

## Sources alternatives: solution pour l'eau de mauvaise qualité?

## Introduction

Il y a deux mois nous avons envoyé, à environ 340 personnes, notre première fiche synoptique. Nous vous remercions tous et toutes pour l'attention que vous avez apporté à celle-ci. Trente et une (31) personnes nous ont interpellé et ont manifesté un intérêt particulier pour la documentation fournie. Ce qui nous conforte sur l'utilité de notre travail. Nous tenons à remercier le Programme Solidarité Eau pour avoir référencé la fiche dans leur base documentaire en ligne.

Notre deuxième fiche se fixe pour objectif d'élaborer des pistes de « sources alternatives » pour des zones où l'eau a une mauvaise qualité physico-chimique (excès en sel et fluor)

Après un aperçu de l'hydrogéologie des aquifères du Bassin Arachidier, la fiche se concentre sur la possibilité des transferts d'eau et la captation des nappes superficielles par des mini-forages.

Nous n'aurions pas pu confectionner cette fiche sans l'aimable collaboration de Monsieur Amadou Diallo (UC-PEPAM) et du Professeur Serigne Faye (Université de Thiès). Nous remercions également Monsieur Mamadou Ibrahima (USAID PEPAM) pour le partage d'information.

Bonne lecture!

## Hydrogéologie du Bassin Arachidier

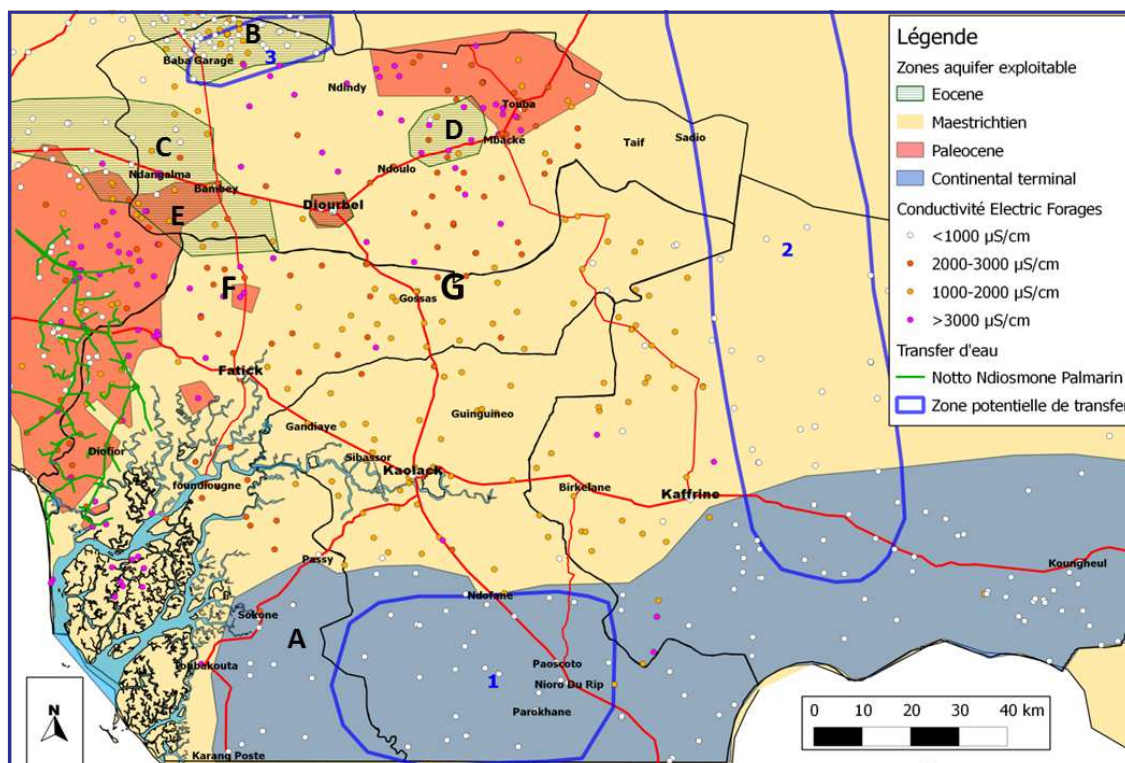
Au niveau du Bassin Arachidier, la satisfaction des besoins en eau des populations est assurée grâce à l'exploitation des ressources en eaux souterraines. Ces eaux souterraines sont contenues dans différentes nappes (ou « aquifères »), qui peuvent être recouvertes partiellement. Les nappes sont nommées relativement à la couche géologique dans laquelle elles sont contenues. Par ordre de profondeur croissante, les aquifères du Bassin Arachidier sont les suivants : Quaternaire, Continental Terminal, Eocène, Paléocène, Maestrichtien.

L'extension, la continuité et la qualité des aquifères varient verticalement et latéralement. Le Bassin Arachidier est très étendu, avec des structures hydrogéologiques assez complexes. Un aperçu global, qui fait un bilan exhaustif et détaillé de tous les aquifères du Bassin, n'est pas encore réalisé. Dans un avenir proche, deux vastes études seront réalisées. Il s'agit de l'étude hydrogéologique du PAGIRE-BA, financée par la coopération belge, et qui abordera la possibilité de transfert d'eau pour approvisionner certaines localités du Bassin Arachidier. L'autre étude en préparation concerne une cartographie de tous les aquifères du Sénégal. Elle sera réalisée avec l'appui de la Banque Africaine de Développement (BAD).

Néanmoins, les zones des aquifères exploitables par des forages sont assez bien connues et sont référées sur la Carte 1.

**Carte 1:**  
**Zones des aquifères ex-**  
**ploitable par des forages,**  
**et zones potentielles pour**  
**des transferts d'eau.**

Sources: base de données DGPPE, interviews avec Monsieur Amadou Diallo, coordonnateur UC-PEPAM, et Professeur Serigne Faye, consultant chargé de l'étude hydrogéologique du PAGIRE-BA.



# Synthèse des caractéristiques hydrogéologiques des aquifères du Bassin Arachidier

Aquifère	Diourbel	Fatick	Kaolack et Kafrine
Quaternaire et Continental Terminal	<b>Zone:</b> Vallées du Car Car et du Sine <b>Profondeur:</b> Ca. 5m <b>Débit:</b> Max. 10m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Varie fort entre bon et mauvais <b>Exploitation:</b> Seulement puits <b>Aquifère:</b> Peu connu	<b>Zone:</b> La partie sud-est, frontière gambienne (Carte 1: zone A) <b>Profondeur:</b> 30 - 70m <b>Débit:</b> 30 - 60m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Bon <b>Exploitation:</b> Tous les forages se trouvent dans la partie sud. Beaucoup de puits.	<b>Zone:</b> La partie sud et frontière gambienne (Carte 1: zone A) <b>Profondeur:</b> 80 - 120m <b>Débit:</b> 30 - 60m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Bon <b>Exploitation:</b> Tous les forages se trouvent dans la partie sud. Beaucoup de puits.
	<b>Zone:</b> Des lentilles dans la partie nord <b>Profondeur:</b> 30 - 70m <b>Débit:</b> Faible <b>Salinité et fluor:</b> Bon jusqu'à mauvais <b>Exploitation:</b> Seulement puits <b>Aquifère:</b> Peu connu	<b>Zone:</b> Des lentilles dans la partie nord <b>Profondeur:</b> 30 - 70m <b>Débit:</b> Faible <b>Salinité et fluor:</b> Bon jusqu'à mauvais <b>Exploitation:</b> Seulement puits <b>Aquifère:</b> Peu connu	
Eocène	<b>Zone:</b> Nord de l'axe Baba Garage (Carte 1: zone B) <b>Profondeur:</b> 20 - 25m <b>Débit:</b> 36 - 50m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Bon <b>Exploitation:</b> Forages et puits	Peu productif	<b>Zone:</b> Poches d'eau fossile dans des banques de calcaires fracturés <b>Profondeur:</b> 120 - 200m <b>Débit:</b> Faible (non alimenté) <b>Salinité et fluor:</b> Souvent mauvais <b>Exploitation:</b> Puits
	<b>Zone:</b> Réseaux dans des nombreuses fracturations de calcaires marneux (Carte 1: zone C) <b>Profondeur:</b> 10 - 50m <b>Débit:</b> Variable 7,5m³/h près de Bambey - 120m³/h à Diourbel <b>Salinité et fluor:</b> Relativement bon, mais des fronts salés <b>Exploitation:</b> Forages dans certaines zones à haut débit, puits <b>Aquifère:</b> Peu connu		
	<b>Zone:</b> Secteur de Bambey - Ndangalma (Carte 1: zone D) <b>Profondeur:</b> Ca. 25m <b>Débit:</b> Variable 26 - 70m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Relativement bon, mais des fronts salés <b>Exploitation:</b> Forages et puits		
Paléocène	<b>Zone:</b> Sud de l'axe Bambey - Ndangalma (Carte 1: zone E) <b>Profondeur:</b> 80m <b>Débit:</b> 20 - 60m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Varie entre bon, jusqu'à très mauvais <b>Exploitation:</b> Forages et puits	<b>Zone:</b> Département de Fatick (Fimela, Tattaguine et Niakhar) (Carte 1: zone F) <b>Profondeur:</b> 60 - 200m <b>Débit:</b> 50m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Très mauvais <b>Exploitation:</b> Forages dans certaines zones. Puits dans certaines zones.	<b>Zone:</b> Partout dans la région <b>Profondeur:</b> 200 - 350m <b>Débit:</b> Faible <b>Salinité et fluor:</b> Très mauvais <b>Exploitation:</b> Ni de forages, ni de puits
	<b>Zone:</b> Reste de la région de Diourbel <b>Profondeur:</b> de 80 à plus de 250m <b>Débit:</b> Ca. 10m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Varie entre bon jusqu'à très mauvais <b>Exploitation:</b> Seulement puits <b>Aquifère:</b> Peu connu		
Maestrichtien	<b>Zone:</b> Partout dans la région (Carte 1: zone G) <b>Profondeur:</b> 200 - 370m <b>Débit:</b> Haut débits: plus de 100m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Mauvais <b>Exploitation:</b> Majoritairement forages	<b>Zone:</b> Partout dans la région (Carte 1: zone G) <b>Profondeur:</b> 200 - 450m <b>Débit:</b> Haut débits: plus de 100m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Mauvais <b>Exploitation:</b> La majorité des forages se trouve dans la zone nord (là où il n'y a pas le Continental Terminal).	<b>Zone:</b> Partout dans la région (Carte 1: zone G) <b>Profondeur:</b> 250 - 500m <b>Débit:</b> Haut débits: plus de 100m³/h <b>Salinité et fluor:</b> Bon à l'est de Kafrine, mauvais à l'ouest de Kafrine <b>Exploitation:</b> La majorité des forages se trouve dans la zone nord (là où il n'y a pas le Continental Terminal).

# Transferts d'eau

## Zones potentielles

Un haut débit pompé, nécessaire pour un grand transfert d'eau, a un impact considérable sur l'ensemble du système dynamique qui compose l'aquifère. Le débit d'eau pompé doit rester en rapport avec la réalimentation naturelle de l'aquifère pour que l'exploitation soit durable. En outre, le débit pompé ne doit pas attirer de l'eau provenant des zones proches d'une eau saumâtre, afin d'éviter l'introduction d'un biseau salé. Pour une meilleure connaissance des aquifères, des études hydrogéologiques approfondies sont indispensables.

Sur la Carte 1 sont indiquées, avec des chiffres, les zones potentielles pour approvisionner le Bassin Arachidier en eau potable par des transferts d'eau.

**Zone 1:** La Continental Terminal dans le sud de la région de Kaolack, département de Nioro, a des caractéristiques prometteuses. Une requête a été déposée au niveau de la Facilité Africaine de l'Eau (FAE) pour étudier les possibilités d'exploitation de cette nappe pour des grands transferts d'eau. Le FAE a prévu d'évaluer cette requête en 2014. Un éventuel grand transfert d'eau à partir de cette zone, ne se fera qu'après 2015.

**Zone 2:** Le Maestrichtien à l'est de Touba et Kaffrine est très productif et dispose d'une eau de bonne qualité. L'étude de PAGIRE-BA identifiera les possibilités d'exploitation de cette aquifère. Un aspect important sera de connaître l'impact de cette exploitation sur l'écoulement des eaux souterraines. L'étude indiquera les débits maximaux de pompage, afin de ne pas attirer les eaux saumâtres et fluorées situées plus à l'ouest.

**Zone 3:** L'aquifère de l'Eocène au nord du Baba Garage est également une source potentielle pour des transferts d'eau. Il s'agit d'une émanation d'une nappe qui s'étend jusqu'à Louga mais qui est déjà exploitée intensivement (puits et approvisionnement de Dakar). Un transfert à l'échelle de celui de Notto Diosmone Palmarin (voir ci-dessous) ne sera probablement pas possible pour cette zone. L'étude du PAGIRE-BA va étudier les possibilités des transferts à plus petite échelle dans cette zone.

## Notto Diosmone Palmarin

Le transfert d'eau de Notto Diosmone Palmarin, réalisé entre 2008 et 2011, est indiqué en vert sur la Carte 1. L'eau de la nappe Paléocène est captée à partir de Tasset, région de Thiès, d'où elle est distribuée par un réseau de 772km. Le transfert dessert environ 250.000 personnes. D'ici peu un opérateur sera sélectionné pour la gestion du système. Ce projet a été réalisé avec des financements de l'état sénégalais (4,23 milliards CFA), le BADEA (4,4 milliards CFA), le FSD (4,95 milliards CFA) et la BID (5,63 milliards CFA).



© Ibrahima Thiam

En pompant de grands débits d'eau, des contaminations en sel et fluor venant des nappes connectées, peuvent se déplacer vers la zone de captage et contaminer l'eau des forages. Selon le Professeur Faye, ce risque prévaut également pour le transfert de Notto Diosmone Palmarin, car la nappe du Paléocène présente des salinités importantes dans une zone à 10km au nord-est des forages (frontière des régions Diourbel et Thiès).

## Mini-transfert réalisé par PEPAM-AQUA

Le PEPAM-AQUA a réalisé au préalable des études hydrogéologiques pour étudier les possibilités des mini-transferts dans la zone 1 (Continental Terminal) vers les châteaux d'eau de Koumbal et Keur Socé; et à partir de la zone 3 (Eocène), vers les châteaux d'eau de Gapp et Saté Ngom. Ces châteaux d'eau sont actuellement tous alimentés par de l'eau saumâtre et fluorée provenant du Maestrichtien.



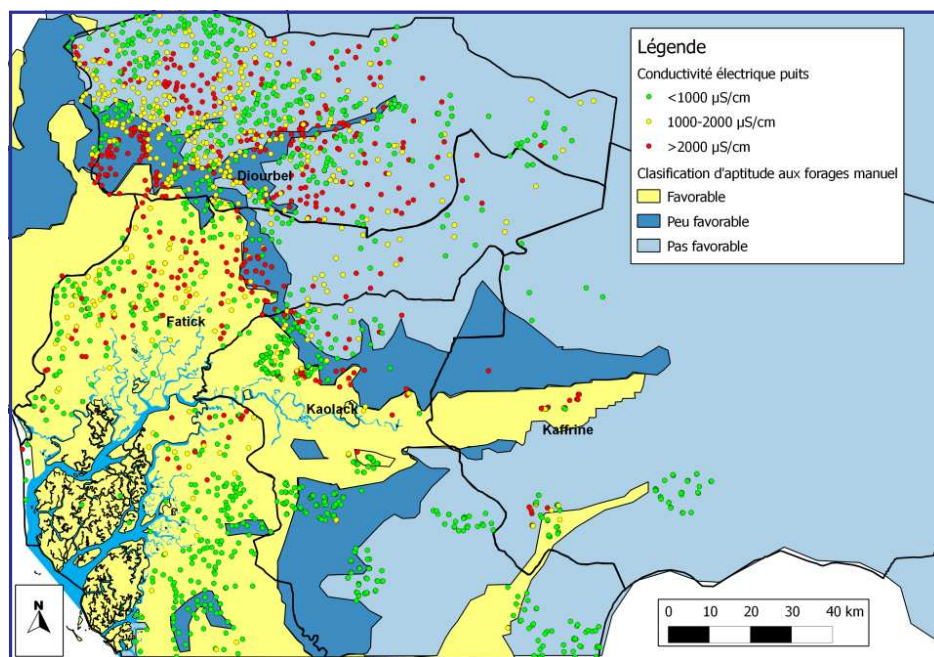
Site de forage de Keur Socé

Après la phase d'étude, le projet a opté pour la réalisation de deux mini-transferts, actuellement en phase d'exécution. Pour Keur Socé, l'eau sera transférée à partir d'un nouveau forage qui capte le Continental Terminal à 3,2km au sud de Keur Socé. Pour Saté Ngom, l'eau proviendra d'un nouveau forage captant l'Eocène à 4,8km au nord du village. Les deux mini-transferts vont desservir une population d'environ 16.000 personnes.

## Etat de lieux des eaux de puits

Le nombre de puits traditionnels implantés au Sénégal est estimé à près de 40.000. Ces puits peuvent atteindre jusqu'à 80m de profondeur. L'exhaure se pratique avec une corde et un seau: les volumes prélevés dépassent rarement un (1) m<sup>3</sup> par jour. L'eau est généralement contaminée par des bactéries, cause des maladies hydriques.

Malgré cette faible qualité bactériologique, plusieurs études ont démontré qu'il n'est pas rare que les populations aient recours aux puits traditionnels pour s'approvisionner en eau de boisson. Surtout dans les zones où l'eau du forage est saumâtre et fluorée, alors que l'eau du puits semble plus douce: ce qui incite la population à la consommer. Des enquêtes, réalisées en 2013 par PEPAM-AQUA, ont mis en exergue que 84% de la population de Dankh Sene (Diourbel) et 74% de la population de Ngothie (Kaolack) utilisent les puits comme source principale d'eau de boisson, pendant que les deux sites disposent d'un système d'Adduction d'Eau Multi-Villages (AEMV) fonctionnel.



**Carte 2: Conductivité électrique des puits** (sources: DGPRE et base de données PARPEBA) **et zones favorables pour la réalisation des forages manuels** (source: étude de faisabilité des forages manuels, identification des zones potentiellement favorables).

Les nappes superficielles ne sont pas bien connues, surtout dans les zones où elles sont peu productives. La DGPRE a analysé la conductivité électronique des puits situés à Fatick, Diourbel, Louga, Saint-Louis et Matam en 2007. Une pareille étude est prévue en 2013 pour les régions de Kaolack, Kaffrine et Thiès.

A l'heure actuelle, les seules données disponibles pour les puits de Kaolack et Kaffrine proviennent de la base de données de PARPEBA (partenariat sénégal-belge de 2003 - 2008). Elles se limitent aux zones alimentées par des forages réalisés sur financement belge.

La Carte 2 montre les résultats de ces différents études. La qualité physico-chimique des puits est très variable.

## Captation de nappes superficielles par des mini-forages

Dans les zones où l'eau de puits est douce et l'eau du forage saumâtre, une partie considérable de la population a tendance de consommer l'eau du puits comme eau de boisson et à utiliser l'eau du forage pour des tâches ménagères. Une stratégie pourrait donc être envisagée dans laquelle l'eau douce provenant des nappes superficielles est captée, désinfectée et distribuée comme eau potable. Pour éviter une surexploitation des nappes superficielles, le prix de l'eau potable devrait excéder le prix de l'eau saumâtre, afin que cette dernière demeure la source principale pour l'exécution des tâches ménagères. Les enquêtes menées par le PEPAM-AQUA en 2013 à Dankh Sene et Ngothie, renseignent que la population est prête à payer plus pour une eau de boisson de bonne qualité. Désinfecter l'eau est un processus plus facile et moins coûteux que traiter l'eau saumâtre et fluorée. Cette stratégie mérite d'être étudiée avant d'opter pour des solutions plus complexes, comme des unités de dessalement et de défluoruration de l'eau.

Un puits traditionnel est ouvert et ne peut garantir une eau potable de bonne qualité. Par contre, les mini-forages sont protégés et peuvent être désinfectés facilement. L'UNICEF a mené une étude pour examiner la possibilité d'implantation de forages manuels au Sénégal. Si les forages manuels ne sont pas encore vulgarisés dans le pays, l'analyse des données hydrogéologiques permet de préciser les zones privilégiées pour la construction de forages manuels (voir Carte 2). Une grande partie de la région de Fatick et les vallées des régions de Kaolack et Kaffrine sont identifiées comme étant des zones favorables.

# Captation de nappes superficielles par des mini-forages

La technologie des forages manuels a été introduite au Sénégal à la fin des années 90 par l'ONG américaine Enterprise Works qui les exécutait à la tarière en zone sédimentaire.

Cette technologie a été améliorée par la suite par USAID PEPAM avec le « Rota Jetting » qui consiste en un mouvement vertical et une rotation continue du train de tige au bout duquel est fixé un trépan permettant la pénétration dans des sols consolidés. A l'extrémité supérieure se trouve une tête rotative permettant à une motopompe d'injecter de la boue à l'intérieur du train de tige. Cette technique permet d'aller jusqu'à 40m de profondeur et de capter les nappes situées dans des sols consolidés et non consolidés (sédimentaires et latéritiques). Les débits obtenus sont importants et varient de 2 à 20 m<sup>3</sup> par heure suivant les conditions hydrogéologiques.

Le forage est réalisé avec des outils simples fabriqués par des artisans locaux. Le matériel de forage est simple, léger et facilement transportable dans un véhicule. Le délai de réalisation du forage est d'un à deux jours pour des profondeurs variant entre 25 et 40 m.

Le coût approximatif varie entre 500.000 et 1.500.000 CFA en fonction de la profondeur et du site d'implantation. Les équipements servant à l'installation du forage au « Rota Jetting » sont acquis à un coût approximatif de 1.600.000 CFA et ils peuvent être utilisés pour exécuter au moins dix (10) ouvrages.

La technique du forage au « Rota Jetting » permet d'éviter toute contamination de la nappe par l'extérieur si toutes les procédures d'installation sont respectées.

Entre 2010 et 2012, USAID PEPAM a réalisé 113 mini-forages équipés de pompes manuelles.

Pour les zones « dures », USAID PEPAM a introduit une mini-sondeuse qui permet de réaliser un ouvrage en moins de cinq (5) jours. Entre 2010 et 2012, douze (12) ouvrages de captage ont été réalisés avec la mini-sondeuse en Casamance.

Ainsi, les forages manuels constituent une alternative intéressante pour capter les nappes superficielles d'eau douce dans le Bassin Arachidier. Dans certains cas et suivant les caractéristiques de l'ouvrage réalisé, à la place d'une pompe manuelle, une pompe solaire pourrait être installée avec une pompe doseuse pour la désinfection et stérilisation de l'eau.



© USAID PEPAM

“ Rota Jetting ”

## Conclusion

L'hydrogéologie du Bassin Arachidier est complexe et pas encore assez maîtrisée: la recherche des solutions à l'excès de fluor et de sel dans l'eau reste approximative. Les solutions apportées seront certainement diverses et adaptées aux différentes zones, chacune avec leurs propres spécificités.

Le Bassin Arachidier présente des zones potentiellement favorables aux grands transferts d'eau mais leurs capacités doivent faire l'objet de plus de précision. Plusieurs études sont en cours ou en préparation:

- L'étude menée par PAGIRE-BA, concentrée sur le Bassin Arachidier, est en phase d'exécution
- L'étude financée par le BAD, sur l'hydrogéologie du Sénégal dans son entièreté, est en phase de formulation
- L'étude de la zone Sine Gambie est présentée pour financement à la Facilité Africaine de l'Eau (FAE)

Dans les zones où la nappe superficielle présente une bonne qualité physicochimique mais est peu productive, des mini-forages pourraient être réalisés pour desservir les populations en eau de boisson, en complément à l'eau fournie par le forage profond – beaucoup plus productif, mais de qualité médiocre.

Mais force est de constater que, pour d'autres zones, il y a obligation d'envisager des systèmes de traitement tels que l'osmose inverse, ou la captation de l'eau de pluie. Les prochaines fiches synoptiques traiteront de nos expériences avec ces options techniques.

### Contact

PEPAM-AQUA  
Division Régionale de l'Hydraulique  
BP 223 Kaolack  
Tél: +221 33 941 64 28  
Mail: [secretariat.kaolack@pepam-ba.sn](mailto:secretariat.kaolack@pepam-ba.sn)