

# Les multiples utilisations de l'eau provenant de systèmes de recharge d'aquifères au Kenya et en Inde

## Résumé

Les « services à usages multiples » (MUS) tiennent compte du fait que les ménages utilisent l'eau tant pour des usages domestiques que pour des utilisations à des fins productives. Le présent article est le premier du genre qui vise à déterminer comment les systèmes de recharge des aquifères gérés (MAR) constituent une forme de services à usages multiples. Deux cas ont fait l'objet d'étude en Inde et au Kenya. Dans le cas du Kenya, les barrages de sable constituent la forme de système de recharge d'aquifères gérés, tandis qu'en Inde, on a recours à des barrages de retenue et des bassins d'infiltration de différentes tailles. Grâce aux observations, aux entretiens et aux données sur la qualité de l'eau, il est possible de décrire comment les communautés accèdent à l'eau de ces infrastructures de différentes manières pour différentes utilisations, en fonction de leurs besoins en eau et des caractéristiques des différents points d'accès. Le système de recharge d'aquifères gérés consiste à recueillir de l'eau de pluie et à retenir les eaux de ruissellement pendant la saison sèche, ce qui augmente la quantité d'eau disponible et permet de diversifier les utilisations de l'eau. Les gestionnaires des eaux devraient donc l'envisager comme option dans leurs initiatives de mise en valeur des ressources en eau afin de répondre tant aux besoins domestiques qu'aux besoins de production des communautés.

## INTRODUCTION

Les « services à usages multiples » (MUS) constituent une approche qui tient compte du fait que les ménages utilisent l'eau aussi bien pour des usages domestiques qu'à des fins de production, et qu'il existe en effet de nombreuses utilisations de l'eau à des fins de production ([Adank 2006](#)). Bien que certains programmes d'approvisionnement en eau adoptent aujourd'hui officiellement les principes de MUS ([van Koppen et al. 2008](#)), il est toujours reconnu que les MUS se produisent principalement dans des situations « d'auto-approvisionnement » où les ménages finissent par gérer leur approvisionnement en eau au lieu de dépendre des services communaux ou municipaux ([Adank 2006](#)[Hall et al. 2014](#)). On dénombre trois catégories de MUS : Le « domestique-plus », qui est la fourniture d'eau supplémentaire au ménage pour un usage à des fins de production ; l'« irrigation-plus », qui ajoute des éléments à l'approvisionnement en eau d'irrigation ; cela permet d'utiliser l'eau à des fins domestiques ou à d'autres fins de production ; et le « MUS-par-conception » dans laquelle on a recours à un processus participatif pour faire correspondre les sources d'eau disponibles aux besoins et aux priorités des utilisateurs ([Hall et al. 2014](#)).

Les processus de recharge des aquifères (MAR) gérés visent délibérément à améliorer l'infiltration de l'eau dans les aquifères ; cela permet de stocker l'eau qui sera récupérée ultérieurement ou pour la protection de l'environnement. Les types de MAR comprennent les méthodes d'épandage en surface telles que les bassins d'infiltration, l'irrigation excessive, l'injection de puits, les modifications à l'intérieur des canaux (par exemple, les barrages de retenue et les barrages de sable), la filtration induite sur berge et le stockage amélioré (barrages souterrains) ([Sprenger et al. 2017](#)). Bien que ce procédé soit prédominant en Europe, le MAR est particulièrement utile dans les zones semi-arides où les réserves d'eau sont précieuses ([Gale 2005](#)) et se répand donc à travers le monde ([Stefan & Ansems 2018](#)).

On dénombre quelques études dans lesquelles le MAR a été considéré comme faisant partie d'une approche de MUS. Nous pouvons citer notamment [Meijera et al. \(2006\)](#) qui ont étudié un canal d'irrigation au Sri Lanka et ont constaté que les fuites d'eau du canal rechargeaient l'aquifère ; cela augmentait donc la quantité d'eau disponible dans les puits peu profonds creusés à côté du canal, qui sont utilisés à des fins domestiques et dans les jardins potagers. Cette eau est préférable en raison de la forte salinité et de la teneur en fluor des forages plus profonds. [Sakthivadivel \(2007\)](#) affirme qu'il existe plus de 500 000 réservoirs en Inde péninsulaire qui alimentent en eau souterraine des puits à usage multiple situés à proximité ou qui sont même creusés dans les cloisons de palplanches ou les planchers des réservoirs. [Senzanje et al. \(2008\)](#) ont étudié les usages multiples de l'eau dans quatre barrages communaux du Limpopo en Afrique du Sud et ont constaté que pour la consommation et la cuisine, les agriculteurs préféraient utiliser l'eau des forages et que cette eau provenait aussi indirectement des barrages car ces derniers rechargeaient la nappe phréatique. Ces exemples soulignent l'importance des approches d'intervention holistiques menées par les communautés.

[Gale \(2005\)](#) souligne la nécessité de prendre en compte les priorités des communautés en matière d'utilisation de l'eau lors de la planification des projets de MAR, et quelques études ont énuméré les différents types d'avantages que les MAR peuvent apporter aux communautés, mais sans toutefois les formaliser comme une approche de MUS. Il s'agit en l'occurrence de [Lasage et al. \(2008\)](#) qui ont énuméré les avantages des barrages de sable dans le Comté de Kitui au Kenya, notamment l'utilisation domestique, l'irrigation et la production de briques. [Parimalarenganayaki & Elango \(2016\)](#) ont constaté qu'un barrage de retenue dans le Tamil Nadu en Inde sert à l'agriculture, à la baignade, à l'abreuvement du bétail et aux loisirs.

La rédaction de ce texte a été motivée par une série d'observations faites au cours d'une étude hydrogéologique au Kenya de mai à juillet 2017 ([Quinn et al. 2019](#)). Au cours de cette étude, il y a eu des visites sur trois sites de barrages de sable de façon quasi-quotidienne afin de collecter des données sur le niveau et la qualité de l'eau. Le chercheur a également observé les activités quotidiennes des communautés qui utilisent le barrage de sable et, particulièrement, la façon dont différentes méthodes de prélèvement d'eau étaient appliquées pour différents usages.

Dans cet article, nous examinons de manière approfondie l'idée de savoir si les systèmes de MAR peuvent contribuer à faciliter les MUS. Nous nous inspirons de deux études de cas menées au Kenya et en Inde. Ces deux pays sont caractérisés par des systèmes de MAR à partir desquels les communautés ont accès à l'eau de différentes manières et pour de multiples usages, en fonction de différents facteurs, notamment la qualité de l'eau et l'emplacement de la source d'eau. Si cette étude permet de comprendre comment leurs besoins en eau correspondent aux caractéristiques des différents points d'accès, elle pourra aider les gestionnaires de l'eau de différents secteurs à collaborer pour une meilleure intégration du MAR dans les plans pour les ressources en eau afin de répondre aux besoins domestiques et aux besoins de production des communautés rurales.

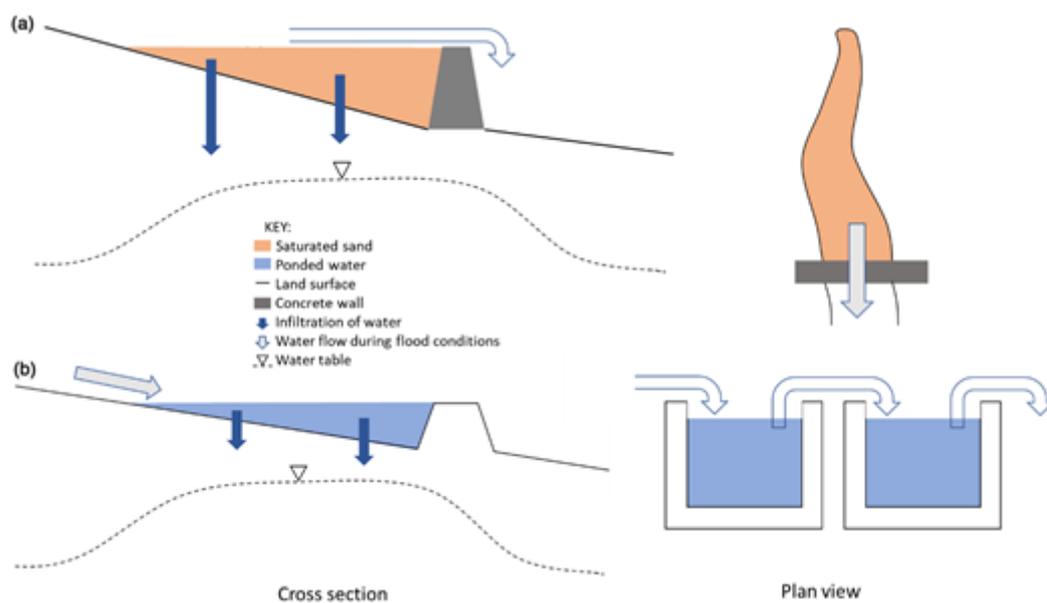
## **MÉTHODE**

### **Barrages de sable dans le comté de Makueni, Kenya**

Dans le Comté de Makueni, au Kenya, il y a deux saisons des pluies : la première se situe entre le mois de mars et de mai (longue saison des pluies) et la seconde entre novembre et décembre (courte saison des pluies), avec de très faibles précipitations entre les deux ; dans l'ensemble, la région est classée comme semi-aride ([Gichuki 2000](#)). Des barrages de sable ont été construits pour assurer la durabilité de l'approvisionnement en eau pendant la saison sèche. Un barrage de sable est un mur de béton construit en travers du lit d'une rivière saisonnière. Lorsque la rivière est en crue pendant la saison des pluies, le sable et l'eau s'accumulent derrière le mur du barrage et se déposent pour former un petit

aquifère de sable ([Lasage et al. 2008](#)). Bien que l'eau soit retenue dans le sable piégé, elle s'infiltré également dans l'aquifère environnant ; les barrages de sable peuvent donc être considérés comme des MAR ([Quinn et al. 2019](#)). Ceci est illustré dans la [Figure 1](#). On dénombre plus d'un millier de systèmes de MAR au Kenya ; ils servent à l'approvisionnement en eau des zones rurales et urbaines ; ce procédé commence à se répandre ailleurs dans le monde ([Ritchie et al. 2021](#)). Dans le cadre de la présente étude, trois barrages ont été sélectionnés parmi ceux construits par l'Africa Sand Dam Foundation (ASDF) ; ils présentent les caractéristiques suivantes : a) contenir le sable et l'eau à la fin de la saison des pluies ; et b) être situé à moins de 30 km de la base des chercheurs dans la ville de Mtito Andei ; ce qui a permis d'effectuer des visites quotidiennes aux barrages de sable à des fins de surveillance. Les barrages (identifiés ici à l'aide de numéros ASDF) ont tous été construits en une semaine, et le dépôt de sable s'est fait au cours de l'année qui a suivi la construction du barrage. Dans la totalité de ces barrages, une pompe manuelle a été installée près du mur pour permettre l'extraction de l'eau à partir d'un puits couvert. Au barrage 106, il y a un bassin d'eau situé directement en aval du mur du barrage. En amont de la zone couverte par l'étude, le canal fluvial se divise en plusieurs affluents plus étroits ; des puits ouverts utilisés pour les petites exploitations agricoles sont situés le long de ces affluents. Il n'y a pas de trous d'écope permanents. À environ 600 m en amont, se trouve un autre grand barrage de sable muni d'une pompe manuelle. Au barrage 167, un ruisseau s'écoule de la roche située sous la base du mur du barrage. Un trou a été creusé à environ 300 m en amont du barrage. Le barrage 211 est situé sur l'affluent d'une grande rivière avec un faible débit salin pendant la saison sèche. Aucun bassin d'eau ou aucune fuite n'a été observé(e) en aval du mur du barrage. Les populations autochtones ont indiqué qu'à l'origine le barrage présentait des fuites, mais que les travaux de réhabilitation entrepris l'année précédente avaient permis d'arrêter la fuite. Un trou d'écope est situé assez proche du mur du barrage. À environ 700 m en amont du barrage, se trouve un autre barrage de sable de plus petite taille non muni de pompe manuelle.

**Figure 1**



[VOIR LA DIAPOSITIVE EN GRAND TÉLÉCHARGEMENT](#)

a) Schéma d'un barrage de sable en vue transversale et en plan ; b) schéma d'une Chauka en vue transversale et en plan.

**Village de Laporiya, au Rajasthan, en Inde**

Laporiya est un village situé dans le bloc Dudu du Rajasthan, à 90 km de Jaipur, la capitale de l'État. L'agriculture étant l'activité prédominante, la rareté de l'eau et les sécheresses sont fréquentes, ce qui rend les moyens de subsistance des habitants difficiles ([Dasgupta et al. 2014](#)). Traditionnellement, le Rajasthan cultive le millet perlé, le sorgho, le maïs, les haricots de teigne, les légumineuses, le gramme, le coton, le paddy et le blé, et élève des chèvres, des moutons et des vaches pour les produits laitiers et la laine ([Planning Commission 2006](#)). Pendant les années de sécheresse, les pratiques agricoles peuvent être difficiles et, en raison du manque de travail, on observe l'exode de nombreux jeunes vers les villes ou d'autres États en quête de meilleures conditions de vie. L'eau est rapidement devenue une ressource essentielle et les habitants des villages ont suggéré la collecte des eaux de pluie comme solution pour lutter contre la pénurie d'eau. À Laporiya, cela a commencé par la réhabilitation d'un réservoir traditionnel qui était fissuré, qui s'est transformé en un nouveau modèle de gestion de l'eau ([Ashoka 2013](#)). Gram Vikas Navyuvak Mandal Laporiya (GVNML) est une ONG créée par un villageois, Laxman Singh, qui a commencé à mobiliser les habitants pour qu'ils travaillent ensemble et a lancé une campagne pour le changement. À l'issue de plusieurs années de travail, l'organisation a mis en place un système de Chauka. Un Chauka se compose de compartiments rectangulaires et peu profonds à trois côtés, construits avec des digues de terre (profondeur maximale de 23 cm). Construits en succession, les Chaukas recueillent les eaux de pluie qui s'infiltrent dans le sol et rechargent l'aquifère ([Figure 1](#)). Dans un autre article, les auteurs ont déterminé que, chaque année, le système de Chauka permet de recharger l'aquifère de 5 % supplémentaires à partir des précipitations, par rapport à la recharge d'une zone similaire sans Chaukas ([Yadav et al. 2004](#) en cours d'instruction). En outre, les Chaukas atténuent l'érosion des sols, et l'eau retenue permet au village de mieux résister à la sécheresse et elle offre un meilleur environnement pour le pâturage du bétail, surtout pour les chèvres ([Dasgupta et al. 2014](#)). Ce système de collecte des eaux de pluie a été conçu par les habitants de Laporiya et, bien qu'applaudi au niveau local, il a suscité une certaine désapprobation de la part du Gouvernement indien ([Ashoka 2013](#)). Le gouvernement a encouragé la construction de digues de contour et a traité les villageois avec mépris lorsqu'ils ont soutenu que cette approche n'était pas appropriée pour Laporiya. Les habitants ont constaté que les digues de la région accéléraient l'écoulement de l'eau, la dirigeant ainsi vers le cours d'eau, au lieu de ralentir l'écoulement et de permettre à l'eau de s'infiltrer dans le sol ([Anand 2017](#)). Cependant, après avoir constaté l'inefficacité des digues de contour dans les villages environnants et avec le soutien d'Anupam Mishra, membre de la Gandhi Peace Foundation et Figure d'autorité en matière de systèmes d'eau traditionnels, les habitants de Laporiya ont décidé de poursuivre leur idée et disposent désormais d'un modèle pour plus de 50 villages dans les environs ([Ashoka 2013](#)). Le village possède également des étangs de différentes tailles (des nadis de plus petites tailles et des talabs de plus grandes tailles) et des barrages de retenue qui sont utilisés à la fois pour la recharge des aquifères et le stockage des eaux de surface, en fonction de la perméabilité du sol sous-jacent. Ces barrages sont répandus dans tout le Rajasthan, bien qu'on n'en sache pas le nombre exact ; dans le Gujarat voisin, ce nombre est estimé à 75 000 ([Dashora et al. 2018](#)). Enfin, il existe des puits ouverts et des forages équipés de pompes manuelles.

### **Biais dans la sélection des sites**

Nous devons reconnaître le biais dans l'échantillonnage de ce travail. Les deux sites ont été sélectionnés parce qu'il s'agissait de sites de terrain qui servaient à des études hydrologiques où le MAR semblait bien fonctionner. Ils n'ont pas été sélectionnés parce qu'ils représentaient des exemples typiques ou de bons exemples de MUS. Laporiya est un exemple qui a remporté un prix en matière de gestion locale de l'eau et n'est pas caractéristique des villages du Rajasthan. Les barrages de sable ont été sélectionnés pour leur « succès » et il en existe dans les environs qui ne contiennent ni l'eau ni le sable à la fin de la saison des pluies. À Laporiya, où des entretiens formels ont été menés, la sélection des personnes interrogées et la traduction des entretiens ont été biaisées car elles ont été réalisées par l'ONG chargée

de la mise en œuvre. Certaines opinions plus négatives sur le système ont pu être occultées ou ont fait les frais de la traduction. Au Kenya, les données ont été collectées à l'issue d'observations fortuites plutôt qu'à travers des entretiens formels, de sorte que certains points de vue de la communauté et les utilisations alternatives de l'eau à d'autres moments de l'année ont pu être occultés.

### Collecte des données : entretiens et observations

Au Kenya, au barrage 167, des observations détaillées ont été faites à propos de tous les travaux de captage sur deux jours distincts : le premier s'est déroulé environ un mois après le début de la saison sèche, le second après 2,5 mois après le début de la saison sèche ; les deux observations ont été consignées dans un journal de terrain. Lorsque ces observations ont été présentées à l'ONG chargée de la mise en œuvre, celle-ci a été surprise par la grande diversité des différentes utilisations faites de l'eau qui provient des barrages de sable, au-delà de ce qu'elle avait précédemment documenté. Les membres de l'ONG ont réalisé qu'ils avaient sous-estimé les profits que les communautés tiraient des barrages de sable. Cela a poussé l'équipe de recherche à réaliser une étude plus formelle sur le deuxième site, Laporiya.

À Laporiya, des entretiens semi-structurés ont été menés avec différentes parties prenantes en juillet 2019, comme l'illustre le [Tableau 1](#). Les personnes interrogées ont décrit ce à quoi chaque source d'eau devait servir et comment les sources étaient gérées. Des habitants du village, agriculteurs ou non, ont été interrogés afin d'obtenir un point de vue général sur les moyens de subsistance. Les résultats de ces entretiens ont été interprétés à l'aide de l'analyse qualitative de discours avec NVivo 12 ([QSR International, 2018](#)). Chaque entretien a été transcrit et encodé selon les thématiques identifiées relative à la catégorie de la personne interrogée, puis analysé à travers une analyse de l'ancrage théorique ([Corbin & Straus 1990](#)) afin d'identifier des modèles (pendant, entre et après les entretiens) selon la « spirale d'analyse des données » décrite par [Creswell \(2013\)](#). Contrairement aux approches linéaires, l'analyse des données qualitatives est un processus circulaire de collecte, d'organisation, de description, d'interprétation et enfin de représentation des données. Chaque entretien, enregistrement ou autre élément de données doit passer par ces étapes et être intégré dans le processus circulaire. Les thématiques ont été identifiées selon une récurrence d'apparition dans les déclarations des différentes personnes interrogées. Après l'identification d'une thématique, l'on a procédé à une recherche exhaustive sur le sujet, en d'autres termes, le thème a été abordé avec tous les participants jusqu'à ce qu'il soit totalement épuisé. L'approche circulaire et la recherche exhaustive permettent de recueillir toutes les informations et données pertinentes des entretiens ([Corbin & Straus 1990](#)).

#### Tableau 1

Nombre d'entretiens et de groupes de discussion menés à Laporiya

Type de répondant	Nombre de personnes interrogées	Nombre de groupes de discussion organisés
Exploitants agricoles	20	
Habitants du village	5	
GVNML (ONG locale)	1	
Office des eaux souterraines	2	
Comités villageois		2

Type de répondant	Nombre de personnes interrogées	Nombre de groupes de discussion organisés
Membres du comité du village voisin		1
Gram Panchayat		1
Associations féminines		1

Après avoir obtenu le consentement des personnes interrogées, leurs réponses ont été enregistrées avant d'être transcrites dans le logiciel NVivo 12. Les personnes interrogées disposaient d'une semaine pour se rétracter, délai au-delà duquel leur enregistrement devrait être entièrement anonymisé et traité, ce qui rendait l'identification impossible en vue d'une suppression du logiciel. L'approbation éthique a été obtenue pour la recherche menée auprès du Système d'éthique de la recherche de l'université de Cranfield, no. CURES/8272/2019.

### Collecte de données : qualité de l'eau

Pour prélever des échantillons d'eau afin d'en mesurer la qualité, dans les trous d'écope, l'eau a d'abord été recueillie à l'aide d'un gobelet stérile jusqu'à ce qu'elle devienne claire. Pour les puits couverts, l'eau a été pompée pendant 30 secondes avant de prélever des échantillons d'eau. Pour les sources d'eau ouvertes, notamment tous les types d'étangs, un gobelet stérile a été utilisé pour prélever l'échantillon à la surface de l'eau. Finalement, pour les puits ouverts, la méthode locale de prélèvement d'eau a été utilisée (seau en plastique attaché à une corde) pour collecter les échantillons. L'eau prélevée a été transvasée dans des bouteilles en plastique stérilisées de 125 ml. La conductivité a été mesurée à l'aide de sondes portables (Fisherbrand Traceable Conductivity/TDS Meter Pen). Au Kenya, deux échantillons ont été testés sur chaque site de captage à deux moments différents d'échantillonnage (mai 2017 et juillet 2017), et la moyenne a été retenue. À Laporiya, une valeur unique a été prélevée à chacun des deux points d'échantillonnage (septembre et octobre 2019). Une moyenne a été calculée pour l'ensemble des points de prélèvement et des sites, à savoir 21 puits ouverts, un barrage de contrôle, quatre nadis et un étang.

Le dosage du [chlorure de triphényle tétrazolium](#) (TTC) à l'aide de kits d'analyse portables DelAgua, qui utilisent la méthode de filtration sur membrane, a été effectué au Kenya uniquement ([University of Surrey 2004](#)). Si on obtenait deux comptages valides de colonies, c'est-à-dire si les deux boîtes de Petri étaient lisibles, et si aucun des deux ne dépassait 100 comptages (le nombre à partir duquel des imprécisions de comptage sont susceptibles d'être introduites), on utilisait le comptage de l'échantillon de plus grand volume. Si le prélèvement donnait deux volumes identiques, on utilisait la moyenne. Les données présentées ici sont une moyenne de toutes les valeurs collectées en double à deux moments d'échantillonnage (mai 2017 et juillet 2017 au Kenya).

## RÉSULTATS

### Barrages de sable au Kenya

[Le tableau 2](#) illustre l'utilisation faite de l'eau de chaque source et les données afférentes sur la qualité de l'eau. Il est clair que les gens choisissent l'eau de consommation en fonction de son goût (salé ou sucré). Par exemple, au barrage 167, la pompe manuelle ne sert pas à la consommation, contrairement au trou d'écope. La conductivité mesurée au niveau du trou d'écope était inférieure à la limite de conductivité de l'OMS, qui est de 1,5 mS/cm ([OMS 2004](#)), contrairement à la pompe manuelle qui est supérieure à la limite de l'OMS. Cependant, la conséquence est que les gens consomment de l'eau qui présente un risque microbiologique plus élevé, bien qu'aucune donnée sanitaire n'ait été collectée au cours de cette étude. En outre, le temps nécessaire pour puiser de l'eau a augmenté tout au long de la

saison sèche. Lors de l'observation réalisée le 9 juin 2017, 4,6 litres ont été prélevés en moyenne par minute, mais ce chiffre a considérablement diminué vers le milieu de la saison pour atteindre 2 litres par minute le 20 juillet 2017. La majorité des prélèvements à partir des pompes manuelles et aux trous d'écope de tous les barrages a été effectuée le matin par les femmes et le soir par les enfants à leur retour de l'école.

**Tableau 2**

Utilisations de chaque source d'eau et données de qualité correspondantes pour les barrages de sable dans le sud-est du Kenya

	Pompe manuelle	Trou d'écope	En aval
<b>Barrage 106 Utilisations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyage domestique</li> <li>• Hygiène corporelle</li> <li>• Consommation (uniquement au début de la saison sèche)</li> </ul>	Manquant	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abreuvement des animaux</li> <li>• Services de blanchisserie payants</li> </ul>
<b>Conductivité (mS/cm)</b>	1,1		1,4
<b>TTC (nombre/100 ml)</b>	0,25		Trop nombreux pour être comptabilisés
<b>Barrage 167 Utilisations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyage domestique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyage domestique</li> <li>• Consommation</li> <li>• La cuisine</li> <li>• Hygiène personnelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irrigation</li> <li>• Abreuvement des animaux</li> <li>• Fabrication de briques</li> <li>• Pêche</li> </ul>
<b>Conductivité (mS/cm)</b>	3,7	1.1	3,6
<b>TTC (nombre/100 ml)</b>	22,5	100 <sup>a</sup>	47,5
<b>Barrage 211 Utilisations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyage domestique</li> <li>• Hygiène corporelle</li> <li>• La cuisine</li> <li>• Consommation (uniquement au début de la saison sèche)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyage domestique</li> <li>• Hygiène corporelle</li> <li>• La cuisine</li> <li>• Consommation</li> </ul>	Pas d'eau stagnante
<b>Conductivité (mS/cm)</b>	2,3	0,4	
<b>TTC (nombre/100 ml)</b>	4	75	

Les valeurs en italique sont supérieures à celles des lignes directrices de [l'OMS \(2004\)](#).

<sup>a</sup>L'une des mesures du mois de juillet était bien trop élevée pour être comptabilisée.

Parmi les pompes manuelles deux étaient fermées à clé et seuls les membres de la communauté qui avaient contribué financièrement et physiquement à la construction du barrage étaient autorisés à disposer de la clé. Dans le cas du barrage 211, cela a conduit à la réalisation d'un trou d'écope qui n'existait pas avant la construction du barrage de sable. Au-delà du cadenassage des pompes, les prélèvements n'étaient pas officiellement contrôlés par la communauté.

Les barrages de sable sont principalement conçus pour fournir de l'eau aux communautés à des fins d'usages domestiques et d'irrigation ([Maddrell & Neal 2013](#)). Dans ces barrages, cependant, on note une variété d'utilisations à des fins de production, notamment la pêche, la fabrication de briques, et les services de lavage qui n'ont jamais été signalés auparavant. Les conversations informelles avec les membres de la communauté ont révélé que l'eau retenue sous le barrage était l'un des avantages les plus appréciés des barrages de sable.

### **Laporiya**

Il existe deux types d'étangs : les talabs et les naadis ; les talabs sont les plus grands. Les trois talabs sont vénérés car ils sont d'une importance capitale pour la vie du village. Un rituel de fraternité est renouvelé chaque année en novembre à l'issue d'une procession à travers le village ; c'est une occasion pour les villageois de prêter serment de protéger les talabs et d'en prendre soin (ne pas polluer l'eau avec les déchets ménagers et participer aux réparations des digues). Les talabs fonctionnent généralement assez bien, cependant les bâtiments et les murs peuvent bloquer l'écoulement de l'eau des terres environnantes vers les talabs. Ces structures sont pour la plupart construites par le gouvernement et de nombreux villageois souhaitent les supprimer pour que les talabs puissent mieux fonctionner. Parmi les talabs, deux sont destinés à la recharge des nappes phréatiques et à l'abreuvement des animaux. Le troisième, le plus grand, peut également servir à l'irrigation, à condition qu'il contienne une quantité suffisante d'eau et que le comité du village y consente. Une fois l'étang plein, des canaux d'eau connectés sont ouverts. Les terres les plus proches de l'étang sont d'abord irriguées, puis celles qui sont plus éloignées, selon l'écoulement par gravité dans les canaux. Il arrive que les terres les plus éloignées de l'étang ne reçoivent pas d'eau chaque année. Les conflits liés à l'irrigation à partir de l'étang sont résolus au cours d'une réunion de village où les notables du village issus de chaque caste se réunissent et s'entretiennent pour résoudre le différend. Parfois, les castes les plus basses n'ont pas de représentant, mais elles ont leur mot à dire dans les décisions et elles peuvent mandater une personne pour aller à la réunion en vue de défendre leurs intérêts. Les exploitants agricoles dont les champs sont les plus proches du talab veulent arrêter tout prélèvement (même par eux-mêmes) et même creuser le talab afin qu'il recharge mieux leurs puits (bien que cela ne soit pas forcément avéré d'un point de vue hydrologique).

Les naadis sont des étangs plus petits, conçus principalement pour l'abreuvement des animaux, car ils sont construits dans des zones au sol imperméable, mais la recharge de la nappe phréatique se fait en petites quantités. Il existe plusieurs naadis dans le village, situés dans les pâturages communs afin d'en faciliter l'accès à tous les animaux. Ils servent principalement à abreuver les chèvres et le bétail. Parfois, le gouvernement vient construire des naadis, mais, par le passé, il le faisait sur des sols perméables, de sorte que l'eau n'était pas retenue. L'ONG locale, GVNML, a une meilleure connaissance du terrain dans ce domaine et elle éprouve de la frustration, vu qu'elle n'arrive pas à améliorer la communication avec le gouvernement.

Quatre barrages de retenue ont été construits sur le ruisseau saisonnier qui entoure le village, et l'eau stockée sert à l'irrigation et à l'alimentation des puits en aval, qui sont plus éloignés des étangs du village. Néanmoins, l'eau est pompée occasionnellement pour assurer l'irrigation, surtout pendant les périodes de sécheresse ou lorsque l'eau est disponible en hiver pour les cultures de rente. Des étangs

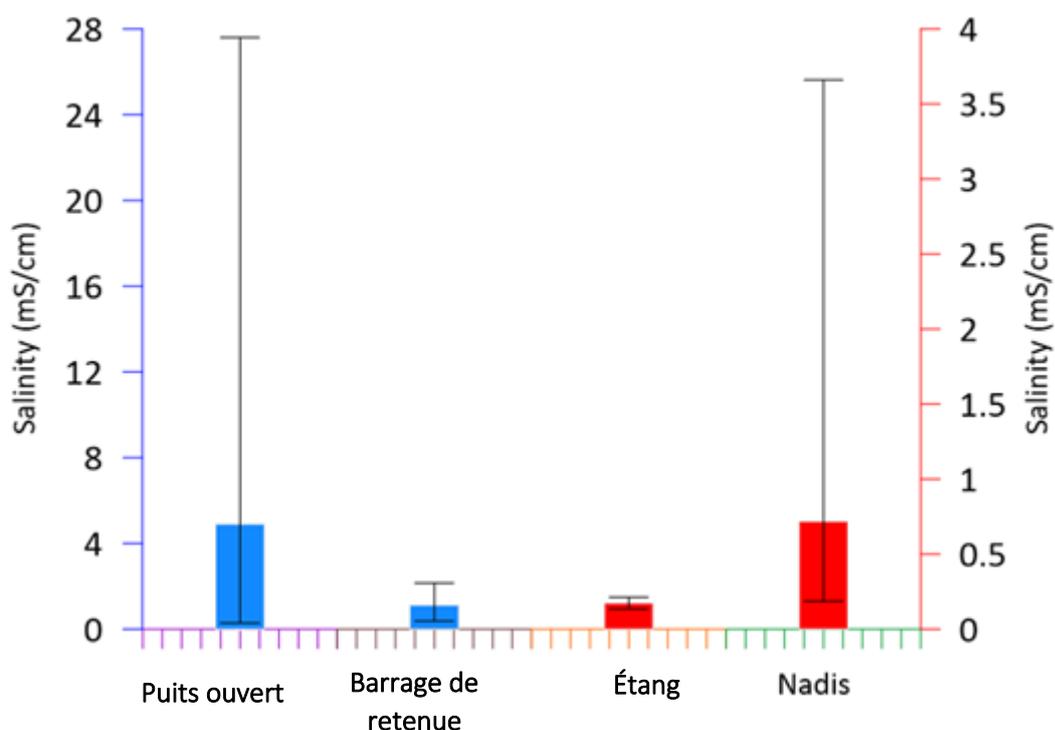
agricoles, appartenant pour la plupart à des groupes d'exploitants agricoles privés, ont été construits à la périphérie du village, loin des talabs et des nadis, à des fins d'irrigation.

Des structures de collecte des eaux de pluie ont été installées sur les toits de certaines maisons. Ces structures collectent l'eau de pluie et la stockent dans des réservoirs souterrains en vue d'une utilisation ultérieure, essentiellement à des fins domestiques et, occasionnellement, pour l'abreuvement des animaux.

Un approvisionnement public en eau est également disponible, mais n'est pas toujours fiable (« quelques heures tous les deux jours » selon une personne interrogée). Cette eau est acheminée à travers une canalisation depuis le barrage de Bisalpur, situé dans le bloc Dudu, à environ 110 km de Laporiya. On estime que 60 à 70 % des maisons de Laporiya sont raccordées à un robinet. Cette canalisation a été construite par le gouvernement et l'entretien local est assuré par une personne désignée par le Gram Panchayat, le représentant du gouvernement au niveau du village. Le tarif de l'eau est de 100 roupies/mois (environ 1,40 dollar EU).

Il existe des puits ouverts communs situés sur les pâturages du village. Ces terres appartiennent au gouvernement, mais les villageois jouissent du droit d'en disposer. Les puits d'eau potable communs sont exclusivement réservés à l'usage domestique, bien qu'un nombre limité de personnes soit autorisé à puiser de l'eau dans ceux-ci. L'accès à ces puits est réglementé par la caste de sorte que les castes supérieures et les castes inférieures utilisent des puits distincts. Les puits sont identiques, mais séparés par moins de 100 m. Il existe également des puits privés ouverts, qui appartiennent à des particuliers, mais comme illustré sur la [Figure 2](#), ils produisent généralement une eau trop salée pour être consommée ; ils servent donc à l'irrigation. Les grandes marges d'erreur de la [Figure 2](#) indiquent l'énorme variation de salinité observée. Les puits communs de production d'eau potable (l'un d'entre eux est illustré à la [Figure 1](#)) sont les seules sources d'eau non salée du village. Les habitants achètent également de l'eau vendue dans des camions-citernes. Cette eau est stockée par les opérateurs privés dans des réservoirs souterrains.

**Figure 2**



## [VOIR LA DIAPOSITIVE EN GRAND TÉLÉCHARGEMENT](#)

Mesures de la salinité dans les différentes sources d'eau à Laporiya, une moyenne prélevée à partir d'échantillons d'eau de septembre et octobre 2019. Les colonnes bleues désignent l'axe gauche et (bleu) tandis que les colonnes rouges renvoient à l'axe droit (rouge). Veuillez-vous référer à la version en ligne de cet article pour voir cette figure en couleur: <http://dx.doi.org/10.2166/washdev.2022.177>.

Les chaukas recueillent l'eau de pluie qui s'infiltré dans le sol et, en cas de précipitations intenses, l'eau qui déborde s'écoule pour remplir un nadi. Les chaukas sont construits dans les pâturages du village. Ils augmentent l'humidité du sol de sorte que les animaux peuvent brouter les herbes et les arbres qui poussent. Le pâturage est soumis à des règles strictes : après la saison des moussons, le gros bétail, comme les vaches et les buffles, a d'abord accès à la zone de pâturage, puis les animaux plus petits, comme les chèvres et les moutons. Cependant, certains villageois auraient voulu que ces règles soient appliquées plus strictement.

[Le Tableau 3](#) résume les réponses obtenues lors des entretiens afin de montrer les utilisations de chaque source d'eau. Selon le représentant de GVNML, l'objectif est de capter chaque goutte de pluie qui tombe dans le village. L'eau est ainsi disponible pendant toute l'année, même en hiver, lorsqu'on atteint le pic de la demande (les semences rabi, ou cultures d'hiver, sont généralement des cultures de rente, comme le blé). Tous les besoins en eau potable, eau domestique et pour les animaux ont été satisfaits par le système au cours de la dernière décennie, et les priorités ont été fixées d'un commun accord entre les villageois. Toutefois, les entretiens ont révélé que les années de mauvaise mousson entraînent une baisse de la disponibilité en eau, qui n'est pas toujours suffisante pour toutes les terres appartenant aux exploitants agricoles. Dans ce cas, ils réduisent généralement leurs zones de culture ou passent à des cultures moins consommatrices d'eau, selon les niveaux d'eau observés dans les puits.

### **Tableau 3**

Les structures MAR et leurs utilisations primaires et secondaires de l'eau à Laporiya

<b>Structures</b>	<b>Usage domestique (cuisine, bain, lavage)</b>	<b>Abreuvement</b>	<b>Irrigation</b>	<b>Abreuvement des animaux</b>
Étang	√	×	√	√√
Nadi	×	×	×	√√
Barrage de retenue	×	×	√√	√√
Chauka	×	×	×	×
Puits ouvert	√√	√	√√	√

√√ - Utilisation principale.

√ - Utilisation secondaire.

×

### **DISCUSSION**

Dans ces deux exemples, il apparaît que le MAR a favorisé la rétention de l'eau se trouvant dans le voisinage de la communauté, au lieu de laisser les pluies saisonnières s'écouler vers des rivières plus importantes pour finalement atteindre les océans. Cette ressource en eau supplémentaire permet de financer des activités génératrices de revenus telles que les services de blanchisserie, la fabrication de briques, la pêche et offre la possibilité de faire plusieurs récoltes au cours d'une même année, avec

moins d'impact possible sur les ressources en eau souterraine disponibles. La fourniture d'eau à des fins de production à travers le forage de puits profonds peut fortement appauvrir le niveau des nappes phréatiques, comme cela a été observé dans les régions agricoles de l'Inde, de la Chine et des États-Unis ([Aeschbach-Hertig & Gleeson 2012](#)). Toutefois, les données présentées ici ne documentent que la situation actuelle sans faire de comparaison avec la situation avant la construction de la structure de MAR. [Lasage et al. \(2008\)](#) ont réalisé une étude sur l'impact des barrages de sable 10 ans après leur construction avec une communauté de contrôle supplémentaire sans barrages de sable. Ils ont constaté des augmentations mesurables des revenus des exploitants agricoles, obtenues en partie grâce à la diversification des activités. Au Rajasthan, la demande de reproduction des Chaukas dans d'autres villages témoigne de leur impact ([Ashoka 2013](#)). Les barrages de sable ont également été reproduits par milliers au Kenya et dans 12 autres pays à travers le monde ([Ritchie et al. 2021](#)).

La conclusion la plus surprenante tient à la manière dont différents points de captage sont utilisés pour fournir de l'eau pour différents usages. Bien que l'eau provienne du même aquifère peu profond, la méthode de captage semble dépendre fortement de l'endroit où l'eau est censée être utilisée. Par exemple, les pompes motorisées des puits ouverts fournissent de l'eau pour l'irrigation des champs situés dans les environs. De même, il est inutile d'essayer de pomper et de transporter l'eau pour des animaux qui peuvent facilement se déplacer jusqu'à un étang. Il n'existe nulle part d'abreuvoir qui recueille l'eau de ruissellement à partir des pompes manuelles pour que les animaux puissent s'abreuver, comme cela est recommandé dans les systèmes de MUS ([van Houweling et al. 2012](#) ; [Hall et al. 2014](#)). L'eau domestique provient généralement d'une source proche de la maison. La salinité a également une grande influence sur le point de captage concerné, au-delà de tout risque de contamination microbologique ([Quinn et al. 2018](#)). On ne sait pas dans quelle mesure les utilisateurs de l'eau sont conscients des risques liés à la consommation d'eau provenant de sources non protégées.

Le niveau de réglementation du captage d'eau pour différentes utilisations est considérable à Laporiya et se produit quelque peu au Kenya avec des pompes manuelles fermées à clé. À Laporiya, la réglementation stricte et le respect suscité pour l'eau semblent contribuer au succès du système. Cela garantit, par exemple, l'utilisation la plus efficace possible de l'eau, l'eau d'irrigation n'étant utilisée que pour les cultures d'hiver au cours des années d'abondance, les grands animaux paissant d'abord dans les pâturages alimentés par le Chauka et la protection des talabs. L'adoption d'une perspective globale concernant l'utilisation de l'eau et les revendications concernant les ressources en eau est appelée approche du régime foncier applicable à l'eau et est préconisée par la FAO ([Hodgson 2016](#)). [Hutchings et al. \(2016\)](#) ont fait une observation similaire au Bihar, en Inde, où les pratiques communautaires indigènes d'entretien ont permis d'améliorer l'environnement et de protéger les puits individuels des ménages.

L'emplacement de l'eau en détermine fortement les usages, même si la source et l'infrastructure sont neutres. Il est possible pour les planificateurs travaillant sur les utilisations domestiques et à des fins productives de collaborer sur les mêmes ressources en eau et de s'assurer que l'eau est disponible pour des usages multiples. Cela a été documenté dans le Limpopo, en Afrique du Sud ([van Koppen et al. 2020](#)) et, tous ces exemples fournissent un plan détaillé pour une future planification concertée de l'eau en se fondant sur les réalités à l'échelle communautaire.

## CONCLUSIONS

Les deux systèmes de MAR, qui ont l'objet de l'étude, ont évolué pour offrir aux communautés des usages multiples de l'eau. En somme, les systèmes de MAR permettent de recueillir l'eau de pluie et de retenir les eaux de ruissellement pendant la saison sèche, ce qui accroît la quantité d'eau disponible et permet d'en diversifier les utilisations. L'eau qui doit être transportée jusqu'à domicile pour les besoins domestiques peut être acheminée de préférence à proximité du domicile, même si la qualité

microbienne s'en trouve diminuée. Des puits destinés à l'irrigation seront construits à proximité des champs. Ils bénéficieront du réapprovisionnement et formeront les structures de MAR.

Les gestionnaires de l'eau désireux d'adopter officiellement une approche basée sur le MUS ou d'améliorer les moyens de subsistance des communautés en accroissant la disponibilité de l'eau devraient se demander si le MAR est une option. Certaines structures nécessitent un type de géographie spécifique, comme les barrages de sable qui ont besoin de rivières saisonnières à forte charge sédimentaire et d'un lit de rivière rocheux sur lequel on peut construire les barrages. Toutefois, il est possible d'appliquer de façon plus générale les méthodes d'épandage en surface, là où il y a un aquifère peu profond.

[A. H. Parker](#) ; [J. Nyangoka](#) ; [I. Rodrigues](#) ; [B. Yadav](#) ; [K. S. Le Corre](#) ; [P. Campo](#) ; [R. Quinn](#),

Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development (2022) 12 (2): 208-216.