

Interactions entre le soja *Glycine max* (L.) Merrill et l'adventice *Acanthospermum hispidum* DC

Donatien N'zala, Dieudonné Tombé

Dans la région de Brazzaville (Congo), les plantations agricoles souffrent de la concurrence des mauvaises herbes en matière d'eau, de lumière et d'éléments minéraux, ce qui se traduit par de fréquentes pertes de rendement. Le soja *Glycine max* (L.) Merrill et l'adventice *Acanthospermum hispidum* DC sont un exemple de l'association de peuplements que l'on peut rencontrer dans la zone de Kombé-Brazzaville. Le soja revêt une importance majeure dans l'alimentation aussi bien humaine qu'animale et, à Brazzaville, les bouillies à base de soja et de maïs servent à lutter contre la malnutrition des nourrissons. Les faibles rendements du soja (548 kg/ha en moyenne) dans la région sont attribués à juste titre à la présence des mauvaises herbes car après désherbage manuel, ils s'accroissent de 32 % [1].

A. hispidum DC (famille des Astéracées) est une plante hispide buissonnante annuelle à ramification dichotomique qui se reproduit uniquement par graines et qui est caractérisée par une dormance marquée. Originaires d'Amérique tropicale, elle est maintenant largement répandue dans toutes les régions tropicales [2]. Dans la région de Brazzaville, elle est

connue des éleveurs et des agriculteurs à cause de ses akènes fortement épineux. C'est une plante typique des parcours du bétail et des zones régulièrement perturbées (cultures annuelles) ou des champs anciens. Abondante dans les parcelles mal désherbées, elle est très héliophile et nitrophile, sans préférence de sol particulière [2]. La germination débute en novembre avec les premières grosses pluies. *A. hispidum* peut provoquer d'importantes pertes de rendement dans certaines cultures annuelles [2]. Notre étude définit ses relations au soja en mesurant la capacité de concurrence relative des deux espèces lorsqu'elles cohabitent afin d'élaborer un moyen de lutte fondé sur l'utilisation de méthodes agronomiques (densité des semis, ressources limitatives).

Matériel et méthodes

L'expérience a été effectuée en 1991 selon les modèles de De Wit [3] et des séries de remplacement [4], dans la ferme expérimentale de l'Institut de développement rural de Brazzaville-Congo (4° 10' S., 15° 20' E., altitude : 313 m, située à 17 km au sud de Brazzaville). Le sol est ferrallitique désaturé, à texture sablo-argileuse, faiblement pourvu en matière organique, en azote et, surtout, en éléments minéraux directement assimilables. Le climat de la zone est qualifié d'« équatorial de transition », avec une saison des pluies d'octobre à mai et une saison sèche de juin à sep-

tembre. La pluviométrie moyenne annuelle s'élève à 1 200 mm et les températures mensuelles sont de 25 ou 26 °C. La répartition des pluies a été très bonne pendant la période de culture (janvier à mai), les mois de janvier et mars étant particulièrement arrosés. La température est restée également favorable à la culture de soja [5]. La végétation du site présente un gradient floristique varié avec, pour espèces dominantes, *Panicum maximum*, *A. hispidum*, *Chromolaena odorata*, *Calopogonium muconoides*, *Pueraria javanica* et *Digitaria horizontalis*.

Les graines de soja de la variété IRAT 274 (à cycle de 110 jours) ont été semées en ligne le 12 janvier 1991 (0,40 m d'écartement entre les lignes) à raison de 3 graines par poquet, avec un démarriage effectué 10 jours après la levée. Des plantules de *A. hispidum*, prélevées quand elles avaient deux feuilles dans des populations naturelles se développant à proximité de l'essai, ont été transplantées dans les interlignes de soja 10 jours après la levée de ce dernier. Elles ont été arrosées quotidiennement pendant les 10 jours suivant la transplantation. Les adventices autres que *A. hispidum* ont été systématiquement enlevées.

Le dispositif expérimental a utilisé un factoriel à deux facteurs de variation non hiérarchisés : la densité totale de peuplement et la proportion des deux espèces. La deuxième a varié alors que la première était constante [6] aux densités D1, D2 et D3, correspondant à 6, 12 ou 24 plantes/m². Les traitements ont été les suivants : T0 = 100 % adventice ; T1 = 100 % soja,

D. N'zala, D. Tombé : Université Marien Ngouabi, Institut de développement rural, Laboratoire d'écologie appliquée et de protection des végétaux, BP 13647, Brazzaville, Congo.

Tirés à part : D. N'zala

T2 = 75 % soja + 25 % adventice ; T3 = 50 % soja + 50 % adventice ; T4 = 25 % soja + 75 % adventice.

Chaque série de remplacement a été répétée 4 fois selon un dispositif en blocs aléatoires complets, chaque parcelle ayant une surface de 4,5 m² (3 x 1,5 m). Pendant 3 mois, la hauteur des plantes a été mesurée mensuellement. La récolte des gousses de soja et le prélèvement des parties aériennes des deux espèces ont eu lieu le 15 mai 1991, 4 mois après la mise en place de l'essai. Les rendements en graines du soja ainsi que la production de matière sèche (105 °C pendant 24 heures) du soja sans gousses et celle de l'adventice ont été mesurés.

Les rendements théorique et observé ont été comparés, le premier étant une fonction linéaire de la proportion des espèces dans le mélange, puis les indices de production ont été calculés (*encadré*). Les productions relatives de chaque espèce et les productions totales ont été utilisées pour construire les diagrammes de De Wit [3]. Les traitements statistiques comprennent l'analyse de la variance et le calcul des erreurs standard [7], les tests *t* de Student étant utilisés pour établir les niveaux de signification ($p = 0,05$). Les limites de confiance (IC = 95 %) ont été établies pour l'agressivité (A) et les valeurs du taux relatif de remplacement (TRR) pour chaque proportion.

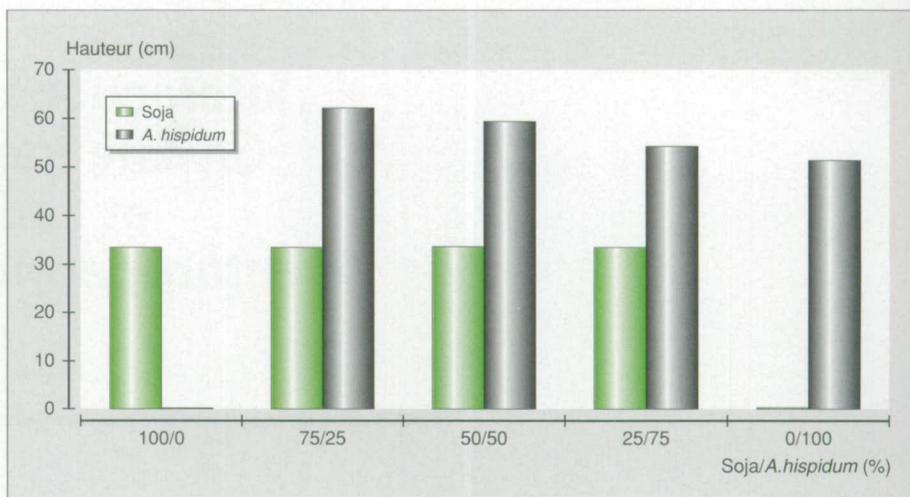


Figure 1. Hauteur du soja et de *A. hispidum* 90 jours après le semis (*encadré*).

Figure 1. Height of soybean and *A. hispidum* 90 days after sowing.

Résultats

Aucune différence significative entre les traitements étudiés n'a été observée, quelle qu'ait été la période de mensuration, en ce qui a concerné la croissance en hauteur maximale du soja (33 cm à 2 mois). *A. hispidum* a atteint 51 cm à 2 mois et 62 cm à 3 mois, avec une croissance plus forte pour les traitements

à forte proportion de soja (75/25 et 50/50) (*figure 1*).

Des différences significatives de rendement en graines de soja ont été observées tant entre densités totales de peuplement qu'entre associations avec *A. hispidum* ainsi qu'une interaction significative entre ces deux facteurs (*tableau 1*). Pour un même niveau de densité totale, le rendement en graines de soja diminue lorsque la proportion de soja baisse dans le peuplement. Le traitement T4 (25/75) a le plus faible rendement, avec des pertes de 91,8 % pour D1, de 73,5 % pour D2 et de 80,5 % pour D3.

Les productions de matière sèche du soja et de l'adventice pour chaque densité totale sont présentées dans le *tableau 2*. Les diagrammes de De Wit (*figure 2*) illustrent le comportement des deux espèces au moment où le soja arrive à maturité. À cette date, les productions de matière sèche des parties aériennes de l'espèce cultivée et de l'espèce adventice sont plus élevées en culture pure. Pour un même niveau de densité totale, la production de matière sèche de chaque espèce diminue lorsque la proportion de l'espèce considérée décroît dans l'association. Quel que soit le niveau de densité totale, les diagrammes présentent un aspect semblable : pour chaque espèce de l'association, la courbe de production relative réelle est généralement située au-dessus de la courbe de production relative théorique, sauf pour la densité D3 (24 plants/m²) et pour la forte proportion de soja (T2 = 75/25). Aucune espèce

Encadré

Détermination des indices de production

pa = production relative du soja
 pb = production relative de *A. hispidum*
 Xab = production du soja en mélange avec *A. hispidum*
 Xba = production de *A. hispidum* en mélange avec le soja
 Xaa = production du soja en monoculture
 Xbb = production de *A. hispidum* en monoculture
 Zab = % du soja en mélange
 Zba = % de *A. hispidum* en mélange

Production relative (p) :

pa = Xab/Xaa

pb = Xba/Xbb

Production relative totale : PRT = pa + pb

Agressivité moyenne : A = 0,5 (pa - pb)

Taux relatif de remplacement : TRR = (Xab/Zab)/(Xba/Zba)

L'indice d'agressivité représente les effets directs de compétition entre les deux espèces, le taux relatif de remplacement est un indicateur de l'intensité de la pression de remplacement exercée par une espèce sur l'autre.

Determination of production indices

Tableau 1

Influence de la proportion soja/*A. hispidum* sur le rendement en graines du soja (kg/ha)

Densité totale	Proportion soja/ <i>A. hispidum</i>			
	T1 (100/0)	T2 (75/25)	T3 (50/50)	T4 (25/75)
D1 (6 plants/m ²)	595,4 ± 52,2 ^{a*}	483,1 ± 124 ^a	143,6 ± 21 ^b	48,17 ± 8,2 ^c
D2 (12 plants/m ²)	595,7 ± 47,2 ^a	537,4 ± 62,1 ^{ab}	483,0 ± 14,2 ^b	158,2 ± 3,7 ^c
D3 (24 plants/m ²)	932,6 ± 111,8 ^a	563,7 ± 53,6 ^b	457,3 ± 32,6 ^c	181,5 ± 6,1 ^d

* Pour une même densité totale, les moyennes avec la même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles (p = 0,05).

Influence of soybean and *A. hispidum* proportion on soybean seed yield (kg.ha⁻¹)

Tableau 2

Production des parties aériennes (matière sèche en kg/ha) de soja et de *A. hispidum*

Densité totale	Proportion (soja/ <i>A. hispidum</i>)	Production de soja	Production de <i>A. hispidum</i>
D1	100/0	195,5 ± 20,0 ^{a*}	—
	75/25	172,2 ± 90,8 ^{ab}	672,9 ± 102,6 ^a
	50/50	107,7 ± 36,1 ^b	966,3 ± 286,3 ^b
	25/75	70,9 ± 12,0 ^b	1 324,4 ± 488,7 ^c
	0/100	—	1 427,1 ± 124,2
D2	100/0	266,7 ± 68,5 ^a	—
	75/25	248,0 ± 185,9 ^a	965,2 ± 139,5 ^a
	50/50	204,8 ± 63,2 ^{ab}	1 397,8 ± 147,6 ^b
	25/75	134,5 ± 32,4 ^b	1 743,3 ± 238,7 ^c
	0/100	—	1 990,4 ± 184,3 ^d
D3	100/0	460,8 ± 63,2 ^a	—
	75/25	309,4 ± 59,0 ^b	1 393,1 ± 905,5 ^a
	50/50	228,5 ± 14,0 ^c	1 856,1 ± 310,9 ^a
	25/75	185,9 ± 14,4	2 338,3 ± 333,5 ^b
	0/100	—	2 652,5 ± 545,8 ^b

* Pour une même densité totale, les moyennes avec la même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles (p = 0,05).

Soybean and *A. hispidum* above soil dry matter yield (kg.ha⁻¹)

du mélange n'est désavantagée, en production relative, par la présence de l'autre espèce. La production relative totale (PRT) du mélange est supérieure à la production théorique prévisible à partir des populations pures (effet de synergie). Ces résultats, obtenus à partir des diagrammes, sont confirmés par le calcul des rapports de PRT (tableau 3). Les valeurs obtenues sont toutes supérieures à l'unité, ce qui indique une exploitation différente ou complémentaire des ressources disponibles par les deux espèces de l'association : elles sont mutuellement stimulatrices avec « compétition réciproque » selon la terminologie appropriée [6]. À tous les niveaux de densités totales, l'indi-

ce d'agressivité (A) du soja par rapport à l'adventice est supérieur à 0 pour la proportion élevée du mélange en soja (75/25) et inférieur ou voisin de 0 pour les proportions moyenne (50/50) et faible (25/75) en soja. Celui-ci se comporte en « agresseur » s'il est en forte proportion et en « dominé » lorsque sa proportion dans le mélange baisse (tableau 3). Le taux relatif de remplacement du soja par rapport à l'adventice (TRR) est plus élevé du soja quelle que soit la densité totale. La pression exercée par l'adventice sur le soja est plus forte dans ce cas, alors que l'inverse se produit pour la forte proportion de soja dans l'association (tableau 3).

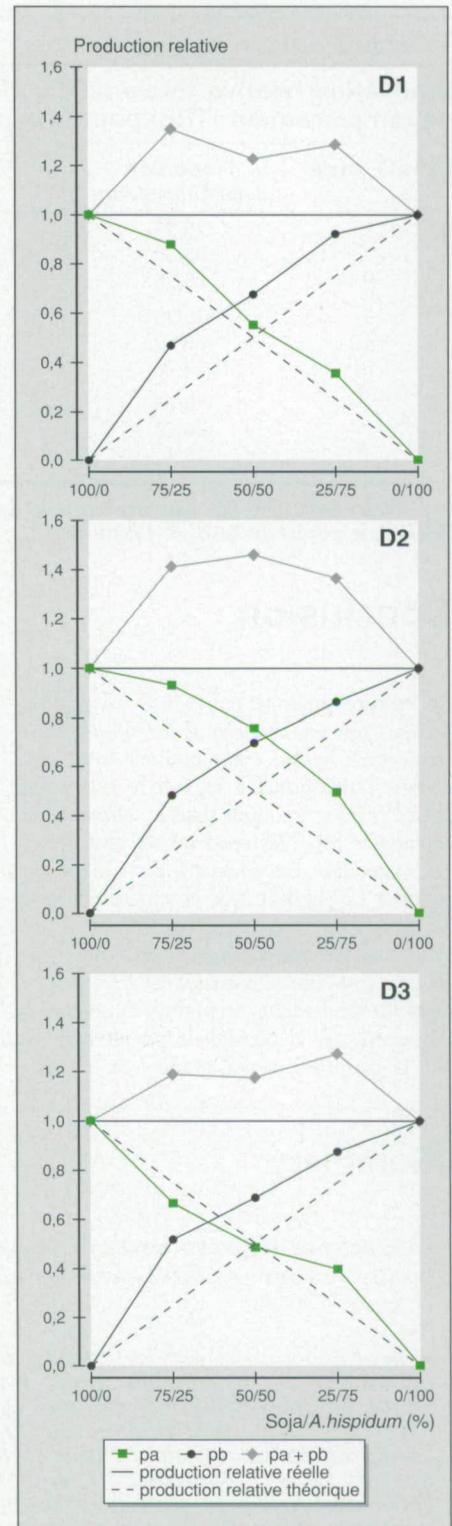


Figure 2. Diagrammes de De Wit à trois densités totales (D1, D2 et D3) montrant les productions relatives théoriques et réelles de soja et de *A. hispidum* ainsi que les productions relatives totales.

Figure 2. De Wit diagrams at three total densities (D1, D2 and D3) showing theoretical and actual relative yields for soybean and *A. hispidum*, along with total yields.

Tableau 3

Production relative totale (PRT), indice d'agressivité (A) et taux relatif de remplacement (TRR) pour le soja et *A. hispidum*

Densité totale	Proportion soja/ <i>A. hispidum</i>	PRT	A	TRR
D1	75/25	1,35	+ 0,22	- 0,08
	50/50	1,23	- 0,04	+ 0,11
	25/75	1,29	- 0,26	± 0,16
D2	75/25	1,41	+ 0,22	- 0,08
	50/50	1,46	+ 0,03	+ 0,15
	25/75	1,37	- 0,18	+ 0,23
D3	75/25	1,19	+ 0,07	- 0,07
	50/50	1,18	- 0,10	+ 0,12
	25/75	1,28	- 0,24	+ 0,24

Relative yield (PRT), aggressiveness index (A) and relative replacement rate (TRR) for soybean and *A. hispidum*

Conclusion

En culture pure, le rendement en graines de soja croît avec la densité, la valeur la plus élevée (932 kg/ha) étant obtenue avec D3, ce qui correspond à la valeur moyenne pour l'Afrique indiquée dans le *Mémento de l'agronome* [8]. Des rendements plus élevés ont cependant été constatés dans la même zone (2 123 kg/ha) avec la variété chinoise de soja FN-3, après inoculation d'une souche de *Bradyrhizobium japonicum* efficace [9]. En culture associée avec *A. hispidum*, les rendements en graines de soja sont influencés par la densité de peuplement et par la proportion des plantes de chaque

espèce dans le mélange. Aux trois densités étudiées, les diagrammes de De Wit montrent que le soja et *A. hispidum* ne sont pas antagonistes : leur compétition est réciproque avec synergie entre les deux espèces qui semblent disposer de ressources limitantes partiellement différentes. La compétition et le degré de nuisance de *A. hispidum* se manifestent pour une densité de l'adventice voisine de 6 plants/m² et ne s'expriment que sur le rendement en graines.

Ce genre de compétition peut être observé lorsque la profondeur des racines est particulièrement différente entre deux espèces, car l'espèce aux racines les plus profondes peut exploiter des ressources spécifiques dans le profil correspondant

[10]. L'adventice est favorisée par la hauteur de sa tige et son recouvrement qui sont supérieurs à ceux des plantes de soja [11]. *A. hispidum* maintient ainsi, grâce à sa ramification, un avantage compétitif sur le soja pour la lumière [12]. Dans les sols pauvres, les légumineuses (soja) compensent les faibles niveaux d'azote du sol par la fixation de l'azote atmosphérique [13], ce dont pourrait profiter aussi l'adventice. Il est dès lors envisagé d'étudier l'influence de la fertilisation azotée ou de l'inoculation au soja de *B. japonicum* sur la limitation de la compétition due aux mauvaises herbes ■

Remerciements

Les semences de soja nous ont été fournies par le Centre de vulgarisation des techniques agricoles (CVTA). Nous sommes reconnaissants aux lecteurs anonymes pour leurs critiques constructives qui nous ont aidé à améliorer le manuscrit original.

Références

- Mensah AA. *Le soja, Glycine mar* (L.) Merrill dans le chstriet de Loudima. Recherche variétale et adaptation de la culture dans le système paysan. Brazzaville : Mémoire d'ingénieur, Université Marien-Ngouabi/IDR, 1989 ; 68 p.
- Le Bourgeois T, Merlier H. *Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne*. Montpellier : CIRAD-CA, 1995 ; 640 p.
- De Wit CT. On competition. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen* 1960 ; 66 : 1-82.
- Rejmanek M, Robinson GR, Rejmankova E. Weed-crop competition : experimental designs and models for data analysis. *Weed Science* 1989 ; 37 : 276-84.
- Histon K, Hartwig EE. *La culture de soja sous les tropiques*. Rome : FAO, 1978 ; 90 p.
- Harper JL. *Population biology of plants*. Londres : Academic Press, 1977 ; 892 p.
- Little TM. Interpretation and presentation of results. *Hortscience* 1981 ; 16 : 637-40.
- Anonyme. *Mémento de l'agronome*. Paris : Min. Coop. et Développement, 1991 ; 1 635 p.
- Makela P. *Effets résiduels de quatre souches de Bradyrhizobium japonicum inoculées chez le soja dans un sol sablo-argileux de la zone de Kombé*. Brazzaville : Mémoire d'ingénieur, Université Marien-Ngouabi/IDR, 1988 ; 77 p.
- Qasem JR, Hill TA. Inter- and intraspecific competition of fat-hen (*Chenopodium album* L.) and groundsel (*Senecio vulgaris* L.). *Weed Research* 1994 ; 34 : 109-18.
- Firbank LG, Watkinson AR. On the analysis of competition within two species mixtures of plants. *J Applied Ecol* 1985 ; 22 : 503-17.
- Akey WC, Jurik W, Dekker J. Competition for light between velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and soybean (*Glycine max*). *Weed Research* 1990 ; 30 : 403-11.
- Wall DA, Morrison LN. Competition between *Silene vulgaris* (Moench) Garcke and alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Weed Research* 1990 ; 30 : 145-51.

Summary

Interactions between soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] and the weed bristly starbur (*Acanthospermum hispidum* DC)

D. N'zala, D. Tombé

A field experiment was conducted in 1990-1991 at the Institut de Développement Rural, Brazzaville-Congo (4°10'S, 15°20'E; 313m elevation; 17km south of Brazzaville), to evaluate interactions between soybean, *Glycine max* (L.) Merrill and bristly starbur, *Acanthospermum hispidum* DC, by using replacement series. The design consisted of three association densities (6, 12 and 24 plants/m²), with five percentages (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, and 0:100) of each species per density. Soybean dry matter production and soybean yield decreased as the proportion of *A. hispidum* increased (Tables 1 and 2). Replacement diagrams showed that both soybean and *A. hispidum* production levels were larger than theoretically expected (Figure 2). Production indices showed that soybean markedly decreased as the proportion of *A. hispidum* increased (Table 3). We conclude that the two plant species clearly share the same resources without antagonism, with each tapping common resources.

Cahiers Agricultures 1999 ; 8 : 409-12.