

L'ACCES A L'EAU  
au  
SENEGAL ORIENTAL

---

Région de TAMBACOUNDA

*ZONE de BALA*

# Rappel: NOTRE TERRE

- Les océans = 72% de la surface terrestre et contiennent 97% de l'eau ( eau salée)
- L'eau douce c'est 3% du total des eaux et se trouve:
  - Dans la calotte glacière 75% 29 000 000km<sup>3</sup>
  - Dans les eaux souterraines 24.6% 9 500 000km<sup>3</sup>
  - Dans les lacs et cours d'eau 0.3% 120 000km<sup>3</sup>
  - Dans l'atmosphère 0.04% 13 000km<sup>3</sup>
  - Dans le sol ( humidité ) 0.06% 24 000km<sup>3</sup>

*Pour info Eaux dans océans = 1 350 000 000 km<sup>3</sup> (1 milliard 350 millions de km<sup>3</sup>)*

*Eaux douces = 40 500 000 km<sup>3</sup> ( 40.5 millions de km<sup>3</sup> )*

## *Cycle de l'eau sur l'ensemble du globe*

65% précipitation part en évaporation

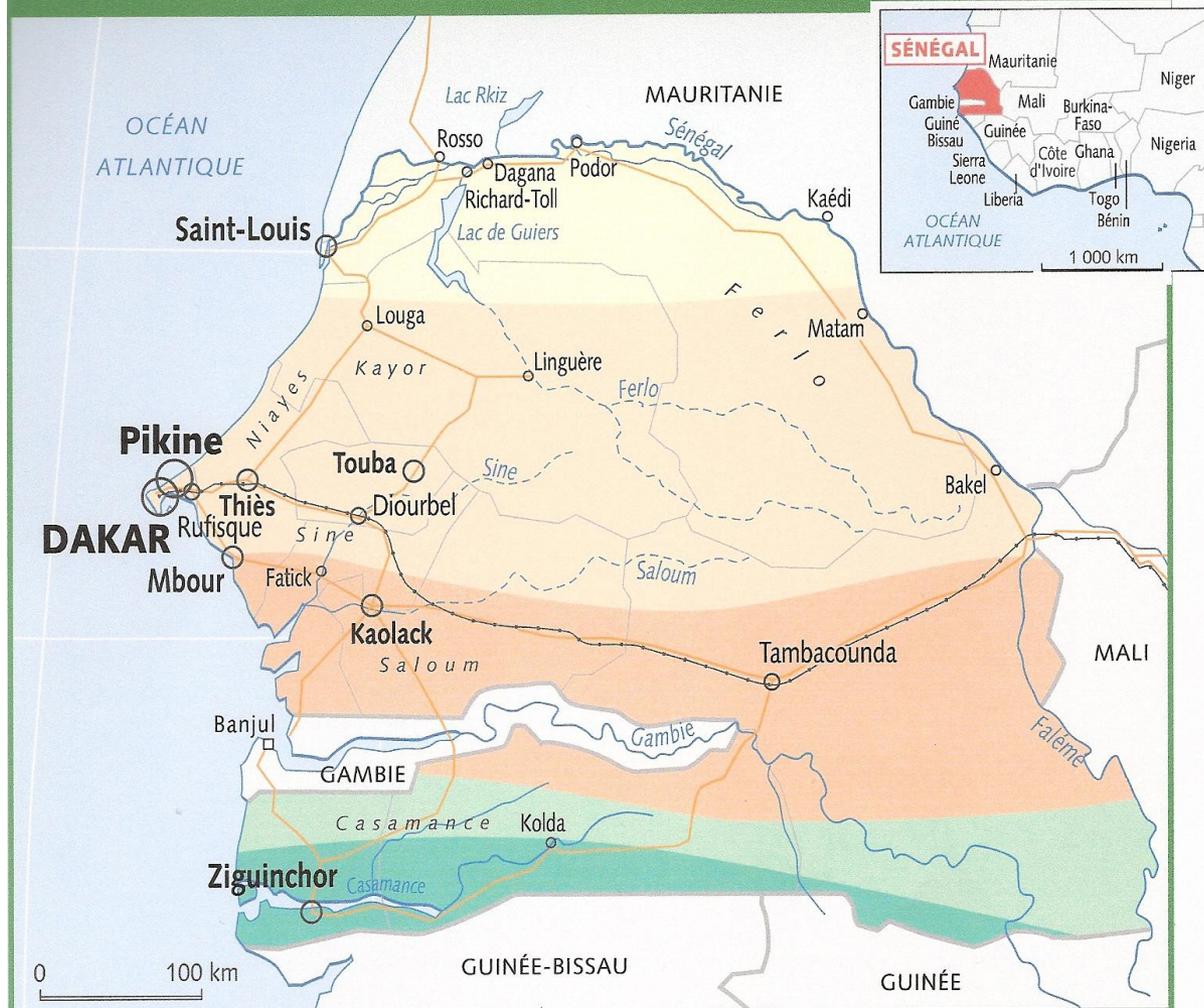
24% ruissellement

11% infiltration

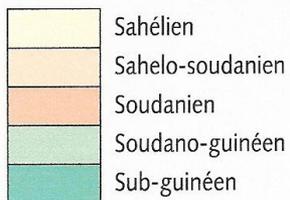
# Sénégal

- Plan Sénégal
- Domaine climatique

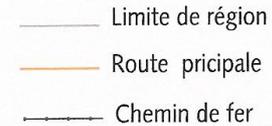
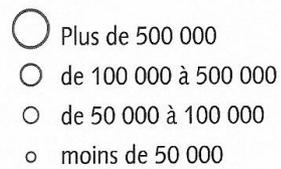




**Grands domaines climatiques**

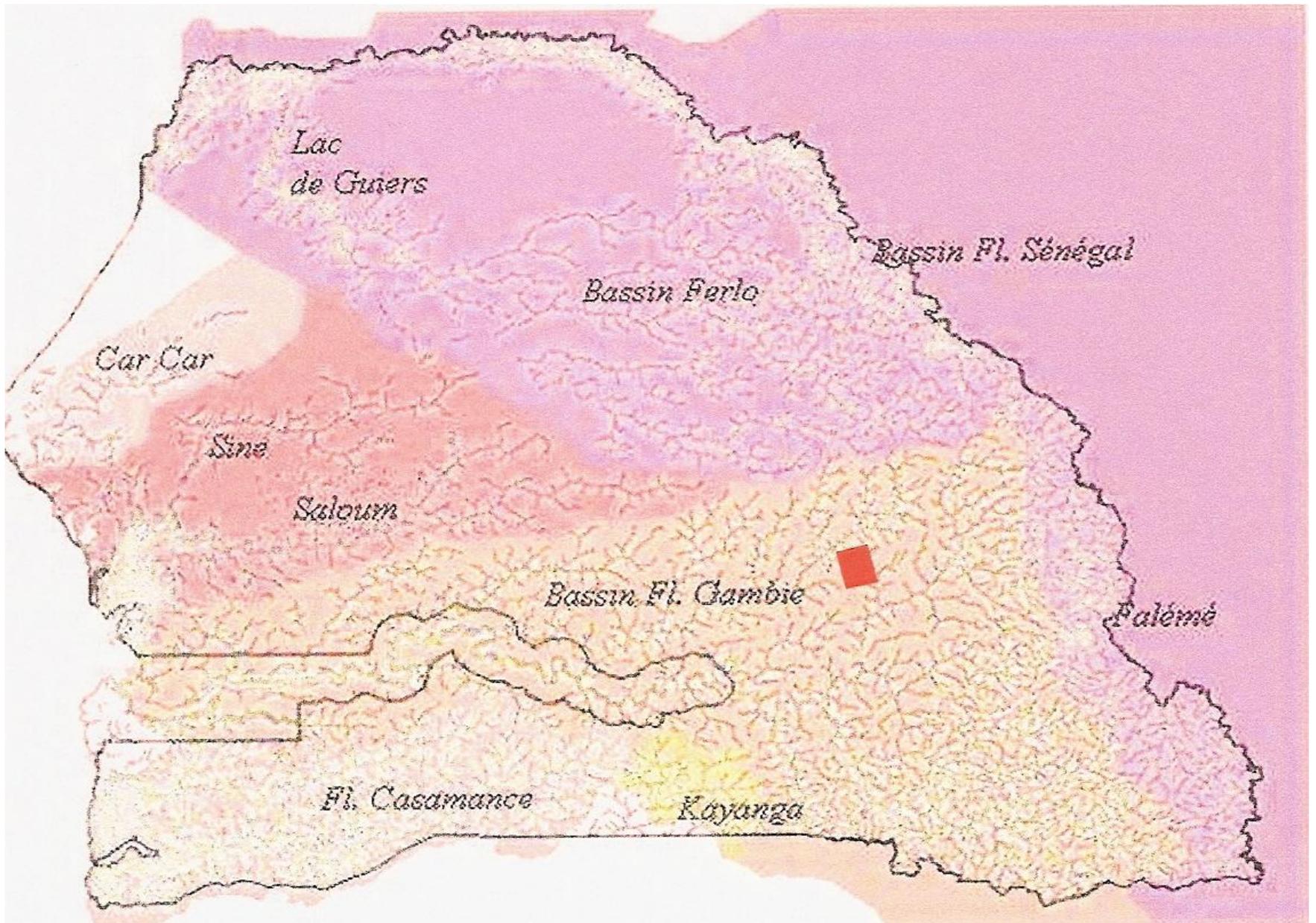


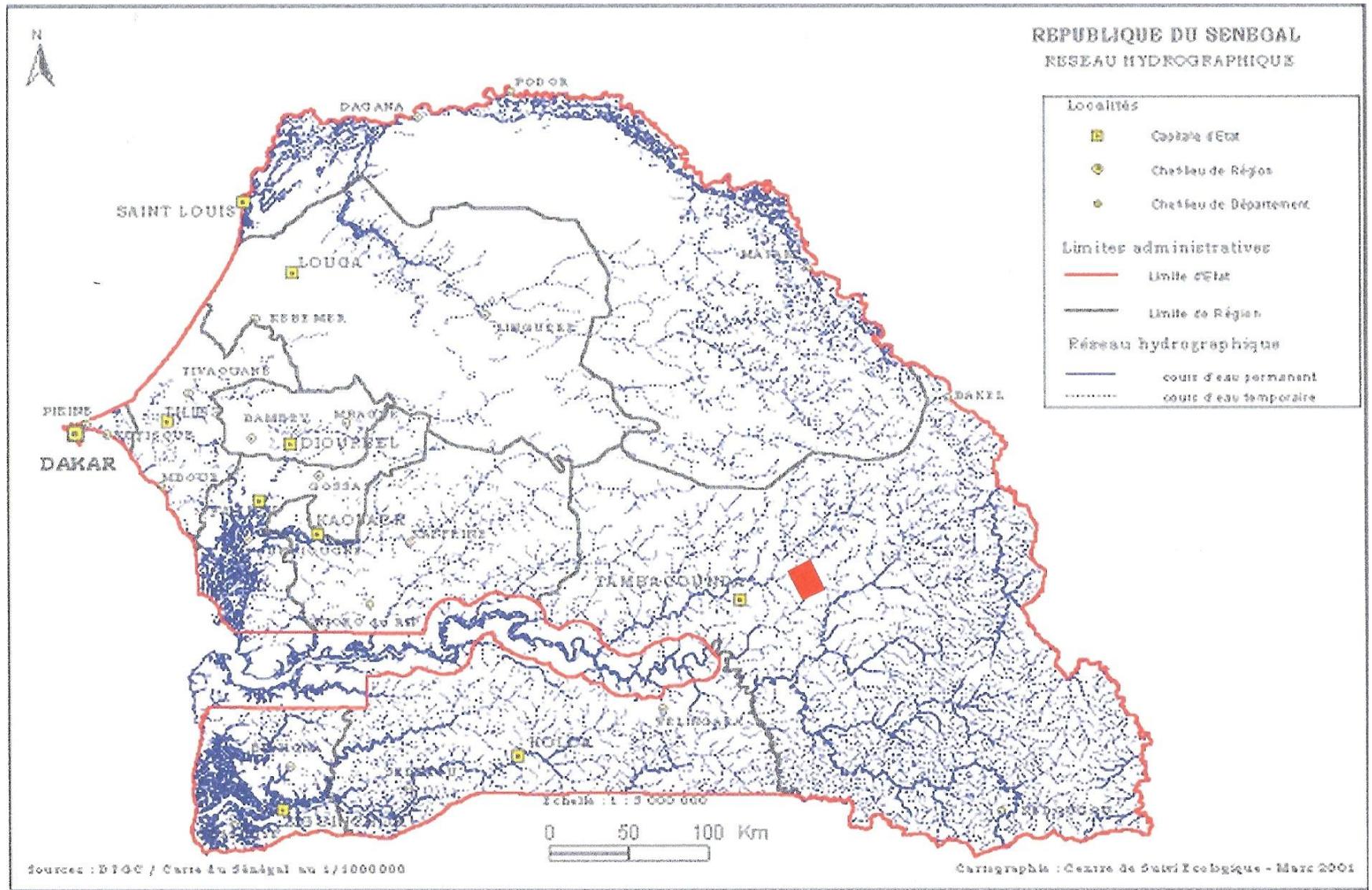
**Villes, nombre d'habitants**



# Ressources en Eau du Sénégal 1/2

- EAU de SURFACE
  - Le réseau hydrographique du Sénégal est tributaire des bassins
    - Fleuve Sénégal et son affluent Falémé ( source en Guinée)
    - Fleuve Gambie ( source en Guinée)
    - Fleuve Casamance ( source région Vélingara au Sénégal)
    - Quelques rivières ( Kayanga , Anambé, Siné et Saloum et autres)
  - Lac de Guiers ( alimenté par le fleuve Sénégal) 600millions de m3
    - Ce lac alimente en eau la capitale Dakar
  - Zones humides( plaines alluviales,vallées des fleuves et mares )





Carte hydrologique du Sénégal (réalisation : CSE)

# Ressources en Eau du Sénégal 2/2

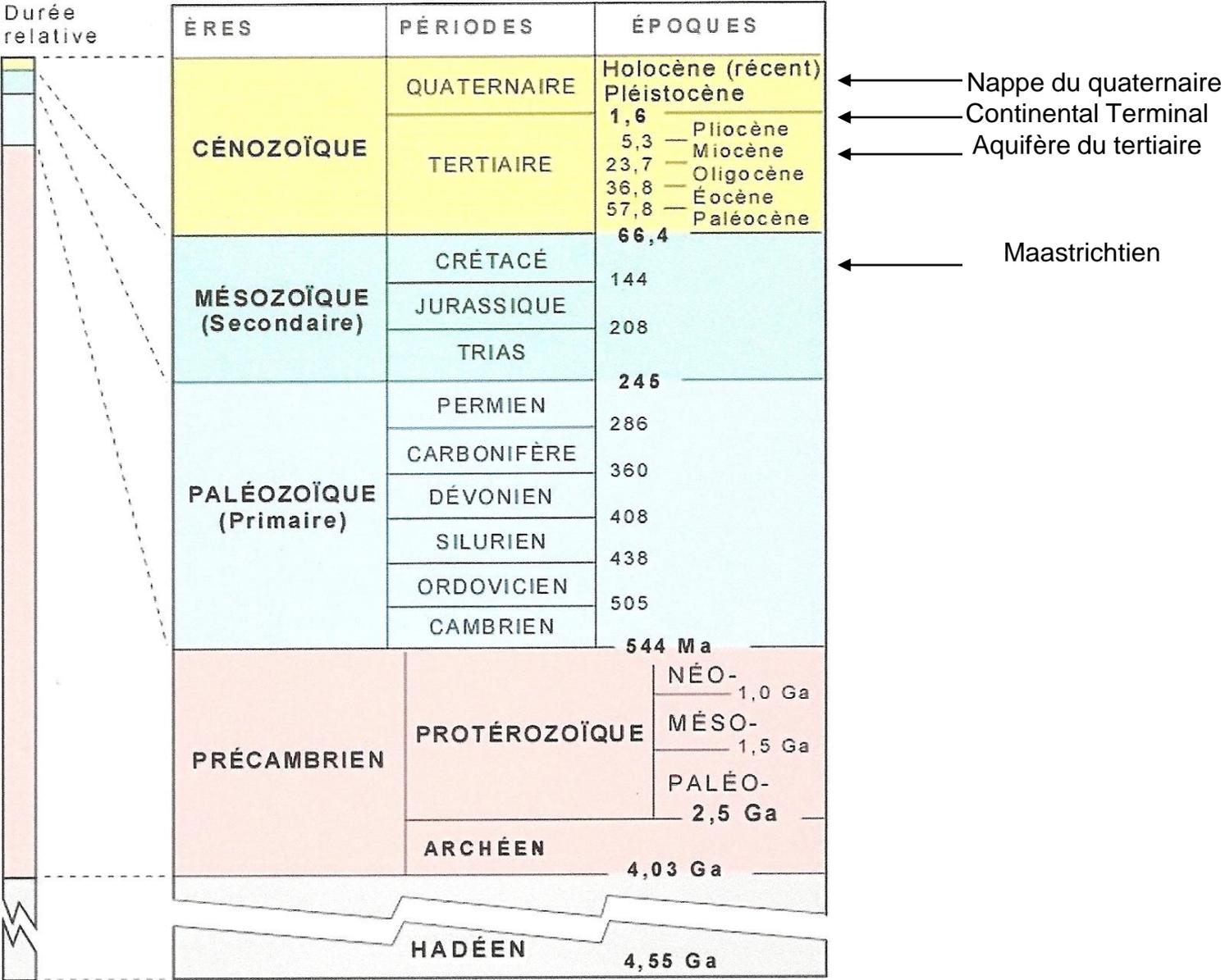
- EAUX SOUTERRAINES

- Les principales nappes aquifères appartiennent a des couches de terrains formées a des périodes différentes
  - Nappes du quaternaire( sable plus ou moins argileux) 4 aquifères
    - Nappe des alluvions du fleuve Sénégal
    - Nappe des sables du littoral nord
    - Nappe infrabasaltique Cap vert
    - Lentille d'eau douce du Saloum et de la Casamance
  - Aquifères du Tertiaire
    - Sables et calcaires de la Casamance
  - Nappes du Continental Terminal
    - Formations sablo-argileuses constituée fin ère tertiaire et début du quaternaire
      - » Aquifère couvre presque tout le pays, grande réserve région Tambacounda 500m  
Potentiel estimé a 450 000 m3/j
  - Nappe du Maastrichtien
    - Cette nappe se trouve dans les sables et grès du Maastrichtien (fin ère secondaire)
      - » les forages sont a une profondeur entre 100 et 500m ,alimentation par crue du fleuve Sénégal et est en partie fossile  
Potentiel estimé a 500 000 m3/j

# Définitions

- Un **aquifère** est une couche de terrain suffisamment (poreuse qui peut stocker de l'eau) et imperméable (ou l'eau circule librement) pour contenir une nappe d'eau souterraine
- **Aquifères poreux**: l'eau est contenue dans les pores ouverts de la roche et peut circuler librement (sable, graviers, craie,)
- **Aquifères fissurés**: l'eau est contenue et circule dans les failles et fissures de la roche (calcaire, granit, coulée volcanique)
- **Aquifères karstiques**: système complexe associant une zone superficielle fissurée insaturée en eau servant d'infiltration et d'une zone inférieure fissurée avec des grottes et conduits saturés d'eau ou l'eau circule à grande vitesse
- **Argiles** ce sont des roches contenant une grande quantité d'eau du fait de leurs porosités élevées mais ne laisse pas circuler l'eau (très faible perméabilité)
- Une **nappe phréatique** ou nappe libre est la nappe contenue dans l'aquifère de surface
- Les **nappes captives** sont plus profondes et maintenues sous pression qui peut donner des puits artésiens
- **Maastrichtien** tuffeaux de Maastricht Roche de 65 à 70 Millions d'années
- La **nappe aquifère du Maastrichtien** couvre 80% du Sénégal Dans la région de BALA la profondeur est estimée entre 300 et 500m
- **Limons ferrugineux** rouges de 2.6 à 3.6 Million d'années
- **Latérite**: roche rouge, se forme par altération des roches sous climats tropicaux, riche en hydroxydes de fer et ou d'aluminium, c'est une réserve d'aquifères Les sols latéritiques filtre environ 50% de l'écoulement permettant la recharge des nappes phréatiques

# Calendrier Géologique





# Région de TAMBACOUNDA

- Région TAMBACOUNDA

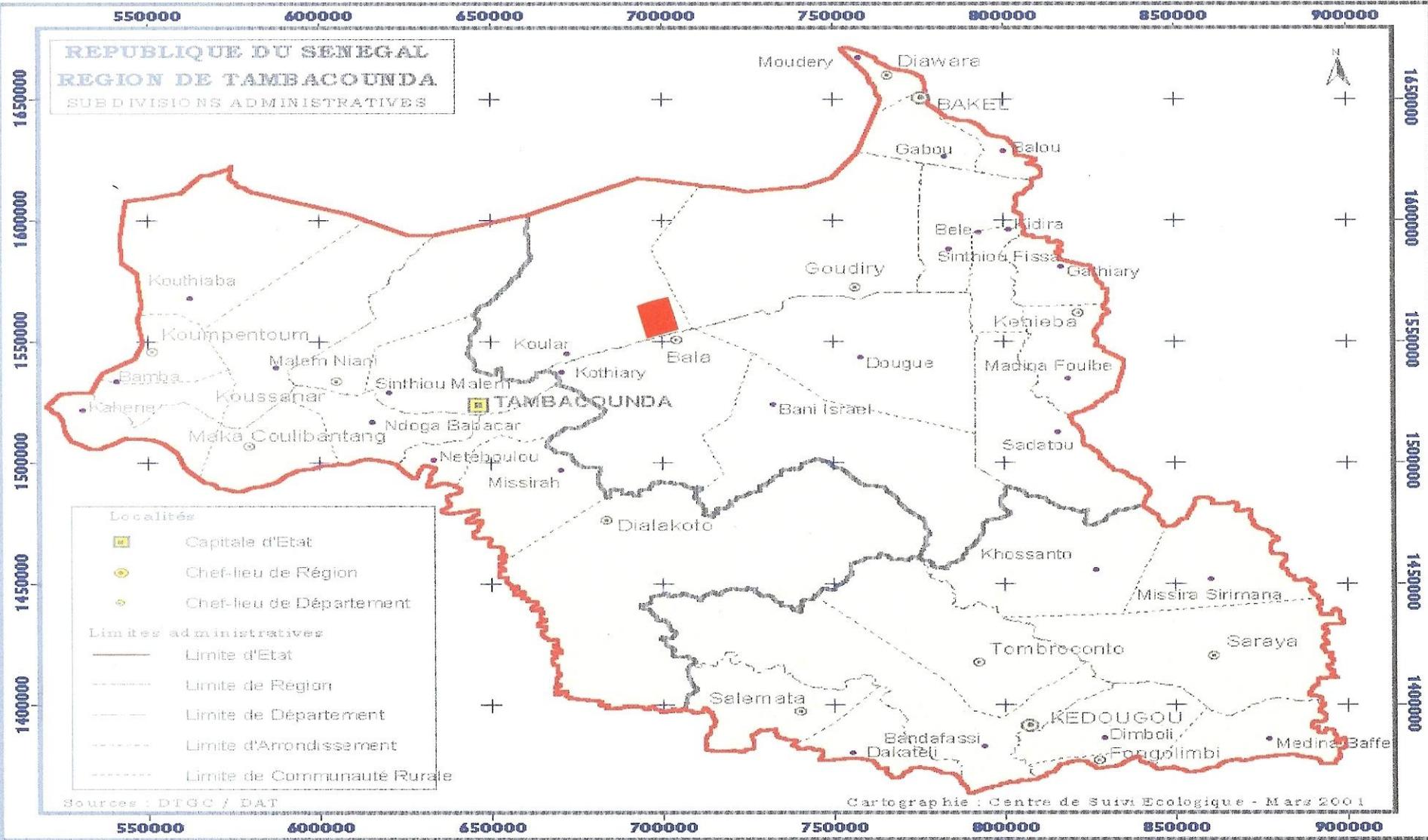
- Superficie : 59602 km<sup>2</sup> soit 30% du Sénégal
- Population : 700000 habitants dont 80% rural

*La population du Sénégal est de 12.5 millions d'habitants dont 50% en dessous seuil de pauvreté*

- Densité : 12 habitants /km<sup>2</sup>

- » Le département de BAKEL 215000 Habitants
- » Bala 1500 Habitants
- » Les 42 villages visités par le Centre Médical 7400 Ha

# Carte de la division administrative de la région de Tambacounda



- Département de BAKEL ( Zone de BALA)

- Altitude entre 45 et 65 m

- 2 périodes thermiques

- Basse T° 25 a 28° de Juillet a Février ( moyenne)

- » Maxima entre 31 et 38°

- Haute T° 29 a 33° de Mars a Juin ( moyenne)

- » Maxima entre 39 et 40 et des mini entre 21 et 26°

- Pluviométrie

- 600 a 700 mm Durée 4 a 5 mois de juin a octobre

- Vents

- Alizés du nord et du nord-est,

- Harmattan de l'est chaud et sec

- La mousson venant du sud-est chaude et humide

- Sols

- Pré domination des sols ferrugineux ( latérite)



# Ressources en Eau Département BAKEL

## Zone de BALA

- Eaux de surface

- Constituées de mares naturelles ou artificielles
- En hivernage beaucoup d'eau drainée mais perdue
- Exploitation des eaux faible car pas de maîtrise des rétentions et aussi par la forte évaporation en saison sèche

- Eaux souterraines

- 3 ensembles d'aquifères

- Aquifère du Continental Terminal
- Aquifère de l'Oligocène - Miocène
- Aquifère du Maastrichtien

- » Profondeur entre 150 et 500m ( Forage Débit >1000m<sup>3</sup>/j)

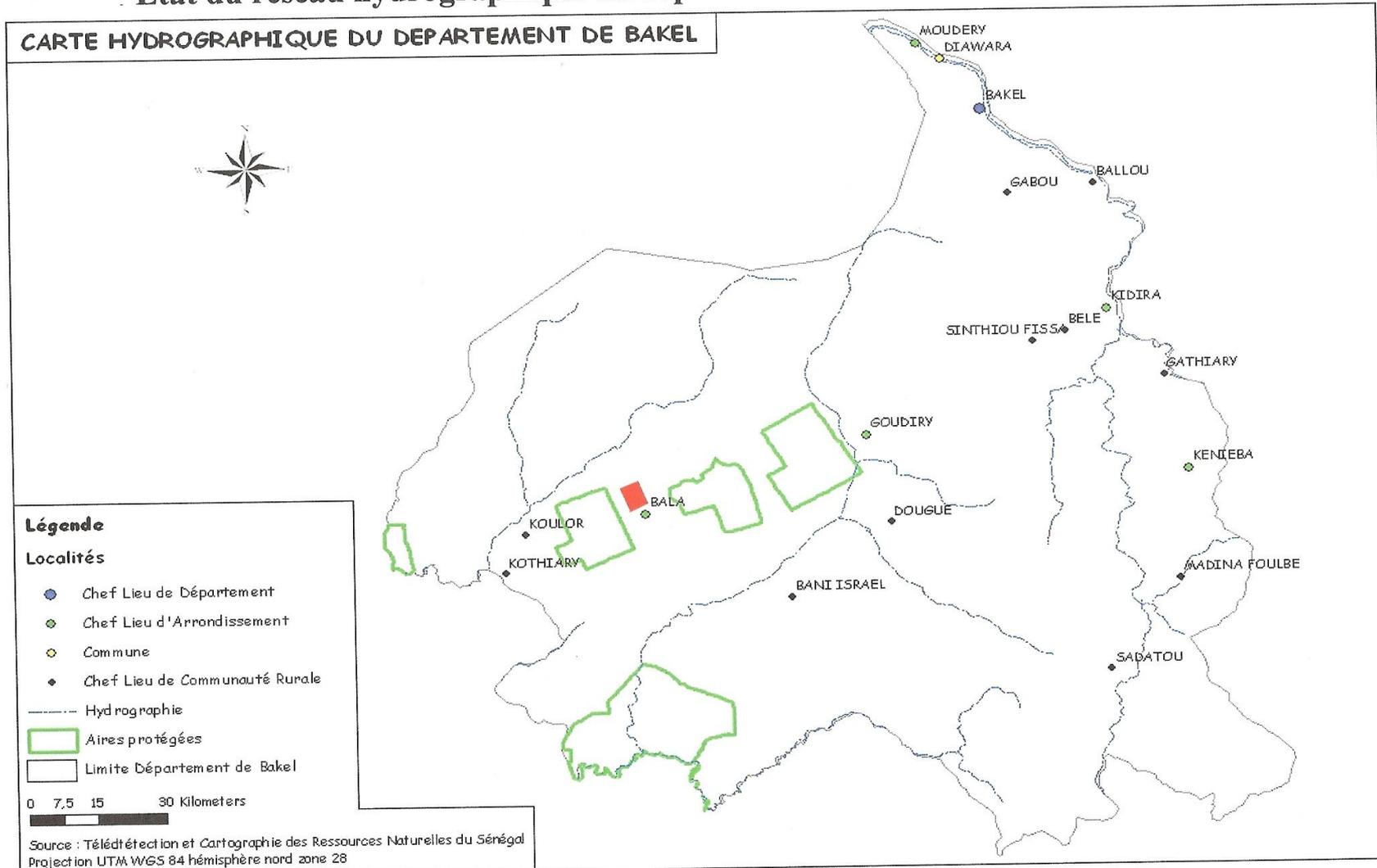
Forage de BALA prof.458m Niveau dyn. -50m Débit 37m<sup>3</sup>/h( Essai 250m<sup>3</sup>/h) avec château d'eau de 100m<sup>3</sup> a 15m du sol (18.5 a 15m) , Puissance pompe 11kw (1987)

- Nappes phréatiques

- » Captées par puits de 40 a 80m Débits faibles et fluctuant fonction de la saison ( certains puits sont taris vers avril mai jusqu'à la période des pluies )

# Etat du réseau hydrographique du département de Bakel

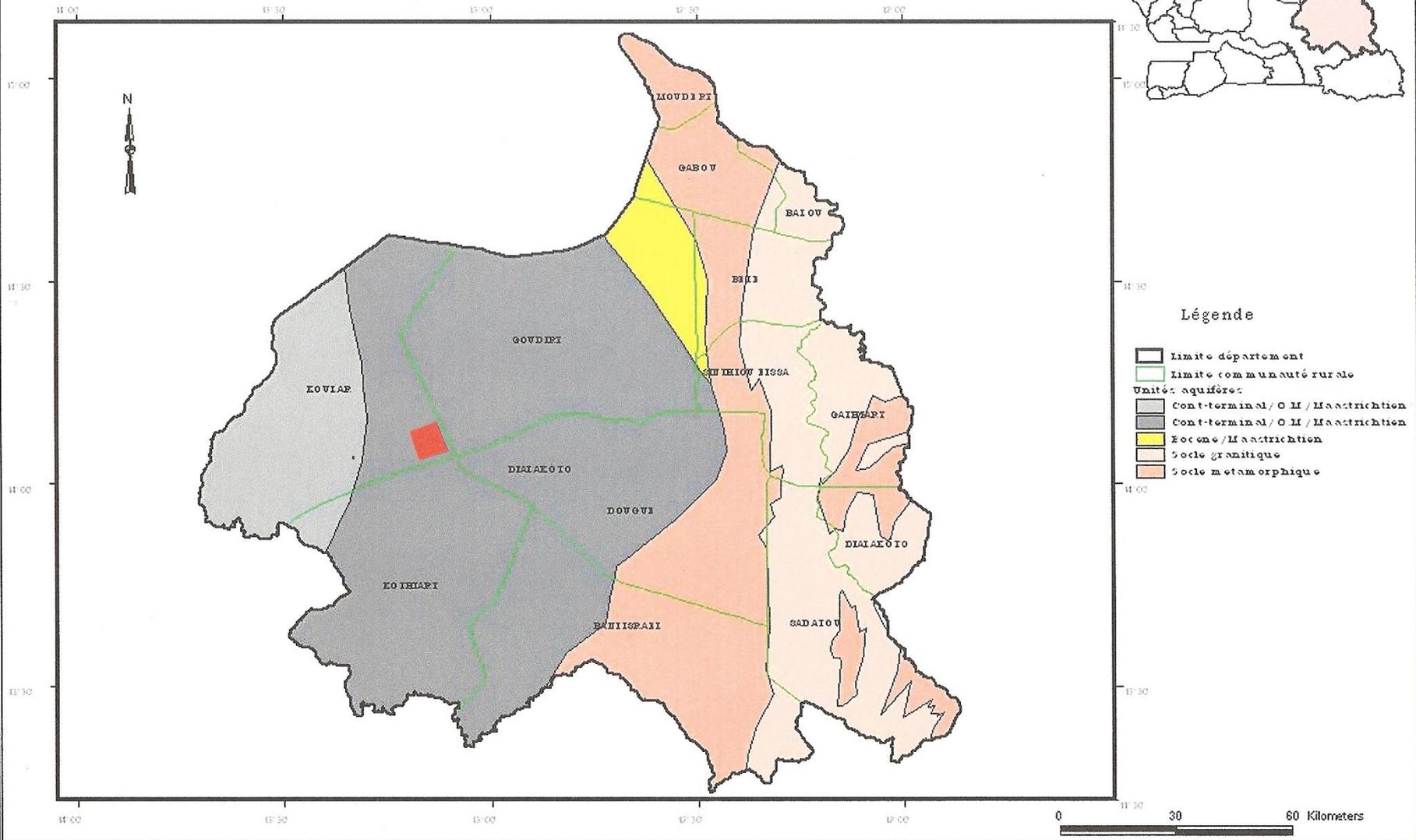
## CARTE HYDROGRAPHIQUE DU DEPARTEMENT DE BAKEL



Source : DGPPE

03/2012

# Carte des Unités aquifères exploitables du département de Bakel



# Hydrogeological Map of Aquifer Maestrichtien in the Study Area (Tambacunda, Matam and Kedougou, Senegal)

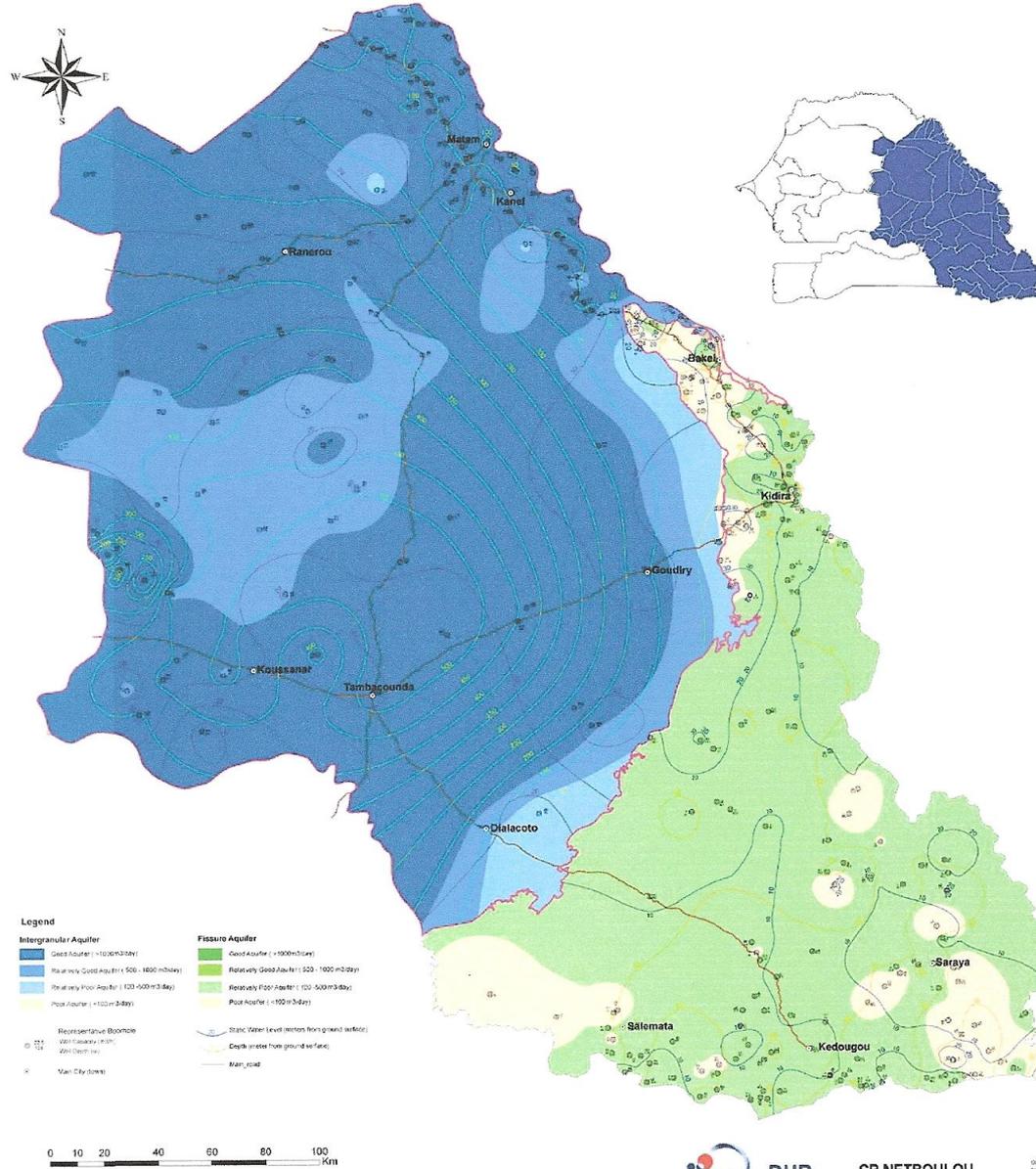


Figure 2-3-1 Carte Hydrogéologique (Maestrichtien)

2-15



# ACCES a l'EAU TERRE

- Population sur terre >7milliards d'individus (il y a 200ans = 1milliard)
- 800 millions n'ont pas accès a l'eau potable !!! (11%)
- 3 a 4 milliards n'ont pas accès de façon pérenne a l'eau et si ils ont de l'eau la qualité est douteuse (50%)
- 2.5 milliards n'ont pas de sanitaires de base ni d'assainissement 1/3
- 7 morts / minutes dans le monde à cause de l'eau insalubre  
( 3.5 millions/an , 6<sup>ème</sup> Forum Mondial de l'Eau Mars 2012)
  
- 70% de l'eau douce est utilisée par le secteur agricole
- 80% des eaux usées dans le monde ne sont pas collectées ni traitées

# ACCES a l'EAU

Sénégal

- Accès raisonnable a l'eau 52% au Sénégal  
Correspond a 20l/ha/j eau a une distance <1km du lieu de vie
- 89% avaient fin 2010 accès a l'eau raisonnable au Sénégal ( pas forcément potable)
- Objectif du millénaire Réduire /2 d'ici 2015 le Nb d'habitant sans eau
- Une étude a été faite en 2010 par JICA (japon) sur région Tamba ( JICA : Agence Japonaise de Coopération Internationale)
- L'OMS préconise un accès a l'eau potable correspondant a 35l/ha /j

# Situation Sénégal 2003 ( Kyoto)

## Forum mondial de l'eau

- Taux accès eau potable du Sénégal évalué a 66%
- En milieu urbain le taux de desserte en eau potable est de 78% pour une population de 4.6millions d'ha avec 50 à 70 l/ha/j
- 13% des usagers sont raccordés a l'égout , 46% ont une fosse septique et 38% n'ont aucun système d'évacuation (rue,fossé,cours d'eau) le réseau eau usée est de 20% dans les villes assainies A Dakar c'est 25% pour le reste 70% fosse individuelle ,5% rien
- En milieu rural le taux de desserte en eau potable est de 56% pour une population de 5.3millions d'ha répartie sur 14000 villages La consommation par habitant est proche des 30l/j
- La population rurale non dotée de points d'eau moderne représente près de 2.7 millions de personnes dont 600 villages de plus de 1000ha sans aucun point d'eau motorisé voir puisage dans un trou

# Objectifs millénum pour 2015

PEAM ( Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire)

- Taux d'accès à l'eau potable de 64% en 2004 à 82% en 2015
- Taux d'accès à l'assainissement global de 78% en 2015, dont 30% en réseau d'égouts, et assainissement en milieu rural passant de 17 a 59% en 2015
- L'approvisionnement en eau potable n'est pas développé dans la région de Tambacounda, Taux d'accès 30% alors que le taux d'accès national est de 64%
- Objectifs
  - Réalisation de 700 forages équipés
  - Installation de 45 unités de dessalement
  - Réalisation de 500 puits modernes
  - Réalisation de captages ( pas dans la région de Tambacounda)

# BALA village Eau potable !

- **FORAGE** - 450m, Nappe du Maestrichtien, Débit pompe 37 m<sup>3</sup>/h  
Château d'eau 100m<sup>3</sup> à 15m du sol, max plein 18.50m  
Eau agressive , contient du fer 1.3mg/l → rouille , dépôts  
Réseaux Dia 110 et 63 Problème de coupures d'eau en particulier de l'autre côté de la route ( terrain + haut de 7m par rapport au sol du château d'eau  
Pas d'automatisme de démarrage de la pompe en fonction niveaux dans le château d'eau
- **PUITS** un puits principal Pas beaucoup d'eau fonction des saisons  
Des petits puits qui sont taris en fin de période sèche

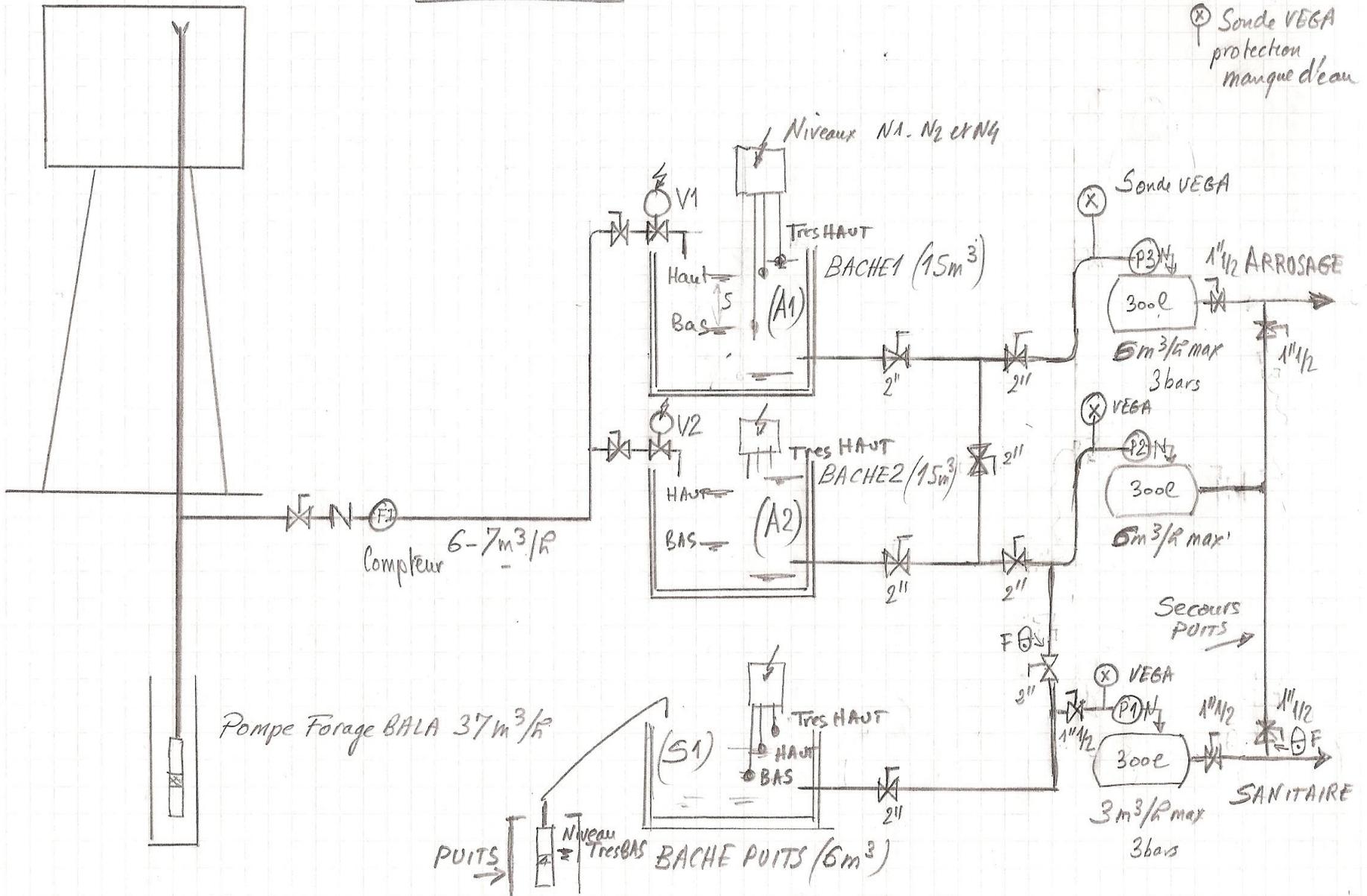
# Problèmes zone de BALA 1/3

- Il y a de l'eau a -450 m , agressive , beaucoup de fer FORAGE
- L'eau entre- 40 et -80 m très disparate FORAGE ou PUIITS
- **Campement NOBOTO**, 6km de Bala  
Puits existant tari, forage a -70m ne débit pas et se bouche
- **Village BODOU** 10km de Tamba  
Plusieurs puits classiques -40m soutirage manuel Plus d'eau a partir mois de mai , Réalisation d'un forage a -450m avec Ch d'eau
- Faire un forage de surface ou un puits dans zone de Bala tient du miracle
- **Les puisatiers de la région de TAMBA** promettent beaucoup mais le résultat est variable en fonction du sol et des "esprits"  
( il y a des difficultés a travailler a -50m sans installation d'aération avec les risques de CO<sup>2</sup> et pas de sécurité des travailleurs et pour des profondeurs plus importantes les risques sont très grands et nécessiterons du matériel d'aération > préférer le forage mais le débit sera plus faible )

# Problèmes zone de BALA 2/3

- **Exemple Puits du centre Médical de BALA**
- Puits profondeur -54m , Réaliser par puisatiers locaux
- Débit souhaité 6 m<sup>3</sup>/h -> Débit réel ~1 m<sup>3</sup>/h
- Qualités eau physico-chimiques Très bonne ( conforme aux normes de distribution en France sauf pH un peu en dessous )
- Qualité bactériologique. ( streptocoques fécaux) Très bonne
  
- Il est a regretter que le puits ne débite pas le volume souhaité  
Cela nous a amener a utiliser l'eau du puits pour l'alimentation des points d'eau dans les cases, locaux médicaux et cuisines
- Et a utiliser l'eau du forage du village  
Pour l'arrosage ,les utilités et le réseau incendie  
( mise en place d'une conduite privée entre le refoulement du forage vers le château d'eau et le centre médical via 2 cuves de stockage dans le centre de 15m<sup>3</sup> unitaire)

# Schéma Principe Eau Arrosage & Eau du Puits



# Problèmes zone de BALA 3/3

## En résumé

- Forage profond -> De l'eau -> Contient du fer voir en forte dose
- Puits Nappe phréatique -> De l'eau faible débit voir plus d'eau en fin période sèche ( impossible de prédire si le puits sera toujours utilisable)  
Ce qui n'est pas comme près de la Gambie ou les puits sont a 10m et toujours avec de l'eau ( Ex. Wassadou ou même la zone entre la Gambie et la N7 est quelques fois submergée)
- La zone de Bala n'a pas de réseaux hydrauliques  
( les seuls oueds qui existent ne sont en eau que pendant la période des pluies)
- Pour l'irrigation des cultures voir la possibilité de créer des retenues d'eau qui seront alimentées pendant la période des pluies  
le problème bien connu c'est l'évaporation pendant la saison sèche  
( avec une petite brise de 5km/h pour utiliser 1000m<sup>3</sup> pendant la saison sèche il faut stocker 6000m<sup>3</sup> pour avoir quelques gouttes en fin de saison sèche , en réduisant la surface du plan d'eau nous limiterons l'évaporation)

# Fournir de l'Eau ne suffit pas

- Fournir de l'Eau c'est indispensable mais:
  - Il faut que les usagers soient conscients que l'eau est une denrée rare (Qui doit être utilisée avec parcimonie)
- A partir du moment où les gens ont accès à l'eau sans efforts ils sont tentés de ne plus faire attention, c'est un peu notre cas
- Il est important d'éduquer la population à l'utilisation des puits et forages mais aussi à la propreté autour des points d'eau et à l'utilisation de latrines et de fosses septiques
- Les puits anciens à puisage manuel (Humaine ou animale) avec bidons ne sont pas sécurisés et comportent beaucoup de risques de pollutions (seau posé dans les crottes de chèvre, corde traînant sur le sol, mains sales touchant corde et bidon)
- Les puits modernes doivent être équipés de pompe à main ou solaire et être parfaitement étanche pour éviter toute pollution pas de contacts possibles avant la sortie de la pompe
- Les forages sont équipés de pompe électrique alimentées par le réseau électrique (problème de coupures) ou par groupe électrogène, le solaire est trop cher pour des installations de plusieurs m<sup>3</sup>/h

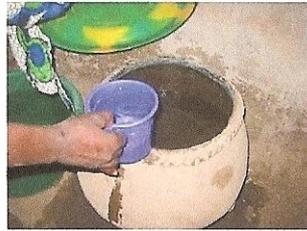
Pour info un ensemble pompage solaire pour forage ou puits fonctionnement au fil du soleil (sans batteries) d'une capacité d'environ 3000l/j avec une HMT de 70m coûte 2000€ HT

## Il ne faut pas construire de puits ou forages sans prendre en compte l'environnement immédiat

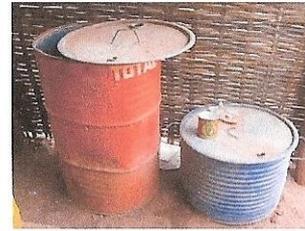
- Présence de latrines et de fosses septiques à proximité et le sens d'écoulement des eaux usées infiltrées
- Des habitations proche sans latrines ni fosses risque de pollution
- Animaux en liberté autour
- Un groupe électrogène placé trop près, risque de pollution

# Stockage Eau

a



Récipient de stockage de l'eau potable



Bidon pour le stockage de l'eau pour le lavage etc.

# Mauvais exemple

b

Mauvais exemple [Village de Sinthiou Malém/Tambacounda]

		
<p>Une cuisine en désordre. La vaisselle et les ustensiles de cuisine ne sont pas rangés et il n'y a pas de couvercle sur la poubelle.</p>	<p>Situation de l'eau dans la cuisine ci-contre. Les conditions de rangement sont extrêmement mauvaises et l'eau utilisée est grise de turbidité.</p>	<p>Borne fontaine publique dans le village. Les alentours, dans un rayon de un mètre, sont devenus décharge pour les ordures.</p>

# Bon exemple

c

Bon exemple 【[Village de Dioulafoundou/Kédougou]

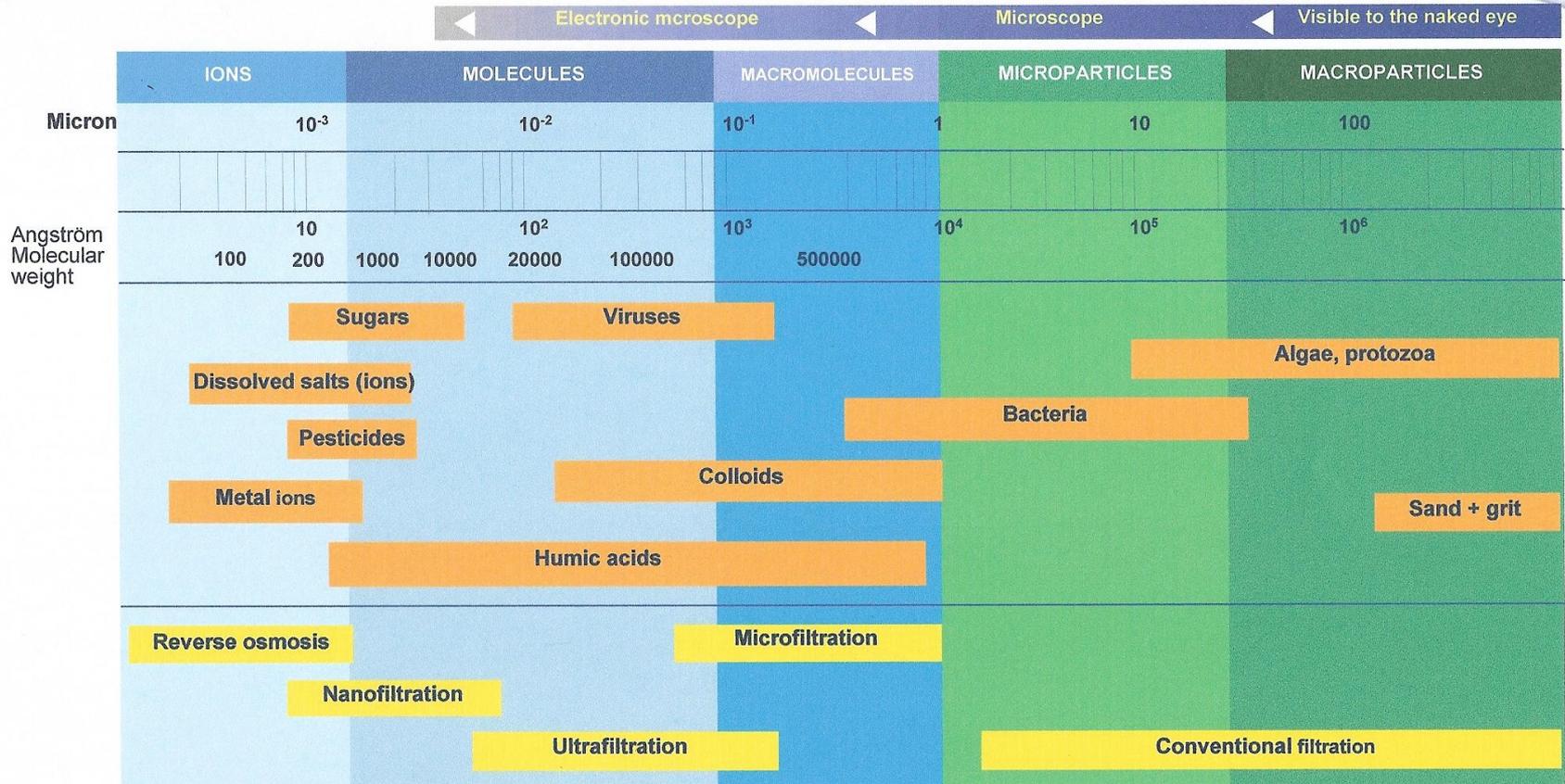
		
<p>Habitation familiale dans un village type du milieu rural</p>	<p>Jeunes filles revenant du lavage de la vaisselle. (Le lieu du lavage n'a pas été confirmé et il y a possibilité de contamination de la source d'eau utilisée.)</p>	<p>Au fond, ustensiles de cuisine et vaisselle mis à sécher au soleil. Le sol est bien balayé.</p>



# Domaine d'application

## ► Seuil de coupure

0,001 mm



NB: 1 angström = 10<sup>-10</sup> meter = 10<sup>-4</sup> micron

aquademy

**VEOLIA**  
WATER  
Solutions & Technologies