyse (règles d'attribution, insertion dans une gestion collective de la ressource, transférabilité et adaptation à une pénurie conjoncturelle).

MOTS-CLES : Quotas – eau d'irrigation – gestion quantitative de la ressource en eau – partage de la ressource – pénurie d'eau

Why and how are quotas used to share irrigation water?

Quotas are a tool to manage irrigation water through the regulation of its demand; they share the resource between users by limiting the quantity withdrawn. However, quota systems exist in various contexts, taking heterogeneous forms and names. We propose here a grid for analysing these complex systems. It allows us to 1) determine whether the resource sharing system encountered falls under the use of quotas, 2) understand the links between this system and its social and hydrological environment, and finally 3) characterise the diversity of quotas through four dimensions (allocation rules, insertion in a collective management of the resource, transferability and adaptation to seasonal shortages). (JEL: Q250, Q190)

KEYWORDS: Quotas – irrigation water – quantitative management of water resources – resource sharing – water scarcity

La rareté croissante de la ressource en eau rend nécessaire la construction d'un système de partage répondant aux enjeux sociaux, économiques et environnementaux (Erdlenbruch et al., 2013). Cette gestion peut se réaliser en agissant sur l'offre ou la demande en eau. La gestion par l'offre a pour but d'accroître l'eau disponible aux périodes de forts besoins, par exemple par la création de stockages, sources de nombreux contentieux (Commission du développement durable et de l'aménagement du territoire, 2020) ou la réutilisation d'eaux usées traitées ; la gestion par la demande peut se réaliser selon deux principaux leviers : par les prix (tarification) ou par la quantité, donc la mise en place de quotas de prélèvement (Weitzman, 1974). Nous étudions ici la gestion de la demande par la quantité ; nous limitons notre étude à l'usage de l'irrigation, ce dernier étant le plus gros consommateur en eau aux périodes de faible disponibilité, et faisant parfois l'objet de systèmes de quotas anciens.

De nombreuses études ont été conduites sur les quotas, en abordant leurs performances ou en comparant deux systèmes. Ces études, si elles nous permettent de comprendre le fonctionnement et les intérêts de systèmes particuliers, n'offrent pas une analyse globale de l'usage des quotas d'eau. De plus, les dénominations trouvées dans la littérature sont diverses et les définitions données à ces termes ne sont pas uniformes : ce mode de gestion de la pénurie d'eau se retrouve dans de nombreux bassins versants dans le monde, à la fois au niveau étatique et régional, et s'y matérialise différemment (Ambec et al. 2014). Cela altère la lisibilité de la littérature qui aborde ces enjeux (Corominas et al., 2010).

Cet article propose de caractériser les systèmes de quotas utilisés pour partager l'eau d'irrigation, par une étude de la littérature selon une grille d'analyse que nous avons développée et une illustration de celle-ci en l'appliquant au cas français. Nous comparons les intérêts des différents systèmes de quotas, mais pas l'intérêt de l'outil quota par rapport à d'autres leviers de gestion. Cela nous permet de présenter une image des lieux et modes d'usages des quotas pour l'eau d'irrigation, en tenant compte de leurs liens avec leur environnement social et hydrologique. La première partie de cet article décrit le matériel et les méthodes mobilisées à cette fin ; dans la deuxième partie nous proposons un tour d'horizon de ces termes et une définition de ce que l'on peut entendre par « quota d'eau ». Nous poursuivons en présentant, dans la troisième partie, la diversité des systèmes de quotas, afin de comprendre comment ceux-ci sont utilisés et quelles en sont les principales caractéristiques. Enfin, dans la quatrième partie, nous illustrons nos analyses en nous concentrant sur les systèmes de quotas actuellement en place en France : l'exigence européenne de masses d'eau en bon état (Le Parlement Européen et Le Conseil de l'UE, 2000) a été traduite en droit français par notamment la mise en place de quotas de prélèvement d'eau pour l'irrigation.

Matériel et méthodes

Cet article repose sur une revue de littérature internationale (parties I et II) et sur une enquête conduite sur le cas français (partie III) qui nous permet de mettre à l'épreuve notre grille d'analyse. Nous présentons ici la méthode d'obtention et les caractéristiques des données, puis la grille d'analyse.

(1) Une revue de littérature internationale

- *Méthode d'obtention* : la revue de littérature a été réalisée sur des données issues du « Web Of Science » grâce à l'équation de recherche « ("water quota" OR "water allocation" OR "water rights") AND (agri* OR farm* OR irrigat*) ». Sur un premier corpus de 1500 références, les titres, mots clés et résumés ont été analysés afin de trier les articles. Nous avons écarté les études historiques et prospectives afin de nous concentrer sur des systèmes de quota existant

actuellement. Nous n'avons pas mis de limites géographiques, car notre domaine d'intérêt est global (annexe, Tableau 5). Parmi ces articles, 35, dans lesquels les quotas sont l'enjeu principal et qui contiennent un niveau d'information satisfaisant pour notre étude ont été retenus et analysés.

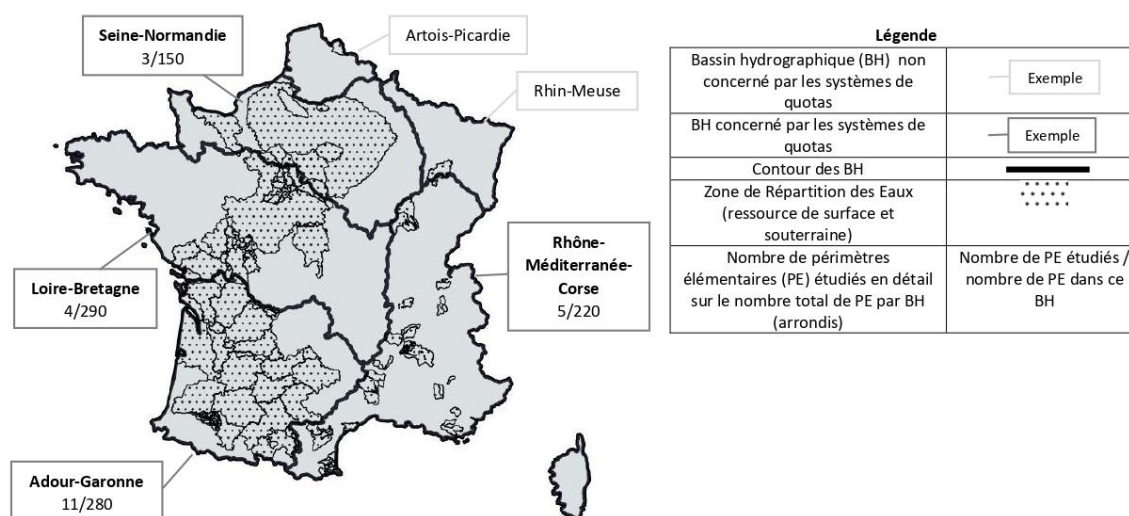
- *Caractéristiques des données* : ces 35 références rassemblent 42 cas d'étude concernant 24 pays. Certains articles décrivent plusieurs cas d'étude ; un cas d'étude peut renvoyer à un pays ou à une unité de gestion au sein d'un pays.

(2) Une analyse approfondie de la situation en France métropolitaine

- *Méthode d'obtention* : les données ont été récoltées par entretiens semi-directifs (19) menés en France, auprès de salariés de structures participant à la gestion de l'eau pour l'irrigation (Établissements Publics Territoriaux de Bassin, Organismes Uniques de Gestion Collective - OUGC, chambres d'agriculture). Une revue de la littérature grise a permis de compléter ces données qualitatives. Les entretiens ont été conduits dans les quatre bassins hydrographiques français concernés par les systèmes de quotas d'irrigation (Carte 1), au sein desquels vingt-trois sous-bassins-versants ont été étudiés en détail. Ceux-ci sont situés en « zone de répartition des eaux » (ZRE), c'est-à-dire qu'ils sont considérés comme structurellement déficitaires (eau de surface et souterraine). Ces sous-bassins-versants ont été sélectionnés car les quotas étaient désignés lors des entretiens comme contraignants pour les irrigants.
- *Caractéristiques des données* : le nombre de sous-bassins-versants étudiés ne permet pas de fournir une image exhaustive de ce que sont les quotas en France, mais permet de comprendre la diversité d'utilisation de cet outil dans des contextes particuliers.

(3) Une grille d'analyse commune

La grille d'analyse que nous avons choisi d'adopter a été appliquée aux systèmes de quotas présentés dans la littérature et au cas français, sans distinguer les ressources souterraines des ressources de surface. Elle est constituée de trois étapes, présentées dans le Tableau 1. Concernant les cas d'étude issus de la revue de littérature, nous avons considéré la manière dont les systèmes de quotas sont organisés et non leur mise en œuvre réelle. Notre analyse n'offre donc pas une cartographie complète, mais une image des quotas d'eau rencontrés dans la littérature scientifique anglophone actuelle.



Carte 1 : Répartition des périmètres élémentaires étudiés en France (source données ZRE et BH : sandre.eaufrance.fr)

Tableau 1 : Grille d'analyse d'un système de quotas (une unité de gestion) en trois étapes

	Description	But	Angles d'analyse explorés dans cette étape
1	Application de la définition des quotas.	Cerner si le partage de la ressource est bien réalisé par quotas.	La définition des quotas s'applique-t-elle à ce système de gestion ? Les quatre attributs nécessaires des quotas sont-ils remplis (nominatifs, géographiquement localisés, plafonnés et limités dans le temps) ?
2	Analyse des modalités d'insertion des quotas dans un contexte local spécifique.	Comprendre les liens entre les systèmes de quotas et leur environnement social et hydrologique.	Quels sont les objectifs cités et/ou atteints de ce système de quotas ? Quelle structure en a en charge la gestion (État, marché ou communauté) ? En quoi le type de ressource influence les règles d'attribution, de gestion et le niveau (quantité) des quotas ?
3	Caractérisation de la diversité des quotas.	Cibler et définir les principales sources de diversité concernant les caractéristiques des quotas.	Quels sont les règles et critères d'attribution des quotas ? Comment les quotas individuels s'insèrent-ils dans une gestion collective ? Quel est le degré de transférabilité de ces quotas ? Comment les quotas s'adaptent-ils à l'indisponibilité conjoncturelle de la ressource ?

Définition et intérêts des quotas d'eau pour l'usage agricole

Cette partie définit d'abord les quotas en les situant par rapport aux autres termes utilisés dans la littérature pour renvoyer à la gestion quantitative de l'eau d'irrigation, et en en déterminant les principales caractéristiques. Elle montre ensuite en quoi le quota est un outil adaptable qu'il peut être intéressant de mobiliser.

A. Les quotas, un outil de gestion quantitative de l'eau agricole

Tour d'horizon des termes utilisés

Dans la littérature anglophone, les termes utilisés pour qualifier les modes de partage de l'eau d'irrigation sont divers et leurs définitions non homogènes. Nous abordons ici les trois termes que l'on rencontre le plus fréquemment afin de clarifier leurs limites respectives.

- (1) Le « *droit de l'eau* » (« *water law* ») renvoie au cadre général qui régit l'usage de la ressource (Stoa 2016; van Koppen et Schreiner, 2019) et comprend toutes les règles gravitant autour de cette ressource.
- (2) Le terme « *allocation d'eau* » (« *water allocation* ») renvoie au fait d'attribuer de l'eau à une entité économique. On trouve trois acceptions de ce terme :
 - Processus de distribution de l'eau au sein d'une exploitation agricole, entre îlots ou parcelles (Singh, 2017; Saeidian et al., 2019) (définition agronomique) ;
 - Quantité d'eau attribuée à une entité économique (Mix, Lopes, et Rast, 2012) ;
 - Elaboration et mise en place de règles de partage de la ressource (gouvernance) (Mellah 2018; Dinar, Rosegrant, et Meinzenndick 1997).
- (3) Les « *droits relatifs à l'eau* » (« *water rights* ») découlent du processus d'allocation de la ressource. Ces droits, ancrés dans des contextes spécifiques (Okukpon et Anozie, 2018), recouvrent des réalités différentes. On retrouve principalement deux acceptions :
 - Modalités d'allocation de la ressource, qui peuvent être formalisées (quota attribué à une entité déterminée et sous certaines conditions) ou non (Sokile et van Koppen, 2004) ;

- Usages de la ressource rendus possibles : ils caractérisent le lien entre l'objet (la ressource) et l'utilisateur (entité économique détentrice du droit). Ils peuvent renvoyer à la simple possibilité de prélever (Roy, 2013), ou être une combinaison plus complexe de droits : accéder à la ressource, en exclure d'autres entités économiques ou encore la transférer (Bruns, 2007). Ces droits, divers et cumulables, constituent un faisceau de droits (Jia et al., 2016).

Dans cet article, nous proposons d'utiliser le terme « allocation d'eau » dans sa troisième acception (gouvernance) et le terme « droits relatifs à l'eau » dans sa seconde acception (usages autorisés).

Les quotas sont l'allocation d'une quantité d'eau limitée, à un usager déterminé, à un endroit et pour une durée précise

Parmi les références traitées, le mot « quota » est peu utilisé ; malgré cela et grâce aux définitions que nous avons proposés ci-dessus, nous avons pu identifier différents systèmes de quotas. Mode d'allocation de la ressource par sa quantité, les quotas se distinguent des systèmes d'allocation sans quantité définie, fondés uniquement sur la propriété d'un espace géographique contenant de l'eau (Hodgson, 2006). Nous définissons les quotas comme suit : *une quantité d'eau allouée à un irrigant ou un groupe d'irrigants, à un bassin versant ou un point de prélèvement, pour une durée limitée dans le temps*. Les quotas sont compris dans le droit de l'eau : c'est une modalité d'allocation qui ouvre à des droits relatifs à l'eau (droits de propriété qui sont alors échangeables, ou droits d'usages). Nous avons déterminé quatre attributs qui doivent être réunis pour qu'un mode d'allocation de la ressource en eau puisse être défini comme un système de quotas. Un quota est :

- *Nominatif* : attribué à une unité économique spécifique (irrigant ou groupement d'irrigants) ;
- *Géographiquement localisé* : lié à une aire géographique plus ou moins étendue (point de prélèvement ou bassin versant) ;
- *Plafonné* : la quantité de ressource qui peut être utilisée est limitée. Cette quantité peut être mesurée par différentes unités : volume, temps ou débit de prélèvement (M. Montginoul et Rinaudo 2009) ;
- *Attribué pour une durée limitée dans le temps*. Les temporalités d'attribution sont diverses, pouvant aller d'une période inférieure à une saison d'irrigation à plusieurs années (jusqu'à quarante ans) (Nieuwoudt et Armitage 2004). Les quotas qui fixent un horizon temporel lointain sont aussi soumis aux variations conjoncturelles de la ressource. On peut donc rencontrer des combinaisons de temporalités, par exemple un quota annuel dont l'utilisation est limitée par des restrictions saisonnières.

À partir de ces attributs communs, certains éléments divergent, expliquant la diversité des systèmes rencontrés, notamment les personnes morales chargées de l'allocation : on en distingue trois, à savoir l'État, le marché et la communauté (Dinar, Rosegrant, et Meinzenndick 1997). L'État attribue les quotas de façon centralisée et la répartition est alors moins flexible que celle des deux autres structures (Zheng et al. 2012). Les quotas peuvent aussi être alloués sur un marché, par exemple par des enchères (Simon et Anderson 1990). Enfin, les communautés d'irrigants elles-mêmes peuvent octroyer les quotas en leur sein à des échelles territoriales plus réduites (Plusquellec et Bachri 2013).

B. Les quotas, un outil mobilisé de façon hétérogène selon les contextes dans lesquels il s'insère

Sur quatre objectifs principaux visés, deux sont directement atteignables

Les quotas sont mis en avant dans la littérature comme permettant une meilleure répartition de la ressource. Si l'on examine plus en détail à quoi renvoie cette idée, on remarque quatre objectifs fréquemment cités : l'équité, l'efficacité économique, la durabilité et l'autosuffisance alimentaire. Pourtant, le fait que ces objectifs soient cités ne signifie pas que le fonctionnement des quotas permette de les satisfaire. Nous distinguons donc les objectifs mis en avant des objectifs réalisables.

(1) Allocation équitable

Les quotas permettraient une répartition équitable, en garantissant une égalité des chances entre irrigants dans l'accès à la ressource ; ils seraient plus efficaces que la régulation par les prix pour réduire les inégalités sociales (Tsur et Dinar 1995). Les quotas permettraient aussi d'appliquer concrètement le principe de gouvernance qu'est la GIRE (Gestion Intégrée des Ressources en Eau), en conciliant les différents usages de l'eau (Van Koppen, 2003). Ils garantiraient donc une répartition de la ressource équitable entre usages et entre usagers au sein d'un même usage. Pourtant, l'équité est un concept vague dont la définition dépend du contexte d'utilisation (Tsur et Dinar, 1995), qui ne correspond pas uniquement à l'égalité des chances (Rinaudo, Moreau, et Garin 2016). Une répartition peut être jugée équitable si elle reprend l'historique sans le modifier, mais aussi si elle met une place à une égalité stricte (et donc modifie l'historique). Les quotas ne peuvent pas directement satisfaire cet objectif : leurs critères de répartition en lien avec le contexte social peuvent permettre cela (Roa-Garcia et Brown, 2017).

(2) Allocation efficiente

Avoir une allocation efficiente de la ressource d'un point de vue économique, donc chercher à maximiser la productivité marginale de la ressource est un objectif fréquemment cité. Pourtant, les quotas représentent une contrainte administrative relativement rigide : ils sont peu flexibles et ne permettent donc pas en tant que tels d'atteindre cet objectif (Burdack, Biewald, et Lotze-Campen, 2014). L'allocation initiale des quotas peut être optimale d'un point de vue économique si ceux-ci sont attribués par enchères, mais cela est peu fréquent (Simon et Anderson 1990). Autoriser l'échange des quotas via des marchés de l'eau est une manière d'atteindre l'objectif d'efficacité économique (Montginoul et Rinaudo, 2009) ; mais ceux-ci peuvent être encadrés et régulés afin d'en limiter les externalités négatives, comme l'accroissement des inégalités sociales (Prieto, 2017; Solanes et Jouravlev, 2006).

(3) Durabilité

L'objectif est ici de prévenir la dégradation de la ressource due à ses usages : les quotas limitent les quantités qui peuvent être extraites pour l'usage agricole et peuvent donc empêcher sa surexploitation (Closas, Molle, et Hernández-Mora, 2017). Les quotas sont aussi utilisés pour garantir la conservation d'une partie de la ressource pour l'environnement.

(4) Autosuffisance alimentaire

Les quotas sont parfois aussi instaurés en vue de garantir une production agricole particulière (quantité ou type de culture), voire pour satisfaire les objectifs d'un pays en termes d'autosuffisance alimentaire (Mellah, 2018; Wolters et al., 2016). La distribution des quotas d'eau peut être faite de manière à favoriser une production plutôt qu'une autre, selon les objectifs politiques de la zone géographique (Dinar, Rosegrant, et Meinzenndick, 1997).

La gestion et le niveau d'attribution des quotas dépend de l'environnement hydrologique

Les quotas dépendent aussi de leur environnement hydrologique : le type de ressource (souterraine ou de surface) est un des éléments pris en compte lors de l'attribution des quotas et de leur niveau (dans 83 % des cas d'étude analysés dans la littérature, soit trente-cinq cas d'étude ; annexe,

Tableau 5). Nous allons ici analyser si les modes de gestion des quotas (structure gestionnaire, règles d'attribution et/ou de restriction) et leur niveau (la quantité attribuée) diffèrent selon le type de ressource. En nous limitant aux cas d'étude pour lesquels nous disposons d'une information suffisante (soit au final dix-sept cas), nous distinguons trois situations :

- (1) Les modes de gestion et niveau d'attribution des quotas sont uniformes pour tous les types de ressource ; nous faisons l'hypothèse que cela est dû à l'interconnexion des ressources, qui nécessitent donc une gestion homogène (huit cas d'étude).
- (2) Les modes de gestion sont uniformes pour les ressources souterraines et de surface, mais le niveau des quotas dépend du type de ressource. Nous faisons l'hypothèse que dans ces périmètres, les ressources n'évoluent pas de la même manière du fait de caractéristiques propres (réactivité forte ou faible) et de l'hétérogénéité des prélèvements réalisés ; limiter différemment les prélèvements permettrait de protéger une ressource plus qu'une autre (six cas d'étude).
- (3) Les modes de gestion et le niveau d'attribution des quotas diffèrent entre les eaux de surface et les eaux souterraines ; l'accès aux ressources de surface est plus régulé que l'accès aux ressources souterraines et les quotas des eaux de surface sont plus restrictifs. Nous faisons l'hypothèse que cela s'explique par des différences historiques, la régulation des eaux de surfaces étant plus ancienne (trois cas d'étude).

En conclusion, nous définissons les quotas comme un outil de gestion de l'eau par la quantité, avec quatre attributs nécessaires : nominatifs, géographiquement localisés, plafonnés et limités dans le temps. Les quotas permettent d'atteindre efficacement deux des objectifs fréquemment cités dans la littérature : la durabilité de la ressource et l'autosuffisance alimentaire.

Diversité des caractéristiques des quotas pour l'usage agricole

Les systèmes de quotas, au-delà de leurs caractéristiques communes, s'insèrent de diverses manières dans les enjeux et contraintes locales. Nous proposons de caractériser cette diversité par quatre angles : (A) l'attribution des quotas, (B) l'insertion des quotas individuels dans une gestion collective, (C) l'adaptation des quotas à l'indisponibilité de la ressource et enfin (D) leur transférabilité.

(A) Attribution

Réaliser l'allocation initiale des quotas signifie déterminer un critère d'attribution (idée générale d'après laquelle les quotas seront répartis), un indicateur (variable, contenant une information qualitative ou quantitative, utilisée pour exprimer ce critère) (Allain, Plumecocq, et Leenhardt, 2018) et les valeurs clés de cet indicateur (ou la manière dont il sera utilisé) (Tableau 2). Plusieurs critères peuvent être combinés ; selon ces choix, le niveau du quota (attribué en théorie, sans tenir compte de la variabilité de la ressource) peut être stable ou varier au cours du temps (Rouillard et Rinaudo 2020).

Tableau 2 : Critères et indicateurs utilisés pour attribuer les quotas d'eau pour l'irrigation rencontrés dans les cas d'étude analysés.

Critère	Exemples d'indicateurs	Remarques sur les indicateurs et leurs choix de valeurs
Équité	Nombre d'hectares irrigués	Le niveau des quotas est fixe par hectare. La quantité d'eau attribuée varie donc entre irrigants en fonction du nombre d'hectares irrigués.
	Pourcentage uniforme de variation pour tous les irrigants	Une règle de proportionnalité dans la réduction du quota en cas de manque d'eau est appliquée.
Ancienneté	Date de la première obtention d'une autorisation de prélever sur ce bassin versant	La doctrine de l'appropriation antérieure (« prior appropriation ») privilégie les irrigants anciens.
	Historique des autorisations de prélèvements passées sur un certain nombre d'années	Les quotas reprennent les autorisations passées, qui peuvent être modulées en prenant aussi en compte les consommations effectives passées.
Localisation du point de prélèvement	Distance entre le point de prélèvement et la zone à irriguer	La doctrine des riverains (« riparian ») privilégie les irrigants les plus proches des points de prélèvement.
	Positionnement du point de prélèvement entre l'amont et l'aval du bassin versant	Certains gestionnaires privilégient les points de prélèvement le plus en aval, là où les prélèvements ont le moins d'impact sur la totalité du bassin.
Usage de la ressource	Besoins théoriques des cultures	Ces besoins théoriques sont calculés en fonction des types de cultures (critères agronomiques) et des types de sols (critères pédologiques).
	Efficiences économiques de l'usage agricole	Les usages maximisant la productivité marginale de la ressource sont privilégiés ; pour l'irrigation, cela revient à favoriser les cultures valorisant le mieux l'eau (maximisation de leur valeur ajoutée).

(B) Insertion des quotas individuels dans une gestion collective

Les quotas sont attribués à des unités économiques spécifiques et sont donc « individuels », mais ils peuvent être gérés de façon collective, au sens d'un ensemble formalisé de règles et contraintes décidées au niveau collectif qui encadrent l'utilisation individuelle des quotas. Nous observons trois cas :

- (1) *Les quotas individuels sont issus du partage d'un quota collectif.* Ce quota collectif est un plafond que la somme des prélèvements agricoles ne doit pas dépasser et est partagé entre irrigants. Le quota collectif est attribué pour un territoire délimité, hydrologiquement cohérent, et se décline en plusieurs échelles territoriales. En Chine (Jia et al. 2016) et en Australie (Burdack, Biewald, et Lotze-Campen, 2014), trois niveaux de quotas existent : un quota général limite les prélèvements totaux pour un grand bassin versant. À l'intérieur de celui-ci, les régions mettent en place des quotas régionaux (issus du partage du quota général) et déterminent des quotas individuels (issus du partage du quota régional).
- (2) *Les quotas sont uniquement individuels, mais gérés collectivement.* Nous retrouvons ici des systèmes de tours d'eau, dans lesquels les quotas individuels sont répartis dans le temps et/ou en débits de prélèvement, par exemple au Maroc (Plusquellec et Bachri, 2013), en Tanzanie (Sokile et van Koppen, 2004), ou au Kirghizistan et Tadjikistan (Hill, 2013).
- (3) *Les quotas sont uniquement individuels et ne sont pas gérés collectivement.* Chaque irrigant gère en autonomie son quota. On retrouve cela en Amérique du Nord, au Canada (Hurlbert et Diaz, 2013) ou dans différents États fédéraux des États-Unis (Null et Prudencio, 2016; Wollmuth et Eheart, 2000).

(C) Adaptation à l'indisponibilité conjoncturelle de la ressource

Les quotas sont un moyen de répondre à l'indisponibilité structurelle de la ressource ; or, cette ressource peut aussi faire l'objet d'une pénurie conjoncturelle (non durable) nécessitant l'adaptation du quota structurel préalablement défini. On observe trois stratégies :

(1) *Hiérarchiser les bénéficiaires des quotas, pour prioriser l'attribution en cas de pénurie ; le partage de la pénurie est inégal.*

Cela concerne surtout les ressources de surface. L'ancienneté est le principal critère de hiérarchisation que l'on retrouve : en cas d'indisponibilité partielle de la ressource, les quotas les plus anciens seront satisfaits avant les plus récents. C'est le cas dans certains états fédéraux des États-Unis, comme en Idaho (Xu, Lowe, et Adams, 2014), au Nevada (Zeff et al., 2019) ou au Colorado (Mix, Lopes, et Rast, 2012). En Californie, les quotas prioritaires (les plus anciens) sont ceux accordés aux propriétaires terriens (« riparian rights ») (Nelson et Burchfield, 2017).

On retrouve d'autres modes de hiérarchisation, par exemple selon le moment auquel le prélèvement est autorisé : au Chili, les quotas sont permanents ou contingents (Donoso, Lictévout, et Rinaudo, 2020). Les premiers donnent aux irrigants un droit de prélever dans une ressource ; les seconds ne permettent de prélever dans cette même ressource que si tous les bénéficiaires des quotas permanents ont été satisfaits et que la ressource est encore disponible.

(2) *Partager proportionnellement la pénurie entre irrigants : le niveau de tous les quotas est actualisé selon les fluctuations de la ressource en cours de saison.*

Tous les irrigants voient leur quota réduit de façon proportionnelle ; on retrouve cela en Afrique du Sud (Nieuwoudt et Armitage, 2004) ou pour l'aquifère de La Mancha en Espagne (Closas, Molle, et Hernández-Mora, 2017). En Chine (Xiaoping et al., 2018), il existe trois types de quotas dont l'allocation initiale dépend de leur origine historique ; mais en cas de pénurie, le niveau de ces trois types de quotas est actualisé de façon proportionnelle afin de déterminer l'eau pouvant réellement être prélevée.

(3) *Partager la pénurie suivant un mélange des deux catégories précédentes (hiérarchisation et partage proportionnel). La pénurie est alors partagée, mais de façon inégale :*

- Selon l'ancienneté. C'est le cas en Grèce (Kapetas et al., 2019) et Tunisie : la pénurie est répartie, mais les quotas juniors sont plus affectés que les quotas seniors (anciens) (Mellah, 2018).
- Selon le type de culture. En Catalogne (Espagne), les fruitiers ne sont pas concernés par les mesures de restriction (Pujol, Raggi, et Viaggi, 2006) ;
- Pour limiter l'impact de la pénurie. En France, un plancher de réduction existe dans certains bassins versants : les quotas ne peuvent pas être réduits en deçà d'une certaine limite afin de ne pas défavoriser ceux dont le niveau est le plus faible.

(D) Transférabilité

Les quotas allouent une quantité d'eau limitée à un usager déterminé ; échanger des quotas est un des moyens mobilisés pour rendre ce partage de la ressource plus flexible, en adaptant l'allocation aux évolutions des contraintes concernant la ressource (fluctuation de la disponibilité) et les préleveurs (évolution des besoins). On observe cinq cas de figure :

(1) *Les quotas ne sont pas transférables.* L'échange n'est pas autorisé par la loi et aucune structure officielle n'en a la charge. C'est le cas en Tunisie (Mellah, 2018), dans la province de Foggia en Italie (Pujol, Raggi, et Viaggi, 2006) ou pour les ressources souterraines en Espagne (Lopez-Gunn et Cortina, 2006).

- (2) Les quotas ne sont pas officiellement transférables, mais des transferts informels sont réalisés. Ce cas de figure ne ressort pas des cas d'étude étudiés, mais est décrit par la littérature centrée sur les marchés de l'eau (Montginoul et Strosser 1999; 2001).
- (3) *Les quotas sont transférables (autorisés par la loi), mais aucun transfert n'est réalisé.* C'est le cas dans certains bassins versants d'Afrique du Sud (Nieuwoudt et Armitage, 2004) ou en Espagne (Catalogne) (Pujol, Raggi, et Viaggi, 2006), où l'absence de transfert s'explique par l'absence de structure en ayant la charge.
- (4) *Les quotas sont transférables, mais uniquement à la marge et de façon temporaire.* C'est le cas dans la province d'Alberta au Canada, où les quotas ne sont transférables que sous certaines conditions spécifiques définies par les autorités locales (Hurlbert et Diaz, 2013).
- (5) *Les quotas sont totalement transférables.* Ces échanges sont autorisés par la loi et pratiqués, car rendus possibles d'un point de vue organisationnel. Il est possible de transférer son quota durablement (vente) ou temporairement (location) via des marchés de l'eau plus ou moins régulés ; c'est par exemple le cas en Australie (Burdack, Biewald, et Lotze-Campen, 2014) ou au Chili (Hurlbert et Diaz, 2013). Aux États-Unis aussi, plusieurs États permettent l'échange des quotas, comme la Californie (Nelson et Burchfield, 2017), le Colorado (Howe et Goemans, 2003) ou le Nevada (Zeff et al., 2019).

En conclusion, le partage quantitatif de la ressource entre usagers réalisé par quotas présente une grande diversité de mises en œuvre, permettant aux systèmes de quotas de s'adapter aux contraintes locales. Différentes combinaisons de ces caractéristiques peuvent permettre de satisfaire l'un ou l'autre des objectifs des systèmes de quotas (directement atteignable ou non). Par exemple :

- L'objectif durabilité peut être efficacement visé par l'association des critères d'attribution « localisation du point de prélèvement (PP) » (indicateur positionnement du PP entre l'amont et l'aval du bassin) et « usage de la ressource » (indicateur besoins théoriques des cultures), avec une gestion collective contraignante ;
- L'objectif d'efficacité économique peut être efficacement obtenu par l'association du critère « usage de la ressource » (indicateur d'efficacité économique de l'usage) et la mise en place de quotas transférables, afin d'augmenter la flexibilité de la répartition de la ressource ;
- Les conditions d'atteinte de l'objectif d'équité dépendent de sa définition ; si l'équité est définie comme la reprise de l'historique, alors l'association du critère « ancienneté » à une répartition de la pénurie conjoncturelle par hiérarchisation des irrigants paraît efficace pour l'atteindre. En revanche, si l'équité est définie comme la réduction des différences entre irrigants, alors l'association du critère « équité » avec un partage proportionnel de la pénurie conjoncturelle entre irrigants paraît plus efficace ;
- L'objectif d'autosuffisance alimentaire correspond à la maximisation de la production agricole ou à sa concentration dans certains types de cultures ; l'association du critère « équité » (indicateur nombre d'hectares irrigués) avec la mise en place de quotas transférables sous certaines conditions strictes (qui favorisent les productions visées) peut permettre de l'atteindre efficacement.

En France, des systèmes de quotas entre homogénéité nationale et spécificités des périmètres de gestion

En France, des quotas sont utilisés pour partager l'eau d'irrigation ; leur mise en place est obligatoire dans les bassins hydrographiques où la ressource est officiellement reconnue comme structurellement déficitaire (classés en « zone de répartition des eaux », ZRE) et où des prélèvements pour l'irrigation sont réalisés. Nous allons dans cette partie mobiliser la grille d'analyse présentée (Tableau 1) pour étudier ce cas ; nous nous appuyons sur l'enquête menée dans les quatre bassins hydrographiques français concernés par les systèmes de quotas, qui nous a permis d'étudier en détail vingt-trois sous-bassins-versants (annexe, Tableau 6). Ces sous bassins versants doivent être engagés dans une démarche de réduction des volumes d'eau prélevés afin de résorber le déficit.

A. Les quotas en France : diverses terminologies, mais un objectif principal

Une terminologie non homogène

Historiquement, des autorisations de prélèvements étaient attribuées aux préleveurs irrigants : ce « droit de prélever », établi par le Code Civil, découlait de la propriété des terrains et était attribué selon la demande des irrigants (Roy, 2013). La retranscription en droit français de la directive-cadre européenne sur l'eau (DCE) de 2000 demandant aux États membres d'atteindre le bon état des masses d'eau et la promulgation de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) de 2006 conduit à imposer la définition des volumes prélevables pour toutes les masses d'eau en déficit structurel (*Circulaire DEVO0815432C* 2008). Ce volume prélevable (volume maximum qui peut être prélevé sur un bassin versant pendant une période donnée) est réparti entre les différents grands types d'usages. Le volume prélevable attribué à l'agriculture irriguée est donc assimilable à un quota collectif, délivré à un « organisme unique de gestion collective » (OUGC) (Code de l'environnement article L211-3, paragraphe 2 alinéa 6). L'OUGC a la responsabilité de partager ce quota collectif entre irrigants, en déterminant des quotas individuels, qui remplacent les autorisations individuelles de prélèvement. En France, des quotas répondent donc bien aux quatre attributs déterminés : nominatifs, géographiquement localisés, plafonnés et limités dans le temps.

Pourtant, le mot « quota » n'est jamais utilisé dans la législation : un « volume prélevable » est partagé entre irrigants en « allocations annuelles après répartition », qui remplacent les « autorisations de prélèvement individuelles ». Dans les quatre bassins hydrographiques étudiés, la terminologie désignant les systèmes de quota est aussi diverse : les termes « volume autorisé », « volume prélevable » et « contingentement des eaux » sont utilisés pour renvoyer au quota collectif ; les termes « volumes homologués », « autorisations révisées » et « allocations annuelles » renvoient aux quotas individuels.

Ainsi, tout comme dans la littérature internationale, le terme « quota » n'est pas ou peu utilisé en France ; les termes utilisés sont différents entre la législation et la pratique ainsi qu'entre différents périmètres de gestion. La non-utilisation du mot « quota » dans la pratique peut s'expliquer par le fait que ce terme est perçu comme un outil rigide, non adapté aux enjeux locaux et connoté négativement, bien que le système mis en place relève bien de quotas.

Un objectif prédominant : la durabilité de la ressource

Le quota collectif limite les prélèvements en volume afin que les masses d'eau puissent atteindre un bon état quantitatif : les quotas plafonnent les prélèvements et visent donc l'objectif de durabilité. Cet outil de gestion par les volumes (quotas) est couplé à une gestion de la ressource par les débits,

par la définition d'un débit minimum sur les eaux de surface (ou d'un niveau piézométrique sur les eaux souterraines) en deçà duquel il est interdit de prélever. Cela permet de ne pas épuiser les ressources lorsque le pic de besoins coïncide avec les périodes de pénurie (Erdlenbruch et al., 2013).

B. Les quotas en France : un outil mobilisé de façon hétérogène selon les territoires

Les systèmes de quotas en France sont construits sur des caractéristiques communes au niveau national mais adaptés aux situations locales, ce qui les rend différents d'un bassin (ou sous bassin) versant à l'autre. Nous explorons ici cette articulation entre diversité et uniformité à travers trois des angles d'analyse présentés auparavant : l'insertion des quotas individuels dans une gestion collective, leur adaptation à l'indisponibilité conjoncturelle de la ressource et leur transférabilité. Nous détaillons enfin le quatrième angle d'analyse, à savoir les règles et critères d'attribution.

Les caractéristiques des quotas : entre uniformité nationale et diversité locale

Tableau 3 : Description des caractéristiques des quotas en France et des sources de variabilité entre bassins, selon leur insertion dans une gestion collective, leur adaptation à la disponibilité de la ressource et leur transférabilité.

	Caractéristiques uniformes à l'échelle nationale	Sources de variabilité entre bassins versants
Insertion des quotas dans une gestion collective	Quotas individuels issus du partage d'un quota collectif déterminé par bassin versant	- Nature de la gestion collective - Niveau de contrainte que cela entraîne pour les quotas individuels
Adaptation à l'indisponibilité conjoncturelle de la ressource	Dans la législation : - Priorité donnée à l'eau potable et à la préservation des milieux - Pas de hiérarchie entre quotas agricoles	Deux stratégies : - Partage proportionnel entre irrigants (en volume ou temps de prélèvement) - Partage proportionnel avec des exceptions pour certaines cultures ou les plus faibles quotas
Transférabilité	Pas de marché de l'eau ni de structure dédiée à l'échange de quotas	Transferts parfois possibles (à la marge, après plusieurs années de non-utilisation), gérés par les OUGC

Des règles d'attribution diverses, dépendantes de l'historique et des stratégies de gestion quantitative locales

En France, les irrigants doivent chaque année renouveler leur demande de quota auprès de l'OUGC ; cette répartition annuelle du quota collectif tient compte de la demande et de critères sélectionnés en amont par l'OUGC, donc spécifiques aux bassins versants, que nous avons pu regrouper en trois groupes (Tableau 4).

Tableau 4 : Critères et indicateurs mobilisés par les OUGC pour attribuer les quotas en France.

Critère	Indicateur	Groupe (1) (11 bassins)	Groupe (2) (6 bassins)	Groupe (3) (6 bassins)
Ancienneté	Historique des autorisations de prélèvement passées, d'après un nombre d'années variable.	✓	✓	✓
Usage de la ressource	Besoin des cultures, d'après le type de culture prévisionnelle et parfois le type de sol.	✓		
Équité	Pourcentage de variation uniforme pour tous les irrigants (partage proportionnel de la ressource).		✓	

Les quotas ont été mis en place en France pour participer à la résorption du déficit de certaines masses d'eau ; dans les groupes (1) et (2), les quotas peuvent avoir un effet là-dessus. Pour le groupe (3), les quotas sont une reconduction des autorisations passées, notamment du fait d'une faible

connaissance des besoins réels des irrigants (Debril, Barone, et Gaudin, 2020), et n'ont pas d'effet sur la réduction du déficit. Enfin, pour le groupe (1) uniquement, les quotas modifient la manière dont la ressource est partagée entre irrigants (qui a combien d'eau).

Les quotas sont une des stratégies quantitatives mises en place dans les bassins versants afin de résorber le déficit quantitatif ; l'analyse de ces autres stratégies peut nous permettre de comprendre pourquoi les quotas ne modifient pas forcément ni la manière dont la ressource est partagée, ni le niveau de prélèvement autorisé. Nous en décrivons ici cinq (plusieurs stratégies peuvent être utilisées conjointement), qui sont des exemples de ce que l'on peut trouver en France (annexe, Tableau 6) :

- *Stratégie 1 (sept bassins versants)* : faire reposer l'objectif de réduction des prélèvements sur les irrigants individuels n'appartenant à aucune structure collective. L'objectif est de les inciter à adhérer à ces structures (associations ou coopératives) supposées être mieux à même de porter des projets collectifs ; cela ne concerne pas l'adhésion à l'OUGC, qui est obligatoire. L'OUGC Thouet (BH Loire-Bretagne) réduit ainsi d'un pourcentage croissant chaque année les quotas des irrigants qui n'adhèrent pas à la coopérative de l'eau.
- *Stratégie 2 (sept bassins versants)* : porter des projets de substitution afin d'augmenter l'offre (création de stockage ou réutilisation d'eaux usées traitées) ; ces projets peuvent aussi permettre à remplacer (partiellement ou en totalité) des prélèvements réalisés dans des ressources déficitaires. C'est le cas par exemple de l'OUGC Etablissement Public du Marais Poitevin (BH Loire-Bretagne).
- *Stratégie 3 (quatre bassins versants)* : réduire les besoins des irrigants en modernisant les réseaux et en améliorant les techniques d'irrigation. C'est le cas dans le bassin versant de l'OUGC Cèze (BH Rhône Méditerranée-Corse), où des réseaux d'irrigation gravitaire sont remplacés par des réseaux sous pression. Cela concerne quatre des sous-bassins-versants étudiés ;
- *Stratégie 4 (six bassins versants)* : allouer plus de volumes qu'il n'y en a de disponibles d'après l'état de la ressource, partant du postulat que les besoins maximums ne sont pas simultanés, et que les irrigants prélèvent rarement tout le volume qui leur est alloué. Cela concerne par exemple l'OUGC Sygred (BH Rhône Méditerranée Corse) ; ce « surbooking » constitue une phase transitoire, après laquelle les critères de fixation des quotas seront modifiés.
- *Stratégie 5 (trois bassins versants)* : focaliser la réduction des volumes prélevés sur des usages autres que l'irrigation, lorsque ce dernier est minoritaire ; cela concerne l'OUGC Nappe de Champigny (bassin hydrographique (BH) Seine-Normandie), où les prélèvements sont majoritairement réalisés pour l'eau potable. Cette stratégie n'impacte donc pas la répartition des quotas entre agriculteurs, mais permet d'expliquer pourquoi dans certains cas, malgré l'existence d'un déficit quantitatif, aucune des stratégies citées ci-dessus n'est appliquée.

L'analyse conduite dans la partie III nous permet d'appréhender la nature des quotas en France et leur fonctionnement ; elle souligne l'hétérogénéité des quotas au sein d'un même pays entre chaque unité de gestion : l'outil quota peut être utilisé de diverses manières selon les politiques de gestion quantitative menées en parallèle, car chaque bassin en France possède une marge de manœuvre concernant la stratégie de retour des masses d'eau à l'équilibre quantitatif dont les quotas font partie.

Discussion et conclusion

Les systèmes de quotas sont un mode de gestion et de répartition de la ressource qui vise à impacter la demande en eau en la limitant : ils permettent ainsi de partager entre les usagers (agricoles ici) une quantité d'eau structurellement limitée et/ou de réduire la quantité d'eau prélevée.

Dans cet article, nous avons proposé puis mis à l'épreuve une grille d'analyse (Tableau 1) des systèmes de quotas pour l'eau d'irrigation par deux méthodes complémentaires, à savoir une revue de littérature et l'analyse approfondie d'un cas d'étude (France). Cette combinaison nous a permis de compléter les angles d'analyse proposés dans la grille, en observant par exemple les conséquences des critères de répartition choisis sur le partage de la ressource. L'utilisation d'une même méthode et de définitions homogènes améliore la lisibilité des analyses et facilite la compréhension de systèmes complexes. Cela facilite aussi les comparaisons entre systèmes de quotas, révélant leurs similitudes et différences. Pourtant, l'étude proposée ici est non exhaustive : si répliquer un cadre d'analyse présente des intérêts, cela peut aussi nous amener à ignorer la singularité de certains systèmes.

En France, dans les espaces identifiés comme structurellement déficitaires, la demande en eau d'irrigation est désormais systématiquement gérée par la régulation de la quantité pouvant être prélevée : on a bien des systèmes de quotas bien que la terminologie utilisée pour les désigner soit diverse. L'utilisation de la grille d'analyse permet de faire ressortir que ces quotas ont à la fois des caractéristiques homogènes au niveau national (quota collectif partagé en quotas individuels, transférables, mais de façon marginale) et des caractéristiques variables en fonction des contextes hydrologiques et sociaux.

Nous avons ici choisi d'aborder les systèmes de quotas du point de vue des gestionnaires, afin de comprendre comment sont répartis et gérés les quotas au niveau des bassins versants ; pourtant, les usages des quotas au sein des exploitations agricoles ont un impact sur la gestion collective de l'eau au niveau d'un bassin versant, selon les choix faits par les irrigants en termes de quantité (en deçà du plafond défini par le quota) et de moment de prélèvement. De ce fait, étudier les systèmes de quotas du point de vue des gestionnaires est nécessaire, mais offre une perspective incomplète, qui doit être complétée par la gestion individuelle des quotas.

Annexes

Tableau 5 : Répartition des cas d'étude issus de la littérature, par zone géographique et type de ressource concernée

Type de ressource	Zone géographique							TOTAL
	Afrique du nord	Afrique subsaharienne	Océanie	Europe	Amérique du Nord	Amérique latine	Asie	
Surface	1	0	0	1	8	0	4	14
Souterraine	0	0	2	4	1	1	0	8
Surface et souterraine	2	3	1	4	1	0	2	13
Total	3	3	3	9	10	1	6	35
Ressource non mentionnée	0	3	1	1	0	2	0	7
TOTAL	3	6	4	10	10	3	6	42

Tableau 6 : Données complémentaires sur les sous bassins versants étudiés en France

Zone géographique		Critères d'attribution			Autres stratégies de gestion quantitative				
Bassin hydrographique	Sous bassin versant	G. (1)	G. (2)	G. (3)	Strat. 1	Strat. 2	Strat. 3	Strat. 4	Strat. 5
Seine-Normandie	Beauce		x					x	
	Nappe de Champigny	x							x
	Aronde			x					
Rhône-méditerranée-Corse	Drôme des Collines			x				x	
	Buëch		x				x		
	la Vouge			x					x
	Isère aval			x					x
	Cèze			x		x	x		
Loire-Bretagne	Vendée		x			x			
	Thouet	x			x		x	x	
	Thouaret	x			x		x	x	
	Argenton	x			x		x	x	
Adour-Garonne	Adour amont	x							
	Midour amont	x				x			
	Midour aval	x				x			
	Boutonne	x			x	x			
	Seudre	x			x				
	Seugne	x			x	x			
	Argence		x						

	Nouère		x						
	Aume Couture	x			x	x			
	Auge		x						
	Né			x					

Bibliographie

- Allain, S., G. Plumecocq, et D. Leenhardt. 2018. « Spatial aggregation of indicators in sustainability assessments: Descriptive and normative claims ». *Land Use Policy* 76: 577-88. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.02.038>.
- Ambec, Stefan, Alexis Garapin, Laurent Muller, Arnaud Reynaud, et Carine Sebi. 2014. « Comparing Regulations to Protect the Commons: An Experimental Investigation ». *Environmental and Resource Economics* 58 (2): 219-44. <https://doi.org/10.1007/s10640-013-9700-9>.
- Bruns, Bryan. 2007. « Irrigation Water Rights: Options for pro-Poor Reform ». *IRRIGATION AND DRAINAGE*. 111 RIVER ST, HOBOKEN 07030-5774, NJ USA: WILEY. <https://doi.org/10.1002/ird.314>.
- Burdack, Doreen, Anne Biewald, et Hermann Lotze-Campen. 2014. « Cap-and-trade of Water Rights A Sustainable Way out of Australia's Rural Water Problems? ». *GAIA-ECOLOGICAL PERSPECTIVES FOR SCIENCE AND SOCIETY* 23 (4): 318-26. <https://doi.org/10.14512/gaia.23.4.7>.
- Cecilia Roa-Garcia, Maria, et Sandra Brown. 2017. « Assessing equity and sustainability of water allocation in Colombia ». *LOCAL ENVIRONMENT* 22 (9): 1080-1104. <https://doi.org/10.1080/13549839.2015.1070816>.
- Circulaire DEVO0815432C. 2008.
- Closas, Alvar, François Molle, et Nuria Hernández-Mora. 2017. « Sticks and Carrots to Manage Groundwater Over-Abstraction in La Mancha, Spain ». *Agricultural Water Management* 194 (décembre): 113-24. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.08.024>.
- Commission du développement durable et de l'aménagement du territoire. 2020. « Rapport d'information, mission d'information sur la gestion des conflits d'usage en situation de pénurie d'eau ».
- Corominas, Ll., L. Rieger, I. Takács, G. Ekama, H. Hauduc, P. A. Vanrolleghem, A. Oehmen, K. V. Gernaey, M. C. M. van Loosdrecht, et Y. Comeau. 2010. « New Framework for Standardized Notation in Wastewater Treatment Modelling ». *Water Science and Technology* 61 (4): 841-57. <https://doi.org/10.2166/wst.2010.912>.
- Debril, Thomas, Sylvain Barone, et Alexandre Gaudin. 2020. « Les trajectoires négociées de l'infraction environnementale : le cas des usages agricoles de l'eau ». In *L'eau en milieu agricole*. éditions Quae.
- Dinar, Ariel, Mark Rosegrant, et Ru Meinzenick. 1997. « Water allocation mechanisms : principles and examples ». Document de travail de recherche sur les politiques ; World Bank documents.
- Donoso, Guillermo, Elisabeth Lictevout, et Jean-Daniel Rinaudo. 2020. « Groundwater Management Lessons from Chile ». In *Sustainable Groundwater Management: A Comparative Analysis of French and Australian Policies and Implications to Other Countries*, édité par Jean-Daniel Rinaudo, Cameron Holley, Steve Barnett, et Marielle Montginoul, 481-509. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32766-8_25.
- Erdlenbruch, Katrin, Sébastien Loubier, Marielle Montginoul, Sylvie Morardet, et Marianne Lefebvre. 2013. « La gestion du manque d'eau structurel et des sécheresses en France ». *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 11 (2): 78-85.
- Hill, Joe. 2013. « The Role of Authority in the Collective Management of Hill Irrigation Systems in the Alai (Kyrgyzstan) and Pamir (Tajikistan) ». *MOUNTAIN RESEARCH AND DEVELOPMENT* 33 (3): 294-304. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-12-00127.1>.
- Hodgson, Stephen. 2006. *Modern Water Rights: Theory and Practice*. FAO Legislative Study 92. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Howe, CW, et C Goemans. 2003. « Water transfers and their impacts: Lessons from three Colorado water markets ». *JOURNAL OF THE AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION* 39 (5): 1055-65. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2003.tb03692.x>.
- Hurlbert, Margot A., et Harry Diaz. 2013. « Water Governance in Chile and Canada: a Comparison of Adaptive Characteristics ». *ECOLOGY AND SOCIETY* 18 (4). <https://doi.org/10.5751/ES-06148-180461>.
- Jia, Shaofeng, Yuanyuan Sun, Jesper Svensson, et Maitreyee Mukherjee. 2016. « Comparative analysis of water rights entitlements in India and China ». *WATER POLICY* 18 (1): 50-67. <https://doi.org/10.2166/wp.2016.004>.
- Kapetas, Leon, Nerantzis Kazakis, Konstantinos Voudouris, et Duncan McNicholl. 2019. « Water allocation and governance in multi-stakeholder environments: Insight from Axios Delta, Greece ». *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT* 695 (décembre). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133831>.
- Koppen, Barbara van, et Barbara Schreiner. 2019. « Viewpoint - A Hybrid Approach to Statutory Water Law to Support Smallholder Farmer-Led Irrigation Development (FLID) in Sub-Saharan Africa ». *WATER ALTERNATIVES-AN INTERDISCIPLINARY JOURNAL ON WATER POLITICS AND DEVELOPMENT* 12 (1, SI): 146-55.

- Le Parlement Européen et Le Conseil de l'Union Européenne. 2000. *DIRECTIVE 2000/60/CE établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau*. Journal officiel des Communautés européennes.
- Lopez-Gunn, E., et Luis Martinez Cortina. 2006. « Is Self-Regulation a Myth? Case Study on Spanish Groundwater User Associations and the Role of Higher-Level Authorities ». *Hydrogeology Journal* 14 (3): 361-79. <https://doi.org/10.1007/s10040-005-0014-z>.
- Mellah, Thuraya. 2018. « Effectiveness of the water resources allocation institution in Tunisia ». *WATER POLICY* 20 (2): 429-45. <https://doi.org/10.2166/wp.2018.067>.
- Mix, Ken, Vicente L. Lopes, et Walter Rast. 2012. « Semiquantitative Analysis of Water Appropriations and Allocations in the Upper Rio Grande Basin, Colorado ». *JOURNAL OF IRRIGATION AND DRAINAGE ENGINEERING*. 1801 ALEXANDER BELL DR, RESTON, VA 20191-4400 USA: ASCE-AMER SOC CIVIL ENGINEERS. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0000436](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000436).
- Montginoul, M., et J.D. Rinaudo. 2009. « Quels instruments pour gérer les prélèvements individuels en eau souterraine ? » *Economie Rurale* 310: 40-56.
- Montginoul, Marielle, et Pierre Strosser. 1999. « Analyser l'impact des marchés de l'eau ». *Economie Rurale*, 1999.
- Nelson, K. S., et E. K. Burchfield. 2017. « Effects of the Structure of Water Rights on Agricultural Production During Drought: A Spatiotemporal Analysis of California's Central Valley ». *WATER RESOURCES RESEARCH*. 2000 FLORIDA AVE NW, WASHINGTON, DC 20009 USA: AMER GEOPHYSICAL UNION. <https://doi.org/10.1002/2017WR020666>.
- Nieuwoudt, WL, et RM Armitage. 2004. « Water market transfers in South Africa: Two case studies ». *WATER RESOURCES RESEARCH* 40 (9). <https://doi.org/10.1029/2003WR002840>.
- Null, Sarah E., et Liana Prudencio. 2016. « Climate change effects on water allocations with season dependent water rights ». *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT* 571 (novembre): 943-54. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.081>.
- Okukpon, Irekpitan, et Ijeoma Anozie. 2018. « Justifying Water Rights in Nigeria: Fiction or Achievable Panacea? » *LAW AND DEVELOPMENT REVIEW* 11 (2, SI): 757-800. <https://doi.org/10.1515/ldr-2018-0037>.
- Plusquellec, Herve, et Et Mohammed Bachri. 2013. « COMPLIANCE WITH WATER RIGHTS IN THE REHABILITATION OF TRADITIONAL PERIMETERS IN MOROCCO ». *IRRIGATION AND DRAINAGE*. 111 RIVER ST, HOBOKEN 07030-5774, NJ USA: WILEY-BLACKWELL. <https://doi.org/10.1002/ird.1812>.
- Prieto, Manuel. 2017. « Irrigation that the Market Does Not Want to See: History of the Water Dispossession in the Communities of Lasana and Chiu-Chiu (Atacama Desert, Chile) ». *JOURNAL OF LATIN AMERICAN GEOGRAPHY* 16 (2): 69-91. <https://doi.org/10.1353/lag.2017.0022>.
- Pujol, Joan, Meri Raggi, et Davide Viaggi. 2006. « The potential impact of markets for irrigation water in Italy and Spain: a comparison of two study areas ». *AUSTRALIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL AND RESOURCE ECONOMICS* 50 (3): 361-80. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8489.2006.00352.x>.
- Rinaudo, Jean-Daniel, Clémence Moreau, et P. Garin. 2016. « Social Justice and Groundwater Allocation in Agriculture: A French Case Study ». In , 273-93. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23576-9_11.
- Rouillard, Josselin, et Jean-Daniel Rinaudo. 2020. « From State to user-based water allocations: An empirical analysis of institutions developed by agricultural user associations in France ». *Agricultural Water Management* 239 (septembre): 106269. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106269>.
- Roy, Laurent. 2013. « Gestion quantitative de l'eau et irrigation en France ». *Sciences Eaux & Territoires* Numéro 11 (2): 4-5.
- Saeidian, Bahram, Mohammad Saadi Mesgari, Biswajeet Pradhan, et Abdullah M. Alamri. 2019. « Irrigation Water Allocation at Farm Level Based on Temporal Cultivation-Related Data Using Meta-Heuristic Optimisation Algorithms ». *WATER* 11 (12). <https://doi.org/10.3390/w11122611>.
- Simon, Benjamin, et David Anderson. 1990. « WATER AUCTIONS AS AN ALLOCATION MECHANISM IN VICTORIA, AUSTRALIA1 ». *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 26 (3): 387-95. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1990.tb01378.x>.
- Singh, Ajay. 2017. « Optimal allocation of water and land resources for maximizing the farm income and minimizing the irrigation-induced environmental problems ». *STOCHASTIC ENVIRONMENTAL RESEARCH AND RISK ASSESSMENT* 31 (5): 1147-54. <https://doi.org/10.1007/s00477-016-1326-3>.
- Sokile, CS, et B van Koppen. 2004. « Local water rights and local water user entities: the unsung heroines of water resource management in Tanzania ». *PHYSICS AND CHEMISTRY OF THE EARTH* 29 (15-18): 1349-56. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2004.09.010>.

- Solanes, Miguel, et Andrei Jouravlev. 2006. « Water rights and water markets: Lessons from technical advisory assistance in Latin America ». *IRRIGATION AND DRAINAGE* 55 (3): 337-42. <https://doi.org/10.1002/ird.245>.
- Stoa, Ryan B. 2016. « Weed and Water Law: Regulating Legal Marijuana ». *HASTINGS LAW JOURNAL* 67 (3): 565-622.
- Strosser, P., et Marielle Montginoul. 2001. « Vers des marchés de l'eau en France ? Quelques éléments de réflexion », janvier.
- Tsur, Yacov, et Ariel Dinar. 1995. « Efficiency and equity considerations in pricing and allocating irrigation water (English) ». Policy, Research working paper ; no. WPS 1460. Washington, DC: World Bank.
- Van Koppen, B. 2003. « Water reform in Sub-Saharan Africa: what is the difference? » *PHYSICS AND CHEMISTRY OF THE EARTH* 28 (20-27): 1047-53. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2003.08.022>.
- Weitzman, Martin L. 1974. « Prices vs. Quantities ». *The Review of Economic Studies* October, 41 (4): 477-91.
- Wollmuth, JC, et JW Eheart. 2000. « Surface water withdrawal allocation and trading systems for traditionally riparian areas ». *JOURNAL OF THE AMERICAN WATER RESOURCES ASSOCIATION* 36 (2): 293-303. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2000.tb04268.x>.
- Wolters, Wouter, Robert Smit, Mohamed Nour El-Din, Eman Sayed Ahmed, Jochen Froebrich, et Henk Ritzema. 2016. « Issues and Challenges in Spatial and Temporal Water Allocation in the Nile Delta ». *SUSTAINABILITY* 8 (4). <https://doi.org/10.3390/su8040383>.
- Xiaoping, Dai, Xiaohong Zhang, Yuping Han, Jing Chen, et Huiping Huang. 2018. « Comparison of allocated irrigation water rights and irrigation water use under different precipitation probabilities: a case study in North China ». *Irrigation Science* 37 (octobre). <https://doi.org/10.1007/s00271-018-0602-z>.
- Xu, Wenchao, Scott E. Lowe, et Richard M. Adams. 2014. « Climate change, water rights, and water supply: The case of irrigated agriculture in Idaho ». *WATER RESOURCES RESEARCH* 50 (12): 9675-95. <https://doi.org/10.1002/2013WR014696>.
- Zeff, Harrison, David Kaczan, Gregory W. Characklis, Marc Jeuland, Brian Murray, et Katie Locklier. 2019. « Potential Implications of Groundwater Trading and Reformed Water Rights in Diamond Valley, Nevada ». *JOURNAL OF WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT*. 1801 ALEXANDER BELL DR, RESTON, VA 20191-4400 USA: ASCE-AMER SOC CIVIL ENGINEERS. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0001032](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0001032).
- Zheng, Hang, Zhongjing Wang, Siyi Hu, et Yongping Wei. 2012. « A Comparative Study of the Performance of Public Water Rights Allocation in China ». *WATER RESOURCES MANAGEMENT* 26 (5): 1107-23. <https://doi.org/10.1007/s11269-011-9949-0>.