

# Mares de la zone sylvopastorale du Sénégal : tendances évolutives et rôle dans les stratégies de production des populations pastorales

A.T. Diop<sup>1\*</sup> O.T. Diaw<sup>1</sup> I. Diémé<sup>2</sup>  
I. Touré<sup>3</sup> O. Sy<sup>4</sup> G. Diémé<sup>5</sup>

## Mots-clés

Etang – Eau disponible – Bilan hydrologique – Qualité de l'eau – Sédimentation – Schistosomose – Sénégal.

## Résumé

La zone sylvopastorale du Sénégal, comme la plupart des régions sahéliennes d'Afrique, est une zone où le problème de l'eau se pose avec acuité. Les mares y sont cependant nombreuses. Du début à la fin de la saison des pluies, elles sont fréquentées par une population humaine et animale dont l'importance n'a pas baissé en dépit d'un important programme d'hydraulique basé sur l'exploitation des nappes profondes. Ces mares continuent donc à être utilisées jusqu'à la dernière goutte d'eau par différentes techniques. Mais, de plus en plus, des changements au niveau de leur capacité d'accumulation d'eau ou de la qualité de l'eau sont notés. La prévalence de la schistosomose humaine et animale est pour l'instant faible mais le mollusque, l'hôte intermédiaire, et le parasite sont présents, notamment dans la partie sud de la zone étudiée. Du fait des difficultés de plus en plus importantes notées dans la gestion des ouvrages hydrauliques (forages et puits), les pouvoirs publics ont initié un programme de remise en eau des bassins versants depuis une décennie. Le présent article est une contribution à la mise en œuvre de ce programme dont l'aménagement des mares constitue une activité très importante en zone sylvopastorale.

## ■ INTRODUCTION

Au Sénégal, la question de l'eau a été abordée dans la zone sylvopastorale (ZSP) en tenant compte surtout des ressources en eaux profondes exploitées par les puits et les forages. De tels ouvrages n'étant pas parvenu à réduire complètement le déficit en eau des populations humaine et animale, les pouvoirs publics ont décidé de remettre en eau les anciennes vallées (vallées fossiles) au travers

de l'Agence nationale de promotion de réseau hydrographique (Anph).

Dans cette région, les mares constituent des plans d'eau naturels très fréquentés par les populations durant toute leur période de remplissage. Dans le présent article, la dépression en eau est appelée « mare en eau » ou « mare ». Il est aussi question de « mare à sec » pour désigner la dépression susceptible de recueillir l'eau en cas de pluies. Mais même si l'importance de ces mares a été signalée par plusieurs auteurs (3, 5) et quelques unes aménagées, elles n'ont jamais fait l'objet d'une attention dans le sens d'une gestion globale et durable.

C'est dans cette perspective que s'inscrit l'étude de la dynamique des ressources en eau des mares de la ZSP. Elle vise, à partir d'une approche d'études pluridisciplinaires, à analyser l'importance de la fréquentation par les populations en ZSP et à identifier les facteurs à l'origine de la réduction des possibilités de mise en eau des mares et des risques de maladies liés à l'utilisation de celles-ci.

1. Isra/Lnerv, BP 2057, Dakar Hann, Sénégal  
2. Bureau de Pédologie/direction de l'Agriculture, Dakar, Sénégal  
3. Cirad/Isra/Lnerv, BP 2057, Dakar Hann, Sénégal  
4. UCAD/ISE, BP 5005, Dakar Fann, Sénégal  
5. UCAD, département de Géographie, BP 5005, Dakar Fann, Sénégal  
\* Auteur pour la correspondance  
Tél. : +221 832 56 15 ; fax : +221 832 36 79  
E-mail : amtadiop@sento.sn

## ■ MATERIEL ET METHODES

**Cadre général**

La zone sylvopastorale est la principale région d'élevage du Sénégal. Elle est communément appelée Ferlo mais, pour les éleveurs de la zone, le Ferlo est la partie orientale de la ZSP, les autres parties étant le Djoloff et le Walo. Du point de vue géomorphologique, le modelé est constitué par une surface plate et monotone qui s'abaisse progressivement vers l'ouest et le nord-ouest. Elle est entaillée par des réseaux de vallées mortes dont les ramifications découpent les plateaux en une série de lanières de superficies très variables et aux contours festonnés (19). Globalement, elle est subdivisée en deux zones, l'une à l'est, dominée par un substrat sableux, et l'autre à l'ouest, dominée par un substrat ferrugineux (23).

La ZSP est soumise à un climat de type tropical sec. La saison des pluies a lieu de juin à octobre. Elle est caractérisée par de faibles précipitations (100 à 600 mm/an) avec un gradient nord-sud et une variabilité spatio-temporelle prononcée. Deux années sur trois, le mois d'août est le plus pluvieux de l'année. De faibles pluies, connues sous le nom de *Heug*, peuvent aussi être notées en saison sèche froide.

La température moyenne annuelle est de 29,6 °C avec une amplitude moyenne annuelle de 7,6 °C (13). Le régime thermique se caractérise par une évolution bimodale, laissant apparaître deux températures maximales (mai et octobre) et deux minimales (janvier et août). La moyenne annuelle de l'humidité relative est de 47 p. 100 et elle est marquée par une évolution unimodale, avec un maximum intervenant au mois d'août (73 p. 100) et un minimum au mois de février (29 p. 100). La quantité d'eau mensuelle évaporée en ZSP (station de Linguère) suit une variation bimodale similaire à celle de l'insolation et de la température. Elle est caractérisée par une hausse entre janvier et mai, avec un maximum de 9,6 mm/jour, et une autre entre septembre et novembre, avec un maximum de 7,8 mm/jour.

Le couvert végétal est composé d'un tapis herbacé à dominante d'espèces annuelles (*Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis*, *Zornia glochidiata*, etc.), couvrant de façon incomplète le sol, et d'une strate arbustive peu dense dominée par *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis*, *Acacia senegal*, etc., dans la partie sablonneuse, et de *Pterocarpus lucens* dans la partie ferrugineuse (20, 23). La biomasse herbacée est à son maximum à la fin de la saison des pluies. Elle varie selon les années de 100-200 à 2 000-3 000 kg de matière sèche par hectare (7).

Les estimations des services de l'Élevage indiquent que la ZSP compte 22 p. 100 du cheptel bovin sénégalais, 30 p. 100 du cheptel des petits ruminants, 25 p. 100 du cheptel équin et 29 p. 100 du cheptel asin (2). Les bovins de la zone sont dans une large majorité de race zébu Gobra.

La population est composée de Peuls qui constituent l'ethnie dominante, d'Ouloffs, de Maures et de Sérères. Elle est estimée, selon le recensement de 1988, à 836 000 habitants avec une densité moyenne de 16 hab./km<sup>2</sup>. Les plus fortes densités sont enregistrées dans la partie ouest de la zone (parfois 49 hab./km<sup>2</sup>), ainsi qu'au nord et nord-est. Une diminution de la densité est notée au fur et à mesure que l'on s'éloigne du Walo (zone proche de la vallée du fleuve Sénégal), pour atteindre parfois 1 hab./km<sup>2</sup> dans la partie ferrugineuse à l'est. Même si l'élevage représente le système de production dominant dans la ZSP, il est associé selon les sous-zones à des activités agricoles comme la culture de mil (*Pennisetum typhoides*), d'arachide (*Arachis hypogaea*), de niébé (*Vigna sinensis*), de sorgho (*Sorghum bicolor*) ou à des activités forestières comme l'exploitation de bois, de la gomme arabique, de

fruits de *Balanites aegyptiaca* et de *Zizyphus mauritiana*. Selon l'importance de ces activités, on peut distinguer cinq sous-systèmes : sylvopastoral, agrosylvopastoral, agropastoral, basse vallée du Ferlo et périurbain (2).

**Importance des mares dans les systèmes de production et vie des populations pastorales de la zone sylvopastorale**

Les eaux superficielles sont représentées par le lac de Guiers, une dépression naturelle peu profonde (2 à 3,5 m au nord et 1 à 1,5 m au sud couvrant 300 km<sup>2</sup> à son maximum d'extension) (7). Il se prolonge dans la basse vallée du Ferlo et un réseau de points d'eau temporaires constitue les mares de taille variable. Si certaines ne sont en saison des pluies que des flaques d'eau de quelques dizaines de mètres carrés, d'autres peuvent s'étaler sur des hectares. La topographie de ces mares est en général très plate, et rares sont celles qui, même dans les années de bonne pluviométrie, présentent des fonds d'eau de plus de 1,50 m (18).

Les nappes profondes ont été constituées lors des périodes du continental terminal, de l'éocène et du paléocène, et du maestrichtien. Ces ressources en eau souterraines sont exploitées à partir des puits entre 30 et 50 m de profondeur, et celle de l'éocène et du paléocène entre 20 et 50 m. Les puits fonctionnels dans la zone sont nombreux avec une hauteur d'eau comprise entre 1 et 5 m (14). L'exhaure de l'eau est manuelle pour la plupart d'entre eux mais, de plus en plus, on utilise la traction animale, surtout celle des ânes.

Les forages profonds captent dans la majorité des cas la nappe du maestrichtien qui est atteinte entre 100 et 350 m. Le premier forage de la zone a été réalisé en 1931. Actuellement, leur nombre dépasse 100. Conçu au départ comme de simples points d'eau, ces forages sont devenus par la suite le moteur de la vie, le cœur de toute la zone d'influence. Ils fonctionnent pour la plupart avec des pompes Diesel ; certains sont cependant exploités manuellement ou avec l'énergie animale. Les débits de ces forages peuvent atteindre 75 m<sup>3</sup>/h. Pour la plupart de ces ouvrages, la durée de fonctionnement est largement dépassée. Des actions sont menées pour remplacer certains équipements, mais elles sont loin d'être suffisantes.

Avant l'installation des premiers forages au début des années 1950, les mares constituaient les seuls points d'abreuvement des populations et du cheptel pendant la saison des pluies (4). Les zones d'habitations étaient organisées, conditionnées même, autour d'une mare ou d'un système de mares. La richesse de la toponymie des populations locales (en majorité des Peuls) indique la diversité et la valeur pastorale de ces mares. Chacune d'elles porte un nom qui permet de la distinguer d'une autre et aussi de la caractériser selon son importance, la végétation qui l'entoure, les animaux particuliers qui la fréquentent, etc. Mais dès l'assèchement de ces mares, quelques semaines après les dernières pluies, la ZSP se vide de sa population et de son cheptel.

Cinquante années plus tard, les ouvrages hydrauliques (puits et forages) ont été multipliés. Mais dès les premières pluies, le cheptel de la ZSP continue à désertter l'ensemble de ces ouvrages pour ne s'abreuver qu'au niveau des mares. Il n'y retourne que lorsqu'elles sont tarées.

LA ZSP a une frontière dans sa partie nord avec la vallée du fleuve Sénégal qui connaît à certains endroits un développement de la schistosomose humaine et animale (11, 12). En 1994-1995, certaines mares ont été à l'origine d'une infestation par les schistosomes de troupeaux de petits ruminants, causant de fortes mortalités animales notamment dans le département de Linguère (21). Mais depuis, la situation semble s'être stabilisée.

Les déficits pluviométriques répétés de ces dernières décennies n'ont cependant pas épargné ces mares. Si certaines s'assèchent très tôt ou parfois ne sont pas en eau, d'autres font l'objet de fréquentation par des populations avec leur troupeau qui ne respectent pas toujours les mesures de gestion pour une utilisation durable. Les pouvoirs publics du Sénégal ont aussi, depuis quelques années, opté pour la mise en place d'un programme d'amélioration du disponible en eau de surface. Les mares en constituent un volet important. Certaines ont donc été aménagées (par surcreusement), rendant leur durée de vie plus longue, mais créant ainsi les conditions de multiplication des maladies hydriques, notamment la bilharziose humaine et animale.

## Méthodologie

### Mise en place d'un dispositif d'enquêtes sur l'ensemble de la zone sylvopastorale

La ZSP a été découpée en cinq sous-zones selon des critères éco-géographiques et les systèmes de production (sous-zone sylvopastorale nord, agrosylvopastorale est, centre, agropastorale ouest, et sud). Au niveau de chaque sous-zone, 15 p. 100 des forages représentant un total de 20 forages ont été retenus, soit 5 au nord, 3 au sud, 4 à l'ouest, 4 au centre et 4 à l'est.

L'unité d'enquêtes a été le *gallé* (concession) et le *jom galle* (chef de concession) a été enquêté. Sur la base de données obtenues précédemment (15), le nombre moyen de *galleeji* (pluriel de *gallé*) par aire de desserte de forage (ensemble des campements dont les animaux fréquentent le forage) a été estimé à 167. Au niveau de chaque forage, 25 *jom galleeji* (soit 15 p. 100) ont été interrogés. Ainsi le nombre des *jom galleeji* enquêtés a été au total de 500 répartis comme suit : 100 à l'ouest, 100 au centre, 100 à l'est, 125 au nord et 75 au sud.

Pour prendre en compte la diversité autour de chaque aire de desserte (ethnie, fraction, taille du troupeau, type d'élevage), l'espace a été découpé en quatre secteurs, selon les quatre points cardinaux. La liste totale des *jom galleeji* a été obtenue selon des enquêtes faites antérieurement au niveau des ces forages ou par entretiens avec les agents des services administratifs en présence de groupes d'éleveurs. Les campements de chaque secteur ont été recensés et classés selon la taille. Le choix du nombre de *jom galleeji* à enquêter était proportionnel au nombre de campements de l'aire de desserte.

### Mise en place d'un dispositif de suivi de mares au niveau de deux sous-zones

Sur les cinq sous-zones retenues précédemment, deux ont été choisies, celle située au nord (sylvopastorale) autour du forage de Tatki et celle au sud (agrosylvopastorale) dans la zone de Thiel, Barkédji et Déali (figure 1). Au niveau de chacune d'elles, des réunions regroupant une vingtaine de personnes ont été organisées suivies de visites guidées. Neuf mares au niveau de chaque sous-zone ont fait l'objet d'une localisation géographique par GPS et d'un suivi du bilan hydrologique. Dans la sous-zone de Tatki, deux mares supplémentaires ont été retenues et six dans celle de Thiel pour les investigations sur la schistosomose.

Deux pluviomètres ont été installés au niveau des zones de forage de Tatki et de Thiel en complément de ceux qui s'y trouvaient. Ces relevés ont été complétés par ceux de la station météorologique de Linguère (pluviométrie et évaporation) qui était la station la plus proche.

Au milieu de chaque mare, un jalon a été installé. Des relevés hebdomadaires de hauteur et de diamètre du plan d'eau ont été faits durant toute la saison des pluies 2001.

### Mise en place d'un dispositif d'observations parasitologiques

Des informations ont été collectées sur l'existence de la schistosomose au niveau des mares de la zone lors de réunions de groupes.

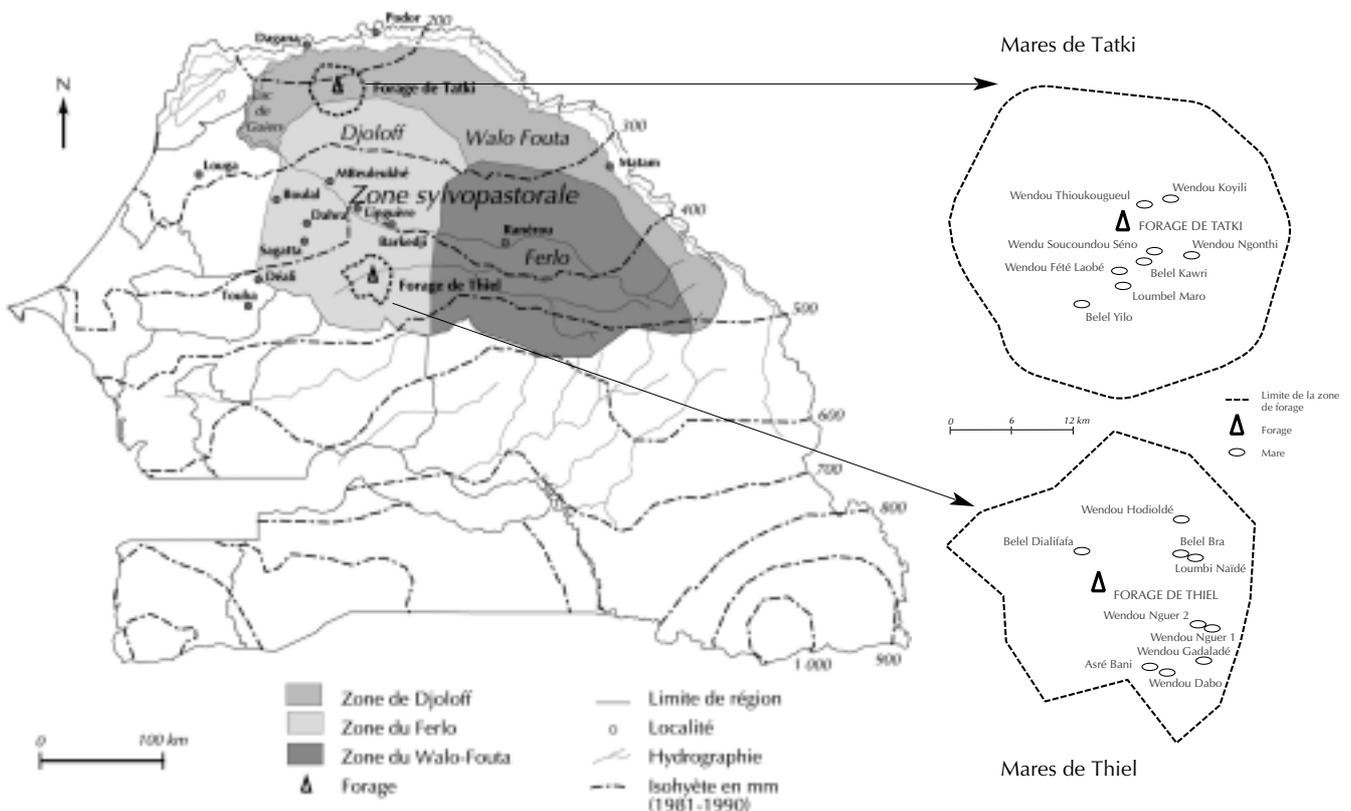


Figure 1 : localisation des mares ayant fait l'objet de suivi de la dynamique de l'eau dans la zone sylvopastorale (Sénégal).

Elles ont été suivies par des rencontres avec les responsables des services de santé humaine (districts et postes de santé) et d'élevage (services départementaux et postes vétérinaires). Ces derniers nous ont aussi permis de consulter leurs rapports d'activités et les registres de consultation.

Des prélèvements de fèces à l'état frais ont été faits chez les bovins et les petits ruminants. La méthode coprologique a été employée pour mettre en évidence les œufs de parasites en utilisant du chlorure de sodium, puis flottaison pour les cestodes et les nématodes, puis par sédimentation pour les trématodes (17, 22).

Des prélèvements de sang ont aussi été faits chez des ovins pour déceler les anticorps de schistosomes par la technique de l'Elisa (1, 9, 10, 22). Les données de parasitologie ont concerné les animaux fréquentant régulièrement les mares suivies et les troupeaux transhumants.

Deux prospections malacologiques (en octobre et en novembre 2002) ont été effectuées. Les mollusques récoltés ont été amenés au laboratoire pour identification, comptage et détermination de la nature et du taux de l'infestation.

### Analyse des données

L'analyse diachronique des données sur l'exploitation des ressources en eau a été possible en se basant sur des données collectées en 1988 par le service d'Agrostologie du Laboratoire national de l'élevage de Dakar Hann sur la gestion des ressources naturelles en ZSP.

## ■ RESULTATS ET DISCUSSION

### Les mares, sources principales d'alimentation en eau des populations et du cheptel en saison des pluies

Parmi les points d'eau utilisés actuellement en ZSP pour l'alimentation en eau des populations humaines et animales, les mares continuent d'être les plus fréquentées (figure 2) en saison des pluies. Mais la tendance est légèrement à la baisse comparée à la période d'avant 1970. Les forages, dont le nombre s'est très nettement accru (de 16 à 169 entre 1950 et 2001), constituent le deuxième type de points d'eau. Cependant la fréquentation des puits a nettement baissé dans la plupart des sous-zones au profit des forages.

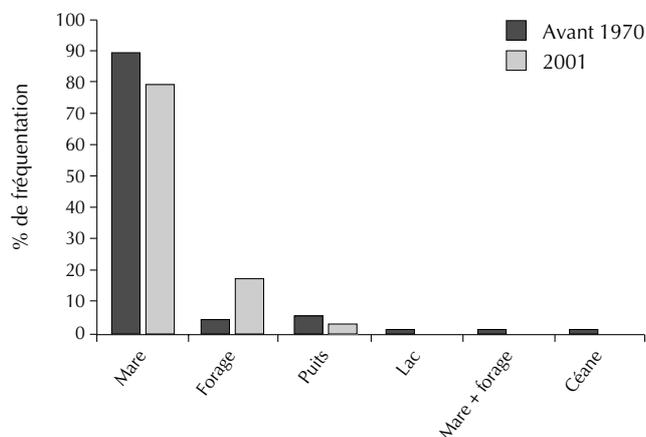


Figure 2 : sources d'alimentation en eau des populations en saison des pluies avant 1970 et en 2001.

Les facteurs à l'origine de l'augmentation de la fréquentation des mares sont, selon les éleveurs, la mobilité durant le *setsellé* (*polindaaji*<sup>1</sup>), la tradition, la fatigue liée à la fréquentation des puits et des forages du fait de l'éloignement, l'effort lié à l'exhaure, et l'attente au niveau des abreuvoirs ou des bornes fontaines.

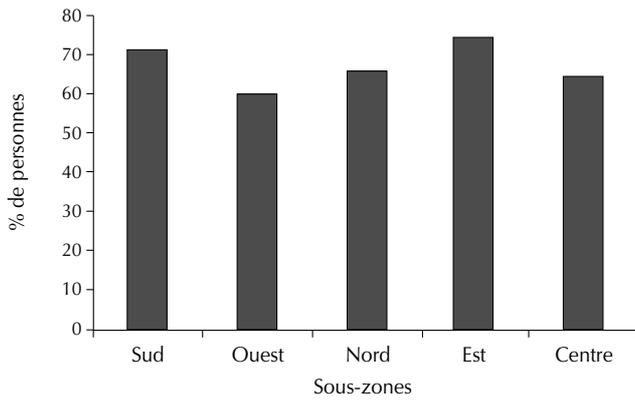
Moins de la moitié (42 p. 100) des personnes enquêtées fréquentent toutes les mares pour leur alimentation en eau. L'importance de la fréquentation est liée à plusieurs facteurs. Lorsqu'ils sont en *polindaaji*, par exemple, la priorité est de sauver les animaux en les conduisant dans des espaces pourvus en pâturages et souvent très éloignés des puits et des forages. A cette période, certains utilisent même des flaques d'eau en début de saison des pluies. Mais cela ne veut pas dire que de telles eaux sont potables. Un bon nombre d'éleveurs habitant non loin d'un forage et dans les zones pastorales proches des centres urbains n'utilisent plus les mares en saison des pluies. Certaines ethnies comme les Ouoloffs les fréquentent moins que les Peuls et les Maures.

L'eau des mares est utilisée pour les travaux ménagers (cuisine, linge, etc.), l'alimentation en eau des hommes et l'abreuvement du cheptel resté au campement. A Tatki (sous-zone nord), il existe, au niveau des campements Peuls, des mares pour l'alimentation en eau des personnes et d'autres pour le linge et le bain. En général, les mares les plus importantes sont réservées pour l'alimentation en eau des hommes et des animaux, et les plus petites pour les autres besoins. Les premières sont celles qui se trouvent éloignées du campement. Si le nombre de mares est restreint (à cause d'un mauvais remplissage), la personne puise de l'eau et se met à l'écart pour le bain ou le linge pour ne pas polluer. La mare en phase d'assèchement est souvent utilisée jusqu'à ses dernières gouttes d'eau. Quand il ne reste que l'eau boueuse, et si nécessaire, des procédés de décantation sont utilisés : écorce de *Boscia senegalensis*, boue de termitière, lait caillé acide, sel, etc. Ces traitements donnent un goût désagréable à l'eau. Mais, selon les éleveurs, le plus important est de pouvoir trouver de l'eau pour les besoins domestiques.

En ce qui concerne l'utilisation des mares en fonction de la période de remplissage, 67 p. 100 des éleveurs en moyenne les fréquentent actuellement dès leur remplissage pour les besoins de leur famille. En 1988, le taux était de 88 p. 100. C'est dire qu'un nombre de personnes de plus en plus important attendent que l'eau des mares soit moins trouble pour s'y rendre pour leur alimentation. La figure 3 indique que ce taux varie selon les sous-zones :

- à l'ouest et au centre, il y a l'influence du phénomène urbain, mais surtout de l'importance des forages et des puits qui fait que les populations utilisent les mares bien après le début de la saison des pluies. Dans des localités comme Boulal et Sagatta, proches des centres urbains, ou comme Mbeuleukhé, à forte composante d'Ouoloffs, on considère qu'elles sont impropres à la consommation. Celles proches des campements sont délaissées car elles constituent des lieux de dépôts de différents corps polluants (ordures ménagères, matières fécales, cadavres d'animaux, etc.) ;
- au nord, la plupart des forages sont fermés en saison des pluies. En effet, la pénibilité des travaux liés à la fréquentation de ces points d'eau et leur coût font que les mares sont utilisées dès leur remplissage, d'autant plus que leur durée de mise en eau est courte du fait des déficits pluviométriques devenus très fréquents ces dernières années ;
- au sud, certains forages et puits peuvent même être fonctionnels, mais les populations sont partagées entre les champs et les animaux.

<sup>1</sup> Mot Peul signifiant la transhumance de début de saison des pluies qui consiste à aller à la rencontre des premières pluies pour faire bénéficier au cheptel des premiers pâturages



**Figure 3 :** pourcentage d'éleveurs fréquentant les mares dès le remplissage.

Aussi, un forage comme celui de Thiel, considéré par les éleveurs comme mal géré, est déserté dès les premières pluies, même si la pratique traditionnelle du *comoje* est connue de la plupart d'entre eux (cette pratique consiste à attendre que les mares soient moins chargées en impuretés avant d'utiliser leurs eaux) ;

– à l'est, la capacité d'exhaure des forages est très faible (nombre réduit et système d'exhaure peu performant). Les animaux fréquentent très tôt les mares dont certaines sont de grandes capacités. De plus, comme c'est une zone agrosylvo pastorale, les activités agricoles mobilisent les populations qui sont ainsi déchargées des tâches d'exhaure et de transport de l'eau.

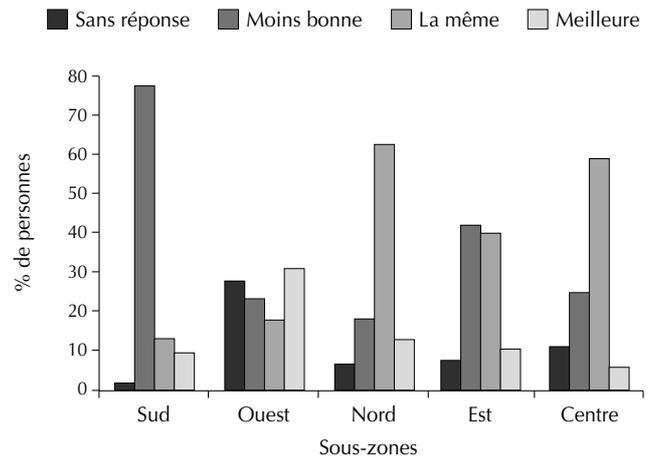
Lors des déplacements du cheptel, les mares jouent un rôle essentiel. Dans certaines zones de forages où l'activité agricole est importante, comme au sud et à l'est, les troupeaux sont déplacés avec une partie de la famille vers des zones de grandes mares où ils séjournent pendant toute la période de culture. Le réseau, constitué par les grandes mares naturelles comme celles situées le long des vallées fossiles et celles aménagées, détermine l'axe principal de transhumance de certains troupeaux. Ils quittent ces zones dès l'assèchement des mares pour se diriger vers d'autres localités où les mares sont encore en eau.

### Perception de l'évolution de la qualité de l'eau des mares

A l'échelle de la ZSP, la plupart des éleveurs considèrent que la qualité de l'eau des mares est restée constante (41 p. 100) ou s'est dégradée (38 p. 100) (figure 4). Les implantations anarchiques de campements (de saison des pluies et de saison sèche) par rapport aux mares et l'augmentation des troupeaux contribuent à la détérioration de la qualité des eaux, même au niveau des mares aménagées. En effet, de plus en plus d'éleveurs venant de l'ancien bassin arachidier (région de Thies et de Diourbel) s'installent à côté des mares sans tenir compte des normes d'utilisation traditionnelles établies par les campements à proximité.

A l'échelle des sous-zones, en dehors de l'ouest où aucune tendance ne se dégage, les éleveurs du sud pensent que l'eau est devenue moins potable, et ceux du centre, du nord et de l'est qu'elle est restée constante (figure 4). L'appréciation négative de la qualité des eaux du sud, où elle atteint 96 p. 100 à Thiargny et 88 p. 100 à Thiel, est liée au fait que, de plus en plus, des transhumants (Sérères en majorité) établissent leurs campements pendant la saison des pluies non loin des mares, favorisant la pollution de l'eau.

Les populations des sous-zones centrale, occidentale et australe sont plus en contact avec les centres urbains (Dahra, Linguère,

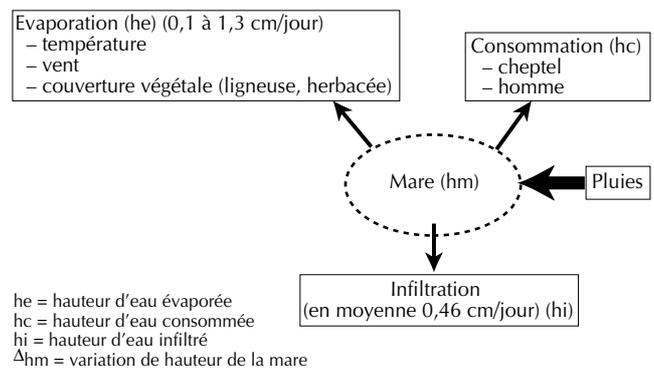


**Figure 4 :** perception de l'évolution de la qualité de l'eau des mares par les populations.

Louga et Touba) et sont plus sensibilisées aux questions d'environnement, de salubrité et d'assainissement. De même, ces zones ont un maillage hydraulique relativement plus dense. A titre d'exemple, à Sagatta la quasi-totalité des habitants ne fréquentent plus les mares pour leur boisson.

### Impact des facteurs environnementaux sur le bilan hydrologique d'une mare

La figure 5 montre les facteurs à l'origine de l'évolution du niveau de remplissage des mares. Les apports proviennent des pluies et les sources de pertes sont de trois ordres : infiltration, évaporation et consommation.



Calcul de he au niveau d'une mare non fréquentée par le cheptel (hc = 0)  
 $\Delta hm = he + hi + hc$   
 Si  $hi = 0,46$  cm (par évaluation), et si  $\Delta hm = 1$  cm, on a  
 $1 = he + 0,46 \Rightarrow he = 1 - 0,46 = 0,54$  cm

**Figure 5 :** facteurs à l'origine de l'évolution du niveau de remplissage des mares en zone sylvo pastorale du Sénégal.

### Remplissage par les eaux de pluies

La figure 6 montre la courbe d'évolution du niveau de remplissage des mares durant la saison des pluies 2002 pour Tatki et Thiel. Au niveau du site de Tatki (nord de la ZSP), une courbe bimodale est notée. En effet, il a été enregistré 165 mm pour 13 jours de pluies. Aussi du 18 août au 25 septembre, la zone n'a reçu que 25 mm.

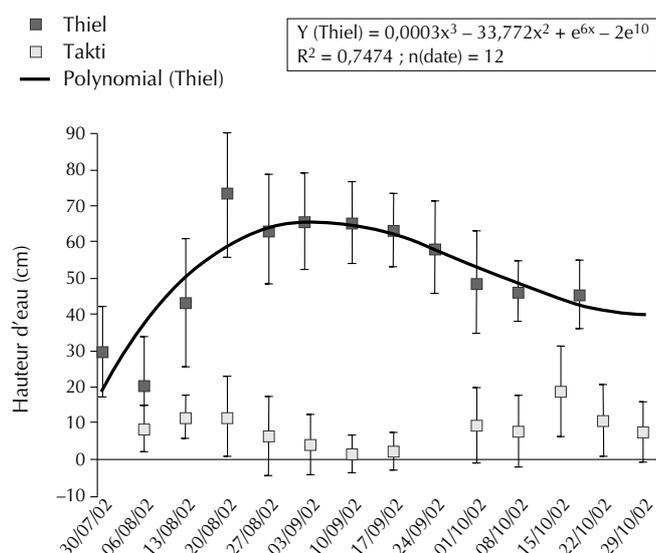


Figure 6 : courbe d'évolution au niveau de remplissage des mares suivies en 2002 en zone sylvopastorale.

Les mares n'ont donc jamais dépassé une hauteur d'eau de 35 cm et la plupart durant toute cette période ont eu moins de 10 cm de profondeur.

La nature de la courbe de remplissage des mares était plus unimodale au niveau de la sous-zone de Thiel (sud de la ZSP). Pour la saison des pluies 2001, une relation de type polynomial ( $R^2 = 0,7474$  ;  $n = 12$ ) existait entre le niveau de remplissage et la période de mise en eau. La zone d'Asré bani a enregistré 230 mm et celle de Silate au nord 169 mm. Le remplissage des mares s'est fait à partir de la mi-août avec des niveaux qui ont dépassé parfois 80 cm.

**Pertes en eau dues à l'infiltration**

Les mesures d'infiltration dans une mare à sec (16) indiquent qu'au niveau de toutes les mares, les quantités d'eau infiltrées évoluent en fonction de l'état du sol et de la durée de stockage des eaux des mares. Le début de mise en eau de la mare à sec se traduit par une infiltration très rapide qui décroît pour se stabiliser au bout d'une durée fonction des caractéristiques pédologiques de la mare. Cette infiltration diminue du centre à la périphérie de la mare. Outre la teneur en éléments fins des sols, la vitesse d'infiltration dépend donc d'autres facteurs, comme le degré de compaction du sol de la mare, et l'importance et l'état des termitières.

**Pertes en eau dues à l'évaporation**

Les relevés d'hauteur d'eau totale perdue au niveau de deux mares de Thiel en septembre 2002 indiquent une moyenne de 10 mm/jour pour des mares non fréquentées par le cheptel et les populations. En déduisant de cette valeur la moyenne d'hauteur d'eau infiltrée qui est égale à 4,6 mm/jour, on peut estimer les pertes par évaporation à 5,4 mm/jour. Au niveau de Linguère, l'analyse des données de la station météorologique indique que les hauteurs d'eau évaporée ont varié en octobre 2002 de 1,3 mm/jour à 9,2 mm/jour, avec une moyenne mensuelle de 6,4 mm/jour. Cette perte en eau est fonction de la situation climatique (température de l'air, humidité atmosphérique et vent) et du taux de recouvrement des mares par la végétation ligneuse et herbacée. Une présence plus ou moins importante de végétation herbacée hygrophYTE du genre *Azolla* et *Nymphaea* est constatée au niveau de certaines mares en plus des ligneux dont le recouvrement varie entre 10 et 45 p. 100 selon les mares (16).

**Pertes en eau du fait de la consommation par le cheptel et les hommes**

Les résultats de suivi de la fréquentation d'une mare (Asré bani) pendant une journée (de 8 h à 19 h en juillet 2001) ont indiqué un prélèvement d'eau total de 42 m<sup>3</sup>. Au total, 87 p. 100 de ce volume ont été consommés par un cheptel estimé à 1 650 UBT<sup>1</sup> [bovins (59 p. 100), petits ruminants (37 p. 100), équins (0,5 p. 100) et asins (4 p. 100)], soit une moyenne 22 l/UBT/jour. Le reste, environ 5,5 m<sup>3</sup>, a été transporté vers les campements.

La fréquentation des mares par la population humaine et animale varie selon la disponibilité d'autres sources d'abreuvement (forages, puits, autres mares, etc.) et la disponibilité de pâturages aux alentours. Les animaux peuvent aussi éviter certaines mares parce qu'elles sont suspectées transmettre certaines maladies (la schistosomose par exemple) ou que l'eau est devenue trouble.

**Réduction ou augmentation des possibilités de remplissage des mares en fonction de leur fréquentation par le cheptel**

Contrairement à ce qui est indiqué dans la littérature (3, 18), à savoir que l'appellation locale d'une mare est fonction de sa taille (*wendou* : grande mare ; *loubel* : mare moyenne ; *belel* : petite mare), les auteurs ont constaté que les dimensions d'une mare évoluaient essentiellement selon certains facteurs (figure 7). Il est donc possible de voir un *wendou* moins grand qu'un *belel*.

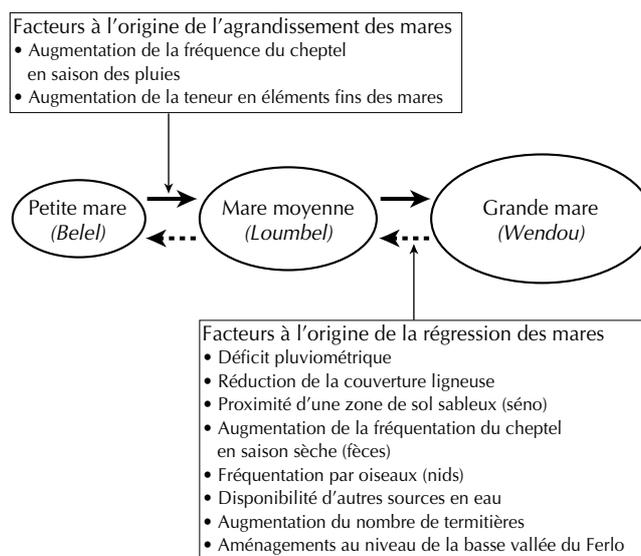


Figure 7 : facteurs d'évolution des mares dans la zone sylvopastorale du Sénégal.

La fréquentation de la mare par le cheptel constitue un élément important de cette dynamique. En saison des pluies, durant la période où elle est en eau, l'augmentation des effectifs animaux contribue à l'agrandissement de son assiette par surcreusement. Ceci peut d'ailleurs être constaté aux abords de certains abreuvoirs de forage (figure 8). Par contre, la diminution des effectifs va favoriser un ensablement qui sera d'autant plus rapide que la mare est proche d'une zone sablonneuse. Ce phénomène de réduction a été constaté au niveau des mares, comme *wendou* Soucoundou séno à Takti dans la sous-zone nord, et *wendou* Djalifafa et *wendou*

<sup>1</sup> Unité bétail tropical, soit un animal de 250 kg de poids vif



**Figure 8** : un abreuvoir au niveau de Ranérou (du fait de la fréquentation par le cheptel, les abords sont surcreusés).

Nguer (figure 9) à Thiel dans la sous-zone sud. L'ensablement de cette dernière est d'ailleurs dû, selon les éleveurs, à un changement de lieu d'abreuvement des troupeaux des campements aux alentours qui sont allés à *belel* Nguer qui s'est agrandi par la suite.

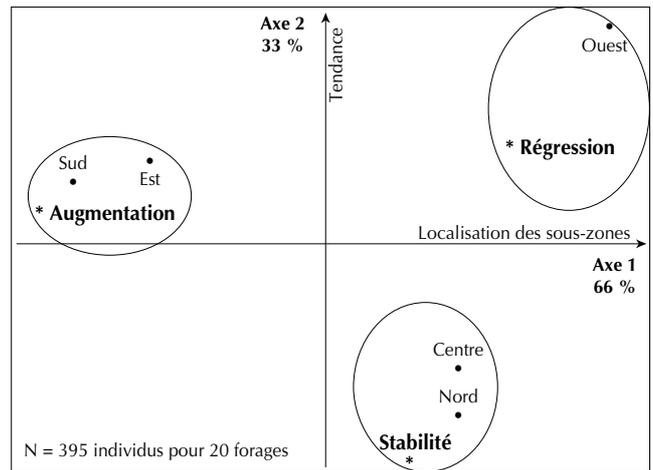
Cependant, pendant les périodes où les mares sont à sec, leur fréquentation par le cheptel pour l'ombrage occasionne d'importants dépôts de fèces. Il en est de même des nids d'oiseaux qui, en tombant dans la zone d'inondation, contribuent à son comblement.



**Figure 9** : wendou Nguer (en cours d'ensablement du fait que le bétail va s'abreuver au niveau de *belel* Nguer).

Pour un nombre important des personnes enquêtées (44 p. 100), l'étendue des mares et leur nombre sont en train de diminuer. Cette régression est liée essentiellement à la réduction de la fréquentation des mares par le cheptel, à côté de facteurs secondaires comme la sécheresse, l'érosion éolienne dans la zone nord et l'érosion hydrique à l'est. Les phénomènes de comblement du fait de l'ensablement sont plus importants au nord qu'au sud, sous-zone fréquentée par beaucoup de transhumants.

L'analyse des données d'enquêtes selon les sous-zones (figure 10) indique que les mares du sud et de l'est sont en augmentation, celles du nord et du centre ne connaissent pas d'évolution, tandis que celles de l'ouest sont en régression. En effet, les mares du sud sont pour certaines dans la vallée fossile du Sine. Cette vallée constitue la basse vallée du Ferlo, un des grands axes du réseau



**Figure 10** : perception de l'évolution des mares de la zone sylvopastorale selon les sous-zones.

des vallées fossiles qu'on rencontre en ZSP. Elle la traverse dans sa partie sud.

Les pluies dans la sous-zone sud sont aussi plus importantes et la fréquentation en saison des pluies est forte du fait du grand nombre d'animaux transhumants qui viennent s'abreuver dès les premières pluies. A l'est, des pluies parfois très intenses sur un réseau hydrographique relativement développé et des pentes relativement fortes favorisent un ruissellement et un phénomène d'érosion hydrique intense à l'origine d'une augmentation des mares (figure 11).

Au nord et au centre, la durée de vie des mares est faible du fait de l'évaporation mais aussi de leur faible fréquentation par les troupeaux par suite des déficits pluviométriques. Le substrat, pour une large part sablonneux, favorise le comblement des mares en dépit du cheptel qui demeure très important.

A l'ouest, la sécheresse et l'érosion éolienne constituent des facteurs importants de modification des mares. Les défrichements dus à l'avancée des zones de culture entraînent le comblement des mares, principalement par l'absence de brise-vent et l'obstruction des voies d'accès des animaux par les champs.



**Figure 11** : effets de l'érosion hydrique (entre Linguère et Labgar).

### **Schistosomose humaine et animale : un risque à prendre en compte dans la gestion des mares**

Dans la région nord de la ZSP (Tatki et ses alentours), aucun cas de schistosomose animale et humaine n'a été signalé lors des enquêtes des auteurs par les services de l'élevage et de santé humaine. Les caractéristiques de la pluviométrie n'ont pas permis non plus de faire des prospections malacologiques pour savoir si le mollusque, hôte intermédiaire, était présent.

Dans la région sud (Thiel et ses alentours), des mollusques (*Bulinus senegalensis* et *Bulinus umbilicatus*) ont été identifiés au niveau de dix mares sur les quatorze étudiées. *B. senegalensis*, espèce la plus fréquente, a été rencontré dans huit mares sur les dix. Ces mollusques sont récoltés dans la boue, sur des supports végétaux et souvent sur différents débris existant dans la mare. Sur les deux prospections qui ont été faites, seules les récoltes du mois d'octobre ont été significatives. En novembre, l'ensemble des mares était à sec et peu de mollusques ont été récoltés. Tous ont été testés mais seules des furcocercaires de parasites d'oiseaux ont été identifiées. On peut donc dire qu'ils étaient négatifs pour la schistosomose humaine et animale.

A Barkedji (est du forage de Thiel), la schistosomose a été signalée par les éleveurs et le responsable du poste vétérinaire. Les prospections des mares réputées transmettre la maladie ont été cependant négatives. Mais depuis l'épizootie de 1994-95 (21), elles sont considérées comme des mares à risque et sont évitées par les éleveurs.

Concernant la schistosomose humaine (bilharziose urinaire), plusieurs cas ont été signalés à différentes structures sanitaires : trois cas en 2001 au niveau du poste de santé de Thiel forage et de nombreux cas identifiés dans le district sanitaire de Linguère. Ceci rejoint les fortes prévalences enregistrées ces dernières années au niveau de plusieurs écoles locales par le Programme national de lutte contre la bilharziose.

Les analyses coprologiques n'ont permis d'enregistrer qu'un cas de schistosomose chez les bovins sur 74 prélèvements et un cas chez les petits ruminants sur 54 prélèvements. En ce qui concerne la sérologie, trois cas sur les 42 sérums d'ovins analysés ont été positifs. Les prévalences ont donc été faibles ; mais cela montre que les risques sont là et que le cycle s'entretient car les mollusques et les parasites sont présents.

En se référant aux études faites en 1980 dans la zone (5), il apparaît que la situation épidémiologique de la bilharziose humaine et animale ne semble pas avoir évolué. Au nord, malgré sa proximité avec la vallée du fleuve Sénégal, la prévalence de la maladie demeure quasi nulle, tandis qu'au sud, elle est toujours présente, même si actuellement la situation ne semble pas préoccupante. Selon ces mêmes auteurs, les éleveurs du nord fréquentent plutôt la partie du fleuve (Dagana et Podor) où la maladie sévit à l'état hypo-endémique et ceux du sud peuvent être contaminés dans la région de Matam, d'où ils sont originaires, ou à partir d'un affluent de la vallée du Ferlo. Mais le développement des marchés hebdomadaires et l'allongement de la durée de mise en eau des mares jusqu'à six à sept mois dans la saison sèche constituent des facteurs qui risquent de rendre la situation plus préoccupante.

### ■ CONCLUSION

Dans la zone sylvopastorale du Sénégal, les mares contribuent à l'alimentation en eau des populations humaines et animales pendant au moins trois mois de l'année pour les mares naturelles et six à sept mois pour celles qui sont aménagées. Avec le déficit pluviométrique

et ses conséquences sur la végétation, on assiste à une réduction de la capacité de remplissage d'un bon nombre d'entre elles, quand bien même il existe toujours des mares de grandes dimensions même au nord (Tatki et ses alentours). La qualité de l'eau de ces mares s'est aussi beaucoup dégradée du fait de la disparition des modes traditionnels de gestion. Parmi les affections d'origine hydrique, la schistosomose animale et humaine constitue de plus en plus une menace. Pour l'instant, sa prévalence est faible au nord mais les risques de développement et d'extension de cette pathologie sont importants au sud du fait des conditions de plus en plus favorables et de la présence de l'hôte dans certaines mares.

Cette situation montre bien la pertinence du programme d'aménagement des mares initié par l'Anprh. Au-delà de l'activité de surcreusement pour l'augmentation des capacités d'abreuvement, il sera nécessaire de restaurer la fonction écologique des mares par la réintroduction d'espèces végétales locales. La mise en place de cadre et de structures de gestion est aussi nécessaire. Toutes les dispositions doivent être prises vis-à-vis des populations (information et éducation sur les dangers de la maladie) et des techniques appliquées (dispositifs évitant aux animaux de s'abreuver directement dans les mares) pour éviter un développement de la schistosomose humaine et animale.

L'étude a été limitée à une seule saison des pluies pour le suivi de la dynamique, avec des spécificités comme d'ailleurs pour la plupart des saisons des pluies en région sahélienne. Il est donc nécessaire de la poursuivre sur deux à trois années pour mieux comprendre la dynamique des ressources en eau des mares dans cette partie du Sénégal. A cet effet, il serait aussi nécessaire de prendre en compte les mares de la partie ferrugineuse de la ZSP.

### Remerciements

Ce travail a été mené dans le cadre des activités du Pôle pastoral en zones sèches (Ppzs), un groupement d'intérêt scientifique regroupant plusieurs instituts de recherches (Isra, Cirad, UCAD, CSE, ENEA). Nous voudrions donc remercier tous nos collègues pour leur contribution dans l'élaboration de la méthodologie de travail. Nos remerciements vont aussi au Dr G. Gintzburger du Cirad-empt pour ses suggestions dans la finalisation de l'article, à Mme I. de Zborowski du Cirad-empt pour l'appui en cartographie, et au Conseil africain de la recherche africaine (Coraf) (Dakar, Sénégal) pour avoir contribué au financement des activités.

### BIBLIOGRAPHIE

1. AMBROISE T.P., DESGEORGES P.T., BOUTTAZ M., 1980. Le diagnostic immuno-enzymologique de la fasciolose humaine et bovine. Détection d'anticorps et / ou d'antigènes circulants. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **60** : 47-60.
2. ANONYME, 1998. Plan stratégique de l'Unité régionale de recherche zone sylvopastorale. Dakar, Sénégal, Isra, 55 p.
3. BA C., 1986. Les Peuls du Sénégal : études géographiques. Dakar, Sénégal, Nouvelle édition africaine, 541 p.
4. BARRAL H., 1982. Le Ferlo des forages : gestion ancienne et actuelle de l'espace pastoral. Etude de géographie humaine. Dakar, Sénégal, Orstom, 85 p.
5. BARRAL H., BENEFICE E., BOUDET G., DENIS J.P., DE WISPELAERE G., DIAITE I., DIAW O.T., DIEYE K., DOUTRE M.P., MEYER J.F., NOEL J., PARENT G., PIOT J., PLANCHENAULT D., SANTOIR C., VALENTIN C., VALENZA J., VASSILIADES G., 1983. Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région de Ferlo : synthèse de fin d'études d'une équipe de recherches pluridisciplinaire. Maisons-Alfort, France, Gerdal-lemvt, 172 p.

6. BOUDET G., 1984. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Paris, France, ministère des Relations extérieures, 267 p. (Manuels et précis d'élevage)
7. COGELS X., GAC J.Y., 1984. La chlorinité des eaux du lac de Guiers (Sénégal). Bilan quantitatif, qualitatif et perspectives. In : Le lac de Guiers - Problématique d'environnement et de développement. Dakar, Sénégal, UCAD /ISE, p. 41-58.
8. CSE, 1987 à 2002. Bilan du suivi de la végétation (hivernage 1987 à 2002) ; cartes à différentes échelles. Dakar Fann, Sénégal, CSE.
9. DIAW O.T., SEYE M., SEYE M., SARR Y., N'DIAYE T., KABORET Y., DIENG K., SARR Y., 1998. Diagnostic expérimental (Elisa) de la schistosomose ovine au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51** : 321-325.
10. DIAW O.T., SEYE M.M., SEYE M., SARR Y., VASSILIADES G., 1994. L'immuno-diagnostic de la fasciolose à *Fasciola gigantica* par la technique Elisa au Sénégal. Observation préliminaire chez deux agneaux. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **47** : 291-294.
11. DIAW O.T., VASSILIADES G., SARR Y., SEYE M., 1991. Epidémiologie de la bilharziose intestinale à *S. mansoni* à Richard-Toll (delta du fleuve Sénégal) : étude malacologique. *Bull. Soc. Pathol. exot.*, **84** : 174-183.
12. DIAW O.T., VASSILIADES G., THIONGANE Y., SEYE M., SARR Y., DIOUF A., 1998. Extension des trématodes du bétail après la construction des barrages dans le bassin du fleuve Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **51** : 113-120.
13. DIEME G., 2003. Dynamique des ressources en eau dans la zone sylvopastorale : le cas des mares de la communauté rurale de Thieul (Sud Ferlo). Mémoire maîtrise géographie, Dakar, Sénégal, université Cheikh Anta Diop, 109 p.
14. DIOP A.T., 1984. Inventaire et suivi des ressources en eau du Ferlo Nord (zone pilote du projet Ecosystèmes pastoraux sahéliens). Dakar, Sénégal, Lnerf, 24 p. + cartes.
15. DIOP A.T., 1989. L'aménagement et la gestion des ressources sylvopastorales au nord du Sénégal : le cas de l'aire d'influence du forage de Takti. Thèse Doct., faculté des sciences, université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 138 p.
16. DIOP A.T., THIAM M., DIEME I., TOURE I., DIEME G., TRAORE M., 2004. Les mares de la zone sylvopastorale du Sénégal : rôle dans la conservation de la biodiversité et du cadre de vie des populations pastorales. *Flamboyant*, **58**. (sous presse)
17. EUZEBY J., 1958. Diagnostic expérimental des helminthoses animales. Travaux pratiques d'helminthologie vétérinaire. Paris, France, Vigot Frères.
18. GROSMIRE, 1957. Eléments de politique sylvopastorale au Sahel sénégalais. Saint-Louis, Sénégal, service des Eaux et Forêts, 18 fascicules, 1 093 p.
19. MICHEL P., 1977. Géomorphologie. In : Atlas national du Sénégal. Paris, France, Jeune Afrique, p. 30-32.
20. STANCIOFF A., STALJANSSENS M., TAPPAN G., 1986. Cartographie et télédétection des ressources de la République du Sénégal : Etude de la géologie, de l'hydrologie, des sols, de la végétation et des potentiels d'utilisation. Brookings, SD, USA, Remote Sensing Institute/South Dakota State University, 653 p.
21. THIAM I., 1996. Etude de l'épidémiologie de la schistosomose des petits ruminants dans la zone sylvopastorale (Linguère, Sénégal) et essai de traitement au Praziquantel et au Closantel en système extensif. Thèse vétérinaire, université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal. (N° 37)
22. THIONPONT D., ROCHETTE F., VANPARIJS O.F., 1979. Diagnosis helminthiasis through coprological examination. Beersse, Belgium, Jansen Research Foundation, 180 p.
23. VALENZA J., DIALLO A.K., 1972. Etude des pâturages naturels du Nord Sénégal, Etudes agrostologiques. Maisons-Alfort, France, Iemvt, 311 p. + 3 cartes.

Reçu le 16.03.2004, accepté le 26.11.2004

## Summary

**Diop A.T., Diaw O.T., Diémé I., Touré I., Sy O., Diémé G.** Ponds of the Sylvopastoral Zone of Senegal: Evolution and Role in Pastoral Populations' Production Strategies

As most Sahelian regions of Africa, the sylvopastoral zone of Senegal (SPZ) is an area where there is an acute problem of water availability even though ponds are abundant. During all the rainy season, these ponds are traditionally used by humans and animals. Their utilization did not decrease in spite of the implementation of a major hydraulic program based on ground water development. These ponds therefore continue to be used up to their last drops. However, more and more changes have been observed in their water holding capacity and in the quality of their water. Human and animal schistosomosis occurrence is currently low, but the mollusk, the intermediate host, and the parasite are present especially in the south of the area studied. Due to increasing difficulties in managing hydraulic works (boreholes and wells), public authorities initiated ten years ago a water implementation program of the watersheds of the area. The paper presents the implementation of this program, in which the improvement of ponds constitutes a major component in SPZ.

**Key words:** Pond – Water availability – Water balance – Water quality – Sedimentation – Schistosomosis – Senegal.

## Resumen

**Diop A.T., Diaw O.T., Diémé I., Touré I., Sy O., Diémé G.** Abrevaderos de la zona silvo pastoral de Senegal: tendencias evolutivas y papel en las estrategias de producción de las poblaciones pastoriles

La zona silvo-pastoril de Senegal, como la mayor parte de las regiones saharianas de Africa, es una zona en donde el problema del agua se presenta con asiduidad. Sin embargo, los abrevaderos son numerosos. Desde el principio hasta el fin de la estación de lluvias, estos son frecuentados por poblaciones humanas y animales y su importancia no ha disminuido a pesar de un importante programa hidráulico basado en la explotación de las aguas subterráneas. Estos abrevaderos continúan así en uso hasta la última gota de agua, mediante diferentes técnicas. Pero se notan, cada vez más, los cambios a nivel de su capacidad de acumulación de agua o de la calidad de ésta. La prevalencia de esquistosomosis humanas y animales es por el momento baja, pero el molusco, el huésped intermediario y el parásito están presentes, principalmente en la parte sur de la zona estudiada. En vista de las dificultades crecientes observadas en la gestión de las obras hidráulicas (perforaciones y pozos), desde hace una década, el poder público inició un programa de recuperación de agua en las reservas. El presente artículo es una contribución al establecimiento de este programa, para el cual el establecimiento de abrevaderos constituye una actividad muy importante en la zona silvo-pastoril.

**Palabras clave:** Estanque – Disponibilidad del agua – Balance hídrico – Calidad del agua – Sedimentación – Esquistosomosis – Senegal.