



Prendre soin de la nappe : quelles possibilités et quelles prédispositions des collectifs d'agriculteurs des oasis de Todgha Ferkla (Maroc) à installer des dispositifs de recharge de la nappe ?

Zeine Zein Taleb^{1,2}, Yassine Khardi³, Guillaume Lacombe⁴, Mostafa Errahj², Marcel Kuper^{4,5}, Zakaria Kadiri¹, Ali Hammani³, Abdelilah Taky³, Nicolas Faysse^{4,5}

¹ Laboratoire LADSI, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Ain Chock, Université Hassan II de Casablanca, Casablanca, Maroc ; ² Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, Meknès, Maroc ; ³ Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc ; ⁴ UMR-G-EAU, Montpellier, France ; ⁵ Université de Montpellier, CIRAD, France.

Contact : elghassem.zeine@gmail.com

Résumé

Dans les oasis de Todgha Ferkla au sud-est du Maroc, les agriculteurs ont recours à la recharge de la nappe comme une réponse innovante afin d'atténuer le déséquilibre entre l'offre et la demande en ressources hydriques. Ce déséquilibre est accentué par les phénomènes de changements climatiques, notamment la sécheresse et par la course accrue vers le pompage par le biais de la mise en place de puits et de forages. Afin d'analyser les attitudes des agriculteurs de la vallée de Todgha Ferkla vis-à-vis de la recharge et d'explorer leur prédisposition à s'approprier et adopter cette innovation, nous avons mené vingt-trois entretiens avec les leaders d'organisations agricoles en charge de la gestion des eaux au sein des oasis de cette vallée. Les résultats montrent que les enquêtés ont une définition sommaire de la recharge englobant à la fois ses finalités, ses fonctions et ses infrastructures, et connaissent les principales techniques de recharge de la nappe. Ils ont des attitudes positives par rapport à la recharge de la nappe et sont prédisposés à adopter les techniques les plus appropriées à leur contexte telles que les bassins de recharge au sein de leurs parcelles et à entretenir les seuils de recharge notamment lorsqu'ils sont intégrés dans la gestion des ouvrages de la recharge. L'implication effective des acteurs des pouvoirs publics et des locaux dans une réflexion collective pourrait garantir les effets positifs, atténuer les effets néfastes de tels dispositifs de recharge de la nappe et soutenir la durabilité de fonctionnement des infrastructures.

Mots clés : attitude, eau souterraine, innovation, oasis, perception, recharge de la nappe, Todgha Ferkla

Introduction

Au Maroc, les ressources en eaux souterraines occupent une place stratégique dans l'agriculture. Selon les données de la direction générale de l'hydraulique du ministère de l'Équipement et de l'Eau (MEE), le potentiel des ressources en eau souterraines est évalué à 4 Milliards m³/an (MME, 2023). Ces ressources représentent 35% des eaux utilisées dans l'agriculture et permettent d'irriguer 620 000 ha (Banque Mondiale, 2023). Cependant les eaux souterraines connaissent une diminution spectaculaire. Cette situation résulte de la raréfaction de ces ressources, exacerbée par le changement climatique, notamment la sécheresse, l'extension des surfaces irriguées (El Meknassi Youssoufi et al., 2024), ainsi que la sophistication des techniques de forage accompagnée d'une baisse des coûts de pompage grâce à l'utilisation de l'énergie solaire (Khardi et al., 2024).

Les oasis de Todgha et Ferkla, situées au sud-est du Maroc dans la région administrative de Drâa-Tafilalet, ne sont pas exemptes de cette problématique. Les données les plus récentes montrent un déséquilibre entre l'offre et la demande en eau d'irrigation dans cette zone hydrogéologique. Ainsi, le déficit est estimé à 35 millions de m³/an au niveau de la nappe de Meski-Boudnib (Mimoun, 2023) et à 15 millions de m³/an au niveau de la nappe de Feija (Ait Mbirik, 2023). À cette réalité déficitaire s'ajoute une course effrénée vers le pompage individuel dans ces oasis (Khardi et al., 2023) qui se manifeste par la multiplication de puits et de forages au sein de nouvelles exploitations agricoles.

Face à l'augmentation des prélèvements, l'une des solutions envisageables, lorsque la porosité et la perméabilité des sols le permettent, est la recharge artificielle des aquifères à partir des eaux de ruissellement. La recharge est rendue

possible grâce aux différents types d'aménagements mis en place par l'État dans le cadre des politiques publiques d'économie de l'eau. Ces infrastructures telles que les bassins de collecte et/ou d'épandage des eaux de crue, seuils en travers de lit d'oued, forages et puits d'injection favorisent l'infiltration des eaux (Helen et Dahlke, 2018 ; de Marsily et Besbes, 2017).

L'efficacité de ces dispositifs comme solution dépend à la fois des caractéristiques du sol, de l'aquifère sous-jacent, de la propension à l'envasement de l'aménagement, de la régularité et du volume des apports hydriques, liés au climat et à l'hydrologie (Lacombe et al., 2017) mais également de la capacité de co-construction des dispositifs sociotechniques de recharge appropriés par les populations locales (Agence de bassin Rhône-Méditerranée Corse, 2022).

Cependant, dans un contexte caractérisé par une forte individualisation pour l'accès aux eaux souterraines (Kuper, 2011), la mise en place de tels dispositifs de recharge n'est ni simple ni évidente. La recharge constitue un système d'innovation, constitué d'une greffe technique dans un système local avec savoirs endogènes (Olivier De Sardan, 1995). Ce système d'innovation dépend à la fois des composantes sociotechniques (Akrich, 1991) et des réseaux d'acteurs (Mahil et Tremblay, 2015). L'adoption et la diffusion de tels dispositifs dépendent de la capacité d'initiatives collectives locales (Benouniche et al., 2011) et de la prédisposition des acteurs à appréhender et de s'approprier de cette innovation.

Le constat sur le terrain des oasis de Todgha Ferkla montre que les dispositifs de recharge sont rares et se limitent à quelques infrastructures étatiques tels que les barrages et les seuils de recharge mis en place par l'État souvent sans implication effective des communautés locales dans leur gestion. De tels

dispositifs sont confrontés à trois difficultés : i) le coût élevé des infrastructures de recharge, ii) le risque de leur envasement dû à l'absence de leur maintenance et iii) la capacité des locaux de mettre en place des institutions et des règles de partage des eaux souterraines. Nous faisons l'hypothèse que la recharge de la nappe dépend d'un effort collectif impliquant tous les acteurs concernés. Cet article examine les possibilités et les prédispositions des collectifs d'agriculteurs à mettre en place et à gérer des dispositifs de recharge au niveau des oasis de Todgha Ferkla.

Vers un engagement collectif dans le système d'innovation autour de la recharge ?

La rareté des ressources en eau dans le contexte oasien de Todgha -Ferkla exige une gestion rationnelle de cette ressource commune. Cette rationalité est liée aux capacités locales d'action collective et de mise en œuvre des arrangements institutionnels en vue de garantir la durabilité des ressources en eau (Ostrom, 1992). Dans ce contexte caractérisé par la raréfaction des ressources en eau, la recharge, comme solution à l'épuisement excessif des eaux souterraines, est appréhendée comme un système d'innovation intégrant la composante technique aux savoirs endogènes locaux (Olivier De Sardan, 1995).

Pour analyser ce système d'innovation, l'approche sociotechnique permet d'appréhender l'objet technique, en l'occurrence la recharge de la nappe, dans son environnement social et institutionnel (Akrich, 1991). Constituant un sujet de controverse dans la vallée, l'émergence et la propagation de cette innovation dépendent du rôle des

acteurs et de leurs réseaux (Mahil et Tremblay, 2015).

Dans une situation initiale du processus d'appropriation et de diffusion de la recharge, la première étape de l'analyse de ce système d'innovation sociotechnique consiste à étudier les attitudes des collectifs d'utilisateurs de l'eau vis-à-vis de la recharge. Les attitudes font référence à un état d'esprit et une disposition envers un objet en l'occurrence de la recharge de la nappe dans notre contexte (Berjot et Delelis, 2014). Elles expriment une prédisposition mentale implicite qui exerce une influence générale sur une large variété de réponses, évaluatives et de conduites. Par les attitudes, les personnes expriment librement leur manière de penser, de voir et d'évaluer les innovations (Girandola et Fointiat, 2016 ; Nuttin, 1972).

Cette fonction évaluative vis-à-vis d'un objet ou d'une innovation peut s'exprimer, ou non, par un avis favorable et par une prise de décision comportementale (Haddock et Maio, 2017). Les attitudes des utilisateurs vis-à-vis de la recharge et les possibilités de leur changement dépendent des composantes cognitives, affectives et conatives qu'ont les utilisateurs par rapport à l'innovation (Maio et Haddock, 2014 ; Essi et Njoya, 2013 ; Ouellet, 1978). Autrement dit, leur niveau de connaissances sur la technique de la recharge, ses points positifs, leur capacité à être convaincus et persuadés par l'utilité de cette technique (Vaidis, 2006) et de leur comportement en matière d'appropriation et d'adoption de la recharge à travers des initiatives individuelles et collectives.

En plus des éléments liés aux attitudes des utilisateurs vis-à-vis de la recharge, la question de diffusion de l'innovation se pose. Elle dépendra de la capacité de mise en réseau des collectifs locaux avec les autres acteurs et de bénéficier de leurs appuis technique et institutionnel.

Zone d'étude

Notre zone d'étude est la vallée de Todgha Ferkla, située dans la région Drâa-Tafilalet au sud-est du Maroc (Fig.1). Encerclée par deux chaînes du Haut Atlas et de l'Anti-Atlas, elle s'étend sur une cinquantaine de kilomètres. En amont de Todgha, les eaux sont abondantes. Les parcelles sont exigües et morcelées avec un système de production à trois étages : le premier constitué du palmier dattier, le second de l'arboriculture et le troisième de la

céréaliculture et des cultures fourragères. En aval, le débit en eau diminue en basse Todgha (Essoufla) et dans la plaine de Ghallil où les superficies agricoles sont plus grandes grâce au recours au pompage. À partir de la moitié des années 2000, la zone a connu l'introduction de l'irrigation localisée avec l'utilisation de l'énergie solaire. À Ferkla, l'eau est plus abondante en amont. Alors qu'en aval, les ressources hydriques dépendent des galeries drainantes « khetaras » tariées dans la majorité et avec des terres peu exploitées.

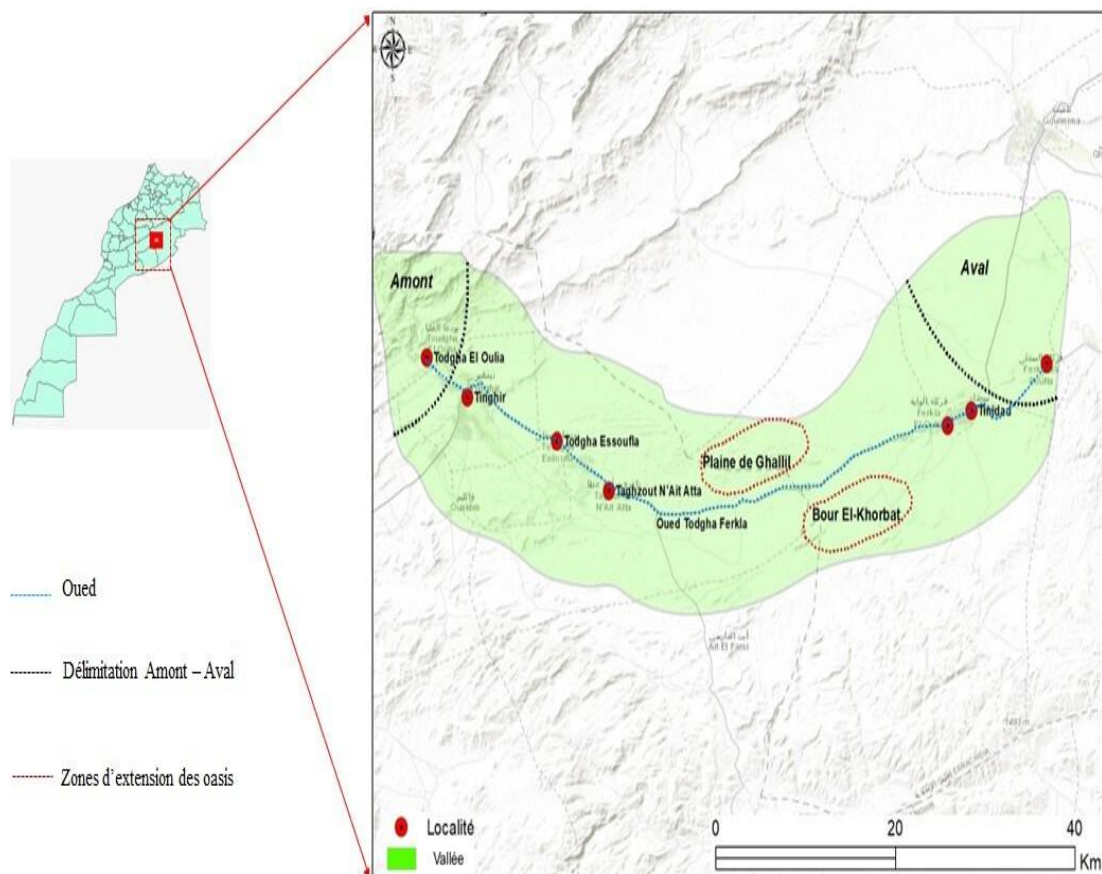


Figure 1. La vallée de Todgha Ferkla, source: Zein Taleb et al., 2024

Méthodologie

De manière aléatoire et suivant leurs prédisposition et disponibilité, nous avons réalisé des enquêtes, en avril 2023, auprès des

leaders de vingt-trois organisations de gestion de l'eau des oasis de Todgha Ferkla. Majoritairement des agriculteurs (91%), il s'agit de présidents, de secrétaires généraux et de membres de 18 Associations des Usagers des eaux agricoles (AUEA) (El Alaoui, 2004), 3

associations de développement et 1 association de nomades qui commence à se sédentariser et s'intéresser à l'agriculture. Ces organisations sont localisées sur la Figure 2.

Nous avons utilisé d'un guide d'entretien semi-directif. Cet outil nous a permis de savoir comment nos enquêtés perçoivent la recharge, quelles sont les différentes techniques de la recharge selon eux, et celles appropriées à leurs contextes. Nous avons aussi discuté des raisons pour lesquelles ils recourent à la recharge, les composantes indispensables pour mettre en place des projets de recharge, les avantages de la recharge de la nappe, leurs dispositions à mettre en place des projets de recharge et leurs besoins en matière d'accompagnement.

Afin de mesurer les attitudes des enquêtés vis-à-vis de la recharge, nous avons eu recours à l'utilisation d'une échelle de Likert. Elle constitue un outil adéquat pour mesurer les attitudes d'un groupe à l'égard d'un thème sur la base de formats de réponses par rapport à des variables (items) liées à ce sujet (Batterton et Hale, 2017). Notre échelle est formée de seize items. Sur la base des entretiens exploratoires sur le terrain, ces items ont été regroupés en cinq dimensions liées à la recharge (Tableau 1). Nous avons alterné des items favorables et défavorables. Pour chaque item, nous avons retenu trois formats de réponses : d'accord, indifférent /neutre et pas d'accord.

Enfin, en nous entretenant avec le porteur, décédé par la suite, d'un cas concret de recharge artificielle par le biais de deux bassins, nous avons analysé la perception des acteurs vis-à-vis de la recharge artificielle de la nappe. Cet exemple a été l'objet d'une étude scientifique sur la recharge (Khardi et al., 2022).

Après leur dépouillement, les données de guide d'entretien ont fait l'objet d'une analyse

descriptive et de contenu. Pour l'analyse de l'échelle, un score est calculé pour chaque individu en fonction des réponses fournies par rapport aux seize items. Les réponses sont pondérées en fonction de la nature de réponse: 3 points pour une adhésion, 2 points pour une indifférence/neutralité et un point en cas de désaccord. Après cette étape, ce qui est appelé un pas est calculé. Il sert à faire la différence entre les bornes des intervalles des scores. Dans notre cas, le pas est égal au score maximal enregistré (=somme des scores (d'accord+ neutre + désaccord)) auquel on soustrait le score minimum et on le divise par 3, correspondant aux possibilités de réponses. Le score maximal est de 46 et le minimum est 34 et de ce fait, le pas est égal à 4.

Ainsi, trois classes sont constituées : celle des attitudes positives dont l'intervalle est formé du score maximum et du score maximum moins le pas [46-42]. Cela signifie que si une personne a un total de réponse pondéré supérieur ou égal à 42 par rapport à l'ensemble des items, il est favorable à la recharge de la nappe. Puis, les attitudes conflictuelles dont l'intervalle est constitué du score maximum moins le pas et le score minimum plus le pas [42-38]. Cela signifie que les individus ayant un score inférieur à 42 et supérieur ou égal à 38 sont des gens qui n'ont pas encore pris de décision par rapport à la recharge. Enfin les attitudes négatives dont l'intervalle est borné entre le score minimum plus le pas et le score minimal [38-34]. Ces individus ne sont pas du tout convaincus par la recharge.

Cette démarche constitue la phase initiale d'un processus d'accompagnement des acteurs locaux pour la mise en place des dispositifs de recharge de la nappe. Son objectif est d'appréhender la perception initiale qu'ont les leaders de ces organisations de cette innovation, puis de tracer les pistes de réflexion des actions à mener ultérieurement.

Tableau 1. Dimensions et items de l'échelle de Likert vis-à-vis de la recharge de la nappe.

Dimensions	Items
Nécessité de la Recharge Artificielle (RA) pour la zone	La RA de la nappe est une solution à la sécheresse dans un contexte aride
	Dans cette zone, il n'y a pas de nécessité de mettre en place des sites de RA
	La situation hydrique actuelle nécessite la mise en place des sites de RA
Collectif/individuel/organisation collective	L'existence d'un collectif est une condition nécessaire pour réussir la RA
	L'organisation collective n'est pas nécessaire pour la mise en place RA
	Les expériences individuelles sont mieux que les initiatives collectives
Avantages de la RA	La RA ne permet pas une meilleure valorisation des sols.
	La RA permet une meilleure valorisation culturale.
	La RA permet d'améliorer le revenu des agriculteurs.
Conditions de faisabilité de la RA	Les petits agriculteurs ne peuvent pas mettre en place des bassins de recharge artificielle
	La RA demande un grand investissement
	Le foncier constitue un facteur de blocage des sites de RA
	Les bassins de RA ne sont pas faisables dans la palmeraie traditionnelle
	La RA peut se faire uniquement dans les terres d'extension
Besoin d'accompagnement	L'accompagnement juridique et institutionnel est nécessaire pour RA
	L'accompagnement technique n'est pas indispensable dans la mise en place de la RA.

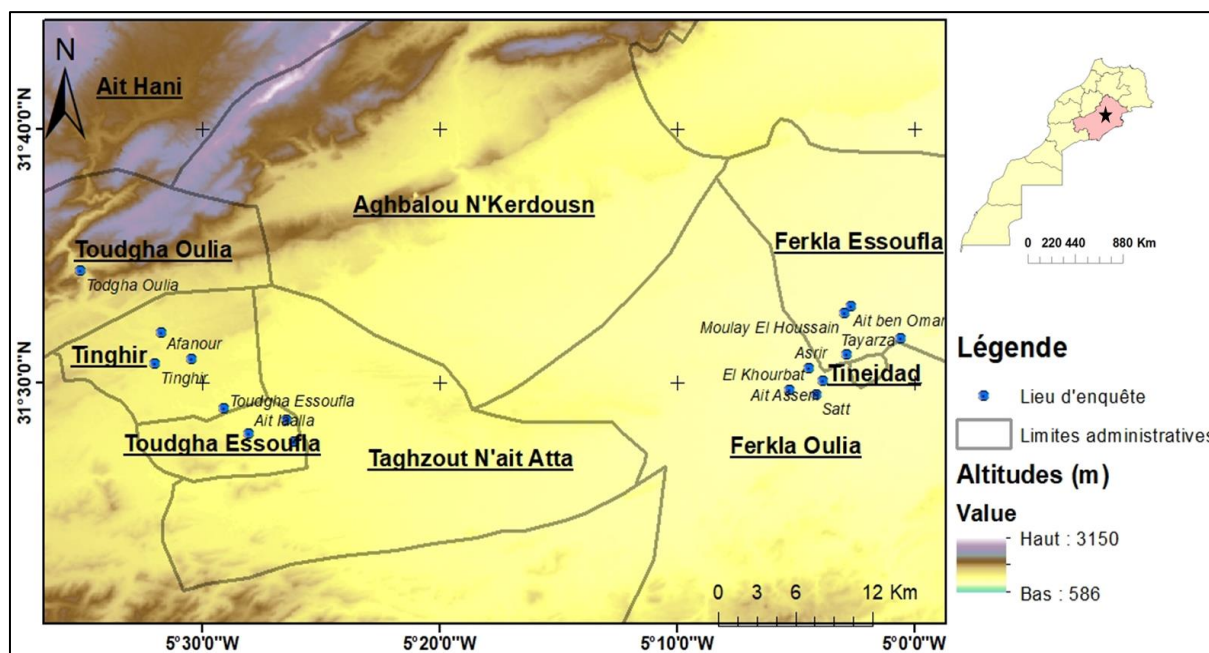


Figure 2. Localisation des organisations enquêtées

Résultats

Dans ce qui suit, en premier lieu, nous examinerons les connaissances des enquêtés sur la recharge: comment ils définissent cette innovation, quelles techniques de recharge ils connaissent et lesquelles ils estiment les plus appropriées à leur contexte. En second lieu, à travers une expérience de recharge artificielle de la nappe à Tinjdad, nous analyserons leur perception par rapport à la recharge. Enfin, nous étudierons leurs attitudes à l'égard de la recharge.

Connaissances sur la recharge de la nappe

Sans faire référence à une définition précise, exacte et juste, nous avons demandé aux enquêtés de définir ce qu'est la recharge de la nappe à leurs yeux.

Les résultats montrent que 22% ne connaissent pas la recharge. Parmi les 78 % ayant des connaissances sur la recharge, nous distinguons trois catégories de définitions de la recharge.

Une première catégorie perçoit la recharge comme solution : 17% des enquêtés définissent la recharge comme une solution à «la sécheresse » dans une zone aride, aux « problèmes de manque d'eau » et enfin comme une adaptation à la situation hydrique de la zone : *« Pour moi, la recharge est une adaptation et une façon à anticiper le manque d'eau à travers la rétention des eaux de crues »* (secrétaire général d'une AUEA, Ferkla Oulia).

La seconde catégorie (65% des enquêtés) définit la recharge comme un moyen d'alimenter la nappe par le « stockage » des eaux de crues, par la « rétention » des eaux de pluie, et par « l'exploitation des eaux de surface » afin de permettre à ces eaux de s'infiltrer et d'augmenter par conséquent le niveau de la

nappe et d'alimenter les khetaras (galeries drainantes). *« La recharge de l'aquifère est le processus par lequel les eaux de surface (pluie, crue) sont utilisées pour alimenter la nappe »* (leader d'AUEA, Todgha Oulia).

Enfin, une dernière catégorie (26% de notre échantillon) définit la recharge par le biais des infrastructures mises en place par l'État et dans certains cas par quelques agriculteurs de la zone. Il s'agit de « seuils » de recharge, de « barrages collinaires », de « bassins » ou « puits » de recharge. *« La recharge est un processus qui se fait lors des eaux de crues et après la pluie ou par les seuils de recharge qui permettent le ralentissement des eaux et la recharge artificielle et naturelle de la nappe »* (leader d'AUEA, Ferkla Essoufla).

La grande majorité des enquêtés ont des connaissances sur ce qui est une recharge. 65% reconnaissent son rôle dans l'alimentation de la nappe par le biais des infrastructures de recharge (26%) et estiment qu'elle constitue une solution (17%) dans un contexte oasien aride caractérisé par la raréfaction de la ressource en eau, accentuée par les changements climatiques.

Pour les techniques de recharge de la nappe, les enquêtés font référence à des infrastructures mises en place par l'État : 59% connaissent les barrages collinaires ; 32% font référence aux seuils de recharge ; le même pourcentage évoque les grands barrages. Alors que 18% d'enquêtés font référence à des infrastructures portées par les agriculteurs telles que les bassins de recharge qui peuvent être naturels ou artificiels. Les cas artificiels sont plutôt cités à Tinjdad où quelques habitants connaissent un exemple de recharge mis en place dans deux exploitations de feu Abdelkader ou dans des exemples dans la zone d'Erfoud. 14% des enquêtés pensent aux structures telles que : digues écrêteuses, barrages souterrains, puits de recharges,

digues de dérivation sur l'oued et l'épandage des eaux de crues.

En mettant l'accent plus sur la recharge artificielle et dans une vision engageante, les enquêtés ont été invités à identifier les structures les plus appropriées à leur contexte. Ils citent en premier lieu les barrages collinaires (41% des enquêtés) puisqu'ils demandent pour eux « moins d'entretien », permettent un « ralentissement de l'eau pour irriguer plus » et assurent une « bonne recharge » de la nappe. Puis, les seuils de recharge (32%), car ils assurent « une meilleure recharge locale », permettent « d'augmenter le débit des puits » et sont « mieux adaptés à la zone ». Les enquêtés trouvent que les bassins de recharge (14%) permettent une « meilleure infiltration des eaux à l'échelle locale » et une « meilleure valorisation » des eaux à l'échelle de l'exploitation agricole. Les structures d'épandages des eaux de crue (9%) permettent « une bonne irrigation » et assurent en même temps « une infiltration des eaux dans la nappe ». Pour 9%, les digues de dérivation sur l'oued sont appropriées, car elles sont déjà expérimentées dans la zone et n'entraînent pas « une perte » de terrains de parcelles. Enfin viennent les grands barrages (5%) et les barrages souterrains (5%). Les premiers permettent de « stocker » une grande quantité et un « large bénéfice » pour plus d'agriculteurs et les derniers permettent une « grande recharge de la nappe ».

L'examen de la connaissance des enquêtés montre une perception hétérogène vis-à-vis de la recharge. La deuxième catégorie définit la recharge par rapport à son effet sur la nappe souterraine. La première catégorie la définit plutôt par rapport à un besoin de manque de ressources en eau dans le contexte saharien. La dernière catégorie la perçoit par rapport aux effets des infrastructures sur la disponibilité des ressources en eau et par le ralentissement des cours d'eau permettant d'irriguer plus

grâce aux eaux de crues. Les enquêtés affichent (voir section suivante) une prédisposition à mettre des techniques appropriées, collectivement lorsque l'appui technique et financier des acteurs de pouvoirs publics est assuré.

Perception à travers un cas pratique : l'expérience d'Abdelkader, une recharge artificielle de la nappe par deux bassins à Tinjdad

Dans cette partie, nous faisons un état des lieux de la perception que se font les acteurs interviewés de la recharge de la nappe. Nous nous servons d'un cas concret de la recharge artificielle par le biais d'installation de deux bassins de recharge au sein de deux exploitations agricoles à quelques kilomètres de la ville de Tinjdad. Il s'agit de l'expérience de Feu Abdelkader. Né en 1945, Abdelkader a émigré en France à l'âge de 21 ans pour travailler dans le domaine de construction de bâtiments. S'identifiant comme agriculteur à la naissance, il a choisi comme projet la plantation de palmiers dattiers trois ans après sa retraite en 2002. En 2005, il retourna à Tinjdad. Le capital financier qu'il a épargné durant son séjour en France lui a permis d'investir dans deux fermes agricoles. Il s'est servi de ses connaissances dans le domaine de l'agriculture depuis qu'il fut enfant pour installer ses exploitations agricoles.

Pour Abdelkader, le recours à la recharge artificielle de la nappe a émané d'un constat de diminution accrue du niveau piézométrique de la nappe : « *Je n'ai pas attendu la catastrophe, j'ai agi. Je me suis renseigné sur la procédure à faire, j'ai présenté une demande à l'Agence du bassin hydraulique à Errachidia, laquelle m'a accordé son avis favorable ; après 15 jours elle a validé l'autorisation parce qu'il n'y a pas eu de contestation* ».

Il a mis en place deux bassins de recharge. Le premier en 2012 (Photo 1) et le second en 2017 (Photo 2). Le premier, de 2 ha, sert à stocker de l'eau et contribue à l'irrigation d'une partie de sa première exploitation de 12 ha. Le second, de 16 ha, joue les mêmes fonctions pour la seconde exploitation de 113 ha.

Cette innovation constitue pour lui une forme de résilience pour continuer à faire de l'agriculture dans un contexte difficile : *« grâce à la recharge, je suis encore là et j'exerce mes activités, plusieurs amis à moi ont quitté le domaine, car il n'y a plus d'eau ; ceci est dû aux changements climatiques. Dans le temps, les pluies étaient plus régulières ; il y a 4 ans on a eu 21 crues durant 1 mois, cela devient de moins en moins régulier. La profondeur de la nappe est passée de 9 m en 2007 à 40 m en 2022 »*. Pour lui, les deux bassins de recharge jouent trois fonctions au sein des exploitations : i) ils constituent une source d'irrigation, ii) ils rechargent la nappe et iii) constituent un moyen d'amendement et d'enrichissement des sols parce que les eaux de crues charrient le fumier des troupeaux de nomades. Pour Abdelkader, deux facteurs sont marquants dans le processus de mise en place du dispositif de recharge : i) le site de recharge nécessitant une superficie très importante pour stocker l'eau de crue, compte tenu du relief très peu marqué et de la grande surface de la palmeraie à irriguer et ii) le coût de mise en place du bassin de recharge.



Photo 1. Bassin de recharge de l'exploitation de 12 ha © Khardi Yassine



Photo 2. Bassin de recharge de l'exploitation de 113 ha © Khardi Yassine

Cet exemple pose la question de la faisabilité de la recharge artificielle sur d'autres exploitations agricoles sachant que le cas d'Abdelkader est particulier de par la taille de son exploitation et les moyens financiers dont il dispose. Trois des 22 des leaders enquêtés connaissent l'expérience du feu Abdelkader. Pourtant, 78% de nos enquêtés sont prédisposés à mettre en place une technique de recharge de la nappe. Parmi cette catégorie, 94% pensent adopter cette innovation

collectivement. 6% pensent qu'ils sont capables d'installer individuellement des dispositifs tels que les petits bassins de recharge ou des diguettes pour la rétention des eaux au sein de leurs exploitations. Un leader avance qu'une démarche individuelle exige des moyens financiers conséquents. « *Pour nous, la recharge d' Abdelkader est un cas particulier, car il a les moyens et dispose d'une propriété privée* » (Membre d'une AUEA, Ferkla Oulia).

L' exemple d'Abdelkader est connu également dans la vallée de Todgha : « *je connais bien l'exemple d'Elhaj Abdelkader, il permet de stocker l'eau, d'irriguer, de recharger et d'amender les sols et de les rendre plus fertiles* » (agriculteur, Todgha Essoufla). D'ailleurs, un autre agriculteur de Todgha a mis en place une petite expérience de recharge sur son exploitation de 13 ha grâce à une petite diguette pour retenir les eaux de crues suite à une sécheresse accrue en 2022. « *cette année la sécheresse était remarquable, cela se ressent au niveau de la profondeur de la nappe. J'avais besoin de l'eau, au lieu de laisser les eaux de crues passer vers l'aval dans l'oued, j'ai les ai retenues pour irriguer ma ferme* » (agriculteur, plaine de Ghallil).

Limites et contraintes de mise en place de dispositifs de la recharge

Dans leur processus d'adoption de la recharge de la nappe, les enquêtés sont confrontés à des limites et contraintes restreignant la concrétisation de leur prédisposition à mettre en place des dispositifs de recharge.

Le premier facteur limitant est financier. Pour eux, les dispositifs de recharge sont très onéreux. À celui-ci s'ajoutent les problèmes liés à la faible organisation et l'absence d'un engagement collectif. 26% trouvent que l'absence d'esprit collectif constitue un obstacle à la mise en place de la recharge. Puis, le foncier, notamment le morcellement des terrains et leur exigüité ainsi que leur position

géographique par rapport aux oueds et cours d'eau ne permettant pas toujours d'installer des infrastructures de recharge de nappe pour les agriculteurs non riverains des cours d'eau. Ils considèrent qu'un effort de sensibilisation et d'accompagnement est nécessaire pour la mise en place de la recharge (22%). La sécheresse et le manque d'eau constituent un blocage pour 17% des enquêtés. 13% pensent que la population locale n'a pas suffisamment de connaissances techniques sur la recharge, d'autres font référence aux conflits sociaux (7%) et au changement de types d'activités entraînant l'abandon de l'agriculture (4%).

Besoins pour le dépassement des limites et contraintes

Pour dépasser ces entraves, les enquêtés estiment avoir besoin des moyens financiers (48%), d'études techniques de la zone (26%), de matériels et infrastructures adaptés (seuils, bassins, digues, etc.) (22%), d'un accompagnement de la part de l'État (22%), de prédisposition locale favorable (9%), d'une prise de conscience collective de la nécessité de passer à ce genre d'innovation (9%) et enfin de mécanismes de gestion des conflits autour de l'eau (4%) et le remembrement des terres.

Attitudes des enquêtés vis-à-vis de la recharge artificielle de la nappe

Dans cette partie, nous présentons la perception des enquêtés par rapport aux seize items que nous avons constitués dans l'échelle de Likert (Figure 3), puis leurs attitudes vis-à-vis de la recharge (Figure4).

Les enquêtés sont conscients de l'intérêt de la recharge dans leur contexte aride, caractérisé par la sécheresse et le manque de précipitations. Ils pensent que : i) les agriculteurs de petites exploitations peuvent s'approprier et adopter la recharge artificielle, ii) la mise en place des dispositifs de recharge passe nécessairement par l'organisation dans

le cadre d'un collectif sous forme d'une organisation professionnelle agricole ou d'une association, iii) la mise en place de dispositifs de recharge demande un accompagnement juridique, institutionnel et technique. Les enquêtés reconnaissent les effets positifs de la recharge. Ils sont unanimes que la recharge permet une meilleure valorisation culturelle et du coup d'augmenter le revenu des agriculteurs. 50% pensent que la recharge valorise les sols.

Les enquêtés trouvent que les dispositifs de recharge sont plus adaptés avec les terres d'extension lorsque leur statut juridique le permet. Ces terres étant majoritairement collectives. Pour eux, les terres au sein des oasis historiques (traditionnelles) sont morcelées et exigües. À titre d'exemple, un

leader d'une AUEA avance que « l'expérience avoisinante que nous avons vue est un cas particulier de par les moyens dont le propriétaire dispose, mais également sa propriété privée des terres. Ici nous sommes dans des terres collectives dont le statut est complexe. Nous disposons uniquement d'un droit d'usufruit et de jouissance». Cette même remarque a été avancée par Abdelkader qui pour lui la dimension du foncier est pesante : « Pour la mise en place de la recharge, on pourrait regarder le ratio entre la surface du bassin collecteur de crues et la surface de la palmeraie à irriguer, compte tenu du relief qui conditionne la hauteur de l'ouvrage de stockage, et donc le volume (capacité de stockage), ici l'existence d'une surface importante pour la mise en place d'un bassin compte».

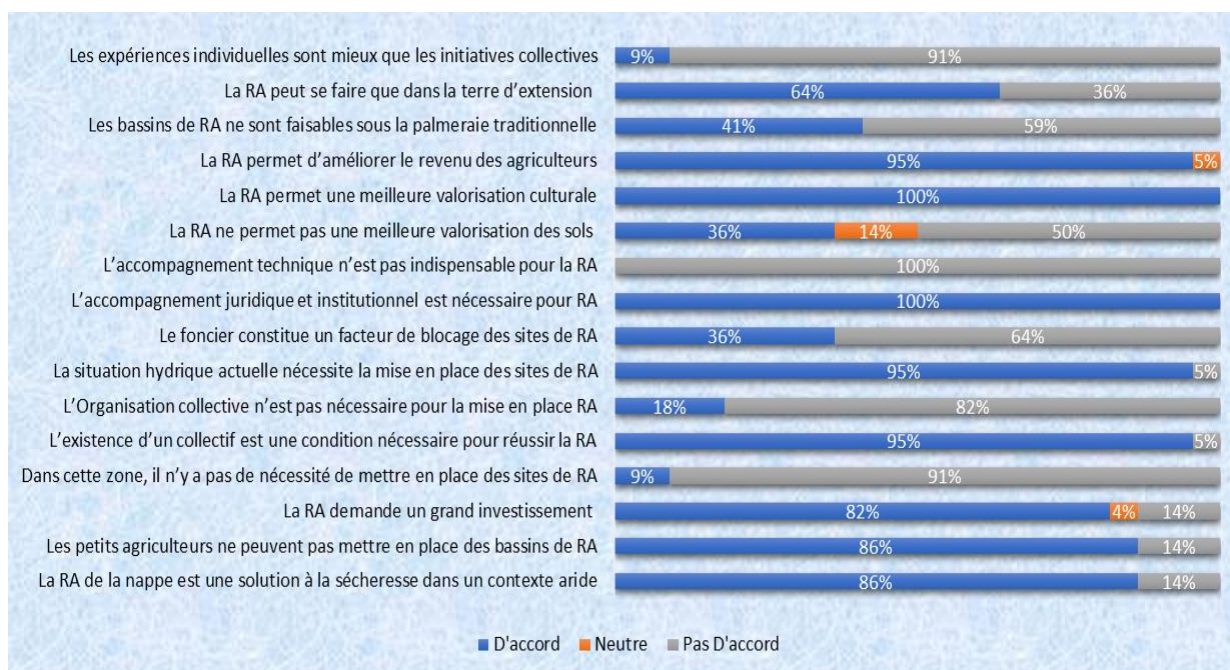


Figure 3. Perceptions des enquêtés par rapport aux items

Après avoir passé en revue la perception des enquêtés, il convient de s'intéresser à leurs attitudes.

La Figure 4 présente les trois classes d'intervalles constituées sur la base d'analyse d'échelle de Likert. Nous constatons que la majorité des agriculteurs ont des attitudes

conflictuelles par rapport à la question de la recharge, suivis de ceux ayant des attitudes positives et enfin une minorité a une attitude négative. Étant donné que les attitudes conflictuelles demeurent non tranchées, nous nous concentrons plutôt sur les attitudes positives et négatives. Les 7 leaders (sur 22) ayant des attitudes positives par rapport à la recharge sont en majorité des agriculteurs, bien positionnés au sein de leurs organisations et engagés dans des actions de développement. Ils occupent des postes intéressants dans leurs organisations ; ils sont souvent présidents et de fois des secrétaires généraux. Il s'agit des agriculteurs avec un niveau d'instruction élevé, des instituteurs et des émigrés ayant une grande expérience dans la mise en place des organisations collectives et

portent souvent des actions de développement, de sensibilisation et d'accompagnement sur la question de gestion de l'eau dans leurs territoires. Ils ont des connaissances sur la recharge, car ils la définissent par rapport à sa finalité, notamment l'alimentation de la nappe. Cette catégorie est en contact permanent avec les administrations et est ouverte à toutes innovations et à la recherche de partenariat pour leurs structures. Ces gens ont des exploitations entre 1 et 10 ha. Pour ceux ayant des attitudes négatives (2/22), il s'agit des agriculteurs de petites exploitations agricoles (entre 0,5 et 1 ha). Ils n'ont pas de connaissances bien établies sur la recharge et la définissent par les infrastructures dont ils ont entendu parler.

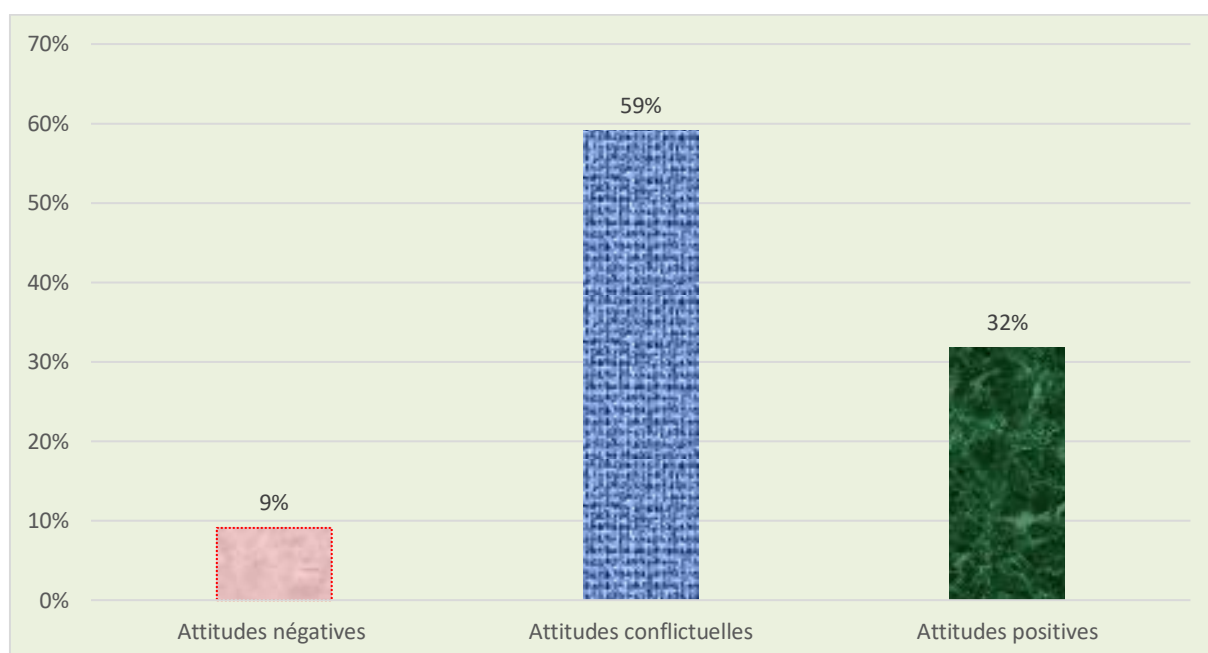


Figure 4. Attitudes des enquêtés vis-à-vis de la RA

Un des collectifs enquêtés a un projet en discussion et est actif dans cette question de recharge en faisant recours à l'irrigation par épandage des eaux de crues. Il s'agit de l'AUEA de la tribu Ait Ifrah qui se situe au niveau de la commune de Tinjdad. Créée en 2004, elle compte environ 1500 adhérents et gère un périmètre irrigué alimenté par trois canaux

« séguias » d'irrigation avec des prises d'eau sur deux oueds. Elle utilise les eaux de crues pour l'irrigation des terres collectives de la tribu par épandage. Les membres de cette AUEA réussissent à faire drainer les eaux de crues provenant des rivières « Oueds » de Tengerfa et de Ferkla.

Le collectif est conscient de l'intérêt de la mise en place d'une expérience collective pour la construction de seuils ou de bassins de recharge. Deux sites ont été choisis. Le premier se trouve au niveau de l'intersection des deux oueds de Tengerfa et de Ferkla. Pour ce site, le leader de l'AUEA a déjà procédé à des demandes de financement pour la construction et la mise en place des infrastructures de recharge. « *Pour ces deux oueds, en 2009, nous avons introduit deux demandes de financement. Une à l'Agence nationale de développement des zones oasiennes et de l'arganier (ANDZOA) pour le site desservi par l'oued Tengerfa et l'autre à l'Office régional de mise en valeur agricole de Tafilalet (ORMVAT), également la même année pour le site de l'oued Ferkla.* (Leader d'une AUEA, Ait Ifrah).

Le second site est sur l'Oued Ferkla. L'AUEA a également déposé une demande auprès de l'Agence de bassin hydraulique (ABH) Guir-Ziz-Rhéris en 2009 pour la construction de deux bassins en cascade à l'amont de la prise d'eau des séguias qui alimentent les zones d'épandage de crue. « *En nous inspirant d'une expérience que nous avons visitée à Zaïda (province de Midelt), nous avons également introduit une demande de financement auprès de l'ABH. Elle est accompagnée d'une proposition technique. Le coût estimé de ces deux barrages est de 2 millions de dh avec une proposition de contribution des agriculteurs à hauteur de 10% du coût global. Ces bassins ont une fonction de stockage et de recharge* ». (Leader d'une AUEA, Ferkla Oulia).

Discussion

Les leaders des collectifs des usagers de l'eau sont conscients de l'intérêt de la recharge de l'aquifère pour prendre soin des eaux souterraines dans le contexte oasien de Todgha Ferkla. Quelques exemples individuels sont mis en place et d'autres collectifs sont en cours de discussion. Cependant, la multiplication future de ce genre d'exemple, surtout individuellement, n'est pas sans conséquences sur la durabilité des ressources en eau.

Quelques recherches dans d'autres contextes ont mis en évidence que la multiplication de puits et forages peut avoir un effet négatif sur les ressources en eau (Fofack et al., 2018). La multiplication des bassins de recharge au long des lits de l'oued Todgha Ferkla peut accentuer la pression sur les eaux et déclencher le conflit amont - aval. La mise en place des projets collectifs (Mohamed et al., 2015) suivant une approche participative et inclusive au sein de toute la vallée pourrait aider dans cette projection future soucieuse de la gestion durable des ressources en eau au sein de la vallée de Todgha Ferkla (Khardi et al., 2024).

Le contexte particulier des enquêtes qui a coïncidé avec les précipitations dans la zone a contribué dans la constitution des attitudes favorables, voire mitigées des enquêtés par rapport à la recharge de la nappe et de ses effets. D'autres recherches similaires ont montré que cette prédisposition positive nécessite un rôle important de l'État et un vrai dialogue avec les acteurs locaux afin de mieux « encadrer » cet enthousiasme et d'accompagner les collectifs d'irrigants vers une gestion rationnelle des ressources en eau (Bekkar et al., 2009). Dans le contexte particulier de Todgha Ferkla, d'autres acteurs, notamment les bailleurs de fonds (Zein Taleb et al., 2024) en collaboration avec le ministère de

l'Agriculture mettent en place des projets dans le domaine de gestion durable des ressources en eau. La convergence des efforts est importante dans ce travail d'ensemble.

Enfin comme système sociotechnique, la recharge est constituée d'une composante technique et d'autres sociales. Le rôle du réseau d'acteurs dans la diffusion et la transformation de la technologie est important et peut même transformer son essor (Benouniche et al., 2014). L'accompagnement sur le long terme par les pouvoirs publics par le biais de formations et de visites de terrain est un élément clé dans le processus d'adoption et de diffusion de ce système d'innovation. De tel accompagnement pourrait limiter les effets pervers de la recharge.

Conclusion

Les résultats de notre recherche montrent que les enquêtés ont des connaissances initiales sur la recharge de la nappe à travers ses fonctions, ses finalités et ses infrastructures (Helen et Dahlke, 2018). Quelques expériences concrètes de recharge ont été mises en place dans les oasis de Todgha Ferkla. Les processus d'adoption et de diffusion d'innovation dans le domaine agricole sont souvent complexes, car ils englobent à la fois des composantes techniques et sociales (Roussy et al., 2015). Si nos résultats montrent que la partie sociale affichée est plutôt favorable à une telle innovation, d'autres facteurs tels que les caractéristiques hydrogéologiques de l'aquifère, le climat notamment les précipitations et l'évapotranspiration jouent un rôle important dans ce processus. (Lacombe et al., 2017).

Dans le contexte oasien de Todgha Ferkla caractérisé par une course effrénée vers la surexploitation de la nappe par le pompage (Khardi et al., 2023), les mécanismes de

recharge de la nappe constituent l'un des moyens pour prendre soin de celle-ci et assurer sa résilience et sa durabilité. Dans cette discussion, la dimension individuelle/collective se pose de manière légitime. Nos résultats montrent que la majorité des enquêtés s'inscrit plutôt dans une démarche collective. Malgré les nombreuses difficultés pour sa mise en place, cette démarche collective est reconnue par ailleurs comme une solution pour recharger la nappe et gérer les eaux souterraines (Aubriot, 2006).

Dans sa conception plus large, la recharge de la nappe est une affaire de tous les acteurs impliqués dans la gestion de l'eau. L'implication effective des communautés locales, à travers les Associations d'irrigants ou toutes autres organisations intervenant dans la gestion de l'eau qui peut porter cette innovation, constitue une solution équitable et pourrait contribuer à la durabilité de la gestion des ressources hydriques (Hamdane, 2014).

Cette recherche a constitué la phase initiale d'un processus d'accompagnement des acteurs locaux pour la mise en place de la recharge de la nappe. Son objectif était d'appréhender la perception initiale qu'ont les leaders de ces organisations de cette innovation, puis de tracer les pistes de réflexion des actions à mener. Les résultats obtenus permettent de construire une réflexion globale par rapport aux possibilités et prédispositions des organisations collectives enquêtées à s'approprier et d'adopter la recharge artificielle de la nappe. Cependant d'autres activités, notamment l'organisation de formations et de visites des expériences pilotes au profit des collectifs d'agriculteurs, permettront de renforcer leurs connaissances par rapport à la recharge et de concrétiser leur prédisposition de mise en place des dispositifs de recharge. La prise de conscience de la particularité de chaque zone est un élément clé dans la réussite de ce processus.

Remerciements

Cet article a été réalisé dans le cadre du projet MASSIRE (2019-2024, www.massire.net), financé par le Fonds International de Développement Agricole et les institutions partenaires.

Cette recherche s'est effectuée dans le cadre d'un processus participatif. Nous tenons à remercier les institutions locales (ANDZOA, ORMAVA (O/T), l'ABH -GZR et la province d'Errachidia et de Tinghir) pour leur appui précieux ayant permis de faciliter ce travail.

Références

- Agence de bassin Rhône-Méditerranée Corse, 2022. [Les techniques de recharge maîtrisée d'aquifères : des solutions envisageables pour la constitution de ressources de substitution dans le cadre des PTGE.](#)
- Ait Mbirik A, 2023. [Gestion durable des eaux souterraines dans les zones oasiennes : Cas de la nappe de Feija.](#) Congrès international des oasis et du palmier dattier (CIO). Ouarzazate, 29 -30 mai.
- Akrich M, 1991. L'analyse sociotechnique. In Vinck D, *La gestion de la recherche*, pp.339-353. Ed. De Boeck. ffhalshs-00081727.
- Aubriot O, 2006. [Baisse des nappes d'eau souterraine en Inde du Sud : forte demande sociale et absence de gestion de la ressource.](#) *Géocarrefour* 81(1) :83-90.
- Banque Mondiale, 2023. [Maroc - Rapport sur le Climat et le Développement du Pays \(CCDR\). Note Technique :Pénurie d'eau et sécheresses.](#)
- Batterton KA, Hale KN, 2017. [The Likert Scale What It Is and How To Use It.](#) *Phalanx* 50(2): 32-39.
- Bekkar Y, Kuper M, Errahj M, Faysse N, Gafsi M, 2009. [On the difficulty of managing an invisible resource: farmers' strategies and perceptions of groundwater use, field evidence from Morocco.](#) *Irrigation and Drainage* 58: 252-263.
- Benouniche M, Errahj M, Kuper M, 2014. [The Seductive Power of an Innovation: Enrolling Non-conventional Actors in a Drip Irrigation Community in Morocco.](#) *The Journal of Agricultural Education and Extension* 22(1): 61–79.
- Benouniche M, Kuper M, Poncet J, Hartani T, Hammani A, 2011. [Quand les petites exploitations adoptent le goutte-à-goutte : initiatives locales et programmes étatiques dans le Gharb \(Maroc\).](#) *Cahiers Agricultures*, 20(1-2) : 40–47.
- Berjot S, Delelis G, 2014. *27 grandes notions de psychologie sociale.* Dunod, Paris, 236 p.
- De Marsily G, Besbes M, 2017. [Les eaux souterraines.](#) *Annales des Mines-Responsabilité et environnement* 86 : 25-30.
- El Alaoui M, 2004. [Les pratiques participatives des associations d'usagers de l'eau dans la gestion de l'irrigation au Maroc : étude de cas en petite, moyenne et grande hydraulique.](#) Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée Rabat, Maroc.
- El Meknassi Youssoufi E, Hammani A, Kuper M, EL Amrani M, 2024. [Surexploitation des eaux souterraines : la plaine de Berrechid en quête d'un changement de gouvernance.](#) *Alternatives Rurales.* 24 p.
- Essi MJ, Njoya O, 2013. [L'Enquête CAP \(Connaissances, Attitudes, Pratiques\) en Recherche Médicale.](#) *Health sciences and Disease* 14 : 2.
- Fofack R, Billaud J-P, Kuper M, Petit O, 2018. [Analyse du basculement des modes d'extraction des eaux souterraines dans le Saïss \(Maroc\).](#) *Développement durable et territoires* 9 :2.
- Girandola F, Fointiat V, 2016. Le concept d'attitude. In Girandola F, Fointiat V (Eds), *Attitudes et comportements : comprendre et changer*, Presses universitaires de Grenoble, pp. 7-30.
- Haddock G, Maio G, 2017. [Attitudes.](#) *The Wiley-Blackwell Encyclopedia of Social Theory* 1–3.

- Hamdane A, 2014. La gestion des ressources en eau souterraines (nappes et aquifères) comme biens communs : cas de la Tunisie. In *Synthèse régionale sur l'approche économique de la gestion de la demande en eau en Méditerranée*. SCET-Tunisie.
- Helen E, Dahlke et al., 2018. Managed aquifer recharge as a tool to enhance sustainable groundwater management in California: Examples from field and modeling studies. In Friesen J, Rodríguez-Sinobas L (Eds.), *Advances in Chemical Pollution, Environmental Management and Protection*, pp. 215-275. Elsevier.
- Khaldi Y, Guillaume L, Dewandel B, Hammani A, Taky, Bouarfa S, 2024. [Conjunctive use of floodwater harvesting for managed aquifer recharge and irrigation on a date farm in Morocco](#). *Irrigation and Drainage* : 1-13.
- Khaldi Y, Zein Taleb Z, Imache A et al., 2024. [Penser la gestion de l'eau à l'échelle territoriale dans les oasis du Maroc : le cas de Ferkla](#). *Alternatives Rurales* numéro spécial Oasis.
- Khaldi Y, Lacombe G, Kuper M, Taky A, Bouarfa S, Hammani A, 2023. [Pomper ou disparaître : le dilemme du renforcement des khetaras par le pompage solaire dans les oasis du Maroc](#). *Cahiers Agricultures* 32: 1.
- Khaldi Y, Lacombe G, Dewandel B, Taky A, Maréchal JC, Hammani A, Bouarfa S, 2022. [Managed groundwater recharge at the farm scale in pre-Saharan Morocco](#). IAHS-AISH Scientific Assembly, Montpellier, France.
- Kuper M, 2011 [Des destins croisés : regards sur 30 ans de recherches en grande hydraulique](#). *Cahiers Agricultures* 20: 16-23.
- Lacombe G, Douangsavanh S, Vongphachanh S, Pavelic P, 2017. [Regional Assessment of Groundwater Recharge in the Lower Mekong Basin](#). *Hydrology* 4(4) : 60.
- Mahil A, Tremblay D G, 2015. Théorie de l'acteur-réseau. In Bouchard F, Doray P, Prud'homme J (Eds.), *Sciences, technologies et sociétés de A à Z*. Presses de l'Université de Montréal.
- Maio GR, Haddock G, 2014. *The Psychology of Attitudes and Attitude Change*. Sage Ed, Londres.
- Mimoun J, 2023. [Gestion durable des eaux souterraines dans les zones oasiennes : Cas de la nappe, Meski-Boudnib : Contrat de gestion participative de la nappe](#). Congrès international des oasis et du palmier dattier (CIO). Ouarzazate, 29 -30 mai.
- Ministère de l'Équipement et de l'Eau du Maroc, 2023. [L'hydraulique en chiffres](#).
- Mohamed Z, Faysse N, Errahj M, Bekkari L, El Amrani M, 2015. [Grille d'analyse de la maturation de projets collectifs de conversion à l'irrigation localisée : application dans des oasis du Maroc](#). *Revue canadienne d'études du développement* 36(4) : 484-498.
- Nuttin Jr J, 1972. Changement d'attitude et role playing. In Moscovici S (Ed.), *Introduction à la psychologie sociale. Tome I*. Maison des sciences de l'homme (MSH), Paris.
- Olivier De Sardan JP, 1995. Une anthropologie de l'innovation est-elle possible ? In De Sardan (Ed.), *Anthropologie et développement Essai en socio-anthropologie du changement social*, pp. 77-97. Karthala, Paris.
- Ostrom E, 1992. *Governing the Commons : The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press.
- Ouellet A, 1978. [Analyse du concept attitude : du concept théorique au concept opératoire](#). *Revue des sciences de l'éducation* 4(3) : 365-374.
- Roussy C, Ridier A, Chaib K, 2015. [Adoption d'innovations par les agriculteurs : rôle des perceptions et des préférences](#). *Working Paper SMART – LERECO* n°15.
- Vaidis D, 2006. [Attitude et comportement dans le rapport cause-effet : quand l'attitude détermine l'acte et quand l'acte détermine l'attitude](#). *Linx* 54 : 103-111.
- Zein Taleb Z, Kadiri Z, Errahj M, Kuper M, Burte J, Faysse N, 2024 – sous presse. [Structures d'opportunités et leadership : analyse de l'action collective dans les oasis de la vallée de Todgha Ferkla \(Maroc\)](#). *Cahiers Agricultures*.