

# PRENONS SOIN DE NOS NAPPES EN FACILITANT LEUR RECHARGE : UN APPEL POUR RENDRE LE SYSTÈME OASIEN DURABLE

## NOTES POUR DE NOUVELLES PISTES DE RÉFLEXION ET D'ACTION

Pour contribuer à la durabilité des écosystèmes oasiens maghrébins, il est nécessaire d'avoir **des systèmes de recharge de la nappe pérennes, inclusifs et concertés**

## POURQUOI PRENDRE SOIN DES NAPPES ?

La durabilité des oasis repose largement sur la disponibilité et la gestion efficace de l'eau souterraine mobilisée à partir de puits, de forages, ou bien de galeries de drainage des eaux souterraines dans les pays d'Afrique du Nord.

Cependant, les nappes subissent une pression croissante due à l'augmentation des prélèvements par le pompage. De plus, dans le contexte des changements climatiques, les crues qui permettaient de recharger ces nappes et d'irriguer les oasis deviennent de plus en plus irrégulières et soudaines, entraînant des défis supplémentaires pour la gestion de l'eau.

De plus, en milieu aride, les eaux de crues s'évaporent très vite si elles ne s'infiltrent pas. **Les nappes constituent une source précieuse d'eau à l'abri de l'évaporation, mais elles nécessitent une gestion pondérée pour garantir leur pérennité.**

Prendre soin des nappes peut passer par la mise en place de dispositifs capables de les recharger de manière efficace. Dans les oasis du Maghreb, plusieurs ouvrages de recharge de la nappe ont été installés par les agriculteurs (collectivement ou individuellement) ou par l'Etat.

Il s'agit notamment de barrages collinaires, de seuils de recharge et des puits capteurs.

Ces ouvrages se heurtent dans certains cas à des problèmes de gestion et de fonctionnement et peuvent avoir un « effet rebond ». Car s'ils prolifèrent sans une gestion concertée, ils peuvent conduire, lorsque leur nombre devient plus grand, à des changements importants des flux d'eau et un déséquilibre entre l'amont et l'aval des bassins versants.

**Auteurs :** Yassine Khardi<sup>1,2</sup>, Amine Saidani<sup>1,2,3</sup>, Zeine Zein Taleb<sup>4,5</sup>, Guillaume Lacombe<sup>1,6</sup>, Abdelilah Taky<sup>1</sup>, Ali Hammani<sup>1</sup>, Ahmed Benmihoub<sup>3</sup>, Marcel Kuper<sup>6</sup>, Nicolas Faysse<sup>6,7</sup>

<sup>1</sup> Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc; <sup>2</sup> L'institut Agro-Montpellier, UMR G-EAU, Montpellier, France; <sup>3</sup> Centre de Recherche en Économie Appliquée pour le Développement (CREAD), Algérie; <sup>4</sup> Laboratoire LADSIS, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Ain Chock, Université Hassan II de Casablanca, Casablanca, Maroc; <sup>5</sup> Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès, Meknès, Maroc; <sup>6</sup> Cirad, UMR G-Eau, Montpellier, France; <sup>7</sup> Institut National Agronomique de Tunisie, Tunisie.

# QU'EST CE QUE C'EST LA RECHARGE DE LA NAPPE ? COMMENT FAIT-ON ET POURQUOI EN FAIRE ?

De manière générale, la recharge de la nappe peut être définie comme le processus de transfert de l'eau de surface vers la nappe souterraine.

Cette recharge peut être naturelle via les lits des oueds et les précipitations ou artificielle. Cette dernière fait référence à l'injection intentionnelle d'eau dans les aquifères afin de permettre un usage ultérieur ou de produire des avantages environnementaux.

La recharge artificielle se fait par le biais d'installations d'ouvrages tels que les bassins de rétention des eaux de crue ou des puits capteurs.

Cela peut garantir l'approvisionnement en eau potable ou en irrigation durant les mois sans pluviométrie et améliorer les caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines.

## La recharge artificielle peut être réalisée grâce à différents types d'aménagements

### ■ Les bassins de collecte ou d'épandage des eaux de crue

Ces aménagements sont généralement installés de manière individuelle par des agriculteurs, souvent à la tête d'exploitations agricoles modernes ayant accès au réseau hydrographique et disposant des moyens financiers nécessaires pour installer et entretenir individuellement l'ouvrage.



Bassin de collecte des eaux des crues

### ■ Les seuils sur les lits des oueds

Cette pratique peut être privative ou réalisée par l'Etat sur les lits majeurs des oueds. Les seuils servent à ralentir les crues afin de favoriser l'infiltration et/ou de mieux maîtriser le partage des eaux superficielles.



Seuil de recharge de la nappe

## ■ L'épandage des eaux de crues pour l'irrigation

Ce système consiste à apporter des doses d'eau importantes aux parcelles irriguées suite à un événement de crue. En se référant aux droits d'eau ancestraux (qui définissent la position de la digue sur le lit de l'oued et sa hauteur ainsi que les modalités de distribution de l'eau), l'Etat au Maroc intervient pour améliorer et renforcer le réseau d'épandage des eaux de crues. En Algérie dans les oasis de Ghardaïa, ce sont les *Umana Essail* (gardiens de l'eau) qui régissent et maintiennent ces réseaux.



Digue d'épandage des eaux de crues



Epandage de crue dans l'oasis de Beni Isguen (Ghardaia)

## ■ Les barrages collinaires

Contrairement aux aménagements mentionnés ci-dessus, observés généralement en zone de plaine, les barrages collinaires requièrent une zone de vallée pour être installés. Ces barrages ont pour objectif le stockage de l'eau pour recharger la nappe par infiltration depuis la retenue du barrage. Aucun lâcher d'eau n'est prévu depuis ces barrages.



Barrage collinaire



## ■ Les barrages inféroflux (ou souterrains)

Il s'agit d'ouvrages enterrés dans le lit d'oued pour retenir les eaux de la nappe inféroflux. Ils ont pour fonctionnalité la rétention des eaux souterraines dans des formations géologiques moyennant un parafouille (cloison étanche souterraine). Ces ouvrages permettent ainsi de stocker l'eau à l'abri de l'évaporation et sans submersion du terrain en dessus de l'ouvrage.

## ■ Les puits capteurs

Cette technique consiste à injecter l'eau des crues dans des puits afin de recharger la nappe phréatique. Le choix de l'emplacement du puits capteur est primordial. Dans certains cas, il se fait par des essais sur différents puits et sur plusieurs années. La technique nécessite la présence de formations géologiques poreuses et les opérations d'entretien des puits s'avèrent nécessaires.



Puits d'injection

Ouvrage	Qui construit	Qui gère	Caractéristiques techniques	Exemple de lieu d'existence
<b>Bassin de collecte des eaux de crues</b>	Agriculteurs	Agriculteurs	Bassin en terre pour stocker les eaux de crues équipé d'une prise d'eau sur l'oued	Tinejdad et la plaine de Ghallil (Maroc)
<b>Seuil sur les lits majeurs des oueds</b>	Etat (Agence de Bassin Hydraulique - ABH et Agence Nationale de Développement des Zones Oasiennes et de l'Arganier - ANDZOA) et agriculteurs oasiens	Communauté oasienne ou personne dans certains cas	Digue sur le lit majeur de l'oued avec une hauteur moins d'un mètre	Ferkla (Maroc) Ghardaïa (Algérie)
<b>Epanchage des crues d'eau pour l'irrigation</b>	Etat (Office Régional de Mise en Valeur Agricole - ORMVA) et agriculteurs oasiens	Associations d'Usagers des Eaux agricoles (établie en superposition aux associations traditionnelles Jmaas/ <i>Umana essail</i> )	Digue sur le lit majeur de l'oued et réseau de transport et de distribution	Todgha et Ferkla (Maroc) Ghardaïa (Algérie)
<b>Barrage collinaire</b>	Etat (la promotion nationale) et communauté oasienne	Communauté oasienne et commune	Une retenue d'eau construite en zone de vallée	Alnif (Maroc) Ghardaïa (Algérie)
<b>Barrage inféroflux (ou souterrain)</b>	Etat (ORMVA au Maroc, Secteur de l'hydraulique en Algérie)		Seuil en béton assez profond	Alnif (Maroc) Tamanrasset et Laghouat (Algérie)
<b>Les puits capteurs</b>	Propriétaire privé	<i>Umana essail</i>	Puits avec ouverture pour l'injection des eaux de crue	Ghardaïa (Algérie)

# QUELQUES EXEMPLES DE LA RECHARGE

Dans la vallée du M'zab dans la région de Ghardaïa, la communauté locale s'est installée dans la région au XI<sup>e</sup> siècle, et a conçu et construit un ingénieux système de recharge des aquifères et de gestion de l'eau.

Ce système visait à capter l'eau de surface du cycle hydrologique (0 à 3 crues soudaines annuelles et ruissellement local) et à l'intégrer dans des boucles d'utilisation d'eau locale.

Ce système de recharge est assuré par un ensemble de structures dédiées au transport (seguias, canaux, tunnels, etc.), au partage (distributeurs, digues, prises d'eau, etc.), et au stockage de l'eau de surface dans les aquifères (digues, barrages, puits de captage).

Les puits, partagés par différents utilisateurs, garantissent une utilisation modérée des eaux souterraines stockées. **Le fonctionnement et l'entretien de ces infrastructures sont assurés par des institutions sociales ancestrales.**

Dans les nouvelles extensions agricoles, situées en amont des anciennes oasis, certains agriculteurs aménagent des ouvrages inspirés des pratiques traditionnelles, à savoir la construction d'une petite retenue collinaire pour stocker l'eau ruisselée des talwegs, la dérivation de l'eau de l'oued vers l'exploitation agricole à des fins d'irrigation et la recharge de la nappe phréatique avec l'injection des eaux de crues dans des puits capteurs.



Canal d'amenée au puits d'injection

Malgré les avantages que ces infrastructures hydrauliques offrent pour l'intérêt collectif des agriculteurs de ces extensions, notamment en ce qui concerne la recharge de la nappe phréatique, ce périmètre irrigué, situé en amont de l'oasis est considéré comme problématique par certains gestionnaires de l'eau dans l'ancienne oasis.

**Selon eux, l'eau utilisée pour l'irrigation et la recharge des nappes phréatiques dans la zone en amont utilise une partie de l'eau qui alimentait depuis des siècles l'ancienne palmeraie située plus en aval.** Ceci montre que le recours progressif aux pratiques de recharge séculaires dans les nouvelles extensions agricoles pose de nouvelles questions au niveau local.

Au Maroc, **les agriculteurs de Ferkla pratiquent l'épandage des eaux de crues depuis plusieurs siècles.** Cette technique consiste à détourner partiellement les eaux de crue grâce à des digues d'épandage et de les distribuer suivant un système basé, jadis, sur une organisation sociale ancestrale orchestrée par la communauté locale, la Jmaâ. Cette organisation a évolué vers une forme institutionnalisée dans le cadre des Associations des Usagers des Eaux Agricoles.

Cette technique persiste encore dans certaines oasis où l'organisation sociale des irrigants ne fait pas défaut.

Récemment **quelques expériences individuelles de recharge artificielle de la nappe ont été mises en place par des agriculteurs.** Ils aménagent une partie ou toutes leurs exploitations agricoles afin de stocker les eaux de ruissellement passant à côté de leurs exploitations agricoles. Ils peuvent mettre en place des bassins ou des berges en terre encerclant toute l'exploitation, permettant ainsi la rétention des eaux de crues qui alimentent des palmiers dattiers et s'infiltrent pour recharger la nappe sous-jacente.

Par ailleurs, **les dispositifs de recharge installés par l'Etat constituent souvent un grand investissement technique et financier** sans pour autant qu'il ait une implication effective des communautés locales dites "bénéficiaires" de ces infrastructures. Ces dispositifs étatiques se heurtent actuellement souvent à des défaillances de fonctionnement. L'approche techniciste adoptée par l'Etat n'a pas été accompagnée par une appropriation institutionnelle (organisation et règles de gestion) des dispositifs de recharge par ses bénéficiaires qui sont majoritairement non impliqués lors de la conception et l'installation de ces ouvrages.





## COMMENT ALLER VERS UNE RECHARGE DURABLE ?

La recharge de la nappe est une manière d'en prendre soin et de sauvegarder les eaux souterraines.

C'est une pratique difficile à maintenir face à l'augmentation massive au cours des dernières décennies de l'accès individuel aux eaux souterraines (menant souvent à un déstockage de la nappe dépassant le flux de sa recharge), aux interventions de l'État parfois contradictoires (encouragement de l'extension agricole basée sur le pompage, construction des barrages en amont des oasis et renforcement des systèmes d'irrigation ancestraux) et aux profits individuels attractifs.

La recharge est liée à des valeurs et normes telles que la préservation et le partage qui sont nécessaires pour améliorer, restaurer et maintenir les aquifères en vue de leur utilisation raisonnée.

Les initiatives communautaires ou individuelles en Algérie représentent des sources d'inspiration pour des formes de gouvernance des eaux souterraines écologiquement durables et socialement équitables, même dans des situations particulièrement difficiles.

Au Maroc, les initiatives de recharge de la nappe représentent des formes locales d'adaptation au manque d'eau.

Toutefois, l'ensemble de ces initiatives restent déconnectées l'une par rapport aux autres et devraient être réfléchies à l'échelle du bassin versant pour tenir compte des disparités amont-aval d'accès à l'eau.

## QUELQUES ENJEUX

Dans la mise en place des dispositifs de recharge de la nappe, des enjeux techniques et organisationnels se posent.

Nous notons à titre d'exemples :

- **L'envasement des ouvrages de recharge de la nappe par les alluvions** : en absence des opérations d'entretien permanentes, les performances de ces ouvrages diminuent et leur durabilité est mise en question. Ainsi, un dispositif de recharge de la nappe devrait être approprié par ses bénéficiaires en les impliquant dans les différentes étapes de tout projet de recharge.

- **La disparité d'accès à l'eau entre l'amont et l'aval** : l'effet cumulé de la multiplication des dispositifs locaux de recharge de la nappe le long d'un oued va avoir un impact sur les flux d'eau à une échelle plus large.

- **La qualité de l'eau** : les aspects de qualité ne sont pas à négliger, notamment si la nappe est rechargée avec une eau contaminée (déjections de troupeaux, trop plein de stations d'épuration). Si les nappes sont souvent essentiellement utilisées pour l'irrigation, elles ont aussi un rôle majeur comme ressource pour l'eau potable.

## PENSER UNE GESTION SYSTÉMIQUE ET DURABLE

Le choix technique de l'ouvrage est la pierre angulaire de tout projet de recharge de la nappe. Ce choix doit tenir compte du contexte hydrogéologique et hydromorphologique de la zone. Mais, surtout, la viabilité d'un tel projet est intimement liée à son entretien. **Les questions relatives à qui assure cet entretien, à quelle fréquence et par quel moyen, doivent être abordées dès la conception du projet.**

De plus, la réussite d'un projet de recharge de la nappe est liée à son appropriation par les bénéficiaires finaux en l'occurrence les agriculteurs oasiens. Ces agriculteurs devraient apporter leurs connaissances locales du terrain dès les étapes primaires du projet et contribuer également à la gestion et la maintenance de l'ouvrage mis en place.

Il est recommandé de s'appuyer sur les organisations institutionnelles existantes telles que : 1) les organisations traditionnelles de gestion communautaires (Jmâa ou Azaba) et celles spécifiques à l'eau comme les Umana Essail ; 2) les associations et coopératives actives dans la gestion de l'eau à usage agricole.

D'un autre côté, les études techniques et la recherche scientifique devraient être mises en avant afin d'évaluer les potentiels en eau de surface et souterraine réellement existants pour quantifier et modéliser les changements des flux d'eau actuels et futurs. De surcroît, le problème d'envasement qui réduit significativement l'efficacité de l'ouvrage peut être anticipé dès la phase de conception de l'ouvrage et de mise en œuvre des projets : i) des vannes de vidange de fond peuvent être prévues sur les digues et les bassins d'infiltration; ii) les associations et/ou coopératives peuvent assurer le suivi et être responsabilisées dans la gestion et l'entretien de ces ouvrages.

**Certaines communautés utilisent les sédiments retenus par ces barrages pour amender les sols pauvres, ce qui leur permet d'entretenir le barrage tout en mettant à la disposition des agriculteurs des amendements naturels.**



L'étendue d'une nappe donnée ne correspond pas en général aux limites d'une oasis, d'une association des usagers de l'eau voire d'une collectivité territoriale. Ainsi, les riverains d'un ouvrage de recharge ne seront pas systématiquement les seuls bénéficiaires. D'un autre côté, il est nécessaire de chiffrer la capacité de recharge de la nappe assurée par les ouvrages mis en place et de mener un bilan d'eau de surface et souterraine à l'échelle du bassin versant afin de mieux objectiver les flux d'eau à l'échelle du bassin. De ce fait, compte tenu de la prédisposition des collectifs, le recours à des projets de recharge collectifs à une échelle territoriale s'avère une piste holistique pour organiser et coordonner la recharge de la nappe.

Enfin, la recharge artificielle de la nappe représente une stratégie de renforcement de l'offre en eau. Cette stratégie ne peut réussir sans une politique de gestion de la demande en eau qui est en augmentation effrénée dans ces contextes arides. **Ainsi, les prélèvements d'eau à partir des nappes devraient être contrôlés et limités.**

# UN APPEL À L'ACTION

Pour que la nappe phréatique continue à subvenir à nos besoins, toutes les parties prenantes (pouvoirs publics, agriculteurs, membres de coopératives ou associations) doivent travailler ensemble pour assurer une gestion durable de cette ressource vitale.

**Il est opportun d'évoluer vers une gestion participative des projets de recharge de la nappe impliquant et responsabilisant les communautés locales, plutôt que de se limiter à des méthodes purement centrées sur les techniques.**

D'un côté, l'État peut apporter ses appuis techniques, logistiques, financiers et scientifiques, tandis que les usagers locaux peuvent contribuer par leur organisation sociale et leur savoir-faire.

Finalement, les nappes ne peuvent pas être régénérées et préservées par leurs recharges seulement mais avec une limitation et un contrôle de leurs déstockages.

Cette synergie entre les différents acteurs garantirait une exploitation équilibrée et durable de la nappe, assurant ainsi sa pérennité pour les générations futures.



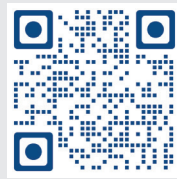


# POUR EN SAVOIR PLUS

Cette note a été réalisée sur la base d'un ensemble de recherches menées entre 2019 et 2024, en coopération avec les acteurs des oasis de la région de Ghardaïa en Algérie et du Drâa – Tafilalet au Maroc. Ces recherches sont accessibles sur la page : <https://massire.net/publications/>



**Le projet Massire** (2019-2024) vise à renforcer les capacités des acteurs des zones oasiennes et arides du Maghreb afin de développer et mettre en œuvre des innovations permettant un développement durable de ces territoires.



## PUBLICATIONS

- Khardi 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.
- Khardi Y, Lacombe G, Dewandel B, Hammani A, Taky A, 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.
- Khardi Y, Lacombe G, Dewandel B, Taky A, Maréchal JC, Hammani A, Bouarfa S, 2024. **Managed groundwater recharge at the farm scale in pre-Saharan Morocco.** Présentation au séminaire IAHS2022 – Hydrological sciences in the Anthropocene, Montpellier, France, 29 Mai – 3 juin.
- Saidani MA, Kuper M, Hamamouche MF, Benmihoub A, 2022. **Reinventing the wheel: adapting a traditional circular irrigation system to 'modern' agricultural extensions in Algeria's Sahara.** New Medit 21(5).
- Zein Taleb Z, Khardi Y, Lacombe G, et al., 2024 . **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 ?** Alternatives Rurales 10.
- Vidéo sur **l'agriculture d'oasis à l'agriculture saharienne dans la région de Ghardaïa.**
- Vidéo de présentation de **l'oasis de Beni Isguen à Ghardaïa.** Pour des images sur le système de partage et de recharge de Beni Isguen, voir **la vidéo.**

Mise en forme du document : Aziza BOUGHANMI

Crédit photos ©Massire

Note produite en septembre 2024

Partenaires



Projet financé par

