

EXPLOITATION DE POINTS D'EAU DE SURFACE TEMPORAIRES POUR  
L'AMELIORATION DE LA GESTION DES PATURAGES SAHELIENS

TAPPING OF WATER HOLES FROM TEMPORARY SURFACES TO IMPROVE  
SAHELIAN PASTURELAND MANAGEMENT

Pierre Chevallier, ORSTOM  
Jacques Claude, ORSTOM

Laboratoire d'Hydrologie, Centre ORSTOM de Montpellier 2051, Avenue du Val de  
Montferrand, B.P. 5045, 34032 Montpellier Cedex, France

Chevallier P., ORSTOM, Montpellier  
Claude J., ORSTOM, Montpellier  
Laboratoire d'Hydrologie, Centre ORSTOM de Montpellier  
2051, avenue du Val de Montferrand, B.P. 5045  
34032 MONTPELLIER CEDEX, France

RESUME

Dans les zones sahéliennes à vocation pastorale l'exploitation des ressources naturelles doit tenir compte de leur fragilité et répartir les prélèvements dans l'espace et dans le temps. La concentration des troupeaux autour des points d'eau a pour conséquence la dégradation des pâturages qui leur sont attenants. L'étude des bilans hydriques fait apparaître deux points essentiels ; d'une part la reprise par évaporation peut dépasser 2000 mm ; d'autre part, les écoulements de surface forment une ressource en eau abondante. Pour répartir dans l'espace et dans le temps cette ressource, de petits aménagements sont proposés (citernes, surcreusement de mares) permettant de prendre en compte des systèmes traditionnels d'élevage en évitant souvent le recours à l'exploitation des réserves souterraines qui nécessitent une mise en place technique et sociologique qu'il n'est pas toujours possible d'assumer.

INTRODUCTION

Depuis plus de 15 ans la sécheresse persistante qui sévit en Afrique au sud du Sahara, et plus particulièrement dans la zone sahélienne, représente un défi majeur pour les responsables du développement et les scientifiques. Nombre d'études et de projets de développement où le phénomène de la sécheresse a été pris en compte en priorité, ont été exécutés. Sans tenter de faire un bilan de toutes ces actions, on peut constater qu'elles ont eu un certain nombre de retombées tout à fait positives, à commencer par le renforcement du dialogue entre les décideurs-acteurs du développement et les "observateurs" que sont les scientifiques.

Les phénomènes physiques et biologiques liés à la sécheresse sont assez bien connus aujourd'hui et permettent d'affirmer par exemple que la sécheresse actuelle est un "accident" climatique durable comme il s'en est déjà produit plusieurs fois à l'échelle du millénaire et qu'il est vain de

ABSTRACT

In the Sahelian zones intended to cattle breeding, the exploration of natural resources must attach the greatest importance to their fragility and must spread the sampling in space and time. The concentration of cattles around the water points leads to the degradation of contiguous grazing.

The study of water transfers made appear two main points; on one hand the loss by evapotranspiration can be higher than 2000 mm; on the other hand surface runoff constitute an abundant water resource.

In order to spread that resource in time and space, small equipment are proposed (tanks, overdeepening of pools) allowing to take hold of the traditional breeding systems, often avoiding the recourse to the exploitation of underground reserves that would need a technical and sociological infrastructure we cannot always assume.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 39708

Cote : B

13 JUIN 1994

vouloir lutter directement contre la sécheresse, c'est-à-dire de vouloir en supprimer les causes et les effets les plus immédiats qui échappent aux possibilités de l'action humaine. Il faut plutôt chercher à s'adapter à la sécheresse et pour cela bien connaître et comprendre les mécanismes de fonctionnement et d'évolution des écosystèmes sahéliens.

La plupart des études auxquelles nous nous référons ont montré que les productions de ces écosystèmes résultaient d'un équilibre fragile entre les potentialités du milieu et les contraintes auxquelles elles sont soumises. Ces contraintes, essentiellement climatiques et anthropiques, exercent des pressions conjuguées qui au-delà d'un certain seuil peuvent entraîner tout l'écosystème vers une dégradation de ses potentialités ; il y a alors rupture d'équilibre et évolution vers un autre niveau d'équilibre. Dès que les contraintes sont moins pesantes, la plupart des écosystèmes sahéliens laissent apparaître d'étonnantes capacités de régénération mais certaines ruptures d'équilibre et dégradations semblent irréversibles sans une intervention extérieure vigoureuse et souvent fort onéreuse (mort et disparition des ligneux).

Pour s'adapter à ces conditions et à ces mécanismes il est nécessaire de mettre en place tout un faisceau de stratégies régionales qui permettent de diviser et de répartir les risques liés à la sécheresse en exploitant rationnellement les ressources naturelles tout en assurant leur renouvellement. Ces stratégies ont besoin d'être expérimentées et suivies sur le terrain par les scientifiques qui en fournissent les bases. C'est un exemple de ce qu'il est envisageable de faire pour la gestion de l'eau en zone pastorale que nous tentons de donner ici.

#### PATURAGE ET RESSOURCE ET EAU

Notre propos s'applique aux régions du Sahel dites à vocation pastorale dont nous définirons de façon simplificatrice les grandes caractéristiques, sans y apporter toutes les nuances qui sont pourtant nécessaires.

Ces zones pastorales que l'on rencontre du Sénégal aux confins du lac Tchad peuvent être caractérisées par :

- a) Une capacité de production de l'agriculture pluviale trop faible et aléatoire pour être la ressource principale d'établissements humains permanents (limites de l'habitat sédentaire) ;
- b) Une végétation du type "steppes à épineux c'est-à-dire une formation herbeuse ouverte dans laquelle les graminées présentent des caractères de xéromorphie" - (Grouzis - 1987). Les graminées annuelles ont un cycle végétatif très court et représentent 60 à 80% de la production de biomasse qui est directement dépendante de la pluviométrie et varie de 0 à 3,5 t/ha/an pour une moyenne que l'on situera à 0,8 - 1 t/ha/an. La strate ligneuse qui représente 10 à 25 % des taxons est partout en régression ;
- c) Une faible densité d'occupation humaine (1 à 10 habitants/km<sup>2</sup>) allant de pair avec une forte mobilité des habitants liée au mode de vie des pasteurs ;

d) Une charge en bétail très variable dans le temps et l'espace mais toujours faible et à la recherche des pâturages adéquats, les "normes" données pour les capacités de charge en bétail vont de 3 à 20 ha/UBT/an avec une moyenne de 6,75 ha/UBT/an - (Grouzis - 1987) ;

e) Enfin et surtout par une grande faiblesse et une mauvaise répartition de la ressource en eau, dont nous donnons au paragraphe suivant les éléments d'appréciation.

Dans les régions pastorales l'eau est précieuse, comme partout en zones arides, mais "au risque de surprendre, il faut préciser qu'ici l'eau n'est pas perçue comme une richesse, mais comme un moyen d'accéder à cette richesse que constitue le pâturage" - (Benoit - 1984). C'est là que réside toute la complexité d'une gestion parallèle de l'eau et des pâturages. Durant la longue saison sèche les troupeaux s'éloignent des points d'eau pour chercher des pâturages exploitables ; leur "rayon d'action" est d'environ 9 km lorsqu'ils s'abreuvent quotidiennement et passe à 15 km et plus lorsque les pasteurs pratiquent l'abreuvement tous les deux, voire tous les trois jours. Or, dans ces vastes régions il n'existe évidemment pas de points d'eau régulièrement répartis tous les 10 ou 20 km ; on assiste donc à l'abandon forcé de pâturages encore riches de graminées sèches ou de buissons arborescents et à la concentration du bétail autour des points d'eau pérennes, fleuves, mares, forages ou puits, où le stock fourrager est totalement détruit en fin de saison sèche.

En année "normale" et avec des charges en bétail réparties sur un assez grand nombre de points d'eau exploitables jusqu'en mars ou avril, les parcours supportent tant bien que mal ces coups de boutoirs ; mais si les premières pluies se font attendre ou si deux années très sèches se succèdent, on assiste à des catastrophes comme en 1972-73 (Benoit op. cité).

Dans de telles conditions, si l'on sait disposer de ressources souterraines importantes, la logique de l'aménageur veut que l'on plante des forages pour l'abreuvement du bétail pour ouvrir les parcours de saison sèche aux troupeaux. C'est ce qui fut fait au Ferlo sénégalais dans les années cinquante, où la nappe du maëstritchien fut mise en exploitation par plus de quarante forages (35 mis en service entre 1950 et 1957 et 8 entre 1963 et 1969) - (Barral et al - 1983). Mais les effets secondaires de ces implantations n'ont pas tardé à se faire sentir qui se manifestent par un déclin des transhumances, un abandon du contrôle de l'espace par les pasteurs et une dégradation avancée des sols et de la végétation autour des forages à la suite de l'établissement de campements permanents. Ces conséquences néfastes sont perçues comme telles par les éleveurs les plus "responsabilisés vis-à-vis de leurs parcours", à tel point que leurs réactions vis-à-vis de la proposition de réouverture du forage Christine dans l'Oudalan allaient d'une réserve passive à une opposition catégorique, surtout parmi ceux qui restèrent traumatisés d'avoir vu en 1973 leurs zébus mourir de faim, les pieds dans l'eau, près de ce forage débitant plus de 500 m<sup>3</sup>/jour, au centre d'une brousse dévastée (Barral, cité par Benoit).

On en conclura simplement que les données scientifiques et technologiques ne sont pas seules à devoir être prises en compte dans l'implantation de points d'eau permettant la gestion des parcours. L'expérience montre que lorsqu'il y a plusieurs possibilités d'accès à l'eau, c'est toujours la plus facile qui est choisie, sans considération de l'usage auquel est destiné cette eau : abreuvement du bétail, usage domestique ou arrosage de jardins ; alors que les nécessités économiques (pour les forages), les

contraintes de maintenance (pour l'exhaure mécanique) ou les précautions sanitaires (pour les points d'eau de surface) voudraient que chaque type de point d'eau soit orienté vers un usage particulier.

Une bonne stratégie consistera à répartir les charges en bétail dans l'espace et dans le temps en s'assurant de la disponibilité au même moment et au même endroit de l'eau et de l'herbe. Pour cela il faut multiplier les points d'eau sans forcément les vouloir pérennes ; l'étude de la ressource en eau montre que ce sont les eaux de ruissellement qui se prêtent le mieux à la création de tels points d'abreuvement.

## BILAN HYDRIQUE ET RESSOURCE EN EAU

### Les apports

Il est couramment admis (Rodier - 1975, Sircoulon - 1976) que les apports pluviométriques annuels dans la zone sahélienne sont compris entre les valeurs moyennes de 600 mm (à peu près le 13ème parallèle nord) et 200 mm (à peu près le 17ème parallèle nord). Ces valeurs observées sont sans doute légèrement supérieures en valeur absolue à cause du biais systématique introduit par les appareils de mesures standards qui se trouvent surélevés par rapport à la surface du sol (Chevallier - Lapetite - 1986).

Nous nous proposons de dresser un bilan du devenir de ces apports qui se partagent en écoulement de surface, en alimentation des réserves d'eau profondes (domaine saturé et non saturé) et en évapotranspiration.

### Les écoulements

La première chose à noter est que l'écoulement en région sahélienne est presque exclusivement du ruissellement pur, d'abord en nappe à la surface du sol, puis dans un réseau hydrographique qui se dégrade rapidement (Chevallier et al. - 1985).

Rodier a réalisé en 1975 une excellente synthèse sur l'évaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel africain. Il propose, en tenant compte de la superficie des bassins versants, de la pluviométrie annuelle et de la nature du substratum géologique, différents abaques qui donnent les lames écoulées annuelles pour diverses périodes de retour.

On trouvera dans le tableau n°1 quelques valeurs moyennes de cet écoulement annuel pour un bassin versant dont la superficie a été ramenée à 5 km<sup>2</sup>, superficie qui semble raisonnable pour de petits équipements locaux. Ces valeurs ont été évaluées pour des apports pluviométriques standardisés.

Tableau n°1 : Ecoulement moyen pour quelques types de bassins de la zone sahélienne

Substratum	Pluie moy.	Ecoul.moy.	Coef.éc.
Granite, gneiss : type Abou Goulem (Tchad)	400 mm	24 mm	6%
	500 mm	35 mm	7%
	600 mm	46 mm	7,5%
type Gagara-Ouest (Burkina)	300 mm	48 mm	16%
	400 mm	68 mm	17%
	750 mm	172 mm	23%
Schistes : type Po (Mauritanie)	400 mm	72 mm	24%
	500 mm	104 mm	26%
	600 mm	172 mm	28,5%
type Ader Douchi (Niger)	300 mm	113 mm	37,5%
	500 mm	200 mm	40%
	750 mm	300 mm	40%

Sur les bassins versants de la Mare d'Oursi (Chevallier et al. - 1985) les écoulements moyens annuels vont de 12% (Kolel, gabbros) à 37% (Jalafanka, glacis sur granite et migmatites) pour une pluviométrie moyenne de 350 mm.

Enfin des études très récentes (Casenave et Valentin - 1988) confirment que la variabilité locale de ces écoulements est essentiellement due aux états de surface du sol.

### Le drainage profond

On définit ici le drainage profond comme la part de l'apport pluviométrique stocké dans la zone non-saturée du sol ou dans les nappes après la reprise complète par évapotranspiration. Comme pour l'écoulement, ce drainage profond est lié au substratum d'une part, à la nature du sol en surface et en profondeur d'autre part. Ce drainage est particulièrement difficile à évaluer et encore plus à mesurer (le BRGM mène actuellement une campagne de mesure au Burkina Faso) et peu de chiffres sont disponibles.

Boulet (1974) considère qu'à la latitude de Dori ce drainage est pratiquement nul. Sicot (1982) donne des estimations selon la texture des sols pour le bassin versant de la Mare d'Oursi (tableau n°2) :

Tableau n°2 : Estimation du drainage selon la texture pour une pluviométrie moyenne de 400 mm

Texture	Argile	Argile-limon	Limon	Sable
Drainage	6,8 mm	10,2 mm	13,5 mm	26,0 mm
Coef. dr.	1,7 %	2,5 %	3,4 %	6,5 %

### L'évapotranspiration potentielle et réelle

L'évapotranspiration potentielle est habituellement évaluée dans les régions sahéliennes par la formulation de Penman, Pouyaud (1985) donne un total de 2170 mm pour Bol (Lac Tchad) et Chevallier et al. (1985) calculent une ETP de 2860 mm pour la Mare d'Oursi.

L'évaporation mesurée sur le lac de Bam atteint une valeur moyenne de 2343 mm (Pouyaud - 1985).

Les totaux mensuels moyens à ces trois sites sont détaillés dans le tableau n°3.

Tableau n°3 : Evaporation moyenne mensuelle en région sahélienne (en mm)(d'après Pouyaud, 1985)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
Boi	136	155	212	229	226	201	175	150	159	199	178	150
Bam	177	176	217	228	242	222	205	261	156	195	192	171
Our	200	205	258	267	292	266	245	226	223	244	212	191

Ces chiffres donnent une idée de l'amplitude du déficit évapotranspiratoire. On peut en effet évaluer l'évapotranspiration réelle aux apports pluviométriques diminués de l'écoulement de surface et du drainage profond. Ce qui donne un chiffre compris entre 250 et 380 mm pour un apport de 400mm, le déficit évapotranspiratoire se trouvant dans un ordre de grandeur de 2000 mm.

#### La ressource

On peut schématiser très grossièrement ce bilan hydrologique :

- 5 à 6 fois plus que les apports annuels sont susceptibles de s'évaporer.
- 1/20 à 1/3 de l'apport annuel s'écoule en surface.
- moins de 1/50 de l'apport annuel est stockable dans les réserves souterraines.

On en déduit logiquement que la plus grande part de la ressource disponible est constituée par l'écoulement de surface. Mais cet écoulement est soumis à une évaporation intense dont il faut tenter de s'affranchir.

#### RESSOURCE EN EAUX ET AMENAGEMENT

##### Discussion des schémas classiques

Les schémas classiques pour l'abreuvement en eau des troupeaux en région sahélienne où n'existe pas de cours d'eau pérenne font appel d'une part aux ressources souterraines et d'autre part aux points d'eau de surface ou de subsurface.

##### Ressources souterraines

Le recours aux réserves souterraines pour l'abreuvement du bétail ne devrait être qu'une solution d'appoint et d'urgence. Les raisons en sont nombreuses et nous n'en explicitons que deux :

- En terme de bilan le renouvellement semble d'autant plus limité que les nappes exploitables sont profondes : par exemple, la profondeur moyenne des forages réalisés dans l'ancien département du Sahel au Burkina Faso en 1980-82 se situe entre 45 et 55 m (BRGM, comm. orale, 1988) et le nombre de forages stériles n'est pas négligeable (28 % sur cette même campagne) ;
- Le coût d'installation est élevé et nécessite la prise en compte d'une animation technique villageoise et régionale assez longue. Le BRGM estime le coût moyen actuel d'un forage dans le nord du Burkina à 3 millions de Francs CFA sans animation et à 4 millions de francs CFA avec animation ;

- L'existence de nappes profondes abondantes n'est pas forcément un atout à long terme ; les cas particuliers du Ferlo sénégalais et du forage Christine en Oudalan le démontrent. L'exploitation de ces ressources doit être faite avec beaucoup de prudence.

D'autres arguments peuvent être développés à propos des ressources souterraines. Mais les points évoqués suffisent pour justifier la limitation de ce type d'approvisionnement à l'usage domestique.

##### Points d'eau de surface et de subsurface

Il s'agit essentiellement des mares, des accumulations dans les lits de rivière et des retenues artificielles. Le principal problème est que la majorité de ces points d'eau sont peu profonds et sont l'objet d'une évaporation intense qui ne leur permet pas, du moins dans leur grande majorité, de se maintenir pendant la totalité de la saison sèche.

Par exemple les 15 millions de m<sup>3</sup> des deux premiers mètres de la Mare d'Oursi seront repris totalement par évaporation. En considérant qu'un zébu consomme 15 l d'eau par jour, cela représente 275 années de réserve d'eau pour 10 000 têtes ! On conçoit l'importance que peuvent avoir les apports pluviométriques d'une année qui donnera à la Mare un niveau d'un mètre supérieur, ce qui permettra de garder une réserve considérable, même avec une évaporation aussi intense.

Une autre alternative est la méthode traditionnelle des puisards creusés dans le lit des rivières ou des mares après leur tarissement. Outre le travail énorme qu'ils occasionnent, la ressource en eau qu'ils procurent est limitée dans le meilleur des cas à quelques centaines de litres d'eau par jour.

Cette ressource en eau peut être diversifiée dans l'espace et dans le temps moyennant la mise en place d'aménagements et il serait souhaitable pour mieux répondre aux besoins locaux qu'elle soit réservée à un usage pastoral.

##### Aménagements pour une utilisation des eaux de ruissellement

Les petits barrages classiquement construits pour stocker les écoulements de surface présentent bien des inconvénients en région sahélienne, tels que leur coût et la nécessité de leur maintenance ou leur surface d'évaporation très grande qu'aucune technique viable ne parvient à limiter. Nous suggérons trois types de petits aménagements utilisant les eaux de surface et adaptables aux zones pastorales.

##### Surcreusement de petites mares temporaires.

La durée d'utilisation de nombreuses petites mares naturelles qui s'assèchent généralement entre décembre et janvier, peut être prolongée jusqu'en avril ou mai, tout simplement en augmentant la profondeur de stockage de l'eau d'une valeur équivalente à la lame d'eau évaporée pendant cette période c'est-à-dire de 1m à 1,5m. L'expérience a été faite par le projet FED de développement de l'élevage dans l'ORD du Sahel au Burkina (Claude - 1983). Cela ne pose pas de difficultés techniques majeures et requiert des moyens de terrassement dont le coût est le seul facteur limitant. Cependant deux précautions essentielles doivent être prises pour la réalisation de ce type d'aménagement :

- prévoir un déversoir ou évacuateur de crues pour supporter les forts écoulements susceptibles de faire déborder la mare. Un petit ouvrage en pierres sèches ou mieux en gabions est suffisant dans la plupart des cas.
- contrôler l'accès du bétail et son stationnement autour du point d'eau, surtout en fin de saison sèche et si possible disposer d'un point d'eau différent et bien séparé pour l'alimentation humaine.

On peut estimer de 3 à 5 millions de francs CFA le coût d'un aménagement de mare pouvant stocker de 20 000 à 100 000 m<sup>3</sup> d'eau utilisable pendant 6 mois par un millier de bovins.

#### Aménagement d'impluviums et de collecteurs

Le ruissellement diffus ou en nappe est toujours important sur les longs glacis à faible pente où la végétation est souvent très clairsemée sinon inexistante. Ces situations se prêtent très bien à l'édification de levées de terres délimitant un impluvium et convergeant vers un réservoir de stockage qui peut n'être constitué que de l'excavation des terres servant à construire les diguettes du moment que sa profondeur maximale atteindra environ 3 mètres.

Si l'on maîtrise bien l'impluvium et si le site s'y prête, on peut prendre le risque de ne pas faire un déversoir de crues mais on aura souvent intérêt à prendre cette précaution. Ces travaux nécessitent des moyens de terrassement lourds hors de portée des groupements de paysans ou d'éleveurs, mais leur coût n'est pas forcément élevé étant directement proportionnel à la taille du réservoir. L'expérience australienne, où ce type d'aménagement existe, nous porte à recommander de limiter la taille de ces réservoirs à 8000 à 12 000 m<sup>3</sup> à l'exutoire d'un impluvium de 10 à 15 ha. Un tel point d'eau convient pour un troupeau de 200 à 300 têtes de bétail.

#### Citernes de ruissellement.

Nous pensons que cette technique très ancienne et encore largement utilisée au Nord du Sahara et au Moyen Orient, est tout à fait adaptable au Sahel où des vestiges d'aménagements basés sur le même principe existent. Elle consiste à stocker les eaux de ruissellement d'un impluvium contrôlé de 1 à 3 ha, dans une grande citerne creusée, maçonnée et couverte. Si la citerne est suffisamment étanche, qu'elle est précédée d'un piège à sédiments et pourvue d'un exutoire qui ne risque pas l'enneigement, elle permet de stocker à l'abri de l'évaporation 500 à 1 000 m<sup>3</sup> d'une eau claire et fraîche d'excellente qualité.

La construction de ces citernes nécessite un savoir faire et des investissements plus importants par rapport à la quantité d'eau stockée mais apporte une garantie de qualité qui doit en faire réserver l'usage à l'utilisation humaine ou au petit bétail. Ce peut donc être un aménagement complémentaire des précédents à installer à proximité des campements de saison sèche.

#### CONCLUSION

Ces considérations et propositions pour la gestion des zones pastorales sahéliennes ne peuvent se développer dans l'abstrait ; elles doivent s'appuyer sur les travaux de pastoralistes qui suivent l'évolution de ces écosystèmes et évaluent chaque année l'abondance et la qualité des pâturages, en particulier à l'aide de la télédétection satellitaire. Leurs observations devraient permettre de localiser les zones où les réserves fourragères peuvent être exploitées et celles au contraire qu'il faut délester et qui changent d'une année à l'autre en fonction des aléas pluviométriques. Il serait du plus grand intérêt de pouvoir expérimenter différents types de petits aménagements de points d'eau de surface qui fourniraient les possibilités d'abreuvement au coeur de ces parcours souvent difficiles d'accès ; ces essais ne peuvent être effectués que dans le cadre de projets de développement régionaux faisant appel aux scientifiques.

Il est à noter enfin que ces aménagements de points d'eau de surface ne peuvent fonctionner que si leur accès est contrôlé et régulé ce qui implique que quelqu'un en soit responsable et d'une certaine façon se l'approprie, même si ces termes n'entraînent pas une réglementation de type juridique toujours si difficile à imposer dans ces espaces de grande liberté où l'appropriation individuelle est inconnue.

#### REFERENCES

- Albergel J., Carbonnel J.P., Grouzis M. - 1984-1985. Péjoration climatique au Burkina Faso. Incidences sur les ressources en eau et les productions végétales. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., vol. XXI, n°1.
- Barral H. - 1977. Les populations nomades de l'Oudalan et leur espace pastoral. Trav. et Doc. ORSTOM n° 77. 119 p + 8 cartes. ht.
- Barral H. et al - 1983. Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo. ACC-GRIZA (LAT).MRI - GERDAT-ISRA-ORSTOM. 172 p.
- Benoit M. - 1984. Le Seno Mango ne doit pas mourir : pastoralisme, vie sauvage et protection au Sahel. Mémoire ORSTOM n° 103. 143 p.
- Boulet R. - 1978. Toposéquences de sols tropicaux en Haute-Volta. Equilibre et déséquilibre pédo-bioclimatique. Mémoire ORSTOM n°85.
- Casenave A., Valentin C. - 1988. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. CEE/ORSTOM, Paris, multigr.
- Chevallier P., Claude J., Pouyaud B., Bernard A. - 1985. Pluies et crues au Sahel. Hydrologie de la Mare d'Oursi (Burkina Faso). Travaux et Documents de l'ORSTOM n°190.
- Chevallier P., Lapetite J. - 1986. Note sur les écarts de mesure observés entre les pluviomètres standards et les pluviomètres au sol en Afrique de l'Ouest. Hydrologie continentale, vol. 1(2), 1986, pp. 111-119.
- Claude J.- 1983. Aménagement de mares temporaires comme points d'abreuvement de saison sèche au Sahel voltaïque. Comm. Coll. Inter. sur les Barrages en terre et le Développement des zones rurales en Afrique. AUPELF - THIES. 7p.

Grouzis M. - 1987. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi - Burkina Faso). Thèse Doctorat d'Etat. Université Paris Sud. ORSAY. 336 p.

Floret C., Pontanier R. - 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. Trav. et Doc. ORSTOM n° 150. 544 p.

Pouyaud B. - 1985. Contribution à l'évaluation de l'évaporation de nappes d'eau libre en climat tropical sec. Exemples du Lac de Bam et de la Mare d'Oursi (Burkina Faso), du Lac Tchad et d'açudes du Nordeste brésilien. Thèse Université Paris Sud.

Rodier J.A. - 1975. Evaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel Tropical Africain. Travaux et Documents de l'ORSTOM n°46.

Sicot M. - 1982. Projet Mare d'Oursi. Rapport de synthèse à l'échelle du bassin. Cycle de l'eau et bilan hydrique annuel des sols. ORSTOM Ouagadougou, multigr.

Sircoulon J. - 1976. Les données hydropluviométriques de la sécheresse récente en Afrique Intertropicale. Comparaison avec les sécheresses "1913" et "1940". Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., vol. XIII, n°2, pp. 75-174, numéro spécial "sécheresse".