Ressources et qualité de l'eau sur le territoire de recherche de l'OHMi Tessékéré, Nord du Sénégal

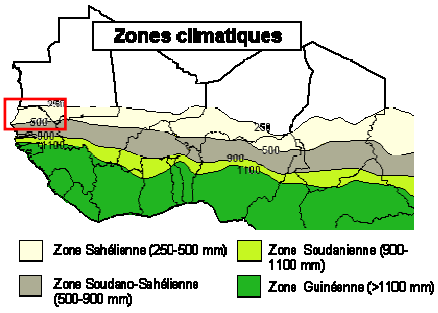
J-L Peiry[1], O. Voldoire[1] et M. Sakho[2]

[1] GEOLAB UMR 6042 CNRS et Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand

[2] Université Cheikh Anta Diop, Département de biologie végétale, Dakar

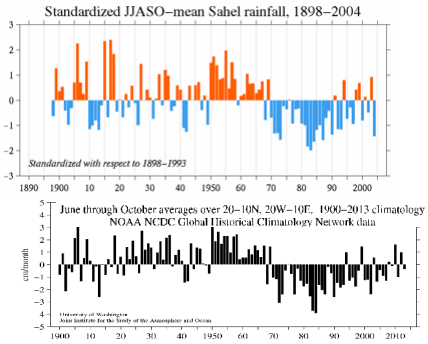
3ème Séminaire annuel du Labex DRIIHM
8 et 9 juin 2015, Aix en Provence

Contexte climatique



Etabli sur la base des pluies moyennes annuelles 1961-90, SDRN-FAO Rome

Indice agrégé de la pluviométrie

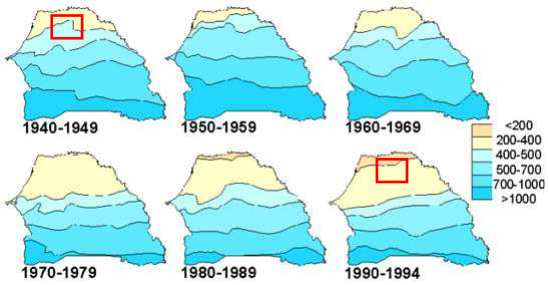


Simulation du climat futur (source IPCC, 2013)

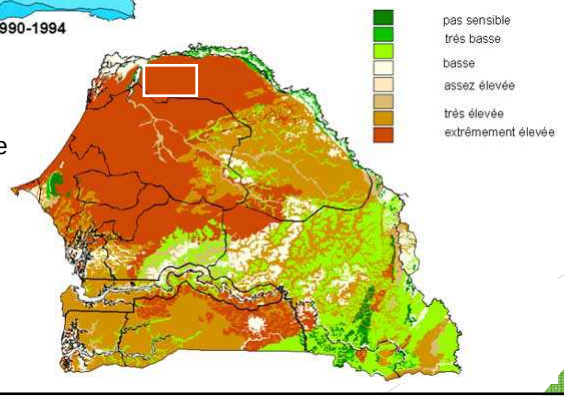
1. Les modèles prévoient des réponses fortes, mais leurs résultats sont disparates (voire opposés) => la manière dont évolueront les précipitations au Sahel, sur la côte guinéenne et dans le sud du Sahara n'est pas claire ;
2. Les hypothèses d'un lien entre l'amélioration relative de la situation pluviométrique post 1990 au Sahel et l'accroissement des GES, idée avancée par certains chercheurs pour supporter les modèles prévoyant un accroissement de l'humidité au Sahel au 21ème S, ne sont pas vérifiables pour le moment.

3ème Séminaire annuel du Labex DRIIHM
8 et 9 juin 2015, Aix en Provence

Evolution pluviométrique décennale au Sénégal



Sensibilité à l'érosion éolienne

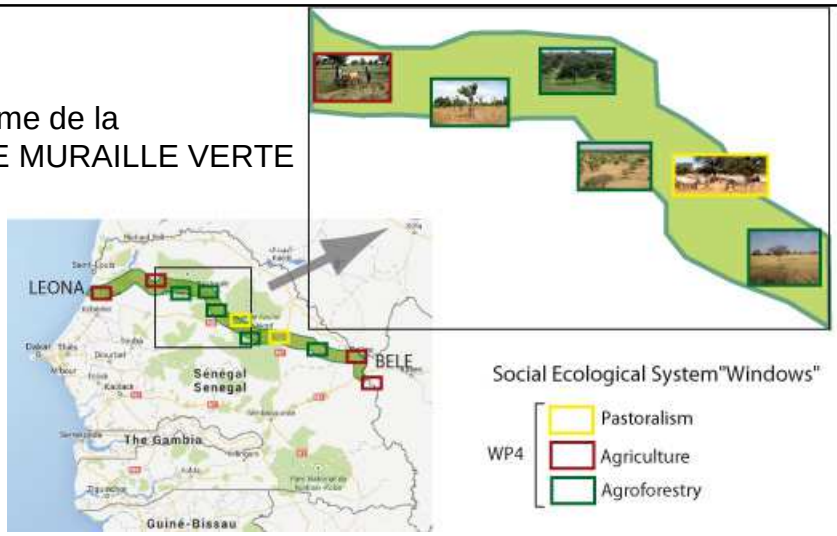


Source : CSE; DENV; DAT; DMG; ISE, 2000. Annuaire sur l'Environnement et les Ressources Naturelles du Sénégal. Première édition. Dakar. 268p.

Etat des ressources végétales en avril 2014

3ème Séminaire annuel du Labex DRIIHM
8 et 9 juin 2015, Aix en Provence

Programme de la
GRANDE MURAILLE VERTE



Conséquences :
- écologiques (reboisement, contrôle de l'érosion, réduction des poussières)
- économiques (développement local et territorial, productions spécifiques)
- sociales (accès au soins, modification du régime alimentaire…)

Ma contribution à l'OHMi

Deux grandes catégories de questions posées dans la perspective « d'appréhender le futur » :

1. Impacts micro-climatique et micro-géomorphologique de la GMV en lien avec les activités de restauration forestière
2. La question de la ressource en eau, de sa qualité et de sa durabilité

Deux programmes proposés en 2014 et 2015 :

1. Impact MICROclimatique et BIOgéoMorphologiquE des reboisements de la Grande Muraille Verte (MICROBIOME-GMV) (Resp. Jean-Luc Peiry)
2. Les MARes d'hIvernage de la grande muraille verte : usaGes, perceptiOns, qualiTé et diSponibilité d'une ressources en eau intermittente (MARIGOTS-GMV) (Resp. Jean-Luc Peiry et Agathe Euzen)

1. Impact MICROclimatique et BIOgéoMorphologiquE des reboisements de la Grande Muraille Verte (*MICROBIOME-GMV)*

- Mesurer l'effet de la végétation plantée sur les conditions micro-climatiques (température et HR) ;

- Mesurer l'effet de la végétation sur la micro-géomorphologie (sédimentation forcée des poussières transportées par le vent et conséquences micro-topographiques induites.

- Installation de 30 capteurs *ibutton* en mai 2014 ; 1er collecte des données en août 2014, seconde collecte en décembre 2014, troisième collecte en août 2015 ;

- Mesure de la température de l'air et de l'humidité relative - Pas d'échantillonnage 1h00 jusqu'en août 2014, 2h00 depuis ;

- Mesures faites sur 3 parcelles replantées, les stations combinant 4 conditions d'ombrage différentes (différentes espèces et densités) + un témoin hors ombrage.

- Mesures dendrométriques de chaque station faite par le Pr. Aliou Guissé et ses étudiants de l'UCAD en avril 2015.

2. Les MARes d'hIvernage de la grande muraille verte : usaGes, perceptiOns, qualiTé et diSponibilité d'une ressources en eau intermittente (MARIGOTS-GMV)

Deux ressources :

- permanente : forages profonds dans la nappe maastrichtienne (-250 m ; maillage d'environ 30 km entre deux forages)

- temporaire : mares d'hivernage dans les dépressions interdunaires et certaines vallées sèches.

Questions interdisciplinaires autour de l'eau et de leur usage :
- sur les usages et les perceptions de l'eau par les populations ;
- sur les caractéristiques de la ressource hydrique (qualité, quantité, durabilité) ;
- sur les caractéristiques abiotiques et biotiques des mares d'hivernage ;
- sur les liens fonctionnels entre les ressources intermittentes superficielles et permanentes profondes ;

A. Eau des forages

Widou :

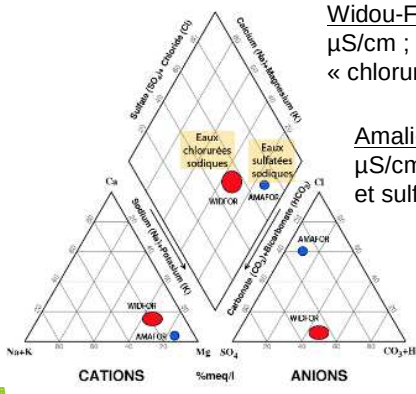
- alimentation de citernes dispersées dans le village *via* un réseau ;

- Prélèvements directs au bassin de stockage pour alimenter les grilles et chambres-à-air.

Eaux de deux forages

Tableau 1 : Concentration en ions majeurs des eaux des forages de Widou-Thiengoly et Amali sur la base de l'analyse HPLC des prélèvements réalisés en 2014.

Concentrations	Date	Li^+	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	F^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	HCO_3^-	EC (25°C)
ID		mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	mg l-1	µS cm-1
WIDOU_FOR	01/05/2014	0,0	217,5	0,1	11,2	27,7	59,8	1,0	253,1	<0,05	0,0	1,0	0,2	186,1	235,0	1598
AMALY_FOR	17/08/2014	0,00	158,06	0,50	14,70	0,68	29,29	0,70	28,96	<0,05	0,00	0,88	0,72	237,58	147,2	1063
WIDOU_FOR	20/08/2014	0,0	207,2	0,6	12,4	23,0	50,9	1,3	218,4	<0,05	0,0	1,9	2,7	160,9	169,6	1569
WIDOU_FOR	04/12/2014	0,0	214,2	0,3	12,2	25,1	36,9	1,1	243,3	<0,05	0,0	1,0	0,2	171,1	241,0	1603



Widou-Forage : eau est très chargée en sel dissous (C_{25}: 1600 µS/cm ; sodium (215 mg/l) et chlorures (240 mg/l). Eau « chlorurée sodique »

Amali-Forage : eau un peu moins minéralisée (1060 µS/cm), moins riche en chlorures, forte teneur en sodium et sulfates. Eaux « sulfatée sodique »

Propriétés physicochimiques :
- position limite par rapport aux normes de l'OMS et de l'UE pour l'alimentation humaine (Na+ < 200 mg/l et Cl- < 250 mg/l).
- forts taux d'hyper-tendus à Widou (liens de causalité ?)

Qualité de l'eau issue des forages

- présence de composés azotés tels l'ammonium ($0.1<NH4^+<0.6 mg.l^{-1}$) dans l'eau du réservoir ;
- analyses microbiologiques de l'eau de remplissage des « grilles » et chambres-à-air présentant une forte pollution microbienne (comptage coliformes totaux et fécaux)

B. WIDOU : eaux domestiques (stockées dans des citernes)

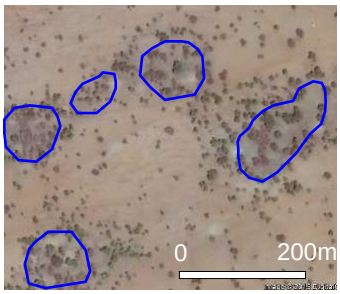
	C25 (µS/cm)	pH	$NO2^-$ (mg/l)	$NO3^-$ (mg/l)	$NH4^+$ (mg/l)	$PO4^{2-}$ (mg/l)	$SO4^{2-}$ (mg/l)	Al (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Coliformes totaux /20 ml
WID CIT1	1631	8,48	0,36	>20 (37)	0,86	2,3	180	NA	NA	NA	5
WID CIT2	1820	8,43	0,05	>20 (30.8)	0,35	2,1	185	NA	NA	NA	12
WID CIT3	2310	8,19	0,01	>20 (37.6)	0,51	3,2	180	NA	NA	NA	39
WID CIT4	1530	8,20	0	22,8	0,7	3,9	175	NA	NA	NA	45
WIDFOR	1557	8,24	0	6,8	0,49	>4	175	0	0,04	0	48

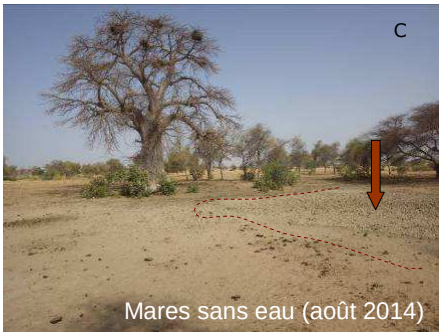
	nitrites ($N0_2^-$) mg/l	nitrates ($N0_3^-$) mg/l	ammonium (NH_4^+) mg/l	phosphate (PO_4^{2-})	sulfate ($SO4^{2-}$) mg/l	aluminium (Al) mg/l	fer (Fe) mg/l	mangarèse (Mn) mg/l	coliformes totaux (nb/10 ml)
NORMES UE (1998)	<0,5	<50	<0,5	-	<250	<0,2	<0,2	<0,05	<20

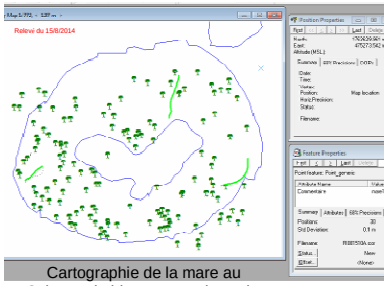
- très fortes conductivités (au moins égale à celle du forage)
- concentrations en NaCl plus fortes que dans l'eau du forage
- présence de composés azotés (parfois nitrites, tout le temps nitrates et ammonium)
- présence de coliformes (totaux et fécaux)

→ Eau de qualité extrêmement médiocre

C. Mares d'hivernage







Cartographie de la mare au *Sclerocaria birrea* « Wendou Eri »

3ème Séminaire annuel du Labex DRIIHM
8 et 9 juin 2015, Aix en Provence

Mares en saison humide (août 2015)

Trous en fin d'exploitation (nov. 2015)

Trous en eau (août 2015)

Mares en eau (août 2014)

Usages (d'après les enquêtes préliminaires réalisées en août 2014 par Agathe EUZEN)

- Eau de boisson
- Eau domestique (toilette, lessive)
- Eau d'abreuvement des troupeaux

Existence de pratiques d'exploitation :

- Première pluie pas utilisée pour l'eau de boisson (forte turbidité et ravinement des déjections) ;
- spécialisation des usages (lieux pour la lessive, lieux pour l'eau de boisson) ;
- statut privilégié du bétail (jamais écarté des mares) ;
- « savoir-faire » pour l'eau de boisson : on observe la surface de l'eau qui « donne » des indices de la qualité ; filtration sommaire avec un tissu ;
- recherche de la « meilleure eau » (petits aquifères temporaires de fond de vallon sec exploités par des puits familiaux)

Qualité de l'eau des mares d'hivernage (août 2013 et août 2014)

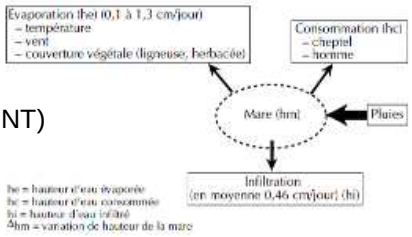
Concentrations	Date	Li^+	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	F^-	Cl^-	NO_2^-	Br^-	NO_3^-	PO_4^{3-}	SO_4^{2-}	HCO_3^-	EC (25°C)
ID		mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	mg l^{-1}	µS cm^{-1}
mare_ama1	17/08/2014	0,00	8,71	1,96	19,68	0,28	21,80	0,14	10,33	0,07	0,00	0,38	1,18	6,76	103,2	301
mare_ama2	17/08/2014	0,00	10,72	6,41	39,23	0,35	38,06	<0,01	13,82	0,15	0,00	0,76	5,79	3,43	195,2	581
mare_ama4	17/08/2014	0,00	21,06	11,93	57,59	0,51	26,01	<0,01	19,11	0,13	0,00	0,39	4,01	0,49	248	744

- présence des troupeaux qui viennent s'abreuver
- très forte turbidité ;
- très fortes teneurs en ammonium ($NH4^+$);
- colonies de coliformes totaux comprises 53 et 133, pour les coliformes fécaux 2 et 42 , entre pour être dénombrées en 2014 ;
- sur des échantillons collectés et analysés en Août 2013, très fortes teneurs en Fe et dans une moindre mesure en Mn et Al. (ravinement et érosion des sols lors de la première pluie?).

→ Etat sanitaire très dégradé des eaux des mares

PERSPECTIVES

- démarrer un suivi de la qualité physico-chimique de l'eau de **4 forages** du territoire d'étude de l'OHMi Tessékéré (Mbar-Toubab, Widou-Thiengoly, Tessékéré et Amali) ; évolution piézométriques ? lien avec la santé humaine ?
- Comprendre les usages et pratiques autour des **citernes** et leur alimentation à Widou, en poursuivant les mesures et les enquêtes ;
- Sur les **mares** de la zone d'étude :
  - procéder aux enquêtes anthropologiques
  - cartographier les mares et estimer le volume de la ressource (MNT)
  - caractériser l'environnement physique et biologique spécifique (sédimentologie, biogéographie
  - mesurer les termes du bilan de l'eau (capteurs)
  - caractériser la qualité de l'eau (analyses physicochimiques et microbiologiques)



Source : Diop *et al.*, (2004)

Merci pour votre attention