



L'assainissement et la réutilisation des eaux usées traitées dans le milieu oasien : un impératif et des solutions innovantes

Ehssan El Meknassi Youssoufi, Sara Bekaddour, Ali Hammani, Tarik Hartani,
Ahmed Benmihoub, Samia Akli, Nicolas Fayssse, Nassim Ait-Mouheb

► To cite this version:

Ehssan El Meknassi Youssoufi, Sara Bekaddour, Ali Hammani, Tarik Hartani, Ahmed Benmihoub, et al.
L'assainissement et la réutilisation des eaux usées traitées dans le milieu oasien : un impératif et des solutions innovantes. Unpublished, 2024, <10.13140/RG.2.2.28811.09764>. <hal-04742821>

HAL Id: hal-04742821

<https://hal.science/hal-04742821v1>

Submitted on 18 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

L'ASSAINISSEMENT ET LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES DANS LE MILIEU OASIEN : UN IMPÉRATIF ET DES SOLUTIONS INNOVANTES

NOTES POUR DE NOUVELLES PISTES DE RÉFLEXION ET D'ACTION

Les systèmes décentralisés de traitement des eaux usées offrent une double opportunité aux oasis : **réduire la pollution et optimiser l'utilisation des ressources hydriques.**

Il est temps d'investir dans ces solutions innovantes pour assurer un développement durable de nos régions oasiennes.

INTRODUCTION

Les oasis du sud du Maghreb ont connu une croissance forte ces dernières années, en termes économiques et en termes de nombre d'habitants. De nombreux habitats individuels ont été construits le long des routes ou dans les oasis. Différentes unités touristiques s'installent aussi dans ces régions (on en comptait 150 dans les oasis du Maroc en 2018), souvent dans des zones isolées. Ces constructions non mises en œuvre dans le cadre d'un plan coordonné rendent difficile l'implémentation d'un assainissement collectif.

Les eaux de ces habitations et de ces unités touristiques sont en général non traitées et envoyées dans des puits perdus ou directement en milieu naturel. Ceci a des impacts importants, que ce soit en termes de qualité des eaux et des sols, de santé des habitants et des écosystèmes, mais aussi de réduction de l'attractivité touristique de ces régions.

Dans les systèmes conventionnels de traitement, les eaux usées sont transportées à travers un système de collecte reliant tous les points d'émission d'eau usées, jusqu'à une seule station d'épuration située à l'extrémité aval des zones d'habitation, près du point d'évacuation dans le milieu.



Eaux usées non traitées déversées dans l'environnement dans la région de Tinghir

Auteurs : Ehssan El Meknassi Youssoufi ^{1 *}, Sara Bekaddour ², Ali Hammani ¹, Tarik Hartani ², Ahmed Benmihoub ³, Samia Akli ², Nicolas Fayse ^{4,5}, Nassim Ait-Mouheb ^{6 *}.

¹ IAV Hassan II, Maroc ; ² ENSA, Algérie ; ³ CREAD, Algérie ; ⁴ Cirad, UMR G-Eau, France ; ⁵ INAT, Tunisie ; ⁶ INRAE, UMR G-Eau, France

* Auteurs correspondants : ehssan.elmeknassi@gmail.com et nassim.ait-mouheb@inrae.fr

Souvent, les possibilités de réutilisation de l'eau, notamment pour l'irrigation de l'agriculture et des espaces verts, sont limitées car les coûts d'infrastructure pour le stockage, le pompage et le transport de l'eau recyclée vers les zones où cette eau pourrait être réutilisée sont généralement prohibitifs.

Dans ce contexte, **les systèmes décentralisés de traitement et de valorisation des eaux offrent une alternative complémentaire aux stations centralisées, car ils permettent un traitement proche des points de collecte et aussi rendent possibles, près de ces points, des usages de réutilisation des eaux usées traitées.** Dans le cadre du projet Massire, deux démonstrateurs de tels dispositifs décentralisés ont été testés à Ghardaïa en Algérie et à Tinghir au Maroc.

DES DISPOSITIFS PILOTES

Une démarche menée par des collectifs d'acteurs

La mise en place des deux dispositifs pilotes à Ghardaïa et à Tinghir a eu lieu dans le cadre de processus de concertation impliquant de nombreux acteurs : association de quartier, gérants d'unités hôtelières, services de l'administration en charge de la qualité des eaux et de l'agriculture, société privée d'installation des dispositifs expérimentaux, etc. Ces différents acteurs ont d'abord élaboré ensemble une vision partagée des défis et des solutions. Ils ont mené une réflexion collective non seulement autour des dispositifs pilotes, mais aussi grâce à différentes études scientifiques menées sur la question des eaux usées, leur traitement et leurs usages.

Des ateliers de renforcement de compétences sur les technologies testées ont été mis en œuvre. Cette approche a permis également de tester la viabilité des solutions proposées en conditions réelles, assurant ainsi une adaptation et une adoption plus larges des technologies et pratiques émergentes.

Au-delà des dispositifs pilotes, cette dynamique collective a permis le renforcement des capacités individuelles et collectives des acteurs régionaux, qui deviennent des vecteurs de changement et d'innovation.

Le cas de l'éco-quartier de Tafilelt à Ghardaïa

L'éco-quartier de Ksar Tafilelt est un projet urbain qui vise à créer un espace de vie moderne et durable dans la ville de Ghardaïa, en Algérie. Le principal objectif selon son fondateur est de devenir un quartier totalement écologique, c'est-à-dire une cité qui gère tous ses déchets solides et liquides tout en produisant de l'énergie renouvelable.

La ville a été récompensée par des prix nationaux et mondiaux pour ses réalisations. En 2023, le quartier compte 1050 logements et une population de 5000 à 6000 habitants.



Afin d'améliorer le bien-être des habitants de l'éco-quartier, une ceinture verte entourant le Ksar de palmiers et de jardins a été envisagée en traitant et recyclant une partie des eaux usées produites localement. En 2023, un dispositif de traitement a été installé, qui organise un traitement par filtration combinant des fosses septiques, des conduites d'épandage à culture bactérienne fixe et un massif filtrant à base de sable.

En 2023, une école et 10 habitations ont été raccordées à ce dispositif dimensionné pour un débit d'eau traitée de 5 m³/jour, avec un débit de pointe de 10 m³/jour. **L'objectif est de mettre en œuvre un système autonome à faible coût, ne nécessitant pas d'énergie, tout en assurant une qualité d'eau traitée conforme aux normes algériennes de réutilisation pour l'irrigation.** Les eaux usées traitées sont réutilisées pour irriguer un parc paysagé d'une surface de 2500 m².



Photos : Installation du dispositif à Ghardaïa



Zone après installation de l'espace vert à Ghardaïa

Le cas d'une unité touristique à Tinghir

Le dispositif pilote a été installé dans une unité touristique située loin des agglomérations. L'hôtel offre 60 lits et divers équipements utilisant de l'eau (chambres, restaurant, piscine, etc.). L'eau provient principalement du pompage des eaux souterraines, avec une consommation qui varie selon les mois, atteignant un pic pendant les hautes saisons touristiques d'avril et de novembre.

L'unité n'est pas connectée à un réseau d'adduction d'eau collectif et le traitement des eaux usées se faisait jusqu'en 2024 via un ancien digesteur agricole converti en fosse septique.

Ce système d'assainissement autonome dirigeait les eaux usées vers une fosse à surface libre pour une décantation supplémentaire avant leur utilisation pour l'irrigation d'oliviers.

Cependant, les boues s'accumulaient et provoquaient des odeurs désagréables et des problèmes sanitaires. Le diagnostic a révélé une importante pollution environnementale due au rejet des eaux usées insuffisamment traitées, un manque d'entretien du système d'assainissement et des risques potentiels pour la santé publique et l'activité économique de l'unité. L'objectif du propriétaire de l'hôtel était de mettre en place un dispositif de traitement et de réutilisation des eaux usées de l'hôtel.

Le dispositif pilote testé dans cet hôtel est fondé sur la technique de « Réacteur Anaérobie Compartimenté ». **Cette technologie est à faible coût de construction et peut facilement être produite dans les zones oasiennes.** Le dispositif de traitement fonctionne sans oxygène et le réacteur est divisé en plusieurs compartiments.



Hôtel où a été installé le dispositif pilote à Tinghir

Ce type de réacteur permet une dégradation efficace de la matière organique par des micro-organismes. Les premières mesures effectuées après la mise en œuvre du système confirme la qualité satisfaisante des eaux usées traitées de l'hôtel, qui sont utilisées pour irriguer une parcelle agricole de 2500m².



Mise en place du réacteur Anaérobie Compartimenté à Tinghir

DE NOMBREUX LEVIERS POSSIBLES POUR TROUVER DES SOLUTIONS À LA QUESTION DES EAUX USÉES EN ZONE OASIENNE

Les deux démonstrateurs testés ont souligné qu'il existe tout un panel de dispositifs techniques prometteurs pour à la fois résoudre les problèmes de pollution mais aussi offrir des ressources en eau complémentaires pour l'irrigation, dans des régions où les ressources en eau sont de moins en moins disponibles.

Pour que de telles solutions soient mises en œuvre à plus grande échelle, une étape importante serait d'améliorer les dispositifs réglementaires exigeant un assainissement efficace pour la protection du milieu oasien et pour la réutilisation des eaux usées pour irrigation et la recharge des aquifères. En parallèle à ces dispositifs réglementaires, **il est nécessaire d'accompagner les acteurs à mettre en place des solutions.**

Cela pourra passer d'abord par établir des modèles de financement viable pour faciliter l'accès aux fonds nécessaires à la mise en œuvre et à la maintenance des systèmes d'assainissement. Cela passera ensuite par un renforcement de capacités des cadres et techniciens des communes en matière d'assainissement durable. Enfin, des campagnes d'information et de sensibilisation pour les usagers potentiels et pour les institutions locales pourront être organisées.

Il y a aussi un enjeu fort de continuer à **produire des connaissances sur les différentes alternatives en termes de technologies, de gestion et de gouvernance.** Ceci pourrait inclure une étude comparative des bénéfices (économiques et non économiques) de chaque

dispositif technique, de leurs coûts en termes d'investissement et de maintenance, des types de situation où tel ou tel dispositif est particulièrement adapté. Il faut en particulier pouvoir construire une analyse comparative de ces dispositifs par rapport à la réutilisation des eaux usées traitées : quelle efficacité économique, agronomique et hydraulique de ces systèmes ? Par ailleurs, il serait utile d'instituer des mécanismes de suivi et d'évaluation pour mesurer l'impact et l'efficacité de ces dispositifs de traitement et de réutilisation des eaux usées traitées.

Cette production de connaissance pourrait être mise en place dans le cadre de « laboratoires vivants » (living labs en anglais) dans l'objectif de créer un environnement collaboratif où chercheurs, techniciens, agriculteurs, et décideurs peuvent interagir et partager des connaissances sur les meilleures pratiques de gestion de l'eau et de réutilisation agricole.

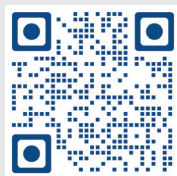
Ces laboratoires vivants visent à stimuler l'innovation à travers des projets pilotes qui peuvent être étendus à d'autres régions similaires, contribuant ainsi à la résilience et à la durabilité des communautés rurales et oasiennes. Les collectifs organisés autour des dispositifs pilotes à Tinghir et Ghardaïa mis en place dans le cadre du projet Massire constituent des exemples de tels laboratoires. Ces initiatives communes démontrent la force d'un engagement collectif envers des solutions innovantes et durables pour le traitement et la réutilisation des eaux usées dans un contexte de défis environnementaux croissants.

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 régions de Tinghir et Ghardaïa. 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

- El Meknassi Youssoufi E, Hammani A, El Khyati EG, Taky A, Ouzidan J, Taouile H, Azarhoun K (2024). Mise en place d'un dispositif décentralisé de traitement des eaux usées en milieu rural. Cas d'une unité touristique à Tinghir. **Guide de dimensionnement d'un Réacteur Anaérobie Compartimenté.**
- Bekaddour S, Hartani T, Mayaux, PL, Ait-Mouheb N (2024). **A story of hope and frustration: a wastewater-based agricultural frontier in the Algerian Sahara.** International Journal of Water Resources Development, 40(4): 627-640.
- Bekaddour S, Ait-Mouheb N, Hartani T (2021). **Re-emergence of dry toilets and fecal nutrient reuse in M'zab cities.** Journal of Water, Sanitation & Hygiene for Development, <https://doi.org/10.2166/washdev.2021.115>.
- Une deuxième vie de l'eau dans les oasis : la réutilisation des eaux usées traitée. **VIDEO-Massire**
- Présentation **du projet d'écoquartier à Ksar Tafilelt.**

Mise en forme du document : Aziza BOUGHANMI
Crédit photos ©Massire

Note produite en septembre 2024

Partenaires



Projet financé par

