

Influence de la densité de plantation de deux acacias sur l'alimentation hydrique du sorgho (*Sorghum bicolor*)

Zone semi-aride du Sénégal

Ibrahima Diédhiou*, Malaïny Diatta*, Macoumba Diouf**

ont laissé la place aux modèles techniques préconisés par les organismes d'encadrement. Ces derniers ont défini des blocs systématiquement défrichés et dessouchés. Ces blocs sont délimités par des bandes arborées anti-érosives qui servent aussi de couloirs de passage pour le bétail. Les systèmes de culture sont dominés par une rotation arachide-mil ou sorgho avec une mise en jachère en troisième année.

Aujourd'hui, ces modèles imposés sont loin d'atteindre les objectifs qu'on leur avait assignés : répondre aux besoins vivriers des populations, favoriser l'accumulation et la croissance économiques et enfin conserver le patrimoine foncier. Les signes les plus caractéristiques de la crise de ces modèles sont la perte de fertilité des sols et la baisse des rendements agricoles. Cette situation s'explique par la quasi-disparition de la jachère, mais aussi par la forte dégradation des bandes arborées anti-érosives qui a accéléré l'érosion des sols.

Dans ces conditions, la réinsertion de l'arbre dans l'espace agricole pourrait permettre de restaurer, voire d'améliorer, les capacités de production des milieux. Une telle solution trouve comme justification l'existence de parcs agroforestiers traditionnels qui constituent la preuve que les paysans sont prêts à accepter une certaine densité d'arbres au niveau de leurs champs.

Cependant, la question qui se pose est de savoir comment déterminer l'écartement et les dispositions à recommander pour valoriser les interactions entre les ligneux et les cultures, tout en réduisant les effets de concurrence entre les deux (Diakité, 1995). Cela constitue le principal objectif du présent travail qui porte sur un essai d'association agroforestière entre deux légumineuses ligneuses : *Acacia laeta* R. Br. Ex Benth. et *Acacia senegal* (L.) Wild. et du sorgho. Il s'agira plus particulièrement de déterminer l'influence de la densité de plantation des deux acacias sur l'évolution des ressources hydriques du sol et le comportement hydrique du sorgho.

* Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), Centre Régional de la Recherche Agronomique, B.P. 53, Kambey (Sénégal)

** Centre d'étude régional de l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse, B.P. 3320, Thiès (Sénégal)

Il convient de souligner que *Acacia laeta* et *Acacia senegal* ont été retenues après un test de confirmation au niveau du terroir d'intervention d'espèces ayant montré de bonnes performances en station.

Matériel et méthodes

Site d'étude et conduite de la culture

Cette expérimentation a été conduite en champ villageois paysan au cours de la saison des pluies 1998 à Médina Kébé (14°22' Nord; 15°28' Ouest), village situé dans le département de Kaffrine (région de Kaolack).

La pluviosité moyenne annuelle du poste météorologique de Boufel le plus proche de la localité pour la décennie 1988-1998 est de 530,2 millimètres.

Le sol est ferrugineux tropical de type Dek-Dior (argilo-sableux) avec un horizon cuirasse situé en moyenne à deux mètres de profondeur.

La végétation est une savane dominée par des Combretaceae telles que *Anogeissus leucocarpus* (DC.) G. et Perr., *Combretum glutinosum* Perr., *Combretum nigricans* Lepr., *Gutera senegalensis* J.F. Gmel.

La culture a été installée sur un précédent jachère de trois ans avec une introduction de légumineuses ligneuses pérennes (*Acacia laeta* et *Acacia senegal*) et une variété de sorgho dont la durée du cycle est de quatre-vingt-dix à quatre-vingt-quinze jours, *Sorghum bicolor* L. Moench var. CE145-66, a été étudiée.

Le régime hydrique pluvial strict a été considéré et le semis a été effectué au semoir en humide le 12 août 1998 avec un écartement de 0,80 mètre × 0,30 mètre. Un démarriage

de cycle ont été effectués à l'ère à temps opportun. Dans chacune des parcelles élémentaires, une sous-parcelle de quatre mètres sur quatre a été délimitée pour les mesures et comprend neuf lignes de semis.

Un traitement phytosanitaire a été réalisé au Spithoate 300 CE au quarantième jas suite à une attaque de pucerons. Par ailleurs, une attaque sévère des feuilles du sorgho par des criquets a été notée pendant la phase floraison-maturation.

Dispositif expérimental

Le dispositif est un bloc factoriel en randomisation totale avec deux facteurs : l'espèce avec trois niveaux (sans arbre, *Acacia laeta* et *Acacia senegal*) et l'écartement entre les lignes avec trois niveaux (4 m, 6 m et 8 m). L'essai comporte donc sept traitements avec trois répétitions, soit vingt et une parcelles expérimentales élémentaires. Ces dernières sont des carrés de vingt mètres de côté. Ainsi, le premier niveau d'écartement entre les lignes (4 m) correspond à six lignes d'arbres, le second niveau (6 m) à quatre lignes et le troisième niveau à trois lignes. Chaque ligne d'arbre est longue de vingt mètres et l'écartement entre les arbres sur la ligne est constant et égal à deux mètres.

Paramètres étudiés et méthodes de suivi

Mesures agromorphologiques

Ce suivi a été réalisé à une fréquence hebdomadaire et a porté sur l'état hydrique du sol, la croissance et le développement de la culture.

L'évolution de l'humidité du sol a été caractérisée par l'estimation de la consommation en eau des plantes et du stock d'eau dans le sol à l'aide de la sonde à neutrons Troxler (20-280 cm) et par gravimétrie (0-20 cm). Un étalonnage de l'appareil a été effectué à partir des

mesures réalisées pendant l'installation de l'essai, en pleine saison des pluies et en fin de saison des pluies. L'équation de la courbe d'étalonnage s'écrit de la façon suivante :

$$\text{Humidité volumique (HV)} = 0,0235\text{Nr} - 3,5022$$

avec Nr = comptage.

Le coefficient de détermination qui est hautement significatif ($R^2 = 0,81$) autorise son utilisation.

Les observations phénologiques ont été effectuées au cours du cycle cultural, et les mesures de la hauteur du brin maître et la détermination du nombre de feuilles ont porté sur quatre pieds choisis aléatoirement dans les sous-parcelles.

L'indice foliaire ou Leaf Area Index (LAI) a été mesuré *in vivo* à l'aide d'un analyseur Licor de type LA2200 (Licor, Inc., Lincoln, Nebraska, É.-U.A.).

En raison de l'attaque sévère de la culture par les criquets intervenue soixante-douze jours après le semis (lorsaison-maturation), le rendement et ses composantes n'ont pas pu être déterminés. Ainsi, les résultats présentés portent essentiellement sur la dynamique de l'eau dans le sol, la cinétique d'extraction de l'eau par la culture et les arbres, le fonctionnement hydrique de la culture et les paramètres du développement végétatif.

Mesures physiologiques

Les mesures physiologiques ont été effectuées une fois par semaine entre douze heures et treize heures trente minutes temps universel. Elles ont été réalisées sur la troisième feuille à partir du sommet de trois pieds prélevés au hasard. Ces mesures ont porté sur le potentiel hydrique foliaire (ψ_p) mesuré à la presse à membrane J-14 (type Campbell), la conductance stomatique (G_s) et la transpiration foliaire (Tr) déterminées à l'aide du poromètre Licor (Licor, Lincoln, Nebraska, É.-U.A.). Les températures de l'air, du sol, du tronc des arbres et de l'air (PAR), l'humidité relative et la température foliaire ont également été déterminés.

Méthode d'analyse des données

Le traitement des données physiologiques, agromorphologiques et de celles relatives à l'humidité du sol, ainsi que l'analyse graphique ont été effectuées à l'aide du tableur Excel.

Résultats

La comparaison des profils hydriques du sol des parcelles où le sorgho est associé à *Acacia laeta* (fig. 1-a, -b, -c) ou *Acacia senegal* (fig. 1-d, -e, -f) et des témoins (fig. 1-g, -h, -i) permet de distinguer deux phases :

- une phase de recharge qui atteint son maximum le 17 septembre ;
- une phase de diminution de l'humidité qui débute le 24 septembre et se poursuit jusqu'à la fin de la saison des pluies.

Par ailleurs, les profils présentent une allure similaire pour les trois densités de plantation. Cependant, on peut relever quelques faits remarquables.

Les parcelles témoins présentent globalement des humidités du sol supérieures à celles des parcelles où le sorgho est associé aux ligneux et cela quelle que soit la densité de plantation considérée. Pour la plus forte densité de plantation (écartement de 4 m entre les lignes), les parcelles à *Acacia senegal* et celles à *Acacia laeta* présentent des humidités comparables ; cependant, pour les plus faibles densités de plantation (écartement de 6 ou 8 m entre les lignes), les humidités sont plus dans les parcelles à *Acacia senegal* que dans celles à *Acacia laeta* et cela quelle que soit la date considérée. L'enracinement du sorgho, qui jusqu'au 17 septembre s'est limité aux cinquante premiers centimètres, a atteint en fin de cycle de croissance entre soixante-quinze et cent centimètres de profondeur. En revanche, la profondeur maximale d'enracinement des espèces ligneuses qui lui sont associées se situe-
rait entre cent cinquante et deux cents centimètres.

En revanche, malgré son impact dépressif sur la disponibilité en eau du sol, la présence des arbres dans les parcelles agricoles n'a pas provoqué d'effets notables sur le comportement agronomorphologique et le fonctionnement hydrique du sorgho. En partie, ce résultat se justifie vraisemblablement par le fait que les arbres et les cultures prélèvent préférentiellement

différente indépendamment de la demande évaporative. Les résultats obtenus au bout d'une saison de suivi montrent que la présence des arbres sur les parcelles cultivées a fortement contribué à la diminution des ressources hydriques du sol. Ce résultat pourrait se justifier par une densité de couvert végétal plus forte dans les parcelles à association arbres-culture. En effet, la densité du couvert est un facteur important de la capacité structurelle de transpiration (Do, 1998) qui peut déterminer une consommation

et leur impact sur la dynamique de l'eau, le comportement agronomorphologique et le fonctionnement hydrique du sorgho. L'erreur étudiée pour aborder les problèmes de densité d'arbres par espèce et par type de culture méthodologique, cette recherche a consisté à implanter une parcelle expérimentale dans le type de fonctionnement des peuplements d'arbres et des cultures associées. Du point de vue *et al.* (1998) du transfert d'échelle des connaissances de l'individu au peuplement pour l'analyse du fonctionnement. Notre étude tend à aborder cette question délicate déjà soulevée par Campa *et al.* (1992) sans *Faidherbia albida* (Charreau & Vidal, 1965; Danacette & Poulain, 1968; Louppe *et al.*, 1996; Olivier *et al.*, 1996).

Un nombre croissant de travaux traitent des interactions arbres-cultures dans les pays agroforestiers traditionnels. Globalement, la plupart des espèces ligneuses présentes dans les parcelles agricoles provoquent une réduction des rendements (Maiga, 1995; Kessler, 1992) sauf *Faidherbia albida* (Charreau & Vidal, 1965; Danacette & Poulain, 1968; Louppe *et al.*, 1996; Olivier *et al.*, 1996).

Discussion

élevées dans les parcelles à plus forte densité de plantation (écartement = 3 m entre les lignes) quel que soit le traitement considéré, les quantités d'eau consommées apparaissent plus (26,5 mm au total) :

en raison certainement des apports relativement importants enregistrés durant cette période - la croissance en hauteur du sorgho a été plus forte entre les 50 et 57 jours après semis avec une réduction de la consommation en eau ;

une diminution notable de l'indice foliaire (A/B) à partir du 43^e et 45^e concomitamment relation avec la consommation en eau (E/Tr). On peut constater globalement

La figure 3 montre l'évolution dans le temps des paramètres de croissance du sorgho : en 36 j pas à environ - 0,10 mPa en fin de cycle.

du cycle de développement du sorgho (19 août-25 novembre). Il est passé de - 0,60 mPa au En ce qui concerne le potentiel hydrique foliaire, on observe une diminution tout au long au 57^e j pas du fait de l'arrêt des pluies.

enfin, une baisse de nouveau de la conductance stomatique et de la transpiration foliaire durant cette période (24,5 mm au total) :

une remontée des deux paramètres entre les 43^e et 57^e j pas à la faveur des pluies et cueilles pas, due certainement aux faibles apports enregistrés durant cette période ;

une chute de la conductance stomatique et de la transpiration foliaire entre le 36 et le 43^e l'évolution de la (E) et de la Tr :

La figure 2 indique la relation entre les paramètres hydriques du sorgho (E, E) et (Tr) et la réserve hydrique du sol pour différents écartements entre les lignes : quatre mètres (a, b, c, d), six mètres (e, f, g, h) et huit mètres (i, j, k, l). On peut distinguer trois phases dans

Influence de la densité de plantation de deux acacias sur l'alimentation hydrique du sorgho

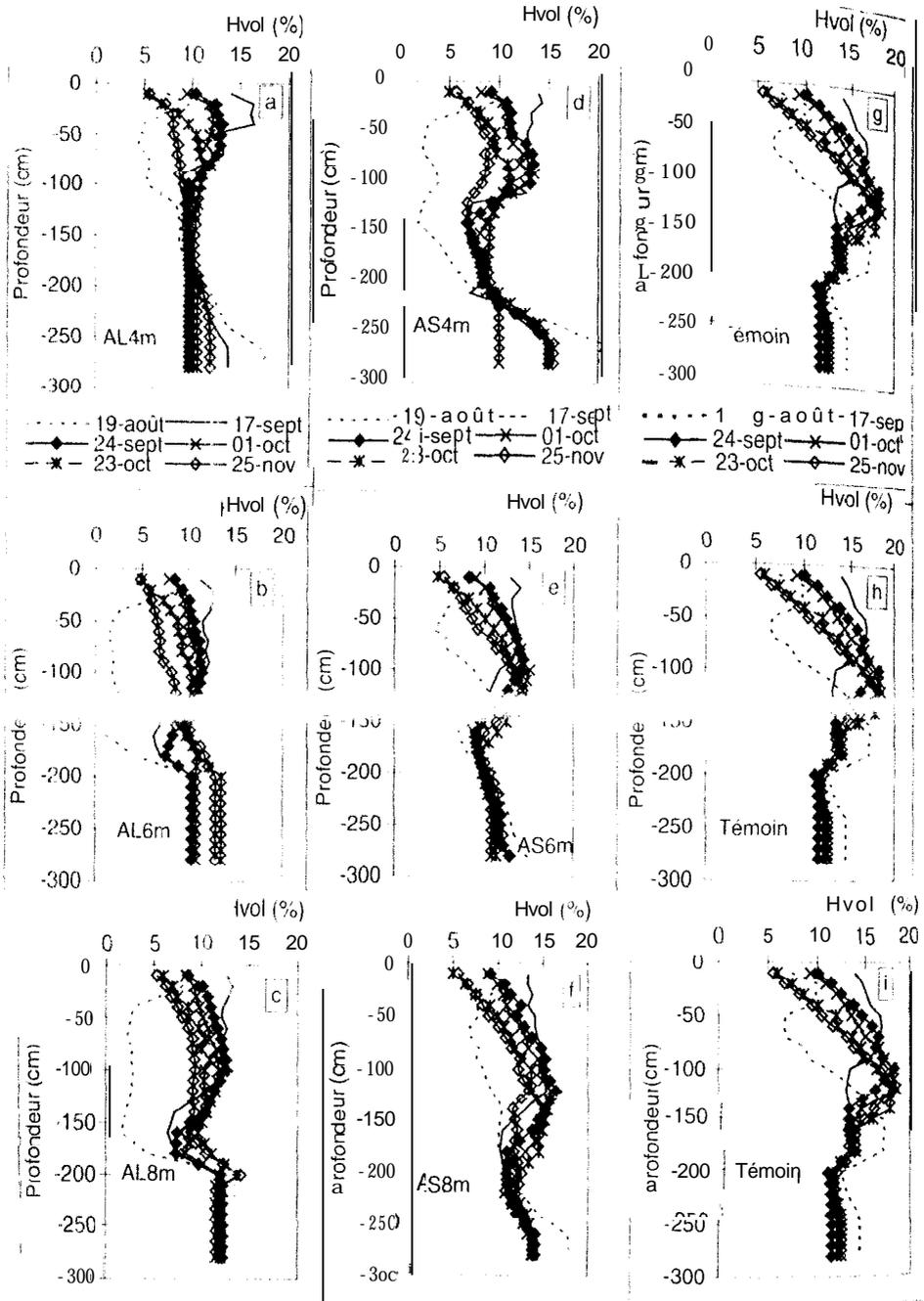


Figure 1. Profils hydriques entre le 19 août et le 25 novembre 1998 pour les différents traitements. Avec AL4m : Acacia laeta avec écartement entre les lignes de 4 m ; AL6m : Acacia laeta avec écartement entre les lignes de 6 m ; AL8m : Acacia laeta avec écartement entre les lignes de 8 m ; AS4m : Acacia senegal avec écartement entre les lignes de 4 m ; AS6m : Acacia senegal avec écartement entre les lignes de 6 m ; AS8m : Acacia senegal avec écartement entre les lignes de 8 m ; Témoïn : témoin.

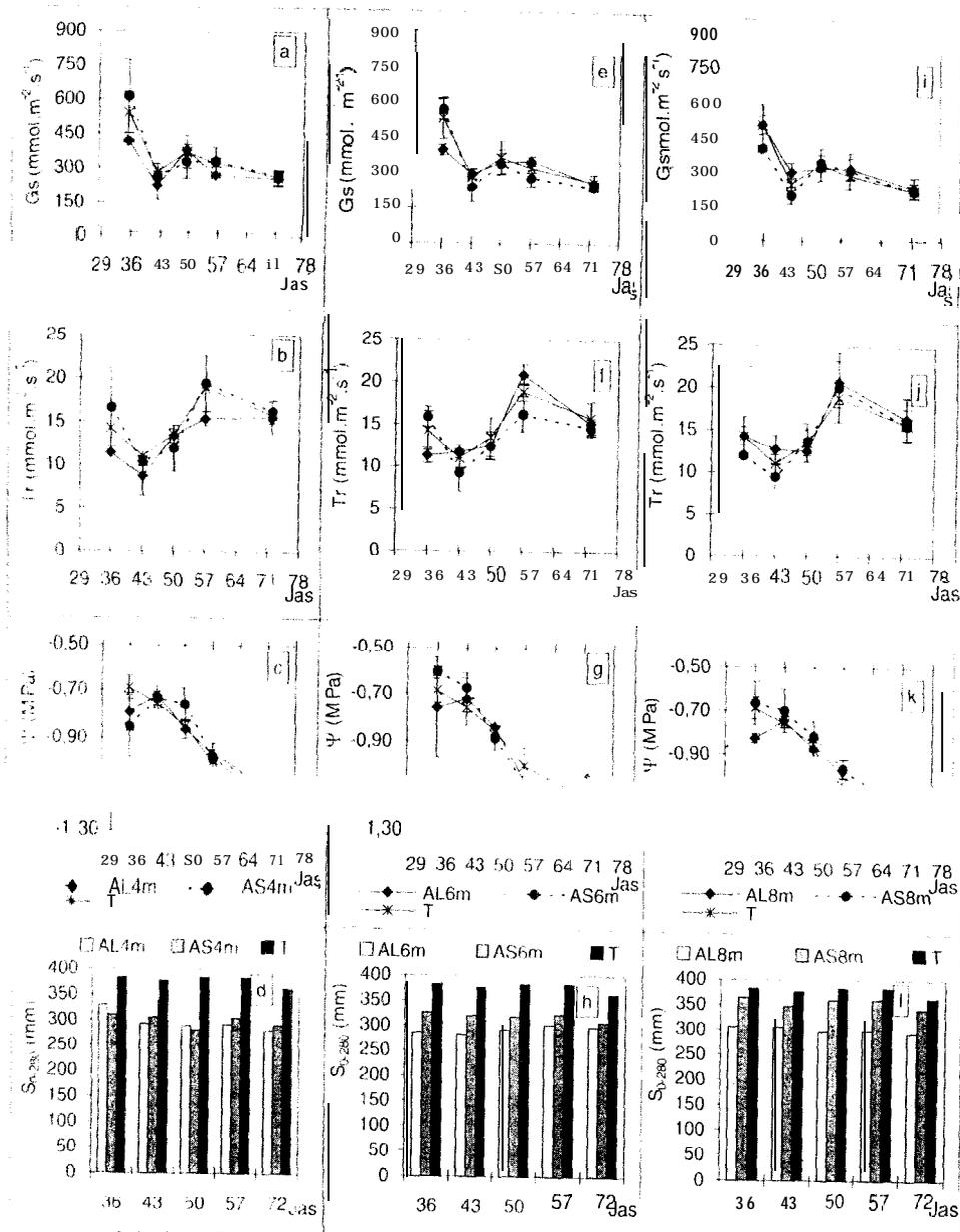


Figure 2. Relation entre les paramètres hydriques du sorgho et la réserve hydrique du sol pour les différents traitements.

Avec AL4m : *Acacia laeta* avec écartement entre les lignes de 4 m ; AL6m : *Acacia laeta* avec écartement entre les lignes de 6 m ; AL8m : *Acacia laeta* avec écartement entre les lignes de 8 m ; AS4m : *Acacia senegal* avec écartement entre les lignes de 4 m ; AS6m : *Acacia senegal* avec écartement entre les lignes de 6 m ; AS8m : *Acacia senegal* avec écartement entre les lignes de 8 m ; T : témoin.
 Jas : jours après semis.

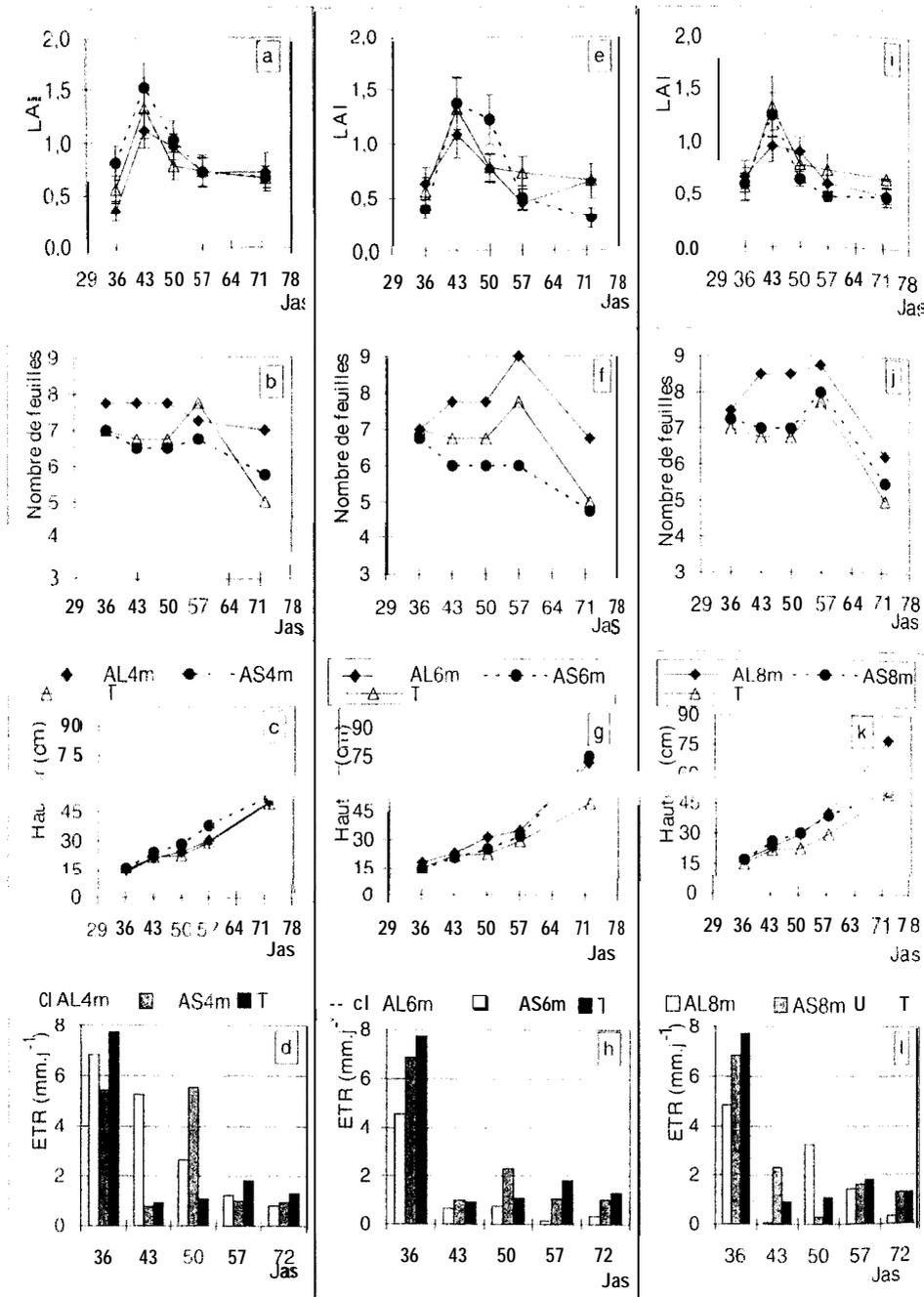


Figure 3. Relation entre les paramètres de croissance du sorgho et la consommation en eau pour les différents traitements

Avec AL4m : *Acacia laeta* avec écartement entre les lignes de 4 m ; AL6m : *Acacia laeta* avec écartement entre les lignes de 6 m ; AL8m : *Acacia laeta* avec écartement entre les lignes de 8 m ; AS4m : *Acacia senegal* avec écartement entre les lignes de 4 m ; AS6m : *Acacia senegal* avec écartement entre les lignes de 6 m ; AS8m : *Acacia senegal* avec écartement entre les lignes de 8 m ; T : témoin.
 Jas : jours après semis

l'eau à des niveaux de profondeur différents : zéro-cent centimètres pour le sorgho et cent cinquante-deux cent centimètres pour les acacias. Cependant, l'absence de profils hydriques de saison sèche n'autorise pas une interprétation définitive de la dynamique d'extraction verticale de l'eau par les arbres.

Références

- Campa C., Grignon C., Gueye M. & Hamon S. (1998). *L'acacia au Sénégal*, Paris, Orstom, 476 p.
- Charreau C. & Vidal P. (1965). « Influence de *Acacia albida* sur le sol, nutrition minérale et rendement des mils *Pennisetum* au Sénégal » - *Agron. Trop.*, n° 67 : pp. 600-626
- Dancette C. & Poulain J.E. (1968). *Influence de *Faidherbia albida* sur les facteurs pédoclimatiques et les rendements des cultures*, Nouvelle contribution, Bambey, Irat-C.N.R.A., 45 p.
- Diakité T. (1995). *Concurrence pour l'eau et les éléments nutritifs du sol entre ligneux et cultures, le karité et le sorgho en zone semi-aride du Mali*, mém. de maître es sciences, univers. Laval, 69 p.
- Do E., Rocheteau A., Diagne A.L. & Grouzis M. (1998). « Flux de sève et consommation en eau d'*Acacia tortilis* dans le Nord-Ferlo », in Campa *et al.* (éd., 1998) : pp. 63-80.
- Campa C., Grignon C., Gueye M. & Hamon S. éd. (1998). *L'Acacia au Sénégal*, Paris, Orstom, 476 p.
- Kessler J.J. (1992). « The influence of karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) trees on sorghum production in Burkina Faso », *Agroforestry systems*, n° 17 : pp. 97-118.
- Loupe D., Ndour B. & Samba S.A.N. (1996). « Influence de *Faidherbia albida* sur l'arachide et le mil au Sénégal. Méthodologie de mesure et estimation des effets d'arbres emondés avec ou sans parcage d'animaux », in Peltier (éd., 1996) : pp. 123-139.
- Peltier R. éd. (1996). *Les pares à *Faidherbia**, (Cahiers Scientifiques, n°12), Montpellier (France), Coral-Orstom-Cirad, 312 p.
- Maga A. A. (1993). « Influence du karité, du néré et de *Acacia albida* sur le sorgho et le mil - cas de la province du Bazega au Burkina Faso », in Boukoungou *et al.* (éd., 1993) : pp. 101-111.
- Diakité T., Gueye M., Gueye M., Gueye M., Zissoumou I. (1993). *L'acacia dans les systèmes agroforestiers d'Afrique de l'ouest*, Niono, Ieraf, 220 p.
- Olivier R., Depommier D. & Janodet E. (1996). « Influence de *Faidherbia albida* sur le sol et le sorgho. Observations dans le Watinoma au Burkina Faso », in Peltier (éd., 1996) : pp. 141-152.