

L'EAU EN MILIEU AGRICOLE

Outils et méthodes pour une gestion intégrée et territoriale

D. Leenhardt, M. Voltz et O. Barreteau, coord.



L'eau en milieu agricole

Outils et méthodes pour
une gestion intégrée et territoriale

L'eau en milieu agricole

Outils et méthodes pour une gestion intégrée et territoriale

Delphine Leenhardt, Marc Voltz et Olivier Barreteau,
coordinateurs

Éditions Quæ
RD 10, 78026 Versailles Cedex

Collection Synthèses

Biomasse. Une histoire de richesse
et de puissance.

B. Daviron.
2020, 392 p.

Agriculture et qualité de l'air
Comprendre, évaluer, agir
C. Bedos, S. Générumont,
J.-F. Castell, P. Cellier, coord.
2019, 325 p.

Consommation et digestion des végétaux
Rôles des microbiotes et fonctions
essentielles à la biodiversité
G. Fonty, A. Bernalier-Donadille,
É. Forano, P. Mosoni
2019, 176p.

Gestion durable de la flore
adventice des cultures
B. Chauvel, H. Darmency,
N. Munier-Jolain, A. Rodriguez, coord.
2018, 354 p.

Histoire de la génétique
et de l'amélioration des plantes
A. Gallais
2018, 288 p.

Né d'une volonté de conjuguer production agricole et protection de l'environnement, le département Environnement et Agronomie de l'Inra a fêté ses vingt ans. Pour l'occasion, une série d'ouvrages dédiés à des thématiques emblématiques du département sont publiés.



Le présent ouvrage est consacré à la gestion de l'eau en milieu agricole.

Cet ouvrage a reçu le soutien du département Environnement et Agronomie et du département Sciences pour l'Action et le Développement de l'Inra et du département Eaux d'Irstea pour en permettre une diffusion large et ouverte.

Les versions numériques sont diffusées en accès libre sous licence CC-by-NC-ND et disponibles sur www.quae-open.com.

Pour citer l'ouvrage

Leenhardt D., Voltz M., Barreteau O. (coord.), 2020. *L'eau en milieu agricole. Outils et méthodes pour une gestion intégrée et territoriale*. Versailles, Éditions Quæ, 288 p. (coll. Synthèses)

Éditions Quæ, RD 10, 78026 Versailles Cedex
www.quae.com

© Éditions Quæ, 2020

ISBN (imprimé) : 978-2-7592-3123-2
ISBN (ePub) : 978-2-7592-3125-6

ISBN (Pdf) : 978-2-7592-3124-9
ISSN : 1777-4624

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Table des matières

Remerciements	7
Introduction. Les besoins méthodologiques pour une gestion de l'eau plus intégrée	9
<i>Marc Voltz, Delphine Leenhardt et Olivier Barreteau</i>	

PARTIE 1 CONTEXTE ET ENJEUX

Chapitre 1. Les impacts réciproques de l'agriculture et de la ressource en eau	19
<i>Delphine Leenhardt et Marc Voltz</i>	
Chapitre 2. Le cadre réglementaire, les acteurs et les instruments de la gestion intégrée des ressources en eau en France	39
<i>Olivier Petit</i>	
Chapitre 3. Les enjeux multi-échelles en gestion intégrée et territoriale de l'eau	55
<i>Jean-Pierre Chery et Anne Rivière-Honegger</i>	
Chapitre 4. Enjeux et pluralité de la participation dans la gestion intégrée des ressources en eau	71
<i>Emeline Hassenforder, Olivier Barreteau, Fabienne Barataud, Véronique Souchère, Nils Ferrand et Patrice Garin</i>	
Chapitre 5. Les trajectoires négociées de l'infraction environnementale : le cas des usages agricoles de l'eau	89
<i>Thomas Debril, Sylvain Barone et Alexandre Gaudin</i>	

PARTIE 2 OUTILS, MÉTHODES, DONNÉES

Chapitre 6. Les bases de données sur les ressources en eau en France	105
<i>Bénédicte Augéard, Laurent Coudercy et Claire Magand</i>	
Chapitre 7. Les données météorologiques	117
<i>Patrick Bertuzzi et Frédéric Huard</i>	
Chapitre 8. Les bases de données sur le sol pour la gestion de l'eau	127
<i>Anne C. Richer-de-Forges et Isabelle Cousin</i>	
Chapitre 9. Décrire les systèmes de culture pour la gestion intégrée des ressources en eau	141
<i>Delphine Leenhardt, Olivier Therond et Catherine Mignolet</i>	

Chapitre 10. Quels sont les capteurs et les méthodes disponibles en télédétection pour aider à la gestion de l'eau ?	153
<i>Dominique Courault, Michel Le Page, Saïd Khabba et Lionel Jarlan</i>	
Chapitre 11. La modélisation biophysique intégrée du bassin versant pour la gestion de l'eau	165
<i>Jérôme Molénat, Patrick Durand, Stéphane Ruy, Delphine Leenhardt et Marc Voltz</i>	
Chapitre 12. Modélisation des processus décisionnels : application à la gestion de l'eau	179
<i>Jacques-Éric Bergez et Anne Biarnès</i>	
Chapitre 13. Enjeux conceptuels et méthodologiques liés à la conception de systèmes agricoles préservant la ressource en eau	191
<i>Lorène Prost, Mathilde Bonifazi, Claudine Ferrané, Laurence Guichard, Marie-Hélène Jeuffroy, Jean-Marc Meynard, Raymond Reau et Véronique Souchère</i>	
Chapitre 14. Approches économiques pour la gestion intégrée des ressources en eau	203
<i>François Destandau, Serge Garcia, Alban Thomas et Sophie Thoyer</i>	

PARTIE 3

LES ÉTUDES DE CAS EN GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU ET EN GOUVERNANCE TERRITORIALE

Chapitre 15. Gestion du ruissellement érosif en Pays de Caux	221
<i>Véronique Souchère, Laurent Millair, Javier Echeverria, François Bousquet, Christophe Le Page et Michel Étienne</i>	
Chapitre 16. Gestion d'étiage dans le bassin aval de l'Aveyron	229
<i>Delphine Leenhardt, Sandrine Allain et Clément Murgue</i>	
Chapitre 17. Qualité de l'eau en aire d'alimentation de captage : exploration de scénarios avec la démarche Co-CLICK'EAU	237
<i>Mathilde Bonifazi, Laurence Guichard et Rémy Ballot</i>	
Chapitre 18. Qualité de l'eau en aire d'alimentation de captage : gestion dynamique avec la démarche TRANSIT'EAU	245
<i>Claudine Ferrané, Raymond Reau et Lorène Prost</i>	
Chapitre 19. Réduction de l'usage des herbicides et limitation de la contamination des eaux en bassins versants viticoles	253
<i>Anne Biarnès et Marc Voltz</i>	
Chapitre 20. Influence des changements globaux sur l'évolution quantitative des ressources en eau en plaine de Crau	261
<i>Fabienne Trolard, Charlotte Alcazar, Antoine Baillieux, Guilhem Bourrié, André Chanzy, Anne-Laure Cognard-Plancq, Dominique Courault, Marina Gillon, Albert Oliosio et Stéphane Ruy</i>	
Conclusion. Des outils et des méthodes à articuler pour une gestion coordonnée de l'eau	271
<i>Olivier Barreteau, Delphine Leenhardt et Marc Voltz</i>	
Liste des sigles et acronymes	279
Liste des auteurs	281

Remerciements

Nous remercions chaleureusement tous ceux qui ont œuvré à la réalisation de cet ouvrage. Celui-ci prend sa source dans un séminaire tenu en 2014 à Toulouse par le réseau EAU du département Environnement et Agronomie et du département Science pour l'Action et le Développement de l'Inra. Ce séminaire a rassemblé de nombreux chercheurs et acteurs de terrain pour partager leurs points de vue sur la gestion intégrée et la gouvernance territoriale de l'eau. Nous exprimons notre gratitude à tous les intervenants et participants qui, par leur contribution aux débats, ont posé les bases de cet ouvrage. De nombreux auteurs de chapitres font partie de cette assemblée de 2014, mais beaucoup d'autres s'y sont ajoutés, complétant opportunément la diversité des points de vue et expériences, venant d'autres départements de l'Inra mais aussi de l'Irstea, du CNRS ou d'universités. Qu'ils soient tous remerciés ici de leur mobilisation, parfois sur la durée ! Par ailleurs, nos remerciements chaleureux vont aux éditions Quæ, à Claire Jourdan-Ruf, pour son accompagnement constant, et à Gaston Boussou pour la qualité du suivi et l'acuité de leur regard éditorial. Enfin, nous tenons également à remercier Guy Richard, Benoît Dedieu, Patrick Flammarion, Mohamed Naaim et Philippe Hinsinger, pour leur soutien constant à ce projet sur une thématique transversale à celles des départements scientifiques dont ils ont, ou ont eu, la responsabilité.

Les besoins méthodologiques pour une gestion de l'eau plus intégrée

MARC VOLTZ, DELPHINE LEENHARDT ET OLIVIER BARRETEAU

► Des ressources en eau fortement impactées par l'agriculture

L'eau est une ressource essentielle pour les écosystèmes, la santé humaine et la plupart des activités anthropiques comme l'agriculture, la production d'énergie, l'industrie, le transport ou le tourisme. La préservation, la remédiation et le partage équitable des ressources en eau sont donc des enjeux majeurs pour nos sociétés. Leur acuité se renforce au fur et à mesure des constats de la dégradation des ressources disponibles, des changements climatiques et de l'augmentation des besoins en eau. Le récent rapport sur l'état de l'environnement en Europe témoigne ainsi de la persistance des pressions quantitatives et qualitatives sur les ressources en eau pénalisant par conséquent le bon état et la durabilité des ressources. Il est prévisible que ces pressions se poursuivent en lien avec les activités des secteurs de l'agriculture et de l'énergie (EEA, 2019). La situation française est globalement similaire à la situation européenne (CGDD, 2019). Pour répondre à ces enjeux dont la perception date de plusieurs décennies, des politiques de gestion des ressources en eau par bassin versant ont été mises en place avec des objectifs et des démarches intégrant progressivement le plus grand nombre d'enjeux spécifiques et d'acteurs (chapitre 2). Les bilans de ces politiques indiquent généralement des résultats positifs, mais insuffisants au regard d'objectifs devenus plus ambitieux au fil du temps.

Pour répondre aux enjeux de préservation, remédiation et partage équitable des ressources en eau, les politiques publiques ont souvent fait de la gestion de l'eau en milieu agricole une priorité. En effet, l'agriculture est la première utilisatrice des ressources en eau dans la plupart des pays du monde si l'on considère la consommation nette en eau, c'est-à-dire le bilan entre les prélèvements et les restitutions au milieu aquatique opérés par une activité donnée. Mais l'agriculture influence aussi très significativement la genèse et la qualité de la ressource en eau car elle s'exerce sur une grande partie des surfaces continentales réceptrices des eaux pluviales. C'est ainsi qu'en France, elle est à l'origine de 45 % de la consommation en eau. Ce chiffre atteint 78 % sur le bassin Adour-Garonne et 95 % en période estivale (CGDD, 2019). Ce sont aussi 2 400 forages, destinés à la production d'eau potable, qui ont été fermés depuis l'année 2000 du fait de contaminations par les nitrates ou les pesticides.

► Une agriculture héritée de la révolution verte et en voie de transition

L'origine de la pression de l'agriculture sur les ressources en eau est imputable à la modernisation des moyens de production agricole intervenue au xx^e siècle dans le cadre de la révolution verte. Cette modernisation s'est effectuée par le progrès génétique, une mécanisation importante des opérations de culture, une augmentation considérable des surfaces irriguées et une utilisation massive d'intrants, dont les fertilisants et les produits de protection des cultures. Elle a permis un accroissement majeur de la production agricole et une sécurisation des rendements face notamment aux risques climatiques et pathogéniques, et aux dommages causés par les ravageurs des cultures. Il a ainsi été possible de nourrir une population mondiale ayant quadruplé en un siècle, sans accroître de manière importante les surfaces cultivées. D'autres bénéfices ont été la diversification de l'alimentation pour de nombreuses populations et une diminution de la part des dépenses alimentaires dans le revenu des ménages. Cela a eu des conséquences majeures aussi bien sur le plan de la démographie (baisse de la mortalité) que sur le plan de nos comportements alimentaires ou plus largement de la consommation des ménages.

Malheureusement, l'intensification des modes de production agricole a aussi eu pour effets une surutilisation et une dégradation de nombreuses ressources naturelles : ressources en eau, mais aussi en sols et en biodiversité. Ces effets environnementaux négatifs de l'agriculture sont observés depuis plusieurs décennies, mais leur ampleur réelle est en réévaluation constante. Ils appellent une nouvelle modernisation de l'agriculture, de nature écologique à présent. Deux formes de cette modernisation écologique sont évoquées par Duru *et al.* (2014) : une forme dite « faible » où l'on optimise les pratiques agricoles pour limiter les impacts environnementaux et une forme dite « forte » où l'on cherche à mobiliser des processus écologiques pour éviter le recours aux intrants, chimiques notamment. Dans la seconde forme, des transformations profondes des systèmes de production agricole sont nécessaires. Ces deux formes contribuent à la transition agroécologique, dont le principe a été inscrit en France en 2014 dans la Loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt, et qui est considérée par la FAO (FAO, 2018) comme un moyen pour atteindre les objectifs du Programme de développement durable à l'horizon 2030 de l'ONU¹. Mais actuellement, la transition agroécologique n'est que dans sa phase d'initiation.

► Une gestion de l'eau en milieu agricole qui doit progresser

Malgré des politiques de l'eau ambitieuses en termes d'objectifs et une prise de conscience par les acteurs agricoles des impacts environnementaux de leurs pratiques, force est de constater que les pressions agricoles sur les ressources en eau restent élevées. Comme illustration, on peut noter que les prélèvements d'eau pour les usages agricoles semblent baisser, mais très légèrement, sur la période 2009-2013 (CGDD/SDES, 2017) tandis que la vente de substances phytosanitaires n'a subi aucun ralentissement depuis 2008, année de lancement du plan national *ÉКОΦΥΤΟ* de réduction d'utilisation et d'impact des produits phytosanitaires (CGDD/SDES, 2019).

1. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/development-agenda/> (consulté le 11 avril 2020).

Cette situation interroge sur les démarches de gestion de l'eau qui ont été mises en œuvre dans les territoires agricoles :

– Ont-elles disposé de toutes les connaissances et outils nécessaires en matière de diagnostic, d'élaboration d'objectifs et d'actions ?

– Ont-elles été suffisamment intégratives en s'intéressant non seulement à la ressource en eau et à ses acteurs directs, gestionnaires et usagers, mais aussi aux acteurs dont l'activité peut impacter la ressource en eau sans être partie prenante du secteur de l'eau ?

– Ont-elles été conçues et évaluées à des échelles et dans des contours géographiques pertinents et cohérents avec leurs objectifs ?

– Ne serait-il pas plus efficace de les inscrire dans une politique de gestion territoriale multifonctionnelle qui s'intéresse aux interdépendances entre l'ensemble des activités d'un territoire et permette ainsi d'identifier les résistances et les leviers du changement, qu'ils soient d'origines internes et externes au secteur de l'eau ?

En fait, les démarches menées dans le cadre des politiques européennes et françaises de l'eau se réfèrent depuis longtemps aux principes de la « Gestion intégrée des ressources en eau » (chapitre 2). La section ci-dessous retrace l'origine, les principes et la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau, couramment nommée GIRE, afin de situer les politiques de gestion agricole de l'eau dans ce contexte et d'identifier les besoins pour les rendre plus efficaces.

► Des démarches diverses de gestion intégrée et territoriale de l'eau

Le concept de GIRE s'est construit à partir d'une critique des approches *top-down* et sectorielles de gestion de l'eau. Il prend ses racines au ^{xx}e siècle lors de la création de la Tennessee Valley Authority dans les années 1930 et de la mise en place d'approches intégrées par bassin versant dès la fin de la Seconde guerre mondiale (White, 1998). Son objectif est la reconnaissance de l'implication de l'eau dans de multiples dynamiques (production agricole, production énergétique, maintien des écosystèmes, développement d'espèces exotiques...), le contrôle de chacune étant assuré par des acteurs ayant leurs propres critères de gestion. À la fin du ^{xx}e siècle, la GIRE s'est imposée dans les débats sur la gestion de l'eau en particulier au cours de deux conférences internationales majeures : la conférence des Nations unies sur l'eau de Mar del Plata en 1977, puis la conférence de Dublin sur l'eau et l'environnement en 1992. Au cours de la conférence de Dublin, ont été énoncés les principes de bonne gestion prenant en compte la vulnérabilité de l'eau, son caractère essentiel pour les écosystèmes, la nature de l'eau comme bien économique, la participation du public et le rôle des femmes dans sa gestion. Ces principes, associés à la nécessité de l'intégration des problématiques d'usages de l'eau entre amont et aval des bassins versants et entre secteurs économiques, sont repris dans les lois sur l'eau de nombreux pays, ainsi que par des bailleurs de fonds internationaux, avec une boîte à outils de référence proposée par le Global Water Partnership (Partenariat mondial de l'eau, 2000).

Dans le même temps, des regards critiques se sont portés sur le renouveau du concept de GIRE, jugé trop partiel, trop normatif, trop coûteux, pas assez opérationnel. Ces critiques insistent sur l'absence de démonstration par l'exemple (Jeffrey et Gearey,

2006; Medema *et al.*, 2008). Est aussi reproché le flou dans l'interprétation des principes. Étant devenu un nom en soi, la GIRE est supposée être comprise de la même manière par tous, ce qui n'est pas le cas.

La notion d'intégration est le principal aspect considéré comme flou dans le concept de GIRE. Biswas (2008) relève 41 dimensions d'intégration possibles, dont notamment les usages, les acteurs, les échelles spatiales, les critères d'évaluation, etc. La référence à la GIRE en matière de gestion de l'eau est comprise comme impliquant une intégration selon toutes les dimensions. Mais en réalité, l'intégration est toujours partielle, avec des choix implicites. De surcroît, le plus souvent, seuls des éléments de langage et des signes extérieurs formels – faciles à évaluer pour un financeur, tels que l'existence d'organismes de bassin, l'organisation d'événements participatifs ou le recours à des outils économiques pour la gestion de l'eau – sont considérés pour témoigner de la mise en œuvre de la GIRE, sans pour autant démontrer l'existence de vrais changements dans les pratiques (Giordano et Shah (2014). Ces auteurs relèvent par exemple que, malgré des évolutions, les politiques de l'eau sur le fleuve Columbia (Nord-Ouest des États-Unis), affichées comme des politiques intégrées pour résoudre des problèmes transfrontaliers, sont restées ciblées uniquement sur les enjeux liés à la gestion de barrages et à la gestion des inondations et sur une partie du bassin seulement. L'intégration intersectorielle, c'est-à-dire la prise en compte de l'ensemble des enjeux sur le bassin versant, est restée lettre morte, de même que l'intégration spatiale, alors que ce sont des fondements de la GIRE. Au final, le secteur de l'eau pilote la mise en place de ces politiques, privilégiant le secteur de la gestion de la ressource et ignorant les autres, notamment l'interaction avec le foncier (Giordano et Shah, 2014). L'holisme prétendu est de fait limité à l'eau qui n'est qu'un facteur dans la dynamique d'un territoire (Medema *et al.*, 2008). En fait, les expériences de gestion intégrée sont toujours partielles et très diverses car, prenant en compte des objectifs et des contraintes propres à un territoire, elles dépendent des spécificités de ces territoires. Par exemple, dans un territoire où l'enjeu est d'abord le revenu agricole, les innovations chercheront à économiser l'eau mais sans nuire à la rentabilité des exploitations.

L'échec relatif des politiques de gestion de l'eau se référant à la GIRE questionne non seulement ses principes, mais aussi la capacité à les transformer en actions en tenant compte de l'ensemble des effets induits, comme le voudrait la vision holistique consubstantielle à la GIRE. En effet, la mise en œuvre opérationnelle des objectifs d'intégration nécessite d'opérer des choix méthodologiques, difficiles à faire en raison de leurs implications. Par exemple, le choix du territoire de référence sur lequel porte le bilan de la ressource et de son évolution est déterminant car il définit le domaine spatial d'intégration. Il en est de même du choix de l'horizon temporel de référence. Ces choix conditionnent les processus à considérer et les acteurs à inclure dans une démarche de mise en œuvre de la GIRE, notamment en distinguant les acteurs internes et les acteurs externes au territoire. Le choix du mode d'évaluation des effets d'une politique de gestion des ressources en eau est également critique. Ainsi, une mesure de diminution de la consommation d'eau en agriculture peut être évaluée positivement si l'évaluation est menée au niveau de la parcelle, alors qu'elle peut être évaluée négativement sur un bassin versant du fait de l'augmentation des assècs provoquée par la baisse des retours au milieu liée à l'application de cette

mesure (Perry *et al.*, 2017; Grafton *et al.*, 2018). Enfin, la conception et l'évaluation des mesures relatives à la gestion intégrée des ressources en eau posent la question de la prise en compte de l'adaptation des comportements des usagers à la mise en place des mesures. Or, ces adaptations sont difficiles à anticiper, alors qu'elles peuvent fortement impacter l'efficacité de ces mesures (Venot *et al.*, 2017).

Plutôt que des méthodes pour une vision holistique, intégratrice de tout et probablement illusoire comme le suggèrent les difficultés mentionnées ci-dessus, ce sont sans doute des approches de coordination, plus modestes mais plus réalistes, qu'il faut viser. Biswas (2004) en a émis le principe en constatant l'impossibilité de déterminer un domaine d'intégration fini pour la gestion de l'eau, tant celle-ci est dépendante des gestions menées dans d'autres secteurs comme ceux de l'énergie et de l'agriculture. Le principe de coordination n'implique pas l'existence d'un gestionnaire omniscient. Pour autant, il ne s'oppose pas à la vision systémique de la gestion de l'eau propre à la GIRE. Mais ce principe s'intéresse spécifiquement aux mécanismes qui créent des interdépendances entre acteurs ou entre secteurs. Il s'agit par exemple des mécanismes de rétroaction impliquant la compréhension des objectifs, des raisonnements, des moyens, des contraintes et des perceptions des usagers de l'eau. L'enjeu est donc de faciliter la coordination entre des entités ayant leurs dynamiques propres et non une gestion optimisée selon un point de vue intégrateur unique, élaboré à un instant donné. L'évolution du milieu, ne serait-ce qu'à cause des effets du changement climatique, renforce cette nécessité de tenir compte des adaptations des acteurs. La mise en œuvre de cette coordination passe par la fourniture d'informations (McDonnell, 2008) permettant d'établir les interdépendances pour les mettre en débat, ainsi que la connaissance des réseaux sociaux afin de porter ces débats (Ferreya *et al.*, 2008). Cela nécessite un accompagnement par un ensemble de méthodes et outils contribuant à l'élaboration, la diffusion et l'appropriation d'informations objectives favorisant la coordination des acteurs. Dans le cas spécifique de la gestion de l'eau en milieu rural, la coordination et les informations nécessaires concernent non seulement le secteur de l'eau, mais aussi au minimum l'ensemble des usages agricoles. Cet accompagnement ne fait pas le choix *a priori* d'un point de vue unificateur, mais il vise à donner les moyens de mettre en dialogue différents usages et perceptions.

► Les concepts, démarches et outils pour une gestion de l'eau en milieu agricole

Qu'elle recherche une intégration forte des objectifs des différentes parties prenantes ou plus simplement la meilleure coordination possible entre ceux-ci, une gestion durable de l'eau requiert des visions élargies, pluridisciplinaires et territorialisées mobilisant des informations, des savoirs et des pratiques issus de sources multiples, notamment des sciences hydrologiques, écologiques, biotechniques, économiques et sociales. Ce besoin est particulièrement marqué dans le cas du milieu agricole, car l'objectif de gestion de la ressource en eau doit s'articuler avec de nombreux autres objectifs dont celui majeur de la production agricole. Or, tant au niveau de l'enseignement supérieur et de la recherche que des gestionnaires de l'eau, les visions et les pratiques restent majoritairement sectorielles, malgré les discours inspirés des principes de la GIRE, qui font la promotion d'approches plus intégratives.

Cet ouvrage propose donc une vision transversale et pluridisciplinaire sur les enjeux et les démarches de la gestion de l'eau en milieu rural, mais aussi sur les données, les outils et les méthodes actuellement disponibles à cet effet. Il rassemble des contributions d'un ensemble de disciplines (agronomie, climatologie, économie, ergonomie, géographie, hydrologie, informatique, pédologie, sciences de gestion, sciences politiques et sociologie). Il s'adresse aux chercheurs s'intéressant à l'étude des ressources en eau selon un point de vue disciplinaire particulier et désirant acquérir une vision transversale, aux gestionnaires de l'eau souhaitant aborder une réflexion sur les méthodes et outils actuels développés ou utilisés par la recherche, afin de progresser dans la mise en pratique d'une gestion durable, et aux étudiants de master concernés par la gestion de l'eau. Ils trouveront dans cet ouvrage un ensemble de points de vue et d'outils pour se construire une compétence leur permettant d'aborder la gestion de l'eau de manière plurielle.

Cet ouvrage comporte trois parties.

La première partie aborde la gestion de la ressource en eau en milieu agricole en termes d'objectifs et de démarche. Le premier chapitre met en avant les enjeux spécifiques concernant la gestion de l'eau en milieu agricole. Il pointe la profonde interdépendance entre gestion agricole et gestion de la ressource de l'eau en milieu rural. Il en ressort qu'un grand nombre de leviers sont actionnables dans les systèmes de production agricole pour aider à une gestion durable des ressources en eau. Leur mise en œuvre doit nécessairement répondre aux objectifs de compétitivité et d'équité sociale des systèmes de production agricole, mais également à l'objectif de transition agroécologique de l'agriculture souhaité par la société. Cela nécessite sans doute une reconception importante des systèmes de production selon les contextes locaux. Les chapitres suivants ont une portée générique en termes de démarche de gestion de l'eau. Ils abordent plusieurs enjeux relatifs à la gouvernance et à l'implication des acteurs. Le chapitre 2 propose ainsi un regard critique sur les politiques publiques, les acteurs et les instruments de concertation et économiques mobilisés pour la gestion intégrée de l'eau en France. Il est complété par une analyse de l'articulation des dispositifs et échelles de diagnostic et d'intervention du local au global dans le chapitre 3. Puis, le chapitre 4 explicite l'origine et la diversité des modes de participation dans une démarche de gestion intégrée de l'eau. Il met en avant l'intérêt fort de la participation pour identifier des politiques plus légitimes, adaptatives et adaptées, et développe aussi les limites de la participation, en particulier les dévoiements possibles. Le chapitre 5 aborde la question des comportements illicites, sources d'infractions dans le domaine de la gestion de l'eau. Il analyse comment le traitement actuel des infractions est en fait négocié et aboutit souvent à des compromis garants de paix sociale, mais qui éloignent des objectifs visés par les politiques de l'eau et donc d'une gestion durable.

La deuxième partie de cet ouvrage opère un panorama le plus large possible des outils, des méthodes et des données actuellement disponibles ou en voie de l'être pour élaborer et partager les informations nécessaires à une gestion intégrée, territoriale et coordonnée de l'eau. Les informations visées dans ce panorama concernent les étapes de diagnostic d'état et d'usage des ressources en eau, d'évaluation et de conception de plans de gestion agricole et hydrologique. La plupart des chapitres ont une portée générale, même si la présentation des outils et des données est

focalisée sur une application en milieu rural. Les chapitres 6, 7, 8, 9 et 10 traitent des bases de données existantes et des méthodologies de traitements numériques pour établir l'état des ressources, leurs facteurs biophysiques de contrôle et les pressions agricoles. Sont présentées successivement, les informations accessibles et leurs modalités d'usage concernant les ressources en eau, les données climatiques, les sols, les systèmes de culture et les données d'observation de la terre par télédétection. Puis, les chapitres 11 et 12 présentent les approches de modélisation récentes pour évaluer les impacts des modes de gestion agricole sur les ressources en eau. L'un concerne les approches de modélisations biophysiques qui sont utilisées pour analyser et piloter l'évolution quantitative et qualitative des ressources et les usages de l'eau à l'échelle du bassin en lien avec les caractéristiques du milieu, l'occupation du sol et les pratiques agricoles. L'autre décrit les approches de modélisations décisionnelles qui représentent les décisions des acteurs agricoles en matière de pratiques (irrigation, protection phytosanitaire, entretien du sol, etc.) en fonction des contextes de production (objectifs productifs, moyens disponibles) et des contextes de milieu. En combinaison avec les modélisations biophysiques, ces approches permettent d'évaluer de manière prospective les impacts de scénarios de gestion agricole sur la ressource en eau, voire l'effet de l'état de celle-ci sur les décisions. Le chapitre 13 aborde les méthodes de conception de systèmes agricoles pour préserver la ressource en eau. Il s'agit de méthodologies importantes, en plein essor, justifiées par le besoin de porter une réflexion au-delà de la seule optimisation des systèmes agricoles actuels pour assurer une réelle gestion durable des ressources en eau. Enfin, dans le chapitre 14, est présentée une gamme de méthodes d'essence économique pour aider l'évaluation de propositions d'investissements publics et pour guider les choix d'intervention de politique publique pour la gestion des ressources naturelles.

La troisième partie rassemble plusieurs études de cas de gestion quantitative ou qualitative de la ressource en eau qui mobilisent les outils et les méthodes présentés dans la deuxième partie. Ces études de cas témoignent de travaux relevant de la recherche en ingénierie (mobilisation et combinaison des outils de la recherche pour répondre à des questions de terrain), et pour plusieurs (chapitres 15 à 18) de la recherche intervention (en relation directe avec le terrain et ses acteurs). Les cas présentés sur les territoires du pays de Caux, de l'Aveyron-aval et sur des aires de captage dans les Deux-Sèvres et l'Yonne sont tous basés sur une approche participative pour amener les acteurs locaux à élaborer de manière concertée de nouveaux scénarios de gestion agricole. La concertation y est appuyée par des outils logiciels facilitant la construction des scénarios spatialisés et leur évaluation par simulation ou calcul d'indicateurs. Deux études de cas (chapitres 19 et 20) concernent la viticulture languedocienne et la plaine de la Crau près d'Arles. L'accent y est mis sur l'utilisation d'approches de modélisation complexe pour évaluer des scénarios construits par des collectifs d'experts et discutés *a posteriori* avec les acteurs de terrain; les scénarios abordés sont le plus souvent prospectifs, très en rupture avec les champs de contraintes ou d'opportunités d'évolution perçus couramment par les acteurs de terrain.

Au total, cet ouvrage donne la possibilité à tous ceux qui s'intéressent de manière sectorielle ou globale à la ressource en eau et à sa gestion en milieu rural de s'approprier les concepts et les débats actuels relatifs aux modes de gestion de

l'eau et d'acquérir une vision pluridisciplinaire des démarches et des outils les plus récents qui sont ou seront prochainement à la disposition des gestionnaires pour mieux coordonner les différents acteurs, usages et processus.

► Références bibliographiques

- Biswas A.K., 2004. Integrated water resources management: a reassessment. *Water international*, 29(2) : 248-256.
- Biswas A.K., 2008. Integrated water resources management: is it working? *International journal of water resources development*, 24(1) : 5-22.
- CGDD/SDES, 2017. Les prélèvements d'eau douce en France : les grands usages en 2013 et leur évolution depuis 20 ans. *Datalab*, (7) : 25 p.
- CGDD/SDES, 2019. Plan de réduction des produits phytopharmaceutiques et sortie du glyphosate : état des lieux des ventes et des achats en France. *Datalab essentiel*, avril 2019, 4 p.
- Commissariat général au Développement durable, 2019. L'environnement en France. Rapport de synthèse. Paris : La Documentation française.
- EEA, 2019. *The European environment: state and outlook 2020. Knowledge for transition to a sustainable Europe*. Brussels: European environment agency, 496 p. www.eea.europa.eu/publications/soer-2020 (consulté le 11/04/2020).
- FAO, 2018. *FAO's work on agroecology. A pathway to achieving the SDGs*. Roma: FAO, 27 p. www.fao.org/3/i9021en/i9021en.pdf (consulté le 11/04/2020).
- Ferreira C., De Loe R.C., Kreutzwiser R.D., 2008. Imagined communities, contested watersheds: challenges to integrated water resources management in agricultural areas. *Journal of rural studies*, 24(3), 304-321.
- Giordano M., Shah T., 2014. From IWRM back to integrated water resources management. *International journal of water resources development*, 30(3): 364-376.
- Grafton R.Q., Williams J., Perry C.J., Molle F., Ringler C., Steduto P., Allen R.G., 2018. The paradox of irrigation efficiency. *Science*, 361(6404): 748-750.
- Jeffrey P., Gearey M., 2006. Integrated water resources management: lost on the road from ambition to realisation? *Water science and technology*, 53(1): 1-8.
- McDonnell R.A., 2008. Challenges for integrated water resources management: how do we provide the knowledge to support truly integrated thinking? *International journal of water resources development*, 24(1): 131-143.
- Medema W., McIntosh B.S., Jeffrey P.J., 2008. From premise to practice: a critical assessment of integrated water resources management and adaptive management approaches in the water sector. *Ecology and society*, 13(2) : 29. www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art29/ (consulté le 11/04/2020).
- Perry C., Steduto P., Karajeh F., 2017. *Does improved irrigation technology save water? A review of the evidence*. Cairo: FAO, 42 p. <http://www.fao.org/3/I7090EN/i7090en.pdf> (consulté le 11/04/2020).
- Partenariat Mondial pour l'Eau, 2000. *La gestion intégrée des ressources en eau*. Stockholm: Global Water Partnership, Coll. TAC background paper, n° 4. <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-french.pdf> (consulté le 24/04/2020)
- Venot J.P., Kuper M., Zwartveen M., (eds), 2017. *Drip irrigation for agriculture: Untold stories of efficiency, innovation and development*. London: Taylor & Francis.
- White G.F., 1998. Reflections on the 50-year international search for integrated water management. *Water policy*, 1(1): 21-27.

Partie 1

Contexte et enjeux

