

Propriétés chimiques des sols sableux sahéliens sous parcs à *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev.

K.A. Maï Moussa, J.H. Williams, A. Bationo

Les problèmes de l'agriculture dans la région du Sahel relèvent principalement des hautes températures, de l'irrégularité pluviométrique et aussi de la pauvreté des sols, difficilement améliorable avec les intrants agricoles, à cause du faible pouvoir d'achat des paysans. C'est pourquoi des efforts sont orientés vers l'exploitation de ressources naturelles existantes. *Faidherbia albida* est un arbre bien intégré dans le système d'exploitation traditionnel de la zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest, parce qu'il augmente le rendement du mil dans ses environs grâce à une phénologie inversée (il perd ses feuilles en saison pluvieuse et se refeuille en saison sèche). D'après l'ICRISAT (figure 1), le maïs produirait sous le houppier du *F. albida* [1, 2], mais non en dehors de cette zone. Huit *F. albida* ont fait l'objet de cette expérience en station où le mil et le maïs sont semés de 1 à 15 mètres autour du tronc de l'arbre, sur des parcelles en tranches d'orange et disposées en carré latin. Les écarts sont de 1 x 1 mètre pour le mil et 0,5 x 0,5 mètre pour le maïs. Les implications

du comportement phénologique de *Faidherbia* sur la réduction de la température et l'amélioration de la fertilité du sol ont fait l'objet de plusieurs recherches [3-8]. La fluctuation, dans le temps, de la composition chimique du sol autour des *F. albida* implique plusieurs paramètres qui concourent au bilan d'éléments nutritifs : état initial du site, effets de la litière de l'arbre (fruits, feuilles, fleurs, tiges) [9] et de son système racinaire, présence d'animaux en saison sèche ainsi que pertes par lessivage, érosion, absorption par l'arbre et par les cultures sous-jacentes. Le but de ce travail est d'étudier les variations saison-

nières de la teneur en éléments nutritifs du sol en peuplement dense et en formation dispersée de *Faidherbia*.

Deux sites à *F. albida* ont été étudiés ; Tilly où les arbres sont dispersés avec 4 pieds.ha⁻¹ et Guilleny où les arbres sont en forte densité (32 pieds.ha⁻¹). Tilly est situé à 55 km de Niamey (Niger), au bord du fleuve du même nom et à 240 mètres au-dessus du niveau de la mer, avec une moyenne pluviométrique annuelle de 574 millimètres. Hormis *F. albida*, la zone comporte *Balanites aegyptiaca* (L) Del. et *Hyphaene thebaica* (Mart.) notamment. On a inventorié 190 pieds de *F. albida* dans

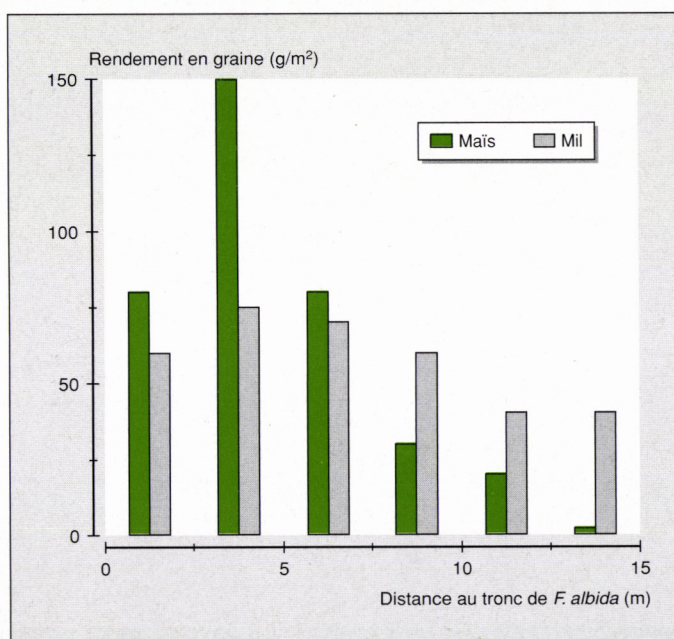


Figure 1. Effet de l'environnement de *Faidherbia albida* sur le rendement du mil et du maïs ; résultat de 8 répétitions (le diamètre moyen du houppier est de 13 m) à Sadoré, au Niger, de juin à septembre 1991 (ICRISAT, rapport annuel 1992).

Figure 1. Effect of *Faidherbia albida* trees on millet and maize yield. Results of 8 replications (mean canopy diameter: 13 m) at Sadoré (Niger), June-September 1991.

K.A. Maï Moussa : ICRISAT, BP 12404, Niamey, Niger.

J.H. Williams : Peanut CRSP, Management office, 1109 Experiment St., Griffin, GA 30223-797, États-Unis.

A. Bationo : IFDC/ICRISAT, BP 12404, Niamey, Niger.

Tirés à part : K.A. Maï Moussa

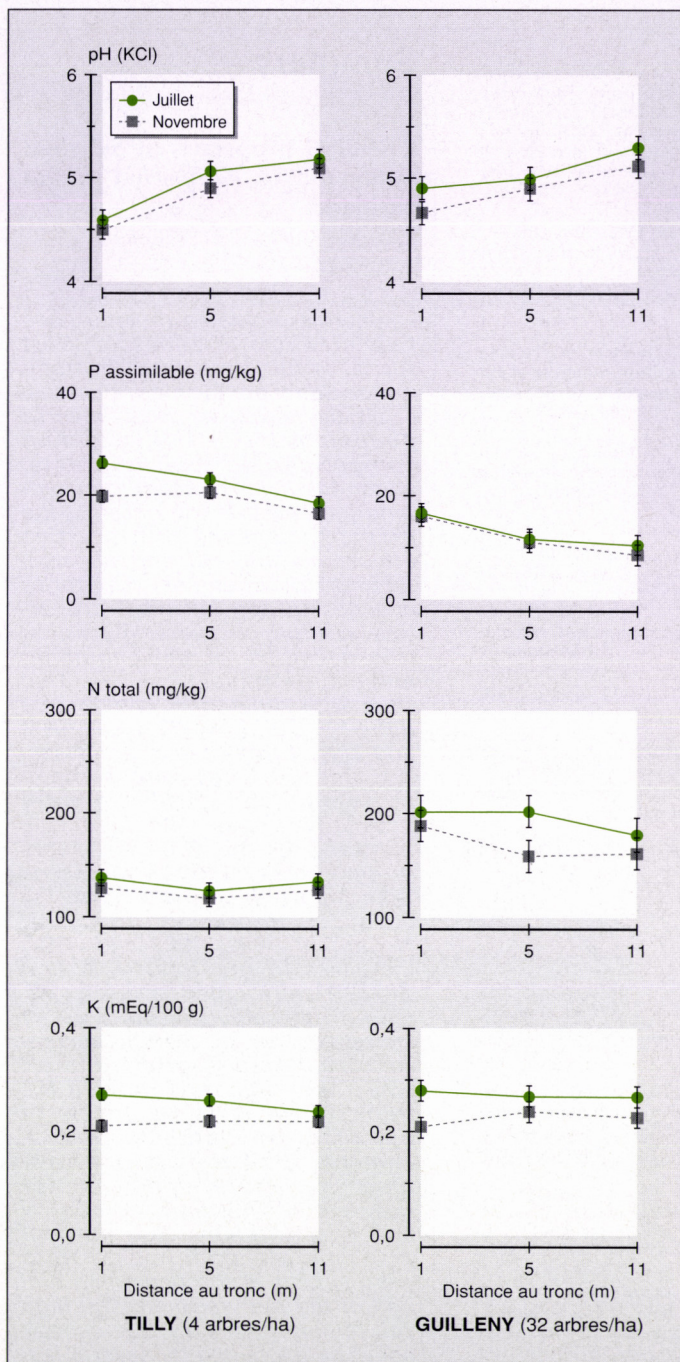


Figure 2. pH, P assimilable, K, N total des sols, en fonction de la distance au tronc de *Faidherbia albida*, en début et en fin de saison pluvieuse, à la profondeur de 0-25 cm (Tilly et Guilleny, Niger 1992-1994).

Figure 2. pH, Bray P1, total N and K at 0-25 cm depth relative to the distance from *Faidherbia albida* trunks at the onset and end of the rainy season (Tilly and Guilleny, Niger, 1992-1994).

juillet 1993, novembre 1993, juillet 1994, novembre 1994. Pour chaque distance, un échantillon composite est préparé à partir de la somme des sous-échantillons des quatre directions cardinales. Le pH a été déterminé dans une solution molaire de KCl ; le K échangeable a été déterminé par spectrométrie d'absorption atomique après extraction à l'acétate d'ammonium à pH = 7 ; le P assimilable a été extrait par la méthode Bray 1 [10] et le N total déterminé par la méthode de micro-Kjeldahl.

Résultats

L'analyse, en début de saison pluvieuse (juillet) et fin de saison pluvieuse (novembre), a montré de grandes différences (figure 2). Sur les deux sites, le pH est plus élevé en début de saison pluvieuse et à 11 mètres du tronc. La teneur en P assimilable (supérieure à Tilly qu'à Guilleny) est plus élevée près du tronc (1 m) sur les deux sites. Elle augmente significativement à Tilly (mais non à Guilleny) en début de saison pluvieuse, passant de 20 ppm en novembre à 27 ppm en juillet. Les teneurs en N total (plus élevées à Guilleny qu'à Tilly) sont supérieures sur les deux sites en début de saison pluvieuse. La teneur en K est plus élevée en début de saison sur les deux sites et semble plus élevée à Guilleny.

On observe des valeurs plus élevées du pH, de N total, du K, et du P assimilable en début de saison pluvieuse, tant à Tilly qu'à Guilleny ; le phénomène est plus accentué pour le P assimilable à Tilly et pour N total et K à Guilleny. La fertilité est plus élevée aux environs de *F. albida* dans la période préculturale. On ne peut actuellement préciser les contributions des différentes sources possibles (« litière *albida* », animaux qui se reposent à l'ombre pendant la saison sèche, poussières déposées en saison sèche et lessivées en début de saison pluvieuse) à cet accroissement de la fertilité, laquelle pourrait être affectée négativement par les cultures sous-jacentes, le déplacement de la litière par les animaux et/ou le vent et le lessivage en profondeur. Si la litière [8, 9, 11] et les animaux [8, 11, 12] sont mis en cause, il faut tenir compte des interactions et noter que la forte densité des arbres à Guilleny génère un volume plus important de litière qu'à Tilly. En revanche, à Tilly, la forte concentration des animaux

une aire d'une cinquantaine d'hectares sur un alfisol à régime isohyperthermique et 10 sujets de diamètre compris entre 95 et 100 cm ont été choisis de manière aléatoire pour notre étude. Le village de Guilleny (à 270 m au-dessus du niveau de la mer, 500 mm de moyenne pluviométrique annuelle) est situé à 80 km au nord-est de Niamey. Il s'agit d'un peuplement naturel monospécifique de *F. albida* situé à cheval sur une mare formée par la fuite d'un forage ;

10 *Faidherbia* de même classe de diamètre que ceux de Tilly y ont été sélectionnés de façon aléatoire. Les diamètres moyens des houppiers des arbres, mesurés à 14 heures, est de 13 mètres. Des échantillons de sol ont été prélevés à 1, 5 et 11 mètres à partir du tronc des arbres dans les quatre directions cardinales, et à une profondeur de 0-25 centimètres. En vue de suivre les variations saisonnières, une série d'échantillonnage de sol a été effectuée en novembre 1992,

autour d'un même arbre (compétition pour l'ombre) pourrait améliorer le sol (fumier, urine). La plus forte teneur en N total et K à Guillyeny, en début de saison pluvieuse pourrait être due au séjour des animaux pendant la saison sèche et à l'abondance de la litière. En revanche la teneur du P assimilable plus élevée à Tilly en début de saison pluvieuse (notamment près des troncs de *Faidherbia*) indiquerait un rôle des racines dans le transport du P assimilable lointain vers la surface proche du tronc [5, 11, 13], sans corrélation entre le P total et le P assimilable sous le houppier de *F. albida* [4].

Ainsi la faible teneur en P assimilable à Guillyeny s'expliquerait par l'importance de la compétition des arbres en situation dense. Contrairement aux travaux précédents nous n'avons pas observé de diminution significative du pH, du N total et du K en s'éloignant du tronc de l'arbre jusqu'à 11 mètres. Il se pourrait que cette distance de 11 mètres soit inférieure à la zone d'influence du houppier de *F. albida*. La teneur en nutriments du sol (N total, P assimilable, K) est plus élevée autour des *F. albida*, quelle que soit la densité des arbres, en début de saison pluvieuse, période correspondant à l'installation des cultures de subsistance (mil) au Sahel. Une meilleure compréhension de l'interaction *Faidherbia*/animaux/cultures permettrait de mieux exploiter *F. albida*. L'ombre du houppier (sans feuilles) réduit la température de l'air de 3 °C, celle du sol de 5 °C et la radiation solaire de 53 % [13], ce qui en présence de fertilité adéquate constituerait un environnement propice pour des cultures exigeantes telles que le maïs, le coton, le gombo, etc., susceptibles de rentabiliser au mieux « l'effet *albida* » ■

Remerciements

Les auteurs remercient l'ICRISAT pour avoir financé ce travail et le Dr R.D. Stern pour son assistance statistique.

Références

- Maï Moussa KA, Williams JH, Odongo JCW. Diversification des cultures sous *Faidherbia albida*, en milieu paysan, dans la zone semi-aride de l'Afrique de l'Ouest. In : G. Renard et al. (eds), Soil fertility management in west african land use systems. Weikerseim : Margray Verlag, 1997 ; pp. 299-303.
- Payne WA, Williams JH, Maï Moussa KA, Stern RD. Crop diversification in the Sahel Through Use of Environmental Changes Near *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. *Crop Science*.
- Charreau C, Vidal P. Influence de l'*Acacia albida* Del. sur le sol, la nutrition minérale et les rendements des mils *Pennisetum* au Sénégal. *Agronomie Tropicale* 1965 ; 20 : 600-26.
- Dancette C, Poulain JF. Influence de *Acacia albida* sur les facteurs pédoclimatiques et les rendements des cultures. Nouvelle contribution. Bambeby : IRAT, CNRA 1968.
- Jung G. Influence de *Acacia albida* Del. sur la biologie des sols Dior. Dakar : Centre ORSTOM 1967.
- Jung G. Variations saisonnières des caractéristiques microbiologiques d'un sol ferrugineux tropical peu lessivé (Dior), soumis ou non à l'influence d'*Acacia albida* (Del.). *Oecol Plant* 1970 ; 5 : 113-35.
- Jung G. Étude de l'influence de *Acacia albida* (Del.) sur les processus microbiologiques dans le sol et sur leurs variations saisonnières. *Rapport ORSTOM*, Dakar, Sénégal. 1986.
- Peltier R. Les parcs à *Faidherbia albida*. *Cah Sci du Cirad-Forêt* 1996 ; 12 ; 248 p.
- Dunham KM. Litterfall, nutrient-fall, and production in an *Acacia albida* woodland in Zimbabwe. *J Trop Ecol* 1989 ; 5 : 227-38.
- Olsen SR, Sommers LE. Phosphorus. In : Page AL, et al., eds *Methods of soil analysis*. Part II. 2 ed. *Agron. Monogr.* 9. Madison : ASA and SSSA, 1982 : 403-30.
- Kessler JJ, Breman H. The potential of agroforestry to increase primary production in the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. Kluwer Academic Publishers. *Agroforestry systems*. 1990.
- Stewart BA. Volatilization and nitrification from urine simulated cattle feed lot conditions. *Environ Sci Tech* 1970 ; 4 : 579-82.
- Maï Moussa KA. *Environnement de Faidherbia albida (Del.) A. Chev. : caractérisation, exploitation et perspectives d'optimisation dans les zones soudano-sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest*. Thèse de Doctorat N° 239/96. Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire 1996 ; 142 p.

Summary

Chemical properties of Sahelian sandy soil in *Faidherbia albida* parkland

K. A. Maï Moussa, J. H. Williams, A. Bationo

Faidherbia albida, a multipurpose tree in semiarid zones of West Africa, is fully integrated in traditional Sahelian farming systems. *F. albida* is known as a "reverse phenology" tree, i.e. avoiding competition for soil nutrients, water and solar radiation by shedding its leaves at the onset of the cropping season, with positive effects on the soil and physical factors. In Niger, we monitored changes in soil chemical properties at high or sparse *F. albida* tree densities, at the beginning and end of the rainy season. Two sites with different *F. albida* tree density (Guillyeny, 32 trees.ha⁻¹; and Tilly, 4 trees.ha⁻¹) were assessed and 10 trees with a mean trunk diameter of 95 cm were selected on each site. Soil was sampled in the four transects around trees at three distances from the trunk (1, 5 and 11 m), at 0-25 cm depth, in July and November 1992, 1993 and 1994. Increases in pH, total N, K and Bray P1 were noted at the beginning of the rainy season. Bray P1 content decreased with the distance from the trunk, contrary to pH which was higher 11 m from the trunk. There were no effects of distance on total N and K contents. Soil fertility improvement was more significant for Bray P1 at Tilly and for total N and K at Guillyeny. Soil nutrient gradients around *F. albida* trees were similar at the beginning and end of the rainy season. The high soil fertility under the tree canopy could be explained by several factors, e.g. *F. albida* litterfall, animals, dust, etc. Dissociating the contribution of these inputs would provide a better understanding of tree/crop/livestock interactions, and improve *F. albida* tree management.

Cahiers Agricultures 1999 ; 8 : 70-2.