

Auteurs Aurélien Dumont (COSTEA),
Stéphanie Leyronas (AFD),
Olivier Petit (CLERSÉ, université d'Artois)
et Quentin Ballin (AFD)

FÉVRIER
2021 | N° 8

Agir en commun pour un usage durable de l'eau agricole

Propositions pour
prévenir la dégradation
et la surexploitation
des eaux souterraines

Policy Paper

Sommaire

Introduction	6	3.	19
1.		Recommandations	
État des lieux mondial et dynamiques des usages des eaux souterraines en agriculture	7	3.1 – Construire des connaissances et des représentations partagées	20
1.1 – Partout dans le monde, la pression sur les eaux souterraines s'accroît	8	3.2 – Promouvoir l'expression de tous les acteurs pour faire émerger les solutions	21
1.2 – Déterminants et motivations : des acteurs locaux aux politiques nationales	9	3.3 – S'appuyer sur des communautés d'utilisateurs pour partager les responsabilités	22
1.3 – Une surallocation des droits et des usages illégaux généralisés	10	3.4 – Renforcer l'appréhension de l'eau souterraine comme patrimoine commun et élaborer un projet de territoire	23
1.4 – Manque de connaissances et politique du <i>statu quo</i>	11	Conclusion	25
2.		Bibliographie	26
Des solutions soumises à des contraintes et des difficultés de mise en œuvre	13	Liste des sigles et abréviations	27
2.1 – Des dispositifs d'accroissement des capacités ou d'économie d'eau parfois mal adaptés et contreproductifs	14		
2.2 – L'action régulatrice des pouvoirs publics confrontée à la complexité de la ressource	15		
2.3 – D'une gestion communautaire à la cogestion : acteurs, légitimité, limites	16		

Mots clés : eaux souterraines, gouvernance, irrigation, agriculture, patrimoine commun

Résumé : la pression exercée sur les eaux souterraines, notamment par l'agriculture, s'accroît dans toutes les régions du monde. Des courses au pompage s'engagent dont les agriculteurs les plus pauvres sont rapidement exclus. Ce papier présente les solutions proposées notamment par les pouvoirs publics pour encadrer l'accès et l'usage de ces ressources afin d'en limiter la surexploitation et en analyse les limites. Il formule sur cette base un ensemble de recommandations stratégiques à destination des gestionnaires, décideurs publics et bailleurs de fonds, pour surmonter les impasses auxquelles sont confrontées à long terme les politiques d'accroissement des capacités, et pour développer une vision partagée de l'eau souterraine préservant le caractère multifonctionnel de cette ressource.

Programme de recherche : gouvernance, communs et territoires

Remerciements : les analyses et recommandations qui suivent constituent le prolongement des réflexions menées par un groupe d'experts (scientifiques et opérationnels) qui travaillent dans le champ de la gouvernance des eaux souterraines et qui se sont réunis dans les locaux de l'Agence française de développement (AFD), à Paris, les 27 novembre 2018 et 30 janvier 2020, dans le cadre des activités du Comité scientifique et technique eau agricole (COSTEA). Le contenu du présent document apparaît comme un développement des idées exprimées lors de ces journées et illustrées par les cas d'étude présentés par les participants. Il a mobilisé les contributeurs suivants : Charlotte Alcazar (SYMCRAU); Marc Boisson (Artelia); Sami Bouarfa (INRAE); Emmanuel Durand (Gret); Nicolas Faysse (CIRAD); Rhoda Fofack-Garcia (France Énergies Marines); Ridha Ghoudi (ministère de l'Agriculture, Tunisie); Aline Hubert (Gret); Marcel Kuper (université de Montpellier, CIRAD, UMR G-Eau); Selin Le Visage (université Paris Nanterre); Frédéric Maurel (AFD); Imane Messaoudi (Université Paris Nanterre/Université de Fribourg); François Molle (IRD); Marielle Montginoul (INRAE); Seyni Ndao (OFOR, Sénégal); Audrey Richard Ferroudji (consultante); Jean-Daniel Rinaudo (BRGM); Dominique Rojat (AFD); Bruno Romagny (IRD); Isabel Ruck (Sciences Po Paris et CAREP Paris); Emmanuelle Salgues (CACG); Julie Trottier (CNRS).

Faits saillants

- Qu'elle soit quantitative (prélèvements excessifs) ou qualitative (pollution, salinisation), la pression exercée sur les eaux souterraines s'accroît dans toutes les régions du monde. L'agriculture contribue pour environ 70 % des prélèvements d'eau souterraine à l'échelle mondiale, et une part croissante (environ 40 % à l'heure actuelle) des superficies irriguées dans le monde mobilise cette ressource.
- Même lorsqu'ils ont conscience du risque d'épuisement des ressources, les agriculteurs sont dans une course au pompage qui exclut les agriculteurs les plus pauvres et, partant, creuse les inégalités économiques et sociales. De ce fait, c'est la prise en compte des enjeux politiques, économiques ou sociaux, tout autant que celle des enjeux environnementaux, qui pourront permettre la recherche d'une gestion durable.
- Limiter les usages de l'eau souterraine est nécessaire. Les réponses apportées au niveau institutionnel combinent généralement (i) une régulation par les pouvoirs publics, qui passe par des instruments réglementaires (autorisations, interdictions, quotas, zonage, fermeture de forages), économiques (taxes, subventions), ou par des mesures indirectes liant l'eau à d'autres enjeux (énergie, sécurité alimentaire), et (ii) des mécanismes fondés sur la participation de l'ensemble des usagers, associant les ayants droit à travers des dispositifs de gestion communautaire.

- Ces solutions hybrides se heurtent à plusieurs difficultés. La première difficulté est liée au caractère invisible des aquifères ainsi qu'à l'insuffisance d'études hydrogéologiques et à leur manque de partage et de vulgarisation. Elles font face également à des obstacles opérationnels, financiers, sociaux ou culturels, et souvent politiques.
 - Ce *Policy Paper* s'appuie sur les travaux d'un collectif réuni sous l'égide de l'AFD et du Costea. Ces travaux permettent de formuler une série de recommandations stratégiques à l'usage des décideurs (de l'échelon local au niveau national) et des bailleurs de fonds lorsqu'ils soutiennent ces processus ou se proposent de contribuer au développement de la ressource là où un potentiel existe, mais aussi à destination de la société civile, voire des usagers eux-mêmes. Ces recommandations visent à un partage des connaissances et à une définition collective des mesures à mettre en œuvre, pour endiguer la surexploitation des eaux souterraines et limiter dès lors les conséquences qui lui sont associées.
 - Recommandations : 1) construire des connaissances et des représentations partagées ; 2) promouvoir l'expression de tous les acteurs pour faire émerger les solutions ; 3) s'appuyer sur des communautés d'usagers pour partager les responsabilités ; 4) renforcer l'appréhension de l'eau souterraine comme patrimoine commun et élaborer un projet de territoire.
-

Introduction

Les caractéristiques de l'eau souterraine, telles que sa disponibilité temporelle et spatiale ou sa qualité, en font une ressource fondamentale. L'usage de l'eau souterraine pour l'agriculture, qui a explosé dans la seconde moitié du XX^e siècle, entre souvent en concurrence avec d'autres usages. D'un point de vue environnemental, l'eau souterraine alimente les débits des cours d'eau et permet le maintien des zones humides, réservoirs de biodiversité. En outre, elle sert à une part croissante de l'alimentation en eau potable des villes et des industries. Une prise en compte accrue des enjeux de gestion des eaux souterraines est nécessaire, pour les protéger et pour identifier les facteurs de durabilité de leur exploitation.

Ce *Policy Paper* vise à contribuer à cette réflexion, en se focalisant sur l'usage agricole, car une part croissante (environ 40 % à l'heure actuelle) des superficies irriguées dans le monde mobilise cette ressource (FAO, 2016). En outre, l'agriculture contribue pour environ 70 % des prélèvements d'eau souterraine à l'échelle mondiale (Siebert *et al.*, 2010), ce qui en fait un secteur stratégique. Nous nous concentrerons dans ce texte sur les aspects quantitatifs associés à ces prélèvements ; les aspects qualitatifs ne seront abordés qu'en conjonction avec ces phénomènes quantitatifs. Enfin, bien que l'usage agricole soit prépondérant pour nombre d'aquifères transfrontaliers, ces derniers ne sont pas abordés directement dans le papier : les débats à leur sujet, plus liés aux relations internationales, touchent peu aux thématiques d'allocation sectorielle de la ressource.

Après avoir présenté un état des lieux de l'usage agricole des eaux souterraines à travers le monde et souligné les enjeux de gestion qui lui sont associés, nous analyserons les solutions qui ont été proposées, notamment par les pouvoirs publics, pour encadrer l'accès et l'usage de ces ressources, tout en mettant l'accent sur leurs limites et les difficultés de leur mise en œuvre. Nous formulerons sur cette base un ensemble de recommandations stratégiques, à destination des gestionnaires, décideurs publics et bailleurs de fonds pour surmonter les impasses auxquelles sont confrontées à long terme les politiques d'accroissement des capacités, et pour développer une vision de l'eau souterraine avec l'ensemble des acteurs, préservant le caractère multifonctionnel de cette ressource.

1. État des lieux mondial et dynamiques des usages des eaux souterraines en agriculture

1.1 – Partout dans le monde, la pression sur les eaux souterraines s'accroît

Qu'elles soient quantitatives (prélèvements excessifs) ou qualitatives (pollution, salinisation), les pressions sur les eaux souterraines ne cessent de s'accroître. C'est dans le domaine agricole que leurs prélèvements ont particulièrement augmenté à partir de la seconde moitié du XX^e siècle (Siebert *et al.*, 2010). Avec le changement climatique, l'ensemble de ces pressions risque de s'accroître, en particulier dans les zones semi-arides et arides.

Dans de nombreuses régions du monde, au Nord comme au Sud, l'usage des eaux souterraines a permis aux agriculteurs de sécuriser et d'augmenter leurs revenus. Des territoires ont été développés grâce à la mobilisation des eaux souterraines. La « révolution verte » en Inde par exemple a été rendue possible par l'usage intensif des eaux souterraines, couplée à l'utilisation de fertilisants, ce qui a permis de limiter les situations de famine. À l'échelle globale, la sécurité alimentaire mondiale dépend des échanges internationaux de denrées agricoles dont une part importante provient d'une irrigation à partir des eaux souterraines, y compris pour des cultures aussi largement produites par ailleurs sous agriculture pluviale telles que les céréales (Dalin *et al.*, 2017).

Si certaines régions enregistrent déjà un usage intensif des eaux souterraines, le potentiel de développement de cette ressource n'est pas épuisé dans de nombreuses autres régions (notamment une part importante de l'Afrique subsaharienne), qui n'ont pas pu encore investir dans son développement pour des raisons économiques, politiques ou institutionnelles (Cobbing et Hiller, 2019). L'usage intensif de l'eau souterraine génère un ensemble de conséquences plus ou moins perçues et documentées. Celles qui sont perçues en priorité

sont l'abaissement des niveaux de nappes ou leur détérioration (pollution induite ou intrusion marine dans les aquifères côtiers) ou encore des problèmes d'affaissement de terrain dans les grandes villes asiatiques. Ces extractions agissent aussi à d'autres échelles. Les prélèvements peuvent modifier de manière importante le cycle de l'eau à l'échelle d'un territoire : des eaux qui auraient naturellement rejoint rivières ou zones humides sont préalablement accaparées ; les échanges d'eau entre la surface et le sous-sol sont redistribués... Ces conséquences sont particulièrement problématiques lors des périodes de sécheresse, alors que les eaux souterraines assurent naturellement un effet régulateur en soutenant le débit des rivières à l'étiage ou les zones humides liées à des nappes.

Les aquifères peuvent également être le siège ou le vecteur de différents problèmes liés à la qualité de l'eau. Ainsi, la qualité naturelle des eaux souterraines peut être inadaptée à ses différents usages. Parfois, c'est l'exploitation d'une eau souterraine, de qualité pourtant adéquate, qui mobilise des contaminants naturellement présents dans une couche géologique en contact avec l'aquifère. La mauvaise gestion de forages (dans leur conception ou leur entretien) mettant en relation des nappes de qualités différentes a aussi largement été documentée. Par ailleurs, les aspects qualitatifs sont primordiaux lorsque sont considérées les techniques de gestion active des aquifères comme la recharge artificielle par des eaux usées traitées ou de surface. Notons enfin les pollutions des eaux souterraines, qu'elles soient diffuses (nitrates, pesticides), accidentelles ou dues à des activités spatialement localisées. Quant à la salinisation des sols, celle-ci peut être liée à l'irrigation par une eau de mauvaise qualité ou par un mauvais drainage pouvant faire remonter le niveau de la nappe et partant les sels qu'elle contient.

L'ensemble de ces phénomènes quantitatifs et qualitatifs engendre des conséquences en chaîne auxquelles on ne sait remédier à court terme, même si, par exemple, la source de la pollution est éliminée. Elles se déclinent à plusieurs échelles, touchant des usagers au-delà de l'aquifère affecté, comme les usagers d'eau de surface en aval, ou encore l'environnement.

Les conséquences environnementales sont généralement mal prises en compte dans les processus d'allocation des ressources en eau. De Graaf et al. (2019) estiment que d'ici à 2050, les prélèvements d'eau souterraine affecteront, dans 42 à 79 % des bassins, les débits écologiques, entendus comme la quantité, la saisonnalité et la qualité des débits des cours d'eau nécessaires à la durabilité des écosystèmes d'eau douce et estuariens ainsi qu'aux besoins et au bien-être des hommes qui dépendent de ces écosystèmes. Ils rappellent que ces impacts relatifs à l'altération des flux de surface peuvent se révéler bien plus problématiques que les conséquences liées à la perte de réserves des aquifères et à l'augmentation des coûts de pompage.

Les multiples conséquences des prélèvements intensifs ont aussi leur versant économique et social, particulièrement en matière d'accroissement des inégalités. Les irrigants ne pouvant se permettre d'investir dans des puits plus profonds, ou simplement de payer un coût de l'eau accru du fait de la baisse du niveau de la nappe, peuvent se voir exclus de l'accès à la ressource.

1.2 – Déterminants et motivations : des acteurs locaux aux politiques nationales

L'exploitation des eaux souterraines pour l'agriculture est motivée par de multiples facteurs qui agissent à différents niveaux et dont la combinaison conditionne l'intensité des prélèvements. On

abordera ici les dynamiques individuelles (en lien avec les réseaux d'acteurs locaux), les politiques agricoles et énergétiques nationales, et, plus largement, les facteurs macroéconomiques (tels les marchés agricoles). Ces facteurs permettent d'expliquer la situation de surexploitation constatée dans de nombreux pays semi-arides, mais aussi la sous-utilisation de la ressource, observée par exemple dans une grande partie de l'Afrique subsaharienne (Cobbing et Hiller, 2019).

Pour les agriculteurs, les prélèvements en eau souterraine remédient à un accès impossible ou insuffisant aux eaux de surface. Ils permettent de s'émanciper d'un point de vue économique, social, voire politique, des contraintes liées à une gestion collective (communautaire ou étatique) des eaux superficielles – tours d'eau par exemple. Il peut s'agir d'initiatives purement individuelles ou de dynamiques collectives de mise en valeur de nouveaux territoires, qui, promues par les États, sont à l'origine de l'intensification et de l'expansion agricoles dans certaines zones arides, voire désertiques, comme dans la région de Biskra en Algérie (Amichi *et al.*, 2015).

Le niveau de prélèvement est intimement lié aux techniques de forage. Suivant le progrès technique et en fonction de leurs capacités et modes (individuels ou collectifs) d'investissement, les agriculteurs abandonnent progressivement les puits traditionnels prélevant dans des nappes alluviales ou peu profondes, pour mobiliser des aquifères plus profonds. Dans le cas du système aquifère du Saïss (Maroc), l'accès par forages à un aquifère profond s'est accéléré dans les années 2000 : il a permis l'abandon progressif des puits traditionnels qui imposaient une restriction d'accès du fait de la nature géologique de l'aquifère et des interactions entre puits voisins (Fofack *et al.*, 2018). Dans la région des Niayes (Sénégal), on peut encore observer la concomitance d'une exploitation par puits traditionnels (avec systèmes de poulie) et une exploitation par motopompes.

Les techniques de forage avancées permettent aux agriculteurs d'accéder aussi à des aquifères profonds. Des forages de plusieurs centaines de mètres permettent ainsi l'irrigation de l'olivier dans l'aquifère de la Loma de Úbeda (Espagne). Leur coût élevé implique que plusieurs familles s'associent pour les entreprendre, avec un accès à l'eau pour chacune proportionnel à son investissement, rappelant les *tubewell companies* dans l'État du Gujarat (Inde). La connaissance hydrogéologique a un rôle clé : les systèmes profonds sont moins bien connus et les risques de « forage sec » sont accrus, ce qui peut jouer dans la décision des irrigants, au vu de l'importance de l'investissement (Fofack *et al.*, 2018).

L'intensification de l'exploitation des eaux souterraines est souvent facilitée par certaines politiques publiques. C'est le cas par exemple de l'accès à l'énergie. De nombreux agriculteurs utilisent des moteurs alimentés en énergie fossile (essence, gasoil, gaz). Ils peuvent aussi se raccorder au réseau électrique ou mobiliser l'énergie solaire, en fort développement. Lorsque l'État subventionne l'accès à l'énergie, les agriculteurs sont incités, indirectement, à augmenter leurs prélèvements. Les conséquences sont inquiétantes dans certains aquifères déjà vulnérables, comme l'illustre une étude récente conduite par Gupta (2019) dans plusieurs zones de l'État du Rajasthan (Inde).

Au-delà des subventions à l'énergie, les subventions agricoles dédiées à certaines cultures, peuvent avoir un impact sur les prélèvements d'eau souterraine. En Espagne, les subventions européennes à la production d'huile d'olive, dans le cas de la Loma (évoqué plus haut), ou de vin, dans le cas de l'aquifère de *La Mancha Occidental* (duquel le Parc national des *Tablas de Daimiel* est directement dépendant) ont fortement accru la pression sur les eaux souterraines.

L'exploitation intensive des eaux souterraines est souvent liée à la production de cultures destinées à l'exportation, comme cela peut être le cas des céréales dans les Grandes plaines aux États-Unis, ou de cultures fruitières et maraîchères sur le pourtour

méditerranéen, en Amérique du Sud (asperges au Pérou, raisin et vin au Chili), en Californie (pistaches, amandes...) ou encore en Australie (raisin et vin, mangues et autres fruits tropicaux). La libéralisation du commerce international et l'accès à de nouveaux marchés (accès au marché européen pour l'Espagne dans les années 1980, puis pour le Maroc dans les années 2000) jouent un rôle déterminant dans l'accentuation des prélèvements. Ces phénomènes d'exportations d'« eau souterraine virtuelle » (Dalin *et al.*, 2017), s'ils génèrent un développement local, s'accompagnent souvent d'un accaparement des ressources par l'agro-business et d'une intensification de crises hydriques au niveau local.

1.3 – Une surallocation des droits et des usages illégaux généralisés

Même lorsqu'ils ont conscience du risque d'épuisement des ressources dont leurs activités dépendent, les agriculteurs restent souvent dans une course au pompage qui s'apparente à la « tragédie de l'accès libre », décrite par Garrett Hardin et selon laquelle la poursuite de l'intérêt individuel dans l'exploitation d'une ressource commune conduit inéluctablement à la surexploitation de celle-ci si aucun mécanisme n'est mis en place pour endiguer cette situation.

L'intervention des États dans la régulation des prélèvements, à travers des cadres juridiques intégrant les eaux souterraines, est désormais actée de par le monde, même si la prise en compte du phénomène de surexploitation et de ses conséquences a été tardive. Cette situation a donné lieu à des allocations excessives de droits sur la ressource de la part des pouvoirs publics, qui s'expliquent en partie par le manque de connaissances des liens avec les enjeux environnementaux décrits plus haut, mais aussi par un manque de volonté politique de prendre en compte les enjeux de long terme. Elle est aussi le résultat d'une reconnaissance d'usages existants sur la base de la seule propriété foncière (cf. encadré 1).

Encadré 1 – Surallocation de l'eau souterraine dans le nord du Chili

Dans le nord du Chili, dans la vallée de Copiapo, la capacité totale des droits d'eau qui ont été alloués s'avère quatre fois supérieure à la ressource renouvelable disponible. Plusieurs facteurs expliquent cette situation de surallocation. Du point de vue technique, la ressource disponible a été évaluée à l'issue d'une période relativement humide, ce qui a conduit à la surestimer. L'État a également fait l'objet de pressions politiques, ce qui a conduit à maintenir l'allocation de droits d'eau temporaires (ultérieurement régularisés) après que la situation de surexploitation a été diagnostiquée. L'existence de marchés de l'eau a accentué le phénomène en permettant aux usagers dont les puits étaient à sec de vendre leurs droits d'eau à d'autres usagers mieux placés et en facilitant le transfert de droits d'eau d'usagers aux pratiques peu intensives (les agriculteurs qui n'utilisent l'eau que quelques mois par an) vers des usagers dont la consommation est plus régulière (eau potable et mines, qui utilisent l'eau douze mois par an). [Source : Rinaudo et Donoso, 2019.]

À cette surallocation de droits s'ajoute presque systématiquement la problématique des prélèvements illégaux. Il peut s'agir de forages de puits sans autorisation, d'irrigation de surfaces agricoles non autorisées ou de prélèvements au-delà des droits alloués. Ce phénomène a été décrit en Espagne, où le ministère de l'Environnement recensait au début des années 2000 pas moins de 510 000 forages

illégaux qui prélevaient plus de 7 000 m³/an chacun. Ces prélèvements « illégaux » sont motivés par la rentabilité des cultures irriguées et sont encouragés par les subventions publiques décrites plus haut et des cultures génératrices de revenus et d'emplois (Novo *et al.*, 2015) pour l'économie locale ou encore comme soupape pour préserver la paix sociale. Les questions de la régulation des usages illégaux et de réforme des droits face aux situations de surallocation sont donc primordiales dans nombre de situations à travers le monde.

1.4 – Manque de connaissances et politique du *statu quo*

Le caractère invisible des aquifères rend difficile l'appréhension individuelle de la rareté de la ressource, ce qui constitue un aspect crucial de la surexploitation. En outre, l'insuffisance d'études hydrogéologiques et leur manque de partage et de vulgarisation freinent la prise de conscience des différents acteurs à plusieurs niveaux. Il y existe aussi un déficit de prise en compte des interconnexions des aquifères avec les écosystèmes et les eaux de surface comme évoqué plus haut.

Le manque de connaissances, ou l'incertitude de la science hydrogéologique, est parfois utilisé comme prétexte à l'inaction. Trop longtemps, l'argument de la nécessité d'une connaissance exhaustive a été avancé pour justifier une situation de *statu quo*, ce qui a considérablement retardé l'adoption de mesures permettant de limiter les prélèvements ou a encore allongé le temps de la concertation, ainsi qu'on a pu l'observer dans le cas de la nappe de Beauce en France.

2. Des solutions soumises à des contraintes et des difficultés de mise en œuvre

Lorsque la pérennité de l'usage des eaux souterraines est menacée, différentes solutions sont classiquement proposées, seules ou combinées : (i) des dispositifs d'accroissement des capacités ou d'économie d'eau, (ii) des instruments de régulation mis en œuvre par les autorités publiques, (iii) des initiatives communautaires.

2.1 – Des dispositifs d'accroissement des capacités ou d'économie d'eau parfois mal adaptés et contreproductifs

La baisse des niveaux des nappes devient, dans de nombreuses situations, un moteur de mobilisation de ressources additionnelles : transferts d'eau (parfois sur de longues distances), développement de ressources non conventionnelles, telles que le dessalement ou la réutilisation d'eaux usées traitées. La pertinence d'une telle stratégie, lorsqu'elle est utilisée seule, est questionnable à deux titres, à savoir : (i) elle fait reposer la pression sur des eaux de surface souvent déjà fortement sollicitées, et donc sur d'autres usagers et usages, notamment environnementaux ; (ii) les obstacles financiers et institutionnels de ces solutions reportent, voire rendent hypothétique, la construction des infrastructures nécessaires, maintenant dans la durée des situations de surexploitation.

Dans le cas des « contrats de nappe » au Maroc, tels que celui de la plaine du Souss datant de 2007, cette substitution eaux souterraines / eaux de surface est explicitement reconnue pour l'approvisionnement urbain (Del Vecchio, 2020). Cette dynamique d'expulsion des usagers non agricoles est aussi à l'œuvre dans le cas du Campo de Dalías dans le sud de l'Espagne, avec le dessalement d'eau de mer comme nouvel approvisionnement, dont les coûts accrus sont assumés par les usagers urbains (Dumont, 2015).

Ces solutions visant à mobiliser de la ressource supplémentaire s'accompagnent souvent de dynamiques de modernisation agricole, reposant sur des innovations techniques telles que le « goutte-à-goutte ». Il a été néanmoins démontré que ces techniques, présentées comme sources d'économie d'eau, contribuent souvent à une intensification agricole (introduction de cultures à haute valeur ajoutée, augmentation des surfaces irriguées) et, par ricochet, à une augmentation de la consommation en eau. Au Maroc par exemple, dans la plaine du Saïss, l'arrivée du « goutte-à-goutte » s'est accompagnée d'une augmentation de 50 % des superficies

irriguées entre 2005 et 2014 et du doublement des prélèvements en eau souterraine (Kuper *et al.*, 2017).

De plus, lorsque les zones irriguées par des eaux de surface subissent elles-mêmes un changement de technique d'irrigation, cela peut engendrer une diminution drastique de la recharge induite par les « pertes » d'irrigation, mettant en danger l'équilibre ressource disponible / extraction dans les zones irriguées de manière conjointe par des eaux de surface et souterraines. C'est une situation que l'on retrouve notamment dans plusieurs États de l'Inde.

Parmi les dispositifs techniques, la recharge des nappes, en renforçant les capacités naturelles des aquifères, constitue une catégorie à part. Il faut cependant reconnaître aussi le risque lié à certains de ces dispositifs, en particulier lorsqu'il s'agit de solutions nécessitant un entretien régulier telles que la réinfiltration des eaux usées traitées ou l'utilisation de puits d'infiltration (cf. encadré 2).

Encadré 2 – Recharge des eaux souterraines en Inde

En Inde, l'eau souterraine représente plus de la moitié de l'eau utilisée en irrigation et la majeure partie de l'eau domestique. Dans le Territoire de Pondichéry et l'État du Tamil Nadu, où les nappes sont surexploitées et sujettes à des intrusions salines côtières et à des pollutions par les activités économiques, des dispositifs de recharge artificielle ont été mis en œuvre ou sont en projet dans le cadre de programmes nationaux et avec l'appui de bailleurs internationaux. Un suivi sur le long terme apparaît nécessaire sur le plan quantitatif comme qualitatif (risque de pollution). On constate un manque d'appropriation locale de ces structures et de participation des usagers concernant leur conception et leur mise en œuvre. La plupart du temps, leur entretien fait défaut et l'on observe dans certains cas des détournements de leur fonction : de la recharge vers l'extraction. Les dispositifs de recharge artificielle sont vus comme des instruments pour accroître l'offre en eau sans questionner la demande. Les modalités de mise en œuvre et les techniques sont interrogées sans remettre en cause l'objectif de recharge. Ainsi, des agriculteurs se mobilisent pour défendre les systèmes traditionnels de retenue d'eau qui participent à la recharge plutôt que la création de puits de recharge dont ils estiment le coût trop élevé. [Source : Richard-Ferroudji *et al.*, 2018.]

2.2 – L'action régulatrice des pouvoirs publics confrontée à la complexité de la ressource

Les pouvoirs publics disposent d'un rôle central dans la gestion des eaux souterraines. Cela tient d'abord aux prérogatives de l'État concernant la gestion du territoire, de l'environnement et des ressources naturelles, et en particulier l'eau, souvent définie comme faisant partie du domaine public. L'État est aussi garant de l'intérêt général et de l'équité d'accès à la ressource pour les différents types d'usagers.

Face aux situations de surexploitation, ou simplement du fait de leurs prérogatives sur l'usage de la ressource, les pouvoirs publics (qu'il s'agisse de l'État central, des États fédérés, des collectivités locales, voire des agences de bassin) mettent en œuvre différentes formes de régulation. Il peut s'agir d'autorisations, d'interdictions, de fermetures de forages, de quotas, de zonages relatifs aux aires irriguées ou aux usages des sols, etc. Les pouvoirs publics peuvent introduire des outils économiques, tels que les taxes et les subventions, directes ou indirectes. Ces outils essaient de jouer sur le signal prix pour inciter les agriculteurs à limiter leurs prélèvements mais, en règle générale, leur faible montant n'entraîne pas d'effet direct sur le niveau des prélèvements. Certains outils peuvent même encourager, directement (subventions agricoles) ou indirectement (subventions aux techniques d'économie d'eau), les prélèvements.

L'étendue spatiale des aquifères et le caractère invisible de la ressource rendent de plus les activités de suivi et de contrôle difficiles et coûteuses : les extractions peuvent s'effectuer depuis n'importe quelle localisation, sans que leurs effets ne soient directement perçus. La répartition des volumes d'eau entre les différents usagers est complexe à mettre en œuvre, dès lors qu'elle ne suscite pas l'adhésion des acteurs et que les moyens de contrôle sont limités. Même si des moyens importants sont alloués, l'action des pouvoirs publics est généralement limitée face à l'ampleur du développement des prélèvements d'eaux souterraines et au nombre de forages. Cela se traduit par des systèmes de sanction non adaptés, des démarches de régularisation compliquées et coûteuses pour les agriculteurs, ou des contraintes d'ordre juridique limitant les possibilités de contrôle. Ce cadre, dont l'inapplicabilité se révèle *in fine* contreproductive, est propice aux fausses déclarations, aux dégrada-

tions, voire à la corruption. Toutefois, quelques expériences visant à contrer le caractère individualiste de l'exploitation des eaux souterraines existent, comme c'est le cas dans la région d'Izmir en Turquie (cf. encadré 3).

Encadré 3 – Le rôle des coopératives d'irrigation dans la région d'Izmir (Turquie)

En Turquie, les superficies irriguées à partir des eaux souterraines sont passées de 100 000 ha en 1978 à plus de 700 000 en 2014. L'administration hydraulique a cherché à rester impliquée dans le suivi de cette irrigation, notamment via la création de coopératives d'irrigation. Responsables de la gestion de forages collectifs à l'échelle du village, ces coopératives irriguaient près de 480 000 ha en 2014. L'État supervise ainsi (partiellement) le captage des eaux souterraines à travers des forages collectifs autorisés par l'administration et équipés sous sa supervision technique. Les coopératives jouent un rôle clé dans le développement agricole local en facilitant l'accès aux eaux souterraines sans que les agriculteurs n'aient à investir individuellement dans des forages privés. Ce modèle ne doit toutefois pas être idéalisé. Beaucoup de coopératives sont aussi en difficulté (profondeur des nappes, mauvaise réalisation des forages, collecte des redevances incomplète ou tardive selon la variabilité des revenus agricoles, coût élevé de l'énergie...). [Source : Le Visage et Kuper, 2019.]

Les freins à une gestion publique efficace des ressources en eau souterraine sont aussi de nature politique. Les coûts politiques liés à la restriction de l'accès aux ressources peuvent encourager les pouvoirs publics à privilégier un développement économique à court terme aux dépens d'une gestion durable de la ressource. Une certaine « tolérance sociale » est ainsi souvent observée envers les usages illégaux. Les tentatives de restreindre l'accès à la ressource génèrent des réactions de la part de populations dont la subsistance en dépend (Loch *et al.*, 2020). Ces coûts politiques sont intimement liés aux coûts économiques, tant pour les irrigants qu'à l'échelle du territoire (Novo *et al.*, 2015). À cela s'ajoute le fait que l'État n'est pas une entité homogène. Il est porteur de plusieurs visions, déclinées à travers différentes politiques

sectorielles et à différents échelons, s'avérant parfois contradictoires. Une stratégie nationale agricole privilégiant l'indépendance alimentaire ou les productions destinées à l'exportation se traduira, comme évoqué plus haut, par l'accroissement des prélèvements.

Encadré 4 – Lorsque l'État accompagne le développement de l'exploitation des eaux souterraines : l'exemple de la plaine du Saïss (Maroc)

Depuis les années 1980, la plaine du Saïss, située au nord-ouest du Maroc, a été fortement marquée par la dynamique d'irrigation par les eaux souterraines. Avoir « son puits, son forage, son eau », était devenu une question de dignité et de libération de l'emprise de l'État. La course vers le pompage est devenue, sur la plaine du Saïss, une *course identitaire*. Or l'accès et l'exploitation de « l'eau individuelle » ont été appuyés par le Plan Maroc Vert dont les subventions étatiques pour le creusement des puits et des forages, ainsi que l'équipement en « goutte-à-goutte », ont favorisé les grands exploitants agricoles au détriment des agriculteurs locaux. Ainsi, l'eau souterraine a été accaparée par une minorité de grands exploitants dotés de capacités financières et de réseaux importants leur permettant une utilisation intensive (et non contrôlée) de la ressource. Dans ce contexte, l'absence de contrôle et de régulation effectifs de l'État est une politique volontaire visant à étouffer des tensions politiques et sociales, de plus en plus importantes, en milieu rural, et à assurer la coexistence d'une mosaïque d'exploitations agricoles. [Source : Messaoudi, 2020.]

Des tentatives de réduction des droits d'eau par les États ont été documentées à travers le monde, révélant des difficultés communes. Pour faire face au coût à court terme pour l'économie locale, en plus de la perte de revenus des agriculteurs qu'une restriction des droits d'eau implique, des « restrictions graduelles » sont parfois proposées, que cela soit pour lisser entre années sèches et années

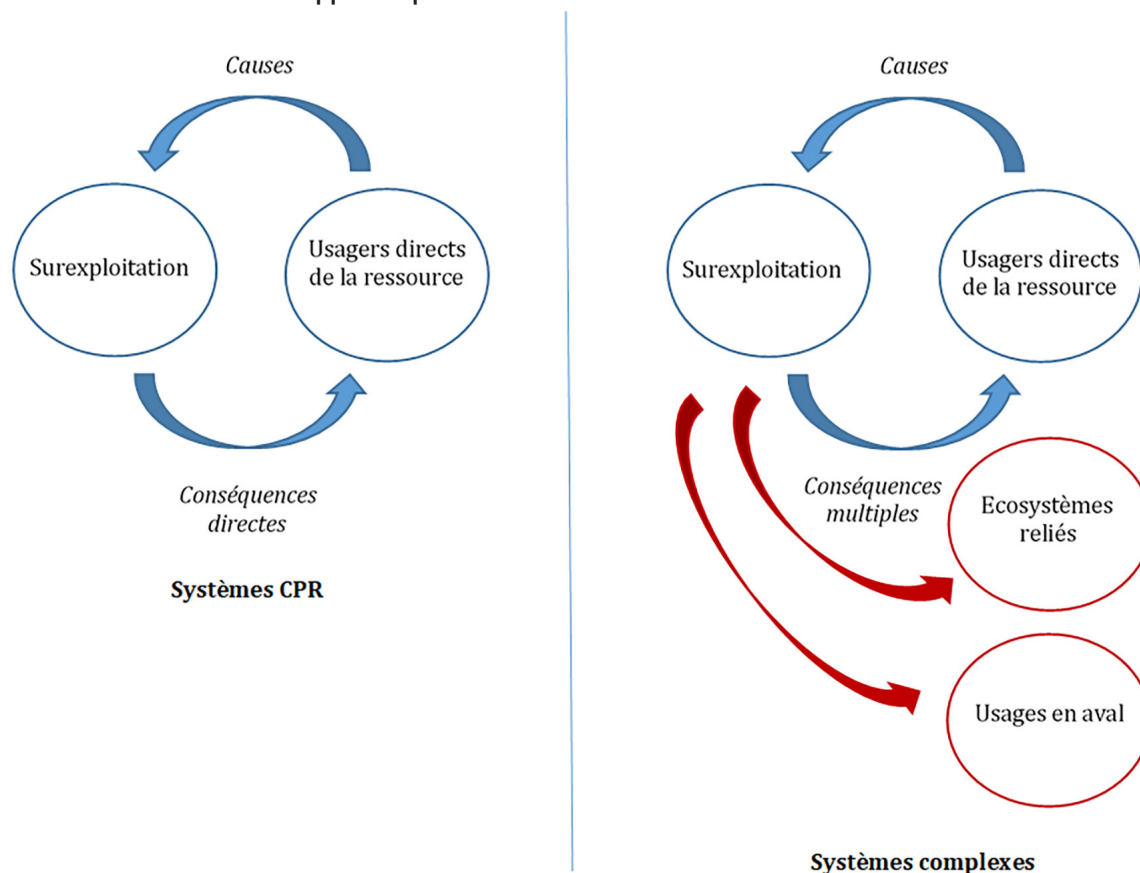
humides, comme dans la Beauce, ou pour réduire à terme les prélèvements, comme en Californie. Dans d'autres cas, les finances publiques peuvent racheter, de manière temporaire ou définitive, les droits d'eau. Par exemple, avec le *Plan Especial del Alto Guadiana*, il s'agissait pour le gouvernement espagnol, en plus d'allouer des droits aux irrigants de vigne, qui n'en étaient pas pourvus pour des raisons historiques, de rétablir les flux de sortie naturels de l'aquifère vers la zone humide du Parc national des *Tablas de Daimiel*, justifiant le coût de la mesure pour les finances publiques. Cependant, une comptabilité détaillée révèle que les résultats escomptés étaient trop optimistes, en particulier parce que les droits d'eau de la vigne (irriguée en été) sont mobilisés entièrement chaque année, contrairement aux céréales, pour lesquelles le niveau d'irrigation dépend des précipitations au printemps : un droit n'équivaut pas à un usage effectif.

2.3 – D'une gestion communautaire à la cogestion : acteurs, légitimité, limites

Même si le rôle des pouvoirs publics semble fondamental, sa seule action n'est pas suffisante. Les difficultés d'application et les résultats mitigés des outils réglementaires et économiques sont à relier notamment à un manque de concertation et d'implication des usagers dans leur formulation, voire dans leur mise en œuvre. Les usagers peuvent être vus comme les responsables de la dégradation de la ressource et les bénéficiaires directs de sa préservation. Comme observé par l'économie institutionnelle (Ostrom, 1990) dans de multiples cas de *Common Pool Resources* (CPR), ce double positionnement doit inciter les usagers à définir collectivement un niveau de prélèvements qui est désirable tant pour eux-mêmes que pour « la société ».

Il faut cependant rappeler qu'Ostrom (1990) limite son approche aux systèmes dans lesquels la dégradation de la ressource liée aux activités de ses usagers directs n'a de conséquences que sur ces mêmes usagers, avec donc un objectif de conservation de la ressource pour son exploitation à long terme par ceux-ci. Comme l'illustre le schéma 1, cette configuration est contestable dans le cas des eaux souterraines dès lors que les conséquences d'une surexploitation peuvent s'étendre à des usages qualifiés de « pour la société » et qui se situent hors du système considéré (environnement et usagers en aval, eaux de surface, etc.).

Schéma 1. Les limites d'une approche par les CPR dans le cas des eaux souterraines



Source : schéma adapté de Dumont (2015) par les auteurs.

Des situations sont rapportées, voire promues, dans lesquelles les usagers de l'aquifère ont un rôle prépondérant sans que cela ne relève de l'« auto-régulation ». L'État reste, dans bien des cas, un acteur fondamental de la régulation de l'usage des ressources en eau. C'est souvent lui qui initie une concertation des usagers, en instaurant des règles ou en agissant : on peut illustrer ce point par la confiscation des foreuses servant aux puits illégaux au Maroc, par le tour de vis de l'État tunisien à la fin des années 1990 ayant permis de poser les bases d'une discussion aboutissant à la naissance d'un Groupement de développement agricole (GDA) de gestion des eaux souterraines (Molle et Closas, 2020), ou encore par la « déclaration de surexploitation » officielle en Espagne obligeant à la création d'une association d'usagers. Les dynamiques collectives pour s'assurer l'adhésion des usagers

aux schémas d'allocation ou encore pour créer ou renforcer des pratiques de « faire en commun » sont donc en général des solutions de cogestion dans lesquelles l'État reste pleinement partie prenante. Il s'agit de s'interroger sur le périmètre de cette cogestion.

Les problématiques de surexploitation des eaux souterraines sont relativement récentes. Il peut cependant exister depuis longtemps au niveau local des organisations agricoles dont certaines s'organisent à partir de la gestion de l'eau, et qui sont parfois dédiées aux eaux souterraines comme les *qanats*¹ présentes en Afrique du Nord, ainsi qu'au Proche et Moyen-Orient. Dans quelques cas, les institutions en place pour la gestion des eaux de surface inspirent le façonnage d'institutions spécifiques pour l'eau souterraine, comme dans

¹ Systèmes remontant à la Perse antique qui puisent l'eau des sources aquifères en amont des vallées et la font circuler par gravité le long de tunnels souterrains jusqu'aux champs cultivés.

la *Huerta de Valencia* en Espagne. En général, ces structures sont très rares ou, lorsqu'elles existent, ne sont pas adaptées à l'échelle d'un problème généré par des extractions intensives permises par les forages. Il est donc peu courant de pouvoir s'appuyer sur ces organisations pour générer une action collective pour la gestion des eaux souterraines.

Les contraintes à la mise en place de ces groupes et leur légitimation sont nombreuses : pas ou peu de tradition de la concertation, volonté de privilégier son intérêt individuel ou de maintenir un statut social lié à l'accès à la ressource en eau, conception de la ressource comme objet privé excluant toute action collective ou intervention des pouvoirs publics, etc. La cohésion de ces groupes se heurte à la diversité des profils (des petits paysans aux

représentants de l'agro-business) et à la légitimité des leaders (parfois auto-désignés). On trouve des situations où le groupement d'usagers ne rencontre pas l'adhésion de l'ensemble de ses membres, voire où plusieurs groupes d'usagers coexistent.

Le périmètre même de ces groupements pose question. Le modèle de « cogestion », qu'il soit constaté ou promu, se transforme parfois en une négociation à huis clos entre les autorités publiques et les usagers directs de l'aquifère. Les véritables espaces de débat et de prise de décision, qui impliqueraient l'ensemble des acteurs et la prise en compte de la diversité des enjeux, y compris les enjeux environnementaux et les générations futures, difficilement représentés dans le débat, ne sont souvent pas mis en place.

3.

Recommandations

Alors que les expériences détaillées précédemment révèlent un certain nombre de difficultés, elles laissent aussi entrevoir des pistes d'action, mobilisant l'ensemble des acteurs. Ces recommandations peuvent être utiles aux pouvoirs publics (de l'échelon local au niveau national) et aux bailleurs de fonds lorsqu'ils soutiennent ces processus, mais aussi à la société civile, voire aux usagers eux-mêmes. Elles constituent un ensemble de recommandations stratégiques visant à un partage des connaissances et à une définition collective des mesures à mettre en œuvre, pour endiguer la surexploitation des eaux souterraines et limiter dès lors les conséquences qui lui sont associées. En outre, des pistes de financement des actions et de renforcement des capacités des différents acteurs sur le long terme doivent être trouvées au cas par cas, et pensées dès l'élaboration des processus proposés ci-dessous.

3.1 – Construire des connaissances et des représentations partagées

Établir une connaissance partagée du fonctionnement des aquifères est un élément primordial. L'altération des interactions naturelles des aquifères avec les eaux de surface et les écosystèmes, du fait des prélèvements, doit être caractérisée afin de prendre en compte l'ensemble des variables, et aboutir à une quantification des ressources disponibles. Il s'agit ensuite d'avoir une estimation des prélèvements effectifs, acceptée socialement et politiquement. Dans ce cadre, il s'agira de bien distinguer les droits d'eau alloués, les prélèvements effectifs et la consommation nette (prenant en compte l'éventuelle infiltration des eaux de drainage). Enfin, la dynamique ressources-prélèvements doit être connue et partagée. L'inertie temporelle des systèmes aquifères vis-à-vis des pressions qualitatives et quantitatives et de leurs éventuelles réductions doit être bien caractérisée également. Les mesures mises en œuvre peuvent

mettre parfois plusieurs dizaines d'années avant de porter leurs fruits, ce qui peut mettre en péril les efforts consentis si cette dynamique est insuffisamment caractérisée. C'est le cas en particulier pour l'intrusion marine dans les aquifères côtiers. Des indicateurs intermédiaires peuvent alors être formulés pour révéler une possible amélioration.

Les modèles de fonctionnement des nappes et les estimations de prélèvements établis sous la responsabilité de l'État ou par des techniciens qui lui sont rattachés sont souvent questionnés par les usagers, qui leur confrontent leur expérience quotidienne de la ressource et de la pénurie. La confrontation entre connaissances scientifiques et connaissances empiriques est nécessaire. Du côté scientifique, il faut mentionner les dispositifs de partage de connaissances au sein de réseaux d'experts et d'organismes présents de l'échelle locale à l'échelle internationale. En ce sens, les travaux de partage de connaissances et de bonnes pratiques au sein d'aquifères transfrontaliers méritent d'être mentionnés, avec l'exemple du Système aquifère du Sahara septentrional (SASS – Algérie, Tunisie et Libye) et les travaux de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS).

Disposer d'un espace institutionnalisé de dialogue (comme illustré par les observatoires dans l'encadré 5) est indispensable pour établir une connaissance et des représentations partagées, fondées sur des outils et des indicateurs de compréhension facilement appropriables. Cet espace doit être à même d'intégrer les nouvelles connaissances et de s'adapter à des conditions changeantes (enjeux climatiques). Discuter d'une représentation commune permet de créer et de renforcer un collectif. Les outils développés grâce aux sciences citoyennes, la mise en place d'observatoires locaux par les gestionnaires ou encore les actions d'éducation, de sensibilisation et de formation peuvent être explorés. Cette représentation partagée facilitera aussi le respect des règles établies collectivement.

Encadré 5 – Les observatoires : des espaces privilégiés de dialogue

Les observatoires sont des dispositifs d'une extrême diversité, dont les missions s'adaptent aux besoins de suivi, dans le temps long, de dimensions jugées importantes pour les acteurs concernés. Dans le cas des eaux souterraines, un tel dispositif doit permettre de localiser les puits et les forages, assurer le suivi des niveaux piézométriques mais aussi des principales variables qualitatives, disposer de sites expérimentaux, faciliter les travaux de modélisation des aquifères, etc. Le centre franco-indien pour la recherche sur les eaux souterraines, basé à Hyderabad en Inde, s'inscrit bien dans cette perspective (Maréchal *et al.*, 2018). Au-delà des aspects strictement hydrologiques, ces dispositifs mettent à disposition une information fine sur les différents types d'écosystèmes présents sur le territoire et leurs relations avec les eaux souterraines, sur les usages et les profils des usagers (notamment d'un point de vue socio-économique), etc. Les indicateurs, les informations cartographiées, mais aussi l'analyse socio-anthropologique et économique figurent parmi la palette d'outils à mobiliser. Enfin, pour rendre ces dispositifs vivants, il importe que ces observatoires puissent alimenter une réflexion continue de la part des usagers et viennent en support à des mécanismes d'échange d'information et de concertation.

3.2 – Promouvoir l'expression de tous les acteurs pour faire émerger les solutions

Le processus de prise de décision concertée doit permettre de contextualiser les solutions plutôt que de proposer des solutions qui pourraient apparaître comme universelles. Les trajectoires historiques des usages et des différents profils d'usagers de la ressource doivent être pris en compte, afin d'identifier notamment ceux qui se sont vus privés d'un accès à cette dernière, du fait de la baisse des niveaux des nappes et qui se retrouvent *de facto* marginalisés. L'élaboration de différents scénarios de référence partagés entre les acteurs permet d'éclairer la prise de décision. En particulier, il est important de comprendre la dynamique de l'agriculture entrepreneuriale, en comparaison avec celle associée aux usages traditionnels, en procédant à l'élaboration de scénarios alternatifs.

Les diagnostics partagés doivent pouvoir notamment porter sur les notions de « risque » et de « crise ». Certains aquifères surexploités sont dans une telle situation de déficit qu'il apparaît peu probable, même en cas d'arrêt immédiat des pompages, que l'on parvienne à revenir aux niveaux

piézométriques antérieurs à moyenne échéance. Il convient donc d'intervenir le plus en amont possible, dès la détection de signes avant-coureurs d'une crise à venir.

Le dévoilement des impacts environnementaux et sociaux de l'exploitation des eaux souterraines, à l'égard des acteurs concernés, peut contribuer à définir une trajectoire de réduction des prélèvements qui soit négociée. *A contrario*, la seule volonté des autorités publiques de préserver une ressource commune ne produit souvent pas les effets escomptés.

Ainsi, élargir le débat au-delà de la limite d'extraction à fixer permet de générer un changement sur la base d'un ensemble d'éléments socio-économiques. En effet, le seul souci de préservation des ressources souterraines ne permet pas le changement. Des intérêts divergents s'affrontent et appellent à des processus de négociation assurant l'inclusion de tous les acteurs, y compris les communautés d'ayants droit (voir l'exemple des Niayes dans l'encadré 6). Ce sont alors les enjeux politiques, économiques ou sociaux, tout autant que les enjeux environnementaux, qui motivent la recherche d'une gestion durable.

Encadré 6 – La mise en place de plans locaux de gestion intégrée des ressources en eau : le cas des Niayes au Sénégal²

Au Sénégal, dans la zone des Niayes, correspondant au littoral entre Dakar et Saint-Louis, l'État, avec l'appui de l'ONG Gret, met en place des plateformes locales de l'eau sur les territoires communaux pour faire face à la dégradation des eaux souterraines. Après deux ans de concertation, les acteurs locaux partagent un diagnostic et la vision d'une gestion durable et équitable des ressources en eau. Ils ont également choisi leur mode de gouvernance et élaboré des plans locaux de gestion intégrée de ces ressources, lesquels ont fait l'objet de protocoles d'accords signés entre les plateformes, la direction ministérielle et les maires des territoires concernés, puis ont été approuvés par les sous-préfets. Cette approche territoriale et résolument démocratique émane d'une volonté politique d'expérimenter une gestion intégrée des ressources en eau locale, selon un processus d'articulation des échelles plutôt que descendant. Il reste toutefois à garantir les prérogatives de ces plateformes via une réforme du cadre législatif – en cours – leur attribuant les missions qui sont, pour l'heure, seulement inscrites dans leurs statuts associatifs. En outre, la représentativité des acteurs locaux et l'équilibre des rapports de force au sein des plateformes méritent encore d'être interrogés.

3.3 – S'appuyer sur des communautés d'usagers pour partager les responsabilités

La formation de communautés d'usagers (auto-organisation d'irrigants ou impulsion externe) est un préalable à la gestion de la ressource. Elle n'est toutefois pas suffisante et nombre d'enjeux liés aux eaux souterraines se débattent dans des espaces de discussion situés à d'autres niveaux. Intégrer à

ces espaces les citoyens, mais aussi les usagers exclus de la ressource, est également un point de vigilance à mentionner. L'État doit ainsi réformer son approche et ses outils de régulation pour intégrer ces espaces de négociation. Renforcer les moyens humains (effectifs et compétences) s'avère dès lors indispensable, avec, par exemple, l'intervention de médiateurs légitimes aux compétences reconnues.

Selon la maturité des communautés d'usagers, certaines responsabilités peuvent leur être confiées en échange d'engagements (voir l'exemple de *La Mancha Oriental* en Espagne dans l'encadré 7). Cette gestion concertée qui, pour bien fonctionner, nécessite cependant qu'un chef de file soit reconnu comme étant légitime, permet de mettre en place des dispositions propres et des instruments économiques incitatifs, mais également de faire jouer pleinement toute la gamme des instruments réglementaires et de les rendre effectifs sur le terrain.

Une des responsabilités accordées peut consister en la définition du mode d'allocation de la ressource, une fois le niveau global de prélèvements établi. Il peut arriver aussi que toute demande de nouveau droit d'extraction passe par le groupement d'usagers qui doit le valider avant qu'il ne puisse être soumis aux autorités publiques. Cette autonomie peut renforcer l'adhésion et le respect du niveau de prélèvements. Le cas échéant, des instruments de répartition de l'eau plus « flexibles » tels que des marchés de l'eau ou l'allocation d'un droit collectif à une communauté d'irrigants peuvent impliquer un taux d'utilisation des droits d'eau plus élevé, car les irrigants qui n'auraient pas utilisé leur droit d'eau individuel, pour de multiples raisons, peuvent le transférer à d'autres. En outre, le contrôle peut ne plus être seulement le fait des pouvoirs publics et peut alors impliquer les usagers ou du moins faire émerger un sens de responsabilité commun.

L'intégration des usagers dans la sphère de la décision et du compromis peut enfin s'appuyer sur un ensemble intégré de solutions combinant des mesures concernant la gestion des eaux souterraines et la mobilisation de ressources additionnelles (eaux superficielles, ou issues de la réutilisation, dessalement), mais aussi des actions d'appui au développement agricole. Cette démarche globale peut permettre à la fois de retrouver l'équilibre hydrique à court terme et de s'assurer que des mécanismes de gestion sont en place pour le long terme.

2 <https://www.gret.org/projet/recherche-action-sur-la-gestion-integree-des-ressources-en-eau-dans-les-niayes/>

Encadré 7 – Organisation et « autocontrôle » des irrigants de *La Mancha Oriental* (Espagne)

L'aquifère de *La Mancha Oriental* est exploité pour l'irrigation d'environ 100 000 ha de céréales, légumes et vignes. Contribuant naturellement au débit du fleuve Júcar qui le traverse, ces volumes prélevés impactent les écosystèmes aquatiques et la pérennité de l'irrigation traditionnelle en aval (environs de Valence). L'organisation des irrigants sous forme d'une association d'usagers ayant réduit les extractions de l'ordre de 25 % pour faire face à cette situation est notable. Cela résulte en particulier d'un contrôle réciproque des irrigants et de mécanismes de sanction, établis en lien avec les autorités. Celles-ci ayant un interlocuteur reconnu peuvent aussi plus facilement établir des mesures de restriction lors de sécheresses, telles que des compensations économiques en échange de réduction des prélèvements. Ce succès relatif (les impacts environnementaux étant toujours importants) peut s'expliquer par la démarche ascendante des irrigants et le « capital social » local ou encore par le changement de certaines pratiques agricoles, mais aussi par certains éléments « externes » pouvant remettre en cause l'aspect spontané, tel que l'effet dissuasif de la déclaration officielle de surexploitation de l'aquifère voisin de *La Mancha Occidental* par les autorités ou l'apport additionnel d'eau de surface. [Source : en partie d'après Molle et Closas, 2020.]

3.4 – Renforcer l'appréhension de l'eau souterraine comme patrimoine commun et élaborer un projet de territoire

Sortir d'une vision dominante de l'eau souterraine considérée comme un capital naturel à exploiter aux seules fins du développement économique, portée par une dynamique d'intensification agricole, s'avère indispensable. En contraste, définir ce qui constitue un patrimoine commun entre des acteurs hétérogènes aux intérêts parfois antagonistes contribue à la négociation du partage et de la gestion de l'eau souterraine. Les solutions techniques et économiques discutées collectivement doivent découler des accords passés par le collectif social à différents niveaux.

Promouvoir les initiatives donnant sens à cette démarche de patrimonialisation de l'eau souterraine (en priorisant la préservation des zones humides par exemple, dans un souci de prise en compte des enjeux à long terme) permet de discuter collectivement des problèmes afin de trouver des solutions qui s'éloignent d'une conception de l'eau qui serait assimilée à une marchan-

dise. Cela suppose d'avoir aussi conscience de l'aspect crucial de l'accès aux eaux souterraines pour certains groupes vulnérables comme moyen de subsistance et facteur de sortie de la pauvreté. Or le développement de l'agro-business, souvent appuyé par les États, exclut certains collectifs de l'accès à l'eau souterraine et néglige les conséquences environnementales de son mode d'exploitation intensif.

Les instruments et règles issus de la concertation doivent être légitimés et portés politiquement au niveau local afin d'accroître la garantie d'une gestion durable des eaux souterraines. Il convient alors d'impliquer les acteurs publics locaux et les usagers « indirects » dans les décisions relatives à la gestion de la ressource. En ce sens, analyser les enjeux de cette gestion pour le territoire et l'économie locale est un moyen efficace pour faire adhérer les élus locaux et les usagers et, partant, pour élargir le débat au-delà de l'unité hydrogéologique pour appréhender le caractère multifonctionnel des eaux souterraines. La sensibilisation et la communication doivent être dirigées vers la population en général, en particulier lorsque des décisions des élus locaux risquent d'être mal perçues. Des initiatives en ce sens ont été par exemple menées dans le périmètre de la nappe de la Crau en France (cf. encadré 8).

Encadré 8 – Questionner les échelles : l'exemple de la nappe de la Crau en France³

La nappe phréatique de la Crau est localisée dans le sud de la France, dans le département des Bouches-du-Rhône. Couvrant le territoire de la plaine de la Crau, d'une superficie de 550 km², la nappe se situe à des profondeurs très variables (de 6 à 60 m, selon la zone), ce qui a contribué à sculpter les paysages. Elle alimente une vaste zone agricole et maraîchère (la Crau humide) où l'on produit notamment le « foin de Crau ». La plaine abrite également, sur une autre partie appelée Coussoul (la Crau sèche), une riche biodiversité, avec la présence d'une réserve naturelle et d'un site Natura 2000, dans une zone plus aride constituée de steppes. Hormis l'agriculture, les activités économiques qui mobilisent la ressource sont diversifiées, et l'eau de la nappe alimente en eau potable, non seulement les habitants qui vivent dans son périmètre (100 000 environ), mais aussi de très nombreux usagers (170 000) qui vivent à proximité. Cette configuration explique pourquoi ne prendre en compte que le périmètre de la nappe s'avère insuffisant pour identifier les acteurs pertinents qui sont concernés par sa gestion. Les problématiques des différentes zones situées dans le périmètre hydrogéologique de la nappe (Crau sèche et Crau humide), ainsi que celles qui concernent les zones situées en dehors de ce périmètre, sont très différentes. Préservation de l'environnement, soutien à une filière agricole sous signe de qualité, alimentation en eau potable, tous ces enjeux se conjuguent de différentes manières suivant les échelles concernées, mais doivent être appréhendés de concert, dans une optique de préservation de ce patrimoine commun que constitue l'eau souterraine de la Crau.

Les initiatives de promotion des eaux souterraines doivent aussi contribuer à ce que leur gestion soit pleinement intégrée dans les débats concernant le développement territorial et la gestion par bassin, pour que l'ensemble des acteurs locaux les considèrent dans la prise de décision et leur accordent de la valeur. Il importe dès lors de

renouveler le modèle de développement à l'échelle du territoire en s'appuyant sur les collectifs existants. Il s'agit de voir quel projet de territoire « fait sens », en particulier là où il existe un potentiel de développement de l'exploitation des eaux souterraines, comme en Afrique subsaharienne.

3 Source : Syndicat mixte de gestion de la nappe phréatique de la Crau (<https://www.symcrau.com/>)

Conclusion

L'usage de l'eau souterraine en agriculture est motivé par différents facteurs et reflète les imaginaires associés à une ressource réputée abondante et disponible à moindre coût. Cette perception génère des situations de surexploitation à l'égard desquelles les solutions traditionnellement apportées, comme l'application d'outils réglementaires de la part de l'État, souvent lui-même faiblement doté et peu légitimé à l'échelle locale, ou l'augmentation des capacités, ne permettent pas de renverser la tendance.

Des pistes pour améliorer la situation des aquifères en condition de surexploitation, ou pour éviter qu'ils ne le deviennent, peuvent être élaborées. Bien qu'elles ne s'adressent qu'indirectement aux enjeux qualitatifs, elles relèvent d'orientations stratégiques qui pourraient aussi s'appliquer en ce domaine, qui génère des inquiétudes croissantes. Elles ont trait par exemple à l'élaboration de connaissances et représentations partagées, qui font souvent défaut aux propres usagers, mais qui leur permettraient de faire davantage « commun » ou d'établir une meilleure entente et confiance avec les pouvoirs publics. À un autre niveau, il s'agit de s'assurer de l'inclusion de l'ensemble des acteurs dans le processus de décision, y compris ceux qui portent les enjeux liés aux impacts en dehors de l'aquifère, en particulier ceux liés à l'environnement, ou de s'assurer de la reconnaissance de l'eau souterraine comme patrimoine commun et de son rôle dans une perspective générale de développement. Il convient alors d'inscrire l'usage des eaux souterraines en irrigation dans un projet de territoire et de sensibiliser au-delà des usagers de l'aquifère.

Bibliographie

- AMICHI F., S. BOUARFA, C. LEJARS, M. KUPER, T. HARTANI, A. DAOUDI, H. AMICHI et M. BELHAMRA (2015), « Des serres et des hommes : des exploitations motrices de l'expansion territoriale et de l'ascension socioprofessionnelle sur un front pionnier de l'agriculture saharienne en Algérie », *Cahiers Agricultures*, vol. 24, n° 1, p. 11-19.
- COBBING J. et B. HILLER (2019), "Waking a sleeping giant: Realizing the potential of groundwater in Sub-Saharan Africa", *World Development*, Vol. 122, p. 597-613.
- DALIN C., Y. WADA, T. KASTNER et M.J. PUMA (2017), "Groundwater depletion embedded in international food trade", *Nature*, vol. 543, p. 700-704.
- DEL VECCHIO K. (2020), « Gestion des eaux souterraines au Maroc : entre priorités du développement agricole et préoccupations environnementales. Les apports de la science politique », *Note COSTEA*, juillet, 7 p.
- DUMONT A. (2015), *Flows, Footprints and Values: Visions and Decisions on Groundwater in Spain*, doctorado en Geología e Ingeniería Geológica, Universidad Complutense de Madrid, 311 p.
- FAO (2016), *Global Diagnostic on Groundwater Governance*. Groundwater Governance. FAO, Rome, ISBN 978-92-5-109259-0
- FOFACK R., J-P. BILLAUD, M. KUPER et O. PETIT (2018), « Analyse du basculement des modes d'extraction des eaux souterraines dans le Saïss (Maroc). Vers une reconfiguration du monde des eaux cachées? », *Développement durable et territoires*, Vol. 9, n° 2, <https://journals.openedition.org/developpementdurable/12197>
- DE GRAAF I.E.M., T. GLEESON, L.P.H. (Rens) VAN BEEK, E.H. SUTANUDJAJA et M.F.P. BIERKENS (2019), «Environmental flow limits to global groundwater pumping», *Nature*, vol. 574, p. 90-94.
- GUPTA E. (2019), "The impact of solar water pumps on energy-water-food nexus: Evidence from Rajasthan, India", *Energy Policy*, vol. 129, p. 598-609, doi. [org/10.1016/j.enpol.2019.02.008](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.02.008)
- KUPER M., F. AMEUR et A. HAMMANI (2017), "Unraveling the enduring paradox of increased pressure on groundwater through efficient drip irrigation", in: Venot J-P., M. Kuper et M. Zwarteveen (Eds), *Drip irrigation for agriculture: untold stories of efficiency, innovation and development*, Abingdon, Routledge.
- LE VISAGE S. et M. KUPER (2019), « Sous les gölet, les forages. Infrastructures d'irrigation et trajectoires des territoires de l'eau dans la région d'Izmir (Turquie) », *Développement durable et territoires*, Vol. 10, n° 3 | Décembre 2019.
- LOCH A., C.D. PEREZ-BLANCO, E. CARMODY, V. FELBAB-BROWN, D. ADAMSON et C. SEIDL (2020), "Grand theft water and the calculus of compliance", *Nature Sustainability*, <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0589-3>
- MARECHAL J.-C., A. SELLES, B. DEWAN-DEL, A. BOISSON, J. PERRIN et S. AHMED (2018), "An observatory of groundwater in crystalline rock aquifers exposed to a changing environment: Hyderabad, India", *Vadose Zone J.* 17:180076. doi:10.2136/vzj2018.04.0076
- MESSAOUDI I. (2020), « Le mythe de l'irrigation par les eaux souterraines : appropriations et réappropriations de l'espace rural sur la plaine du Saïss au Maroc », working paper, miméo.
- MOLLE F. et A. CLOSAS (2020), "Comanagement of groundwater: a review", *WIREs Water*, vol. 7, n° 1, <https://doi.org/10.1002/wat2.1394>
- NOVO P., A. DUMONT, B.A. WILLAARTS et E. LOPEZ-GUNN (2015), "More cash and jobs per illegal drop? The legal and illegal water footprint of the Western Mancha Aquifer (Spain)", *Environmental Science & Policy*, vol. 51, p. 256-266.
- OSTROM E. (1990), *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press, New-York.
- RICHARD-FERROUJJI A., T.P. RAGHUNATH et G. VENKATASUBRAMANIAN (2018), "Managed aquifer recharge in India: Consensual policy but controversial implementation", *Water Alternatives*, vol. 11, n° 3, p. 749-769.
- RINAUDO J-D. et G. DONOSO (2019), "State, market or community failure? Untangling the determinants of groundwater depletion in Copiapó (Chile)", *International Journal of Water Resources Development*, vol. 35, n° 2, p. 283-304.
- SIEBERT S., J. BURKE, J.M. FAURES, K. FRENKEN, J. HOOGEVEEN, P. DOLL et F.T. PORTMANN (2010), "Groundwater use for irrigation – a global inventory", *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 14, p. 1863-1880.

Liste des sigles et abréviations

AFD	Agence française de développement
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CACG	Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne
CAREP PARIS	Centre arabe de recherche et d'études politiques de Paris
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le Développement
CLERSÉ	Centre lillois d'études et de recherches sociologiques et économiques
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
COSTEA	Comité scientifique et technique eau agricole
CPR	<i>Common Pool Resources</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> (en français : ONUAA, Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
GDA	Groupe de développement agricole
GRET	Professionnels du développement solidaire (anciennement Groupe de recherche et d'échange technologique)
ha	Hectare
INRAE	Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
IRD	Institut de recherche pour le développement
OFOR	Office des forages ruraux (Sénégal)
ONG	Organisation non gouvernementale
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
SASS	Système aquifère du Sahara septentrional (Algérie, Tunisie, Libye)
SYMCAU	Syndicat mixte de gestion de la nappe phréatique de la Crau
UMR	Unité mixte de recherche

Qu'est-ce que le groupe AFD ?

Le groupe Agence française de développement (AFD) met en œuvre la politique de la France en matière de développement et de solidarité internationale. Composé de l'AFD, en charge du financement du secteur public et des ONG, de Proparco, pour le financement du secteur privé, et bientôt d'Expertise France, agence de coopération technique, il finance, accompagne et accélère les transitions vers un monde plus cohérent et résilient.

Nous construisons avec nos partenaires des solutions partagées, avec et pour les populations du Sud. Nos équipes sont engagées dans plus de 4 000 projets sur le terrain, dans les Outre-mer, dans 115 pays et dans les territoires en crise, pour les biens communs – le climat, la biodiversité, la paix, l'égalité femmes-hommes, l'éducation ou encore la santé. Nous contribuons ainsi à l'engagement de la France et des Français en faveur des Objectifs de développement durable. Pour un monde en commun.

Avertissement

Les analyses et conclusions de ce document sont formulées sous la responsabilité de leur(s) auteur(s). Elles ne reflètent pas nécessairement le point de vue officiel de l'Agence française de développement ou des institutions partenaires.

Directeur de publication Rémy Rioux
Directeur de la rédaction Thomas Mélonio
Création graphique MeMo, Juliegilles, D. Cazeils
Conception et réalisation Luciole

Crédits et autorisations

License Creative Commons

Attribution - Pas de commercialisation - Pas de modification

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Dépôt légal 1^{er} trimestre 2021

ISSN 2680-5448 | **ISSN numérique** 2680-9214

Imprimé par le service de reprographie de l'AFD

Pour consulter les autres publications
de la collection Policy Paper :
<https://www.afd.fr/collection/policy-papers>