

Les jachères fourragères naturelles et améliorées en Afrique de l'Ouest

François Achard*, Pierre Hiernaux**, Maxime Banoïn***

La jachère dans les terroirs des pays de savanes

Dans les terroirs d'Afrique de l'Ouest, les ressources fourragères, herbacées et ligneuses, proviennent de trois sources principales :

- les jachères ;
- les parcours situés sur les terres généralement impropres à la culture ou encore non défrichées ;
- les champs, où adventices et résidus de culture sont pâturés après la récolte lorsqu'ils ne sont pas récoltés et stockés pour affourager le bétail au cours de la saison sèche.

Les jachères et les parcours sont ouverts au bétail toute l'année ; ils sont particulièrement sollicités en saison des pluies quand les animaux sont éloignés des champs. Leur accès est généralement libre à tous alors qu'il y a des restrictions d'accès aux ressources fourragères des champs (Turner, 1992 ; Lane & Moorehead, 1995) ; ces dernières, d'autre part, sont de plus en plus souvent récoltées et stockées par l'exploitant (de Leeuw, 1997).

L'accroissement rapide des populations humaines et animales au cours des dernières décennies (Winrock International, 1992 ; United Nation, 1996 ; Banoïn & Guengant, 1998) a provoqué de profonds changements dans l'occupation des sols. Partout, on enregistre une extension rapide des surfaces cultivées. Au Niger, à Banizoumbou, les cultures sont passées de douze pour cent de la surface cultivable, en 1950, à soixante et onze pour cent, en 1991 (Delabre, 1998) ; à Bogodjotou, de vingt pour cent, en 1956, à quatre-vingt-sept pour cent, en 1996 (Bouzou Moussa, 1998). Au Burkina Faso, sur le plateau mossi, les surfaces cultivées ont été multipliées par 3,4 entre 1958 et 1979 (Ouabda, 1983) ; à Bondoukuy, le taux d'emprise des cultures sur les terres cultivables de plaine est passé de cinq pour cent, en 1952, à soixante-quinze pour cent, en 1997 (Serpantié *et al.*, 2000).

L'augmentation des surfaces cultivées a pour corollaire la réduction des surfaces et celle de la durée moyenne des jachères, ce qui entraîne une réduction et une fragmentation de l'espace pastoral. Associés à l'accroissement du cheptel, ces phénomènes ont pour conséquence, en saison des pluies, la concentration d'effectifs animaux de plus en plus élevés sur des surfaces pastorales de plus en plus réduites. La surcharge en bétail (Leloup & Traoré,

* Institut de recherche pour le développement (I.R.D., ex-Orstom), B.P. 11416, Niamey (Niger).

** International Livestock Research Institute (Ilri), centre sahélien de l'Icrisat, B.P. 12404, Niamey (Niger).

*** Faculté d'agronomie, université Abdou-Moumouni, B.P. 10960, Niamey (Niger).

Les jachères fourragères naturelles et améliorées en Afrique de l'Ouest

Tableau I (suite)

Zone climatique * Pluviosité	Espèces herbacées	Espèces ligneuses	Références
Sahélo-soudanienne à Soudano-sahélienne 500 à 700 mm	G <i>Eragrostis tremula</i> , <i>Brachiaria xantholeuca</i> <i>Loudetia togoensis</i> , <i>Diheteropogon hagerupii</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> , <i>Ctenium elegans</i> <i>Schizachyrium exile</i> , <i>A. sieberiana</i>	<i>Guiera senegalensis</i> <i>Combretum glutinosum</i>	D'Herbès et Valentin (1997) Niger Malam Abou (1998) Niger Hiernaux (1999) Niger Renard <i>et al.</i> (1993) Niger Achard & Abou (1996) Niger Manzo (1996) Niger Cissé <i>et al.</i> (1993) Mali Diatta & Faye (1996) Sénégal
	L <i>Zornia glochidiata</i> <i>Cassia mimosoides</i> et <i>C. tora</i>	<i>C. micranthum</i> <i>Annona senegalensis</i>	
	A <i>Mitracarpus villosus</i> <i>Spermacoce radiata</i> et <i>stachydea</i> <i>Sida cordifolia</i> <i>Waltheria indica</i> <i>Phyllanthus pentandrus</i>	<i>Faidherbia albida</i>	
Nord-soudanienne 700 à 800 mm	G <i>Eragrostis tremula</i> , <i>Brachiaria stigmatistata</i> <i>Schoenefeldia gracilis</i> <i>Diheteropogon hagerupii</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> , <i>Loudetia togoensis</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i>	<i>Combretum micranthum</i> <i>Guiera senegalensis</i>	Donfack (1993) Cameroun Yossi & Dembélé (1993) Mali Kodio (1985) Mali Karembe <i>et al.</i> (1998) Mali Achard (1993) Burkina Faso Zoungrana (1993) Burkina Faso
	L <i>Zornia glochidiata</i> <i>Tephrosia</i> sp.– <i>Indigofera</i> sp.	<i>Piliostigma</i> sp. <i>Parkia biglobosa</i>	
	A <i>Mitracarpus villosus</i> <i>Spermacoce stachydea</i> <i>Cleome viscosa</i>	<i>Vitellaria paradoxa</i> <i>Faidherbia albida</i>	
Soudanienne 800 à 1 100 mm	G <i>Eragrostis tremula</i> , <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Andropogon pseudapricus</i> , <i>Loudetia togoensis</i> <i>Pennisetum pedicellatum</i> , <i>Ctenium elegans</i> <i>Andropogon gayanus</i> , <i>A. ascinodis</i>	<i>Terminalia avicennoides</i> <i>Parkia biglobosa</i> <i>Vitellaria paradoxa</i> <i>Faidherbia albida</i> <i>Guiera senegalensis</i> <i>Annona senegalensis</i> <i>Dichrostachys cin.</i>	Fournier (1994) Burkina Faso Chevalier (1994) Burkina Faso Devineau <i>et al.</i> (1997) Burkina Faso Diallo (1997) Burkina Faso Diarra <i>et al.</i> (1993) Mali Diop (1993) Sénégal Akpo <i>et al.</i> (2000) Sénégal
	L <i>Zornia glochidiata</i> <i>Cassia mimosoides</i> <i>Tephrosia</i> sp.	<i>Securinega virosa</i>	
	A <i>Mitracarpus villosus</i> <i>Spermacoce stachydea</i> et <i>radiata</i>		

Tableau I (fin)

Zone climatique * Pluviosité	Espèces herbacées	Espèces ligneuses	Références	
Soudano-guinéenne 1 100 à 1 400 mm	G <i>Eragrostis tremula</i> <i>Pennisetum</i> spp., <i>Digitaria longiflora</i>	<i>Daniella olivieri</i> <i>Parkia biglobosa</i> <i>Vitellaria paradoxa</i> <i>Faidherbia albida</i> <i>Guiera senegalensis</i>	Mitja (1990) César & Zoumana (1993) Blanfort (1991) Diop (1993)	Côte-d'Ivoire Côte-d'Ivoire Sénégal Sénégal
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i> <i>Andropogon gayanus</i> <i>Schizachyrium sanguineum</i> <i>Hyparrhenia dissoluta</i> <i>Imperata cylindrica</i>	L <i>Zornia glochidiata</i> <i>Tephrosia</i> spp.	<i>Dichrostachys cin.</i> <i>Nauclea latifolia</i>	
	A <i>Mitracarpus villosus</i> <i>Spermacoce verticillata</i>			

* D'après Aubréville, 1949.

La dominance des espèces annuelles

D'après Hoffmann (1985), la dominance des espèces annuelles constitue la différence marquante entre milieux perturbés et milieux naturels en zone de savane soudanienne. Mis à part les espèces vivaces à multiplication végétative telles que *Imperata cylindrica* ou *Launea cornuta*, dont la diffusion est favorisée par le travail du sol, dans la majorité des cas, les graminées vivaces de savane, et en particulier *Andropogon gayanus*, sont souvent éliminées lors des défrichements et des sarclages ; à la mise en jachère, leur population a du mal à se reconstituer à cause du manque de semenciers et du fait que leurs semences ont une faible capacité germinative (Bowden, 1964 ; Dieng *et al.*, 1991 ; Serpantié & Madibaye, 1998). En revanche, de nombreuses espèces annuelles sont bien adaptées aux conditions culturales : production de grande quantité de semences à forte capacité germinative (Le Bourgeois & Merlier, 1995) ; germination tardive ou échelonnée, et (ou) réalisation de plusieurs cycles végétatifs tout au long de la saison des pluies. Elles développent leur population lors des cycles culturaux et constituent les populations d'adventices des champs qui sont à l'origine de la végétation des jachères (César & Zoumana, 1993 ; Chikoye *et al.*, 1997). Certaines espèces pérennes peuvent également être des pionnières, soit parce que quelques pieds sont conservés dans les champs – volontairement (*A. gayanus*), ou involontairement (*Imperata cylindrica*) –, soit par le mode de dispersion de leurs diaspores (*Aristida sieberiana* ou *Pergularia tomentosa*, par exemple, en zones sahéliennes).

L'abondance des dicotylédones

Des dicotylédones telles que *Mitracarpus villosus*, *Zornia glochidiata*, *Spermacoce* spp., *Cassia* spp., *Cleome viscosa*, *Jacquemontia tamnifolia*, *Sida cordifolia*, *Walteria indica*, rares en savane, prennent une grande importance dans les jachères, surtout lorsque ces dernières sont intensément pâturées en saison des pluies (Hoffman, 1985 ; Blanfort, 1991 ; César, 1992 ; Chikoye *et al.*, 1997). Ainsi Hoffman (1985) trouve des taux de phorbes de 50,5 pour cent dans une jachère du pays lobi, au Burkina Faso, alors que, dans les savanes voisines, ce taux est compris entre trois et quatorze pour cent. Cependant, la végétation des jachères peut aussi être dominée par des graminées telles que : *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus*, *Pennisetum* spp., *Imperata cylindrica*...

La pénétration d'espèces provenant de zones plus sèches

Les taxons qui s'installent après l'abandon cultural sont d'abord les adventices des cultures, déjà en place, et souvent aussi des espèces de milieux plus secs (Bremen & de Ridder, 1991 ; Yossi, 1996 ; Koita, 1998). Dans les jachères du Sahel méridional, c'est le cas de graminées telles que *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus*, mais aussi de dicotylédones, en particulier des composées comme *Blumea mollis*, *Centaurea* sp., et des sous-ligneux tels que *Chrozophora senegalensis*, *Pergularia tomentosa*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Calotropis procera*, tous issus de la flore nord-sahélienne (de Miranda, 1980). Dans les jachères de Gampéla (zone nord-soudanienne), aux environs de Ouagadougou, Achard (1993) note que vingt pour cent des taxons herbacés inventoriés appartiennent à la flore sahéenne ou sahélo-soudanienne. Il en est de même pour les ligneux tels que *Balanites aegyptiaca*, *Commiphora africana*, *Ziziphus mauritiana* (Devineau, 1986 ; Achard, 1993). César (1992), dans les jachères de la région de Korogho (nord de la Côte-d'Ivoire) enregistre lui aussi l'apparition de nombreuses espèces sahéennes, soit ligneuses, telles que *Ziziphus mauritiana*, *Bauhinia rufescens*, *Piliostigma reticulatum*, soit herbacées, telles que *Tribulus terrestris*, *Cenchrus biflorus*... Cet auteur, comme Achard (1993) et Floret & Pontanier (1984), précise que l'aridité édaphique, liée à la détérioration des états de surface du sol, expliquerait cette intrusion d'une flore des zones plus sèches. Enfin, Kiéma (1992) et Fournier (1994) observent que certaines jachères soudanienne sur sols profonds de la région de Bondoukuy, au Burkina Faso, sont colonisées par *Cenchrus biflorus* et par *Calotropis procera*, de même que par *Loudetia togoensis*, alors que cette espèce, soudano-sahélienne, est naturellement localisée dans cette région sur les sols squelettiques dans les formations du pyroclimax.

Le maintien ou l'augmentation de la richesse spécifique

La végétation des jachères, particulièrement lorsqu'elles sont intensivement pâturées en saison des pluies, est souvent dominée par une seule espèce ou par un très petit nombre d'espèces, qui représentent entre cinquante et quatre-vingt-dix pour cent de la contribution spécifique. Ce peut être par exemple : *Zornia glochidiata*, *Mitracarpus villosus* ou *Sida cordifolia*, au Niger (Banoïn & Achard, 1998 ; Delabre, 1998) ; *Pennisetum pedicellatum*, *Setaria pallidifusca*, *Spermacoce stachydea*, *Digitaria horizontalis* ou *Dactyloctenium aegyptium*, en zone soudanienne du Burkina Faso (Fournier *et al.*, 2000) ; *Zornia glochidiata* et *Digitaria longiflora*, en Côte-d'Ivoire (César & Zoumana, 1993).

Dans ces jachères, malgré la surexploitation, on enregistre, dans la majorité des cas, un maintien ou une augmentation de la richesse floristique herbacée par rapport à celle enregistrée dans les formations peu perturbées. Cela a été observé dans des jachères surpâturées du Sud du Niger (Hiernaux, 1998 ; Achard *et al.*, 2000), de même au Burkina Faso (Fournier *et al.*, 2000) ou en Côte-d'Ivoire (César, 1992 ; Zoumana *et al.*, 1994). Hiernaux (1998) note, sur des jachères envahies par *Sida cordifolia*, représentant à elle seule quarante-six à soixante-quatorze pour cent du couvert herbacé entre 1994 et 1996, que le nombre d'espèces herbacées inventoriées sur une superficie de deux mille quarante-huit mètres carrés s'est maintenu entre quarante et quarante-trois selon les années. En 1999, Achard *et al.* (2000) relèvent quarante-neuf espèces, sur mille deux cents mètres carrés, sur d'autres jachères à *Sida cordifolia*. Ces effectifs sont comparables à ceux des jachères voisines, soumises à une pâture modérée (34 à 50), et même à ceux d'une jachère protégée de toute pâture depuis une quinzaine d'années (45 à 49).

Les observations floristiques sur des surfaces physionomiquement homogènes, réalisées par Fournier *et al.* (2000), sur un échantillon de cinquante-huit jachères de un à cinq ans, donnent une richesse floristique moyenne de 40,8 *plus ou moins* 8,9 espèces herbacées et 5,4 *plus ou moins* 2,1 espèces ligneuses. Cet auteur précise que ces valeurs ne diffèrent pas beaucoup de celles des milieux de savane peu anthropisés. En revanche, Akpo *et al.* (2000),

en Casamance, n'ont inventorié qu'une vingtaine d'espèces dans des jachères de trois et cinq ans.

Enfin, en Côte-d'Ivoire, César (1992) et Zoumana *et al.*, (1994) remarquent que les perturbations affectant des milieux de savane « en équilibre » conduisent à la diminution de certaines espèces, mais aussi à l'ouverture du milieu à de nombreuses autres qui appartiennent à des cortèges différents. Ainsi César (1992) inventorie, sur des stations d'environ deux mille mètres carrés situées sur de jeunes jachères, une richesse floristique globale de soixante-huit à quatre-vingt-dix-neuf espèces, alors que dans les savanes voisines, peu perturbées, ce nombre se situe entre trente-trois et quarante-six espèces.

La structure spatiale de la végétation des jachères

La distribution spatiale de la végétation des jachères est d'abord marquée par l'héritage des cycles culturaux qui déterminent la densité et l'arrangement des plantes ligneuses (espacement des arbres du parc, haie bordière...), mais aussi le microrelief selon que le champ a été labouré à plat ou en billons, butté ou seulement sarclé. La gestion de la fertilité des sols par des apports localisés d'engrais, de fumier ou d'autres matières organiques ainsi que les aménagements antiérosifs effectués au cours des cycles culturaux sont tous à l'origine d'une hétérogénéité édaphique qui peut persister longtemps après l'abandon cultural (Mitja, 1990). Si les premiers stades de la jachère sont marqués par cet héritage et par le développement rapide des adventices et des espèces pionnières, la large dominance d'un petit nombre d'espèces qui en résulte n'empêche pas la mise en place d'une hétérogénéité par plages (Hiernaux & Fernández-Rivera, 1995). En revanche, il ne semble pas y avoir de modèle général pour la structure de la strate herbacée aux stades ultérieurs de la jachère, si ce n'est l'individualisation croissante de plages de végétation sciaphylle qui accompagne le développement des plantes ligneuses avec l'âge de la jachère. Comme pour les savanes naturelles, l'homogénéité de la strate herbacée, et la dominance des graminées, est renforcée par le passage régulier des feux (Dembélé *et al.*, 1997). De même, l'effet de la pâture sur la structure de la strate herbacée varie avec la saison et avec l'intensité de la pâture. Une pâture intense en saison des pluies favorise le développement contagieux d'un petit nombre d'espèces plus tolérantes (*Zornia glochidiata*, *Tribulus terrestris*) ou résistantes (*Sida cordifolia*, *Cassia mimosoides*, *C. obtusifolia*) à la pression de pâture, y compris des ligneux dans le cas d'embroussaillage (*Dichrostachys glomerata*, *Chromolaena odorata*). Si la pression de pâture persiste, la strate herbacée tend à s'homogénéiser par la dominance généralisée de ces espèces. En revanche, Hiernaux (1998) a observé au Niger qu'une pâture modérée en saison des pluies, ou plus intense mais en saison sèche seulement, atténue la distribution contagieuse des espèces qui résultait d'une mise en défens (Renard *et al.*, 1993 ; Miehle, 1998) ou d'une pâture intense, tout en favorisant la microhétérogénéité et la diversité de la strate herbacée.

Dynamique de la végétation herbacée

La composition de la strate herbacée des jachères varie suivant le gradient climatique du Sahel à la zone soudano-guinéenne, mais aussi selon le substrat édaphique, les pratiques culturales antérieures et l'âge de la jachère (Dembélé *et al.*, 1997 ; Fournier *et al.*, 2000).

Un premier stade marqué par le développement des adventices

Au cours des deux premières années, les dicotylédones sont en général abondantes. Les espèces dominantes les plus souvent rencontrées sont : *Mitracarpus villosus*, *Zornia glochidiata*, *Leucas martinicensis*, *Corchorus tridens*, *Commelina* spp. *Jacquemontia tamnifolia*, *Phyllanthus pentandrus*, *Cleome viscosa*, *Hyptis* spp. Les graminées sont souvent représen-

tées par des espèces de petite taille, peu productives, comme *Dactyloctenium aegyptium*, *Brachiaria brizantha*, *Digitaria horizontalis*, *Setaria pallidifusca*, *Schizachyrium exile*, *Rhynchelitrum repens*, mais parfois par des espèces plus agressives comme *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus*, *Pennisetum pedicellatum*, qui peuvent fournir une biomasse importante, ou *Imperata cylindrica*, issue de la flore messicole, abondante dans les premiers stades et entretenue ou diffusée ensuite par les feux.

Un second stade qui varie avec l'utilisation de la jachère

Si la pâture de saison des pluies n'est pas trop intense, les graminées annuelles à cycle moyen ou long, dont la production est assez élevée à élevée, s'installent entre la troisième et la huitième année de la jachère. En zone sahélienne, il s'agit de *Schoenefeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus*, *Aristida mutabilis*; en zone sahélo-soudanienne, de *Ctenium elegans*, *Loudetia togoensis*, *Diheteropogon hagerupii*, *Pennisetum pedicellatum*; en zone nord-soudanienne à soudano-guinéenne, de *Loudetia togoensis*, *Andropogon pseudapricus* et divers *Pennisetum*. Quand la pauvreté ou l'épuisement des sols ne sont pas trop élevés, cette évolution est accompagnée par endroits d'un développement d'herbacées vivaces, en particulier de *A. gayanus*, si des semenciers ont été conservés en bordure des champs. Dans la zone soudano-guinéenne, cela peut aussi être *Hyparrhenia dissoluta*, qui remplace *A. gayanus* sur les sols sableux (César & Zoumana, 1993); *Imperata cylindrica*, qui se répand sur des sols peu fertiles ou lorsque des défrichements mécaniques ont été pratiqués (Mitja, 1990); *Pennisetum purpureum*, sur des sols plus humides ou plus fertiles (Audru, 1972).

En revanche, lorsque la pâture de saison des pluies est intense, la végétation herbacée peut évoluer dans deux directions :

- blocage de la succession végétale aux stades jeunes avec une végétation à base d'espèces de petite taille, peu productives, qu'elles soient bonnes fourragères comme *Zornia glochidiata*, *Brachiaria xantholeuca*, moyennement appréciées comme *Spermacoce radiata* ou *S. stachydea*, ou peu recherchées par le bétail, comme *Mitracarpus villosus* (César, 1992; Kiéma, 1992; Achard & Abou, 1996);

- et (ou) envahissement par des espèces de plus grande taille, plus productives, peu ou pas appréciées, qui contribuent à plus de la moitié de la masse végétale. Les plus fréquentes sont *Sida cordifolia*, *Waltheria indica*, *Cassia mimosoides*, *C. obtusifolia*, *Hyptis suaveolens*, *Sporobolus pyramidalis*, (César, 1992; Achard & Abou, 1996; Banoïn & Achard, 1998; Hiernaux, 1998).

Dynamique successinnelle ou « non-équilibre » ?

L'évolution de la strate herbacée en stades définis par l'âge de la jachère et influencés par la pâture, par les coupes et les feux, peut être progressive, conformément au modèle successinnel (Clements, 1936; Whittaker, 1953; McCook, 1994), ou plus irrégulière. Elle est alors marquée par des changements de flore brutaux et parfois contraires à l'ordre attendu de la succession. L'envahissement brutal et généralisé, en 1998, de vieilles jachères de l'Ouest nigérien par *Cassia mimosoides* ou par *Mitracarpus villosus*, quel que soit le régime de pâture, en fourni un exemple (Hiernaux & Fernández-Rivera, 1999) parmi d'autres observés sur les parcours sahéliens (Bremen & Cissé, 1977; Grouzis 1988). Ce comportement est conforme au modèle du « non-équilibre » qui privilégie l'influence d'événements climatiques sur la dynamique de la végétation (Ellis & Swift, 1988; Westoby *et al.*, 1989; Behnke & Scoones, 1993). Cependant, de tels changements brutaux de la flore peuvent aussi être provoqués par le mode de gestion. Les contrastes spectaculaires et soudains de la végétation de part et d'autre d'une clôture installée pour soumettre une jachère à différents régimes de pâture en apportent la preuve (Hiernaux & Fernández-Rivera, 1995; Mieke, 1998). Des contrastes du même type ont pu également être observés de part et d'autre de la limite

d'extension d'un feu passé la saison précédente (Cissé, 1986). Il semble que de tels changements brutaux n'interviennent que lorsque la perturbation qu'ils accompagnent dépasse un seuil d'intensité (Friedel, 1994) ou que son influence se conjugue à celles de circonstances climatiques ou édaphiques particulières, ce qui les rend difficiles à prédire (Illius & O'Connor, 1999). Enfin, les deux types de comportement dynamique ne s'excluent pas. Comme l'autorise le modèle numérique proposé par Rietkerk *et al.* (1996), une même jachère peut soit suivre une évolution successioneuse, soit présenter un ou plusieurs accidents dynamiques au gré des circonstances environnementales.

Dynamique du peuplement ligneux au cours de la jachère

Le peuplement ligneux de la jachère se compose en général de trois éléments :

- quelques arbres ou grands arbustes qui ont été épargnés lors des défrichements ;
- une strate buissonnante plus ou moins dense, constituée par des rejets de souches ou par de jeunes plants des diverses espèces rabattues au moment des défrichements annuels, dont le développement est permis par l'abandon de la culture ;
- parfois une population d'essences pionnières qui s'implante à ce moment-là.

En zone sahélienne, la strate arborée est représentée par *Acacia raddiana*, *A. laeta*, *A. senegal*, *Faidherbia albida*, *Balanites aegyptiaca* et *Combretum glutinosum* ; la strate des rejets buissonnants est dominée par *A. raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, mais aussi par *Guiera senegalensis* (van Gent & Moussa, 1995). Enfin, parmi les espèces pionnières, ligneuses et sous-ligneuses, qui s'installent sur les sables dénudés dès les premiers stades après l'abandon cultural, grâce à leur diaspores transportées par le vent, on trouve *Calotropis procera*, *Leptadenia pyrotechnica*, *L. hastata* et *Pergularia tomentosa* (de Miranda, 1980).

De la zone sud-sahélienne à la zone soudanienne, la strate arborée se diversifie avec, à côté de *Faidherbia albida* et *Combretum glutinosum*, des peuplements de *Sclerocarya birrea*, *Cordyla pinnata*, *Adansonia digitata*, *Prosopis africana*, *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa*. La strate buissonnante est dominée par des Combrétacées, en particulier par *Guiera senegalensis* et *Combretum micranthum*, et par des espèces telles que *Piliostigma* spp. (Achard, 1993 ; Diop, 1993 ; Diallo, 1997). Les espèces pionnières sont représentées par *Dichrostachys glomerata* et *Acacia macrostachya*.

Conclusions : caractéristiques et lignes dynamiques communes aux jachères des pays de savanes

Malgré l'étendue du gradient climatique de la zone étudiée, avec des pluviosités annuelles de trois cents à mille quatre cents millimètres et une durée de la saison des pluies de soixante à deux cents jours, la végétation des jachères se reconnaît à une série de caractères communs typiques, tant de la structure des peuplements ligneux que de la composition biomorphologique de la strate herbacée, et même de sa composition spécifique. Cinq espèces sont abondantes du nord au sud du transect ; il s'agit de deux graminées : *Eragrostis tremula* et *Dactyloctenium aegyptium*, de deux dicotylédones : *Mitracarpus villosus* et *Zornia glochidiata*, et d'un arbuste : *Guiera senegalensis*.

Zornia glochidiata est une petite légumineuse herbacée peu productive qui pousse sur sols sableux et sablo-limoneux. Rencontrée en général dans les premiers stades des jachères, elle peut être très abondante dans les jachères surpâturées de tous âges en saison des pluies (De Miranda, 1980 ; Breman, 1982 ; Bille, 1992 ; César, 1992 ; Banoïn & Achard, 1998).

Guiera senegalensis constitue des peuplements arbustifs presque purs dans les zones sahéliennes (Achard & Abou, 1996 ; Delabre, 1998). Il est présent également dans les jachères âgées nord-soudanienues (Achard, 1993 ; Donfack, 1993 ; Zougrana, 1993) ou soudanienues (Chevalier, 1994 ; Yossi, 1996 ; Koita, 1998), seul ou en association avec

Piliostigma spp., *Combretum micranthum*, *Dichrostachys cinerea*. C'est une espèce arbustive, qui rejette vigoureusement de souche, capable de supporter des coupes répétées à chaque défrichement annuel, mais aussi à chaque sarclage pendant la période de culture (Loupe, 1991 ; Renard *et al.*, 1993 ; Achard & Abou, 1996 ; d'Herbès & Valentin, 1997).

Productions herbacées et ligneuses de la jachère

Production herbacée

Au Sahel, la phytomasse maximale herbacée⁽¹⁾ donne une assez bonne estimation de la partie aérienne de la production herbacée à cause de la brièveté de la saison de croissance et du faible taux de décomposition organique au cours de cette période (Bille, 1976).

En zone soudanienne ou soudano-guinéenne, ce pic de végétation n'est pas toujours une bonne approximation de la production herbacée pour trois raisons :

- les pertes par décomposition au cours de la saison des pluies sont d'autant plus élevées que la matière végétale morte est plus abondante et que le climat est plus humide (Fournier, 1991) ;

- les maxima de phytomasse des espèces à cycles court, moyen ou long, se succèdent et ne coïncident donc pas avec la mesure en fin de saison de croissance (Hoffmann, 1985 ; Fournier, 1991 ; César, 1992) ;

- enfin, chez les graminées pérennes, il y a translocation des carbohydrates et des minéraux vers les racines en fin de cycle (Abbadie, 1984 ; César, 1992). Ainsi Fournier (1994), à Bondoukuy, observe que la phytomasse maximale ne représente en moyenne que soixante-seize pour cent de la production herbacée annuelle.

Les facteurs de production herbacée

Comme les caractéristiques de la végétation la production herbacée des jachères est fonction de la pluviosité et du régime hydrique du sol, de l'âge de la jachère et de l'intensité de son exploitation. La production est également influencée par la composition floristique, en particulier par les proportions relatives de plantes herbacées annuelles et vivaces, des graminées et des dicotylédones, des plantes dont la photosynthèse est de type C3 et de type C4, des plantes annuelles à cycle court ou long (Bremner *et al.*, 1982-a ; Penning de Vries, 1982).

La pluviosité

Du nord au sud du gradient bioclimatique, l'accroissement de la production herbacée des jachères (tableau I) est lié à l'augmentation de la pluviosité (Hiernaux *et al.*, 1999). Celle-ci croît dans un rapport de 1 à 4,5 du Sahel à la zone soudano-guinéenne, alors que la production herbacée moyenne varie respectivement de mille cinq cents à cinq mille kilogrammes de matière sèche par hectare, soit un rapport de un à trois. Les phytomasses enregistrées en années de pluviosité proche de la normale, sur des parcelles mises en défens en début de saison des pluies, fluctuent, en fonction du niveau d'exploitation antérieur de la jachère, entre sept cents et deux mille trois cents kilogrammes de matière sèche par hectare, au Sahel ; mille à cinq mille kilogrammes de matière sèche par hectare, dans les zones soudanienne et soudano-guinéennes. Notons que les phytomasses mesurées sur des jachères peu dégradées, ou en voie de restauration, avec une végétation à base de graminées vivaces : *A. gayanus* ou *Andropogon chinensis*, peuvent être proches de celles des jachères dégradées à annuelles.

(1) Le terme *phytomasse* employé dans le texte sans précision se rapporte à la phytomasse aérienne herbacée.

Banoïn & Achard (1997), en zone soudano-sahélienne, Fournier (1994), en zone soudanienne, César (1992) et César & Zoumana (1993), en zone soudano-guinéenne, annoncent respectivement des valeurs de deux mille huit cents, trois mille huit cents et mille neuf cent soixante kilogrammes de matière sèche par hectare pour des jachères à *A. gyanus* de six à dix ans, et d'environ quatre mille kilogrammes de matière sèche par hectare pour de très vieilles jachères à *A. chinensis* (ex *A. ascinodis*), alors que les valeurs mesurées sur des jachères à *Loudetia togoensis* et *Zornia glochidiata* (Niger), ou *Spermacoce radiata* et *Cassia mimosoides* (Burkina Faso) se situent entre trois mille trois cents et trois mille sept cents kilogrammes de matière sèche par hectare. Pour les zones nord-soudanienne et soudano-guinéenne César (1992) et Achard (1993) montrent que l'élément déterminant dans la variation inter-annuelle de la phytomasse est plus lié à la distribution des pluies qu'à la pluviosité totale. À l'échelon d'une même station, la phytomasse maximale peut varier dans un rapport de 1 à 1,5 ou 2,5 selon les années (César, 1992; Achard, 1993; Inhaber, 1998; Fournier, 1994). Les variations sont d'autant plus faibles que la pluviosité moyenne est plus élevée (Bremen & De Ridder, 1991).

L'âge de la jachère et le développement des ligneux

La production herbacée des jachères est fonction du régime hydrique du sol, qui dépend lui-même de la pluviosité et de la redistribution des eaux de pluies dans le profil du sol due au ruissellement et au drainage. Celle-ci est liée à la position topographique, aux états de surface des sols de la jachère et des sites en amont, ainsi qu'aux propriétés physiques des sols. La production est aussi influencée par la composition floristique, en particulier par les proportions relatives de plantes herbacées annuelles et vivaces, des graminées et des dicotylédones, des plantes dont la photosynthèse est de type C3 et de type C4, des plantes annuelles à cycle court et long (Penning de Vries, 1982; Bremen *et al.*, 1982-a).

Systèmes de culture et intensité de l'exploitation de la jachère

La production herbacée dépend du mode d'exploitation de la jachère, en particulier de l'intensité de la pâture en saison des pluies. Elle dépend aussi de la durée et du rythme des cycles culture-jachère et de l'épuisement des sols. Enfin, elle est liée aux pratiques culturales antérieures à la jachère : rythmes de rotation jachère-culture (Fournier *et al.*, ce volume), type de labour (Mitja, 1990), application de fumure, gestion des résidus de culture, élimination systématique (ou au contraire protection) des graminées vivaces telles que *A. gyanus*, lors des défrichements et des sarclages.

L'effet d'une pâture intense de la strate herbacée au cours de la saison de croissance se manifeste le plus souvent par une modification de la végétation, et une réduction de la production herbacée par rapport à la production des formations antérieures à la perturbation causée par le surpâturage. En zone soudano-sahélienne, Hiernaux & Fernández-Rivera (1995), au centre sahélien de l'Icrisat (*International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics*), observent que les rendements des jachères intensément pâturées sont inférieurs de vingt à trente pour cent à ceux enregistrés sur jachères avec charge modérée ou en défens. Banoïn & Achard (1997) enregistrent, en 1997, des phytomasses maximales de mille deux cent cinquante kilogrammes de matière sèche par hectare dans des jachères très dégradées à *Zornia glochidiata*, âgées de six à quinze ans, alors qu'elles atteignent deux mille cinq cents kilogrammes de matière sèche par hectare dans celles à *Loudetia togoensis* et *Zornia glochidiata* situées sur les mêmes sols, et qui subissent une intensité de pâture moindre. En zone soudano-guinéenne, César & Zoumana (1993) mesurent, en 1989, des phytomasses maximales qui varient respectivement dans un rapport de 1 à 3,5 sur une jachère dégradée, une jachère en cours de restauration, une jachère ancienne non dégradée et une savane reconstituée (figure 1).

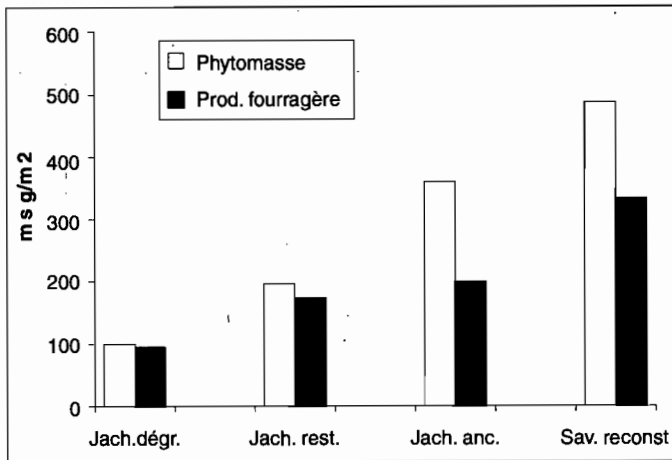


Figure 1. Phytomasse en fin de cycle et production fourragère annuelle cumulée des repousses après coupe dans 4 formations : jachères dégradée, restaurée, ancienne et savane reconstituée, de la région de Korhogo (César & Zoumana, 1993).

Dans certains cas, il n'y pas de diminution de la production avec la pâture. Fournier (1994), par exemple, ne trouve pas ou peu de différences entre la production herbacée des jachères de la région soudanienne de Bondoukuy, au Burkina Faso, et celle des savanes peu anthropisées du sud du pays. Cet auteur précise cependant qu'il est délicat de comparer des données obtenues dans des endroits différents lors d'années différentes. Il faut noter aussi que la production herbacée des savanes est en général fortement concurrencée par le développement des ligneux, ce qui n'est pas le cas dans les jachères jeunes.

En outre, quand le surpâturage aboutit au développement de plantes envahissantes telles que *Sida cordifolia* ou *Cassia mimosoides* (Achard *et al.*, 1999; Hiernaux & Fernández Rivera, 1999), on peut observer des phytomasses bien supérieures à celles couramment enregistrées dans les formations peu perturbées. Achard *et al.* (*à paraître*), en zone sahélo-soudanienne, ont mesuré une phytomasse de sept mille quatre cent soixante *plus ou moins* mille quatre cent quatre-vingt-dix kilogrammes de matière sèche par hectare sur une jeune jachère à *Sida cordifolia*, c'est-à-dire 2,6 fois plus que les phytomasses maximales enregistrées sur des jachères voisines à *A. gayanus*.

La dynamique saisonnière de la croissance

Une brève saison de croissance pour les annuelles

La durée de la croissance est contrôlée par la date d'arrivée des premières pluies, la distribution des précipitations au début de la saison des pluies et par le régime hydrique des sols. Les annuelles ne germent et ne s'installent qu'avec les premières pluies utiles. La plupart d'entre elles meurent à la fin du cycle saisonnier dont les dates sont en partie liées au régime hydrique des sols (les années ou les pluies sont déficitaires en fin de saison), et en partie à la sensibilité à la photopériode, qui pour beaucoup d'espèces préside à l'initiation florale (Bremner *et al.*, 1982-a; Hiernaux, 1984; Fournier, 1991; Achard, 1992; Seghieri *et al.*, 1994). C'est en particulier le cas de la plupart des graminées annuelles dont la floraison est déclenchée courant septembre, quelles que soient les pluies (Bremner *et al.*, 1982-a; Cissé, 1986). Mis à part la zone sahélo-soudanienne, où elle ne démarre généralement pas avant la mi-juillet, la croissance débute à peu près simultanément dans les autres zones au début du

mois de juin, malgré des pluviosités fort différentes (Banoin & Achard, 1997; César 1992; Achard, 1993). La durée totale de la croissance varie de deux mois (15 juillet-15 septembre) en zone sahélienne à quatre à cinq mois en zones soudano-sahélienne à soudano-guinéenne, où la phytomasse maximale est atteinte entre fin septembre et fin octobre (César, 1992; Achard, 1993; Fournier, 1994).

Un lent démarrage de la croissance

Dans des jachères à annuelles, à Banizoumbou, Hiernaux *et al.* (1998) ont mesuré des productions herbacées de vingt-cinq à trente-cinq kilogrammes de matière sèche par hectare au cours de la première semaine de juillet, un mois après le début des pluies. Lors d'années à pluviosité proche de la moyenne et aux pluies assez bien réparties, Achard (1993) et Banoin & Achard (1997) ont enregistré au début du mois d'août, à Ticko en 1996 (pluviosité de 598 mm) et à Gampéla en 1986 (pluviosité de 712 mm), des productions qui ne dépassaient pas quatre cent kilogrammes de matière sèche par hectare, deux mois après le démarrage de la végétation (figure 2). En revanche, Fournier (1996), à Bondoukuy, remarque la précocité relative du développement de la végétation des jachères. Cet auteur a observé, à la fin du mois de juin 1992, après les premières pluies qui ont eu lieu le 22 avril, des productions de neuf cent soixante et mille sept cent seize kilogrammes de matière sèche par hectare sur des jachères de trois et quatre ans avec un couvert de *Eragrostis tremula* et *Dactyloctenium aegyptium* dans le premier cas et de *Spermacoce radiata* et *Cassia mimosoides* dans le second.

Dans les jachères à vivaces, le démarrage de la végétation est un peu plus rapide, du fait que le peuplement est déjà installé, mais les productions au début de la phase de croissance restent modestes. Achard (1993) et Fournier (1996) ont mesuré deux mois après le début des pluies, sur des jachères à *A. gayanus*, des productions comprises entre sept cents et mille trois cents kilogrammes de matière sèche par hectare.

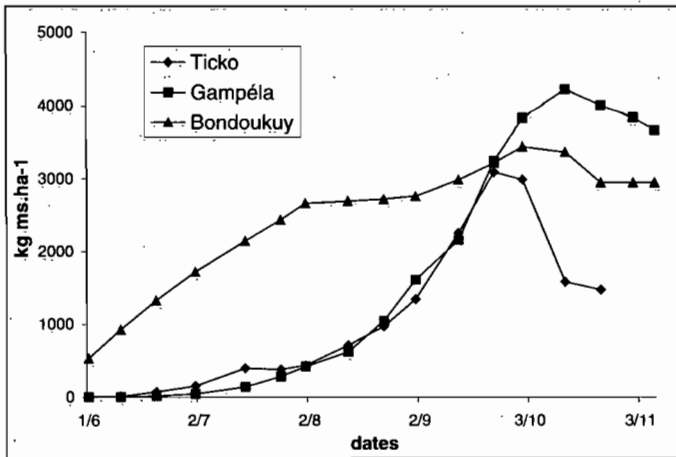


Figure 2. Évolution de la phytomasse herbacée dans une jachère à *Zornia glochidiata* située en zone soudano-sahélienne (Ticko, 1996), dans une jachère à *Loudetia togoensis* et *Andropogon pseudapricus* en zone nord-soudanienne (Gampéla, 1986), et dans une jachère à *Spermacoce radiata* et *Cassia mimosoides*, en zone soudanienne (Bondoukuy, 1992).

Un maximum de phytomasse entre septembre et octobre

Quelle que soit la zone climatique, la diminution de la phytomasse sur pied dans les jachères à dominante d'annuelles est rapide une fois passé le maximum de fin de saison de croissance. Elle est due à la dispersion des semences qui peuvent constituer cinq à vingt pour cent de la phytomasse sur pied à maturité (Breman *et al.*, 1982-a; Diarra 1983; Cissé, 1986; Grouzis, 1988; Fournier, 1991). Elle est liée également à la consommation des organes aériens par les insectes, y compris les termites fourragers, très actifs à cette saison, ou à la chute des feuilles qui accompagne la senescence chez de nombreuses dicotylédones telles *Zornia glochidiata*, *Cassia mimosoides*, *Sida cordifolia*. En outre, même si de nombreuses espèces continuent à mener une vie ralentie tant que le stock d'eau du sol n'est pas épuisé, entre octobre et février, leur production, extrêmement basse, ne compense pas la dégradation de la phytomasse sur pied. La dégradation naturelle des herbacées sur pied, hors pâture par les ruminants domestiques, peut atteindre de quarante à cinquante pour cent de la phytomasse maximale en quatre-vingt-dix à cent quatre-vingts jours (Achard, 1993; Fournier, 1994; Banoïn & Achard, 1997) jusqu'à soixante-dix pour cent (Hiernaux *et al.* (1995-a). Dans une jachère à *Zornia glochidiata* et *Brachiaria xantholeuca* mise en défens, ces derniers auteurs observent même une perte de matière végétale sur pied de soixante pour cent dans les deux mois qui suivent le maximum.

La production fourragère

La production fourragère est la fraction de la production qui est consommable par le bétail. Pour les herbacées, elle dépend de la production primaire, de l'appétibilité des espèces, et de l'intensité de l'exploitation du pâturage en saison des pluies. Rappelons, avec Boudet (1984) et César (1992), que l'appétibilité est un critère relatif qui fluctue avec la nature et la période d'exploitation des ressources fourragères et avec l'espèce animale. À leur tour, les fourrages effectivement consommés par le bétail ne constituent qu'une fraction de la production fourragère. Cela est lié à la sélection qu'opère le bétail, à la dégradation de la litière par le piétinement (Ayantunde *et al.*, 1998), à la concurrence des autres herbivores (insectes) et, enfin, aux feux qui consomment une large part de la production herbacée des jachères soudanaises et soudano-guinéennes aptes à brûler (Dugué, 1999), ce qui n'est pas toujours le cas actuellement (de Leeuw & Reid, 1995).

La production fourragère et la part de cette production réellement consommée ont été peu étudiées.

En zones sahélienne et soudano-sahélienne

À Banizoumbou, sur des jachères à *Zornia glochidiata*, *Ctenium elegans*, *Aristida pallida* et *Mitracarpus villosus*, Hiernaux *et al.* (1998) observent que les espèces non consommables représentent cinquante-trois à soixante et un pour cent de la phytomasse. La partie de la production herbacée réellement consommée ne dépasse pas onze à dix-neuf pour cent. Le taux d'utilisation de la production fourragère se situe entre vingt-trois et quarante pour cent. En fin de saison sèche, la phytomasse résiduelle varie de deux cent cinquante-cinq à trois cent trente-cinq kilogrammes de matière sèche par hectare.

À Ticko, sur des jachères à *Zornia glochidiata* et *Zornia glochidiata-Loudetia togoensis*, Achard & Banoïn (2000) estiment, à partir du suivi du comportement alimentaire des animaux et de la contribution spécifique des espèces non consommées, que la production fourragère représente environ quatre-vingt-dix pour cent de la production herbacée. Ces fourrages sont principalement consommés par le bétail au cours de la saison des pluies, et par le bétail et les termites en début de saison sèche. Il ne reste pratiquement plus de litière sur les jachères au-delà du mois d'avril. Le taux d'utilisation de la production fourragère se situe entre quarante et cinquante pour cent.

En zone soudanienne

Dans le nord de la Côte-d'Ivoire, César (1981) et César & Zoumana (1993) mesurent la production fourragère cumulée des repousses après coupe (rythme de coupe de 35 jours) sur des jachères jeunes, dégradées ou restaurées, sur des jachères anciennes et sur une savane reconstituée (figure 1). Ces auteurs observent que la production fourragère des repousses est peu différente de la phytomasse maximale sur les jachères jeunes alors que, dans les formations plus anciennes, l'écart entre la phytomasse maximale et la production fourragère est respectivement de quarante-cinq et trente-deux pour cent, la phytomasse des espèces non appréciées grandissant avec l'âge de la jachère.

En revanche, on possède plus d'informations sur l'effet de l'intensité de l'exploitation du pâturage en saison des pluies, évalué en général par des essais de fauche unique ou répétée. En zone sahélienne du Mali, la capacité des annuelles, et surtout des graminées, à repousser après une coupe au cours de la croissance a été montrée par Hiernaux & Turner (1996). L'impact d'une coupe unique se traduit par une perte mineure de production et parfois même par un gain lorsque la coupe intervient avant la montaison et favorise le tallage. En revanche, les repousses s'épuisent très vite si les coupes sont fréquentes. Hiernaux *et al.* (1995) ont montré que des coupes effectuées à des intervalles de quinze et trente jours, en années de bonne pluviosité, conduisent à une perte de production qui s'élève respectivement à cinquante pour cent et à vingt-cinq pour cent de la production du témoin non exploité. En zone nord-soudanienne du Burkina Faso, Achard (1993) a appliqué des rythmes de coupe à intervalle de vingt, trente, quarante et soixante jours sur une jachère à *Schizachyrium exile* et *Andropogon pseudapricus*. Il remarque que la production des repousses représente quarante-sept à soixante-seize pour cent de la phytomasse maximale, selon le rythme de coupe. Le rythme de coupe de quarante jours est celui qui permet de récolter la plus grande quantité de graminées au stade «début épiaison», optimal pour l'alimentation animale : trois mille deux cents kilogrammes de matière sèche par hectare en deux coupes, fin juillet et début septembre. La troisième coupe, vers le 15 octobre, a produit mille cinq cent kilogrammes de matière sèche par hectare, au stade «fructification». Au Sénégal, sur des jachères à *Andropogon pseudapricus*, Ickowicz *et al.*, (1998) ont pu récolter mille cinq cent kilogrammes de matière sèche par hectare de repousses de second cycle sous forme de foin de bonne qualité (65 g de matières azotées totales [MAT].kg ms⁻¹), après une première coupe en août. Ces résultats concordent avec ceux de César (1992), en zone soudano-guinéenne, sur des jachères à graminées vivaces. Cet auteur s'est livré à de nombreux essais de rythme d'exploitation. Il en conclut :

- que le rythme vingt-cinq-trente-cinq jours ne semble pas convenir aux jachères à *A. gayanus*, dont la production régresse rapidement ;
- que, dans l'ensemble des jachères, la biomasse maximale est toujours supérieure à la somme de la biomasse des repousses ; la biomasse des repousses de soixante jours ne se différenciant pas de celle des repousses de trente jours, du moins en première année ;
- que la production des repousses de deuxième année est inférieure à celle de première année.

Production des ligneux

Seule une partie de la production végétale des plantes ligneuses est potentiellement fourragère. Selon les espèces, elle est constituée des feuilles, des jeunes rameaux, des fleurs et des fruits. Ces fourrages sont consommés toute l'année par les caprins, les camelins et les ovins. Ils constituent une part importante du régime alimentaire des deux premiers groupes. Ils ne sont recherchés par les bovins qu'en période de déficit fourrager herbacé.

La production foliaire des plantes ligneuses

Peu de données sont disponibles sur la production foliaire des ligneux dans les jachères. À l'échelon régional, elle augmente avec la pluviosité, mais, localement, elle varie avec la densité et la structure du peuplement ligneux, qui résultent des aménagements opérés au cours de la succession des périodes de culture et de jachère. Dans tous les cas, elle croît avec l'âge de la jachère jusqu'à un palier (Breman & Kessler, 1995); d'une façon générale, elle reste relativement faible (tableau II) par rapport à celle des peuplements naturels. À Bani-zoumbou, avec un peuplement ligneux composé de *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum* et *C. glutinosum*, Hiernaux *et al* (1998) mesurent une masse foliaire de cent quatre-vingt-quinze à mille quatre cent neuf kilogrammes de matière sèche par hectare sur les jachères, alors qu'elle est de cent dix-neuf à deux cent quarante kilogrammes de matière sèche par hectare sur les champs où elle est essentiellement constituée de rejets de souche. Dans la région de Dalonguébougu, au Mali, Cissé *et al.* (1993) enregistrent dans des jachères de un à six ans une production foliaire d'environ huit cents kilogrammes de matière sèche par hectare. Quand à Chevalier (1994) il estime la biomasse foliaire des jachères soudanaises du Burkina Faso à cinq cent kilogrammes de matière sèche par hectare.

Tableau II. Production fourragère des ligneux des jachères (kg ms.ha⁻¹) selon la zone agroécologique.

Zone agroécologique	Production fourragère	Auteurs
Sud sahélienne	350-440	Hiernaux <i>et al.</i> (1998)
	500	Cissé <i>et al.</i> (1993)
	130-650	Breman & de Ridder (1991)
Soudanienne	950	Breman & de Ridder (1991)
	500	Chevalier (1994)

La production fourragère des plantes ligneuses

Plus encore que pour les herbacées, le broutage des ligneux est sélectif. La sélection dépend de l'espèce animale, des organes végétaux et de leur état de maturité, de leur accessibilité, de la saison et du disponible fourrager offert par ailleurs. Seule une petite fraction de la production est fourragère. Dans une steppe sahélienne à *Acacia senegal*, Ickowicz & Dassering (Cirad-E.M.V.T., 1994) estiment que la biomasse foliaire disponible pour le bétail est de vingt-six kilogrammes de matière sèche par hectare. Dans la région sahélo-soudanienne du Mali, Cissé *et al.* (1993) ont évalué le potentiel fourrager du peuplement ligneux sur cinq jachères de un à trente ans : la phytomasse moyenne des feuilles et fruits s'élève à sept cent soixante-deux kilogrammes de matière sèche par hectare. La production fourragère est estimée à trois cent soixante-quatorze kilogrammes de matière sèche par hectare, soit cinquante pour cent de la phytomasse; elle est constituée pour quatre-vingts pour cent par *Guiera senegalensis*. En zone soudano-sahélienne, l'abondance des Combrétacées, peu ou pas appréciées par le bétail, parmi les ligneux de la strate buissonnante qui rejettent de souche, réduit la fraction fourragère de la production foliaire des ligneux dans les jachères. En zones soudanaises et soudano-guinéennes, parmi les espèces très fréquentes dans cette strate de rejets *Dichrostachys cinerea*, *Securinega virosa*, *Acacia sieberiana*, *Bridelia ferruginea* et *Piliostigma thonningii* sont très appréciés, de même que les

fruits de *Piliostigma reticulatum*, tandis que *Annona senegalensis*, *Detarium microcarpum*, ne sont guère recherchés par le bétail (Breman & Kessler, 1995 ; César & Zoumana, 1996 ; Diallo, 1997).

Conclusion : des productions fourragères sous l'influence du climat, de l'âge de la jachère, et du régime de la pâture

À l'échelon régional, la production végétale des jachères augmente avec la pluviosité de la zone sahéenne à la zone nord-soudanienne ; elle se stabilise ensuite aux environs de cinq mille kilogrammes de matière sèche par hectare de la zone nord-soudanienne à la zone soudano-guinéenne. Localement, alors que la phytomasse des plantes ligneuses croît avec l'âge de la jachère, celle de la strate herbacée est plus liée au mode de gestion pastoral. À court terme, une pâture continue et intense au cours de la saison de croissance peut en effet réduire la production herbacée de moitié. À plus long terme, le régime de la pâture peut modifier l'évolution de la végétation des jachères dans des directions diverses, depuis le blocage de l'évolution à un stade dominé par des dicotylédones peu productives et plus ou moins appréciées, jusqu'à l'envahissement par des dicotylédones, productives mais refusées par le bétail, où à l'embroussaillage accéléré. De cette évolution, et de ses conséquences sur la contribution relative des espèces appréciées, dépend la fraction fourragère de la production herbacée.

Valeur pastorale des jachères

Le concept de valeur pastorale ne se réfère pas uniquement à la valeur nutritive des fourrages mais dépend également de la production fourragère, de son accessibilité et de sa disponibilité au cours de l'année en regard des besoins nutritionnels saisonniers du bétail.

Valeur pastorale des fourrages apportés par les jachères

Fourrages herbacés

Dans l'ensemble, la valeur pastorale des jachères est faible par rapport à celle des formations à graminées vivaces, en particulier *A. gayanus*, qui recouvraient une grande partie des zones étudiées jusque dans les années soixante, (White, 1986), y compris dans la zone méridionale du Sahel (Tilho, 1914 ; Rippstein & Peyre de Fabrègues, 1972 ; Benoit, 1984). Cela est dû à leur végétation, composée d'espèces annuelles, dont la valeur fourragère en saison sèche est supérieure à celle des pérennes, mais qui, peu ou moyennement productives, laissent un stock de paille réduit, et dont l'appétibilité peut-être très limitée (cas des jachères à *Sida cordifolia*, *Mitracarpus villosus*, *Cassia* spp., etc.).

En zone soudanienne du Mali, Karembé (2000) observe que seulement trois à douze pour cent de la flore des jachères de Missira est constituée par des espèces à très bonne, ou bonne, valeur pastorale.

César & Zoumana (1993), ont établi une échelle de valeurs pastorales fondée sur les caractéristiques de la strate herbacée : composition floristique, appétibilité, valeur nutritive, productivité et résistance au broutage. Cette échelle comporte six classes numérotées de 5 à 0 dans l'ordre décroissant des valeurs pastorales. Les trois premières classes (5-4-3) regroupent les espèces bonnes fourragères avec, en particulier, *A. gayanus* qui constitue le meilleur pâturage de jachère dans les zones soudanienne quand cette espèce subsiste. Cependant, l'expansion des surfaces cultivées, la destruction systématique des pieds de *A. gayanus* lors

des défrichements et sarclages, la diminution de la durée des jachères et le surpâturage⁽²⁾ ont entraîné sa raréfaction (César & Zoumana, 1990; Serpantié *et al.*, 1998; Achard *et al.*, 2000). La classe 2 regroupe les espèces de productivité moyenne et dont l'appétibilité est limitée suivant les saisons avec une valeur nutritive moyenne à bonne. Les deux dernières classes (1 et 0) regroupent les espèces dont la production est très faible et (ou) l'appétibilité, médiocre à nulle. Suivant ces critères, la majeure partie des espèces des jachères de la zone sud-sahélienne à la zone soudano-guinéenne se rangent parmi ces deux dernières classes (tableau III). En outre, César & Zoumana (1993), en comparant la valeur pastorale de deux jachères soumises à une pâture intense, l'une récente, l'autre ancienne, remarquent que les valeurs pastorales de ces deux formations sont identiques malgré une proportion beaucoup plus importante de graminées vivaces dans la jachère ancienne : soixante-cinq pour cent au lieu de vingt et un pour cent (mais il s'agit de *Cymbopogon schoenanthus*, peu appréciée). Ils concluent que la valeur pastorale d'une jachère dépend beaucoup plus de l'intensité de son exploitation par le bétail que de son âge ou de son stade d'évolution vers la savane. En zone soudanienne du Sénégal, Akpo *et al.* (2000) ont effectué une étude synchrone de la végétation de cinq jachères de un à dix-sept ans d'âge. Ils observent que la valeur pastorale de ces jachères – caractérisée par un « indice global de qualité » fondé sur la valeur pastorale et la contribution spécifique des espèces recensées et exprimé en pour cent – augmente dans les cinq premières années, de cinquante-quatre à soixante-trois pour cent, puis diminue entre dix et dix-sept ans, pour atteindre cinquante-deux pour cent. Cependant, ces résultats sont à prendre avec précaution quand on connaît les limites des études synchrones réalisées avec de petits échantillons sur des milieux où la variabilité est grande.

Tableau III. Répartition des principales espèces herbacées des jachères selon leur valeur pastorale, d'après la classification de César & Zoumana (1993) adaptée à la végétation des jachères des zones sud-sahélienne à soudano-guinéenne.

Classes de valeur pastorale*		
2	1	0
<i>Brachiaria xantholeuca</i>	<i>Dactyloctenium aegyptiacum</i>	<i>Spermacoce radiata</i>
<i>Zornia glochidiata</i>	<i>Digitaria gayana</i>	<i>Waltheria indica</i>
<i>Spermacoce stachydea</i>	<i>Eragrostis tremula</i>	<i>Sida cordifolia</i>
<i>Pennisetum</i> spp.	<i>Diheteropogon hagerupii</i>	<i>Cassia tora</i>
<i>Imperata cylindrica</i>	<i>Ctenium elegans</i>	<i>Mitracarpus villosus</i>
	<i>Schizachyrium exile</i>	<i>Sporobolus pyramidalis</i>
	<i>Loudetia togoensis</i>	
	<i>Andropogon pseudapricus</i>	
	<i>Digitaria longiflora</i>	

*Les espèces ayant une VP élevée; correspondant aux classes 3, 4 et 5 de l'échelle de César, sont absentes ou peu représentées dans la végétation des jachères surexploitées par le bétail. * *The species with a high pastoral value (classes 3, 4 and 5 of Cesar scale) are absent or very little important in fallow overgrazed vegetation.*

(2) Dans les zones sahéliennes sur sols sableux, on remarque que *A. gayanus*, qui se trouve là actuellement en marge de son aire, supporte très bien une intensité de pâture élevée, au détriment il est vrai de la production de tiges et de semences (Banoïn & Achard, 1998).

En revanche, si l'on s'en tient uniquement à la valeur pastorale de saison sèche, il semble que la valeur pastorale des jachères soudanaises puisse être supérieure à celles des formations à pérennes de la même zone (Kaasschieter *et al.*, 1998); ces derniers auteurs ont proposé une classification des parcours naturels des zones sud-sahéliennes et soudanaises. Cette classification est basée sur le bilan hydrique et sur la composition floristique des formations végétales dominantes, la digestibilité des principales espèces en saison sèche et leur taux d'azote (tableau IV). Chaque zone agro-écologique a été scindée en deux : zone à densité humaine moyenne avec parcours naturels peu dégradés, et zone à densité humaine élevée où les cultures et jachères occupent environ quatre-vingt pour cent de la superficie des terroirs et où les parcours sont constitués en grande partie par des jachères jeunes à la végétation dégradée. Il ressort de cette étude qu'en saison sèche :

- la qualité des pâturages de la zone sud-sahélienne est supérieure à celle de la zone soudanaise, où la végétation des parcours est dominée par les graminées annuelles à cycle long et par *A. gayanus* ; celle des jachères, par des dicotylédones ;
- il y a peu de différence de valeur nutritive entre les fourrages des parcours et ceux des jachères de la zone sud-sahélienne, alors qu'en zone soudanaise les fourrages des parcours sont un peu moins nutritifs que ceux des jachères qui, il est vrai, poussent sur des sols très différents ;
- globalement ces fourrages ne couvrent pas les besoins d'entretien.

Fourrages ligneux

Les caractéristiques des fourrages ligneux ont été longuement décrites par le document sur la « valeur alimentaire des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique centrale et de l'Ouest » réalisé par le Cirad-E.M.V.T. (1994).

Tableau IV. Contribution relative (%) des principaux groupes d'espèces à la biomasse de la strate herbacée des parcours naturels par zone agroécologique et par rapport à l'occupation de l'espace (parcours ou jachères). Taux moyen en matière organique digestible (MOD, g.kg⁻¹) et en azote (N, g.kg⁻¹), et rapport N/MOD du fourrage de saison sèche.

Groupes d'espèces	I	II	III	IV	V	VI	MOD	N	N/Mod
Zones	<i>Cenchrus biflorus</i> <i>A. ovalifolius</i>	<i>Zornia glochidiata</i>	<i>S. gracilis</i> <i>Panicum laetum</i>	<i>B. linariifolia</i> <i>Spermacoce</i> spp.	<i>D. hagerupii</i> <i>P. pedicellatum</i> <i>A. pseudapricus</i> <i>Loudetia togoensis</i>	<i>A. gayanus</i>			
Sud du Sahel									
Parcours	15	12	37	18	18	0	505	10,8	0,021
Jachères	0	19	35	23	23	0	503	11,1	0,022
Soudanaise									
Parcours	0	18	8	18	37	19	421	7,5	0,018
Jachères	0	35	10	35	10	10	437	10,5	0,024

D'après Kaasschieter *et al.* (1998)

La part de la production fourragère des espèces ligneuses qui est effectivement consommée par le bétail est très petite. Breman & de Ridder (1991), Breman & Kessler (1995) estiment qu'au Sahel eulement vingt-cinq pour cent de la production de feuilles et rameaux sont effectivement consommés, et quinze pour cent en zone soudanienne, c'est-à-dire respectivement dix à cinquante kilogrammes de matière sèche par hectare et quarante kilogrammes de matière sèche par hectare. Ces auteurs indiquent par ailleurs que les feuilles vertes encore portées par les ligneux en saison sèche – principale période de consommation par les ruminants domestiques (Achard, 1993; Banoïn & Achard, 1998; Ickowicz *et al.*, 1988; Karembé, 2000) – ne représentent que vingt-cinq pour cent de la production annuelle au Sahel; ces quantités décroissent en allant vers le sud pour atteindre cinq pour cent en zone soudanienne. En fin de saison sèche, les quantités disponibles avoisineraient vingt kilogrammes par hectare au Sahel et soixante-dix kilogrammes par hectare en zone soudanienne, dans les milieux non touchés par le feu.

En zone sud-sahélienne, *Guiera senegalensis* domine le peuplement ligneux des jachères. Les jeunes feuilles de cet arbuste peuvent être très recherchées, en fin de saison sèche, dans les terroirs sahélo-soudaniens, où elles constituent une des rares sources de fourrage disponible à cette saison. Cependant, c'est un aliment de faible qualité (Fall-Touré *et al.*, 1992), avec une teneur en tanins (4 à 11 p. cent de la matière sèche) et en ligno-cellulose (ADF) élevée, et dont la digestibilité est basse. Hiernaux *et al.* (1995), dans des zones où le déficit fourrager de fin de saison sèche n'est pas trop élevé, estiment sur la base d'essais contrôlés en station et de suivis du comportement fourrager de troupeaux de bovins et petits ruminants sur les champs et jachères, que seulement cinq pour cent de la biomasse foliaire de *Guiera senegalensis* sont consommés, soit dix-huit à vingt-deux kilogrammes de matière sèche par hectare. Sur le terroir de Ticko, Achard *et al.* (1999) observe que cette valeur, en cas de déficit fourrager important, peut aller jusqu'à quinze à vingt pour cent. Sur ce même site, Kassoum (1999) remarque que cet arbuste semble se régénérer très mal par semis ou drageons; il attribue ce fait au broutage excessif des jeunes plants en fin de saison sèche et en début de saison des pluies. Banoïn & Achard (1998) relèvent que, en fin de saison sèche, vingt-six pour cent des prises alimentaires journalières des bovins et quarante-cinq pour cent de celles des petits ruminants sont effectuées sur les ligneux des jachères, en particulier *Guiera senegalensis*. De même, à Niono, au Mali, Kassambara *et al.* (in Cirad-E.M.V.T., 1994) observent que cette espèce constitue respectivement vingt-cinq, quarante-cinq et treize pour cent de la fraction « ligneuse » du régime des bovins, ovins et caprins, d'avril à juin.

À Gampéla, en zone nord-soudanienne, Achard (1993), lors de l'étude du comportement alimentaire d'un troupeau de zébu (décembre 1991 à juin 1992), relève que la part des ligneux (principalement *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis*, *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*) dans les prises alimentaires des animaux est inférieure à dix pour cent de décembre à février; elle augmente rapidement à mesure que les résidus de culture s'épuisent: vingt pour cent du 1^{er} mars au 10 mai, puis quarante-deux pour cent du 15 mai au 15 juin. Dans la même zone climatique, Karembé (2000) trouve des valeurs supérieures en milieu et en fin de saison sèche: soixante-trois à soixante-dix pour cent du régime. *Vitellaria paradoxa* est une espèce recherchée par les bovins et par les ovins dans toute sa zone d'extension.: Bodji *et al.*, 1993 (in Cirad-E.M.V.T., 1994) notent qu'elle constitue quarante-six pour cent de la fraction ligneuse du régime des bovins, en mars, à Bouaké (Côte-d'Ivoire); Njoya & Onana (1993), soixante-quatre pour cent, en saison des pluies, à Garoua, au Cameroun, où elle représente aussi treize pour cent de celle des ovins en saison des pluies et saison sèche. En zone soudanienne du Sénégal, Ickowicz *et al.* (1998) notent que la part des ligneux, principalement *Holarrhena floribunda* et *Dichrostachys cinerea*, s'élève à vingt-quatre pour cent des prises alimentaires en fin de saison sèche. En zone soudano-guinéenne, César & Zoumana (1996) notent que le pic de consommation des ligneux se situe en février, quand ces espèces ont émis leur nouvelles feuilles.

À propos de la valeur nutritive des fourrages ligneux (tableau V), Koné *et al.* (1989), Reed *et al.* (1993) et Breman & Kessler (1995) soulignent que les feuilles ont une teneur en matière azotée relativement élevée (12 à 13 p. cent de la matière sèche). Ces espèces constituent donc une importante source de protéines pour les ruminants en saison sèche. Cependant, une proportion relativement élevée des composés azotés est associée avec la lignocellulose et considérée comme indigestible pour l'animal. Chez *Guiera senegalensis* et *Piliostigma* spp., par exemple, quarante à cinquante-sept pour cent de l'azote total peuvent être associés à la fraction ADF, sous forme de MAadf, matières azotées (N × 6,25) liées à l'acid detergent fiber, en pour cent des matières azotées totales. De plus la présence de niveaux relativement élevés de tanins (Grillet et Villeneuve, 1994), dans le feuillage d'un certain nombre d'espèces arborées rends l'azote aussi moins digestible. C'est le cas de *Faidherbia albida*, où la digestibilité de la matière organique peut être comparable à celle des résidus de culture de céréales (environ 50 p. cent) ou des deux espèces citées plus haut où elle peut être voisine de trente pour cent seulement (Fernández-Rivera, *comm. pers.*).

Faidherbia albida

Cet arbre, très répandu sur les terroirs cultivés d'Afrique de l'Ouest (Wood, 1993) nécessite une mention particulière ; sa population est en expansion dans les zones sahélo-soudanaises et nord-soudanaises (Bertrand & Berthe, 1996 ; Ouédraogo & Alexandre, 1996 ; Seignobos, 1996 ; Mahamane, 1997) ; il paraît une des rares espèces ligneuses appréciées qui parvient à se développer dans des terroirs supportant une charge animale très élevée. Il représente un élément important des systèmes d'alimentation du bétail par sa production fourragère d'assez bonne qualité en saison sèche et par sa capacité de repousse qui permet

Tableau V. Composition chimique, et digestibilité *in vivo* des feuilles vertes (et des gousses pour *Faidherbia albida*) des principaux ligneux des jachères d'Afrique de l'Ouest.

	<i>Faidherbia albida</i>		<i>Vitellaria</i>	<i>Parkia</i>	<i>Guiera</i>	<i>Piliostigma</i>	<i>Anona</i>
	Feuilles	Gousses	<i>paradoxa</i>	<i>biglobosa</i>	<i>senegalensis</i>	spp.	<i>senegalensis</i>
Constituants pariétaux (p. cent MS)							
Cellulose brute	16	29	30	25	22-30	26-29	24
Lignocellulose (ADF de Van Soest)	20	34	37	42-56	35-48	31-44	35
Lignine (ADL de van Soest)	9	9	14	25-33	14-23	12-21	12
Matières azotées (MA)							
MATotales (MAT) p. cent MS	16	11	6-11	9-12	7-20	4-9	11
MA résiduelles de l'ADF, p. cent MAT*	10	10	23	50	10-40	27-57	18-31
Dégradabilité enzymatique							
- de la matière organique (p. cent MO)	44	61	30	21-34	23-41	31-38	46-54
- des MA (p. cent de MAT)	61	73	20-24	12	20-35	19-48	13-22
Digestibilité <i>in vivo</i> ou <i>in vitro</i>							
- de la matière organique (p. cent MO)	15-30	49	35	30	10-15	33-38	16-24
- des MA (p. cent de MAT)		18	23			-2 - 11	

* assimilées aux matières azotées indigestibles

deux émondages successifs (Depommier & Guérin, 1996). Ces auteurs ont réalisé une étude dans deux terroirs, situés en zone soudanienne du Burkina Faso, sur l'émondage traditionnel de *Faidherbia albida*, sa production fourragère et la valeur nutritive de cette production (tableau VI). Ils observent que la production de gousses est très irrégulière et fluctue en fonction de l'intensité de l'émondage, de la position topographique et de la pluviosité. La digestibilité des gousses est deux à trois fois supérieure à celle des feuilles.

Tableau VI. Production (kg ms.arbre⁻¹) de gousses et de feuilles de *Faidherbia albida* dans deux terroirs du Burkina Faso : Watinoma et Dossi.

Terroirs	Production de gousses	Production de feuilles
Watinoma (Pluie = 600 mm)	2 à 3 avec émondage fort	5-40 feuilles (1 émondage) 50-100 feuilles + rameaux (2 émondages)
Dossi (Pluie = 1 000 mm)	22 (1-157) sans émondage	Non déterminée

D'après Depommier & Guérin (1996)

Place des jachères dans le calendrier fourrager

Contrairement aux champs, dont les animaux sont éloignés en saison de culture, les jachères sont ouvertes au bétail toute l'année, au moins pour le bétail de la communauté villageoise. Elles sont parcourues continuellement, dans la mesure de leur accessibilité qui tend à se réduire avec le morcellement et l'enclavement qui accompagnent l'expansion des cultures. Cependant, du fait qu'une grande partie des espèces qui constituent la strate herbacée, sèche et se dégrade rapidement peu après les dernières pluies, la période d'utilisation optimale des parcours sur jachères à annuelles est brève (César & Zoumana, 1993 ; Diarra *et al.*, 1993 ; Fournier, 1996) ; elle se limite grossièrement à la saison des pluies. De novembre à février, les jachères sont délaissées pour les adventices et les résidus de culture directement pâturés sur les champs ; les animaux n'y reviennent qu'en milieu et en fin de saison sèche. À cette époque, ne subsistent que les feuilles, ou fruits, des ligneux et les graminées à paille dure : *Ctenium elegans*, *Loudetia togoensis*, *Diheteropogon hagerupii*, *Andropogon pseudapricus*, etc. dont une partie est consommée, faute de mieux (Achard, 1993 ; Banoin & Achard, 1998). Kiéma (1992), Fournier (1994) et Hiernaux *et al.* (1998) observent que les jeunes jachères présentent un grand intérêt en début de saison des pluies car les espèces qui y croissent, graminées à cycle court et dicotylédones, ont un développement précoce, par rapport à celui des graminées annuelles à cycle long, et elles améliorent une ration particulièrement déficitaire à cette période. Ce fourrage, de bonne valeur nutritive, est cependant peu abondant car la croissance des annuelles, lente en début de cycle, est encore ralentie par la pâture.

Conclusion : la contribution des jachères aux ressources fourragères des terroirs

Malgré la réduction de leur durée, des superficies qu'elles occupent et leur productivité faible à moyenne, les jachères continuent à représenter une importante source de fourrage herbacé et ligneux et constituent l'élément clé du système fourrager de nombreux systèmes de production mixte culture-élevage.

Dans trois terroirs de la zone sahélienne du Niger, où le bétail est en transhumance en saison des pluies, les jachères ont fourni quarante-neuf, cinquante-deux et vingt-sept pour

cent des fourrages ingérés par le bétail au cours de l'année alors qu'elles occupent respectivement quarante-six, quarante et vingt-cinq pour cent des terres (Hiernaux *et al.* 1998). À Ticko, en zone sahélo-soudanienne du Niger, où la majorité des animaux est présente toute l'année, elles procurent quarante-trois pour cent des ressources fourragères alors qu'elles n'occupent que vingt-trois pour cent de la surface du terroir (Banoïn & Achard, 1998). En zone soudanienne, au Mali, Karembé *et al.* (1998) observent que les jachères contribuent pour cinquante-deux pour cent à l'alimentation des animaux ; en Casamance (Sénégal), Richard *et al.* (1991) et Ickowicz *et al.* (1998) donnent des valeurs voisines de trente-cinq pour cent.

La contribution des jachères à l'alimentation du cheptel est d'autant plus importante qu'elle assure, en saison des pluies, une grande partie de la production animale annuelle. Ce rôle clé dans le système fourrager est renforcé aujourd'hui par les obstacles à la mobilité régionale du bétail, qui permettait d'éloigner les animaux des terroirs agricoles de juillet à octobre, en les envoyant en transhumance.

Amélioration de la production fourragère des jachères

De nos jours, dans la plupart des terroirs d'Afrique de l'Ouest, le déficit des ressources fourragères s'aggrave. Les productions animales, viande, lait et fumier, en souffrent et le développement de l'association agriculture-élevage est remis en cause à moyen terme. Les ressources fourragères disponibles ne permettent plus d'entretenir un bétail suffisant pour fumer les terres cultivées ; jachères, parcours et champs ne fournissent pas assez de fourrages de qualité pour couvrir les besoins du bétail. L'amélioration globale de la production fourragère à l'échelon du terroir devient cruciale. D'où les nombreux essais et actions de développement consacrés à ce sujet.

L'amélioration de la production végétale et de la valeur pastorale des jachères peut constituer une étape entre l'exploitation communautaire des parcours, sans véritable gestion, et l'insertion d'une sole fourragère dans le système de culture, nécessitant une appropriation de l'espace pâturé. Dans ses formes les plus simples (sursemis) elle peut :

- être financièrement peu coûteuse (César, 1992 ; Serpantié & Madibaye, 1998), les seuls intrants étant, dans certains cas, les achats de semences ;
- ne nécessiter qu'un travail du sol réduit, ou pas de travail du sol ;
- ne pas conduire à une mutation des systèmes agraires en place, comme le ferait l'introduction de cultures fourragères.

L'amélioration de la production fourragère des jachères a été entreprise selon deux voies principales :

- la restauration des capacités de production herbacée des jachères, sans apport végétal extérieur, par une mise en défens ou par un aménagement des sols encroûtés ou encore par une lutte contre l'embroussaillage ;
- le sursemis d'espèces herbacées, graminées ou légumineuses, consommées par le bétail.

La mise en défens

La mise en défens, une alternance interannuelle d'exploitation en saison des pluies et en saison sèche ou une exploitation modérée, en supprimant ou en diminuant l'intensité des perturbations subies par la végétation sous l'effet de la pâture, devrait améliorer la valeur pastorale et la productivité fourragère des jachères à moindre coût. Plusieurs auteurs ont testé, ou ont observé, l'effet de la mise en défens sur l'évolution de la végétation des jachères.

Dans le nord de la Côte-d'Ivoire, César & Zoumana (1990, 1993) et Zoumana *et al.* (1994) ont mis en défens une jeune jachère surpâturée, implantée sur sol sableux, et portant une végétation de *Zornia glochidiata* (39 p. cent), *Digitaria longiflora* (30 p. cent) et *A. gayanus* (15 p. cent). Après quatre ans de protection, ils constatent que la mise en défens a accru le pourcentage des espèces à bonne valeur pastorale, essentiellement *A. gayanus*, de quinze à cinquante-six pour cent, mais que les espèces non consommées ou à valeur pastorale faible ou mauvaise représentent encore quarante-deux pour cent de la masse de la végétation. Par la suite, cette parcelle a été exploitée par coupe avec un rythme de vingt-cinq ou trente-cinq jours. En première année, la production herbacée a doublé par rapport au témoin, mais elle est encore peu élevée (1 960 kg ms.ha⁻¹). En deuxième année, le pourcentage de *A. gayanus* a chuté de cinquante-six à sept pour cent et la production a baissé. Les auteurs concluent que le rythme d'exploitation adopté ne convient pas à *A. gayanus*. Une expérience ultérieure (Zoumana *et al.*, 1994) a montré qu'au contraire un rythme d'exploitation de soixante jours permet la conservation de cette graminée dans les mêmes conditions de milieu.

En zone nord-soudanienne du Burkina Faso, Achard (1992 et 1994) observe que dans des jachères sur sol gravillonnaire, mises en défens depuis treize ans, la contribution spécifique de *A. gayanus* se situe entre trente-sept et cinquante-cinq pour cent et la production herbacée, entre quatre mille sept cents et sept mille trois cents kilogrammes de matière sèche par hectare ; mais des valeurs du même ordre ont été enregistrées dans des parcelles proches soumises à une intensité de pâture modérée. En revanche, au Mali, Karembe (2000) remarque que la protection se traduit par une diminution des graminées à très bonne et à moyenne valeur pastorale, quel que soit l'âge de la jachère.

En zone soudano-sahélienne du Sénégal, à Thyssé Kaymor, Diatta & Faye (1996), après quatre années de mise en défens, enregistrent une augmentation du nombre d'espèces herbacées et ligneuses, par rapport à la situation de départ, qui atteint respectivement vingt-six et cinquante pour cent, et une multiplication par deux de la phytomasse.

En zones sud-sahéliennes du Niger, Inhaber (1998) et Achard *et al.* (1999) trouvent, sur des jachères d'âge divers surpâturées, situées sur sols sableux avec une végétation à base de *Zornia glochidiata* ou de *A. gayanus*, des résultats très différents de ceux énoncés ci-dessus. Ils remarquent que la mise en défens conduit à une dégradation des états de surface du sol, par développement des croûtes microbiotiques (Malam Issa, 1999), et à une diminution du recouvrement et de la production de la strate herbacée. Dans le cas d'une jachère à *A. gayanus*, ils ont assisté à la quasi-disparition de cette espèce, dont la contribution spécifique est passée, en trois ans de protection, de 47 à 1,6 pour cent alors qu'elle se maintenait dans la parcelle surpâturée. Au Centre sahélien de l'Icrisat, au Niger, la mise en défens intégrale pendant quatorze ans d'une jachère jusque-là pâturée a entraîné une extension des encroûtements et une légère baisse de production par rapport à la jachère modérément pâturée. On a assisté également à une évolution de la flore au profit d'espèces peu appréciées telles que les dicotylédones *Merremia pinnata*, *Cassia mimosoides*, et telles que les graminées à cycle long : *Ctenium elegans*, *Diheteropogon hagerupii*. Cependant, quelques espèces meilleures fourragères, telles *Pennisetum pedicellatum*, *Brachiaria xantholeuca*, *Blepharis linearifolia* et *Hibiscus sabdariffa* se sont aussi installées (Hiernaux, 1998).

La mise en défens seule ne permet pas la restauration de la végétation ; un ou plusieurs seuils d'irréversibilité ont été franchis entre la phytocénose actuelle et la phytocénose originale, en particulier le manque de plants semenciers et la disparition du stock de semences du sol (Aronson *et al.*, 1993 ; Achard *et al.*, à paraître). En outre, dans un système d'exploitation communautaire des ressources fourragères, où les parcours de saison des pluies se réduisent chaque année du fait de l'extension des cultures et où le déficit fourrager est chronique, il est pratiquement impossible d'appliquer cette méthode, de même que de mettre en place, à court terme, une gestion rationnelle des ressources fourragères des jachères (Serpantié *et al.*, 1998).

La restauration des capacités productives des sols encroûtés des jachères

En zone sahélo-soudanienne du Niger, à Banizoumbou, deux types de travaux ont été réalisés concernant la restauration de la végétation sur les plages encroûtées des jachères sur sols sableux. Léonard & Rajot (1998) ont étudié l'effet du paillage à base de graminées annuelles ou de l'épandage au sol de branches de *Guiera senegalensis*, méthode traditionnelle de réhabilitation des sols nus encroûtés dans cette région, et le rôle des termites dans l'amélioration de l'infiltration. Ils concluent que le paillage, réalisé au début d'une mise en jachère, permet une réhabilitation durable des zones dégradées. Des travaux similaires ont été conduits par Mando (1997), en zone nord-soudanienne du Burkina Faso, sur des sols ferrugineux tropicaux encroûtés, avec des résultats identiques concernant l'amélioration de l'infiltration. Cet auteur relève que l'interaction du paillage (pailles de *Pennisetum pedicellatum*) et des termites a permis la réinstallation d'une végétation à base de graminées annuelles : *Schoenefeldia gracilis* et *Aristida adscensionis*, et de ligneux : *Acacia* spp. et *Ptilostigma reticulatum*. La phytomasse herbacée récoltée sur ces parcelles a été de 0,37 kilogramme de matière sèche par mètre carré.

Parallèlement aux expériences de Léonard & Rajot, Delabre (1998) a mis en place, en juillet 1993, sur le site de Banizoumbou, un essai de réhabilitation fondé sur diverses techniques : scarification de la surface du sol (10 cm), paillage avec pailles de mil, scarification plus paillage. Les trois traitements ont permis l'amélioration des états de surface et de l'infiltration, mais l'effet de la scarification seule a été limité à la première année, les croûtes d'érosion s'étant rapidement reformées⁽³⁾.

La lutte contre l'embroussaillage

Les risques d'embroussaillage se limitent aux jachères de la zone soudano-guinéenne et des sols les plus fertiles de la zone soudanienne. Ils sont évoqués par César (1992), Breman & Kessler (1995) et Diallo (1997). César (1992) note que dans les zones soudanienne le pâturage se dégrade de deux façons : par embroussaillage et par épuisement de la strate graminéenne trop exploitée. La lutte contre l'embroussaillage est menée par la méthode classique des feux de brousse, allumés en fin de saison sèche après une année de mise en défens. Par ailleurs, il semble que le mode d'exploitation pastorale des jachères puisse aussi être adapté pour lutter contre l'embroussaillage. Louppe *et al.* (2000) observent que si la pâture par les bovins favorise le développement des ligneux, la pâture par un troupeau mixte de bovins, d'ovins et de caprins permet de limiter ce développement et de maintenir l'équilibre entre herbacées et ligneux.

Le sursemis ou le semis d'espèces herbacées

Le sursemis consiste à implanter une ou plusieurs espèces dans la végétation en place d'une formation dégradée ou d'une jachère au moment de l'abandon de la culture, en vue d'améliorer la production fourragère et la valeur pastorale. Il peut s'agir d'espèces locales, considérées comme bonnes fourragères et qui ont disparu ou qui ont fortement régressé avec la mise en culture ou le surpâturage de la jachère, telles que *Pennisetum pedicellatum* ou *A. gayanus* (Achard *et al.*, 2000); il peut également s'agir d'espèces fourragères sélectionnées : *Panicum maximum*, *Stylosanthes hamata* cv. *verano*, etc. César (1992) rappelle que les plantes fourragères à introduire doivent être rustiques, puisqu'elles doivent se contenter de sols souvent épuisés, et faciles à implanter, pour couvrir le sol rapidement. En outre, elles doivent résister aux maladies et à la concurrence des espèces spontanées. Peu de plantes fourragères intéressantes répondent à tous ces critères (César, 1992; Serpantié *et al.*, 1998)

(3) Pour de plus amples informations sur ce thème, se reporter à la partie réalisée par Mando *et al.* (2000, ce volume).

et les échecs d'implantation ont été nombreux. La plupart des essais d'amélioration par sursemis ont porté sur des graminées avec, en particulier, *A. gayanus*, ou sur des légumineuses avec, entre autres, *Stylosanthes hamata*.

Les semis d'espèces fourragères en culture dérobée et dans les jachères de courte durée : sorgho fourrager, *Mucuna pruriens*, *Pueraria phaseoloides*, etc., ne seront pas abordés dans cette partie, mais dans la partie sur les « Systèmes de culture permanente à jachère de courte durée » (Billaz *et al.*, ce volume).

Graminées

Des graminées ont été testées dans le but d'améliorer la végétation des jachères ou d'accélérer la restauration de la végétation de savane : *A. gayanus* tout d'abord, puis des espèces telles que *Pennisetum pedicellatum*, *Chloris robusta* et *C. gayana*, *Cenchrus ciliaris*, *Brachiaria ruziziensis* et des variétés sélectionnées de *Panicum maximum*.

Andropogon gayanus

C'est une des meilleures fourragères parmi les graminées vivaces spontanées en raison de sa haute productivité, de son excellente adaptation à la longue saison sèche, de sa vaste aire de répartition écologique et de la valeur nutritive de ses repousses (Toledo *et al.*, 1990 ; Dieng *et al.*, 1991 ; César, 1992 ; Buldgen & Dieng, 1997 ; Banoïn & Achard, 1998 ; Serpantié *et al.*, 1998). Elle est en voie de raréfaction dans toute la zone étudiée et sa réinstallation pourrait représenter une solution de remplacement avantageuse des cultures fourragères conventionnelles (Serpantié *et al.*, 1998).

De nombreux essais sur les méthodes de réimplantation, sur la production de *A. gayanus* et sur son exploitation par le bétail ont été mis en place ces dernières années en Côte-d'Ivoire (César, 1992 ; Zoumana *et al.*, 1996), au Mali (Traoré, 1997), au Sénégal (Buldgen *et al.*, 1991 ; Diatta *et al.*, 1998), au Burkina Faso (Serpantié *et al.*, 1998) et au Niger (Banoïn & Achard, 1997 ; Achard *et al.*, 2000). Dans tous ces essais, *A. gayanus* a été installé par semis, sauf dans l'essai de Diatta *et al.* (1998) où des éclats de souche ont été repiqués.

Les essais menés par Serpantié *et al.* (1998), dans la région de Bondoukuy, sont particulièrement intéressants. Ils ont porté en priorité sur la recherche de méthodes d'installation de la graminée en collaboration avec les agriculteurs. Ces auteurs ont remarqué que *A. gayanus* var. *tridentatus* semble s'installer plus facilement et immédiatement sur un terrain cultivé l'année précédente du moment qu'il existe des semences, et difficilement et lentement dans une jachère plus ou moins ancienne colonisée par les graminées annuelles. Fournier & Nignan (1997) avaient déjà observé que, dans certains cas particuliers, les annuelles pouvaient bloquer la succession végétale postculturale dans cette région.

Serpantié *et al.* (1998) ont testé deux méthodes d'installation de cette graminée sur des champs labourés :

- semis au poquet, ou à la volée, sur toute la surface où l'on veut planter *A. gayanus*, après nettoyage du terrain et labour superficiel ;
- création de bandes semencières étroites, en dernière année de culture, dans la parcelle où le peuplement de *A. gayanus* doit être restauré.

Le semis à la volée, moins exigeant en temps de travail, donne de meilleurs résultats que le semis au poquet. Les doses de semences nécessaires pour obtenir en deuxième année des densités de cinq et dix pieds par mètre carré sont respectivement de trente et cinquante-cinq kilogrammes par hectare. Le desherbage n'a pas eu d'effet significatif sur le développement de la graminée. Les peuplements, protégés par la proximité des cultures pendant trois mois, ont été ensuite exploités par le bétail et se sont maintenus malgré une intensité de pâture assez élevée.

Afin de réduire les temps de travaux, et les quantités de semences à récolter, ces auteurs ont ensuite mis au point une méthode d'implantation de *A. gyanus* en deux temps, inspirée de celle qu'avaient employé von Kaufman & Mohamed-Saleem (1989) pour *Stylosanthes hamata* semé dans un champ de sorgho l'année avant sa mise en jachère. La première année, *A. gyanus* est semé (1 kg de semence.ha⁻¹) en bandes perpendiculaires au vent dominant dans un champ labouré devant être mis en jachère l'année suivante. En fin de saison des pluies, les semences produites par ces bandes sont disséminées par le vent et permettent à la population de *A. gyanus* de recouvrir la parcelle en année 2. Il semble que l'arachide soit le meilleur précédent à l'installation de *A. gyanus* (une ligne de *A. gyanus* pour 10 lignes d'arachides). Cette culture laisse moins d'adventices et, du fait du travail du sol à la récolte, permet un meilleur enfouissement des semences lors de la pâture des résidus.

Pennisetum pedicellatum

Cette graminée annuelle, assez répandue dans les jachères des zones sahélo-soudanienne à soudanienne, pourrait être installée en peuplements denses dans des jachères enclavées au milieu des cultures, et donc protégées du bétail pendant la saison des pluies. Cette espèce est caractérisée par la grande quantité de semences produites, faciles à récolter et de haute capacité germinative, et par une production de fourrage assez élevée. La jachère à *Pennisetum pedicellatum* devrait pouvoir être pâturée à une ou deux reprises au cours de la saison des pluies avant d'être fauchée pour donner un foin de bonne qualité, fin septembre, quand il devient possible de sécher du fourrage (Achard, 1991). En effet, cette espèce est peu consommée sur pied après la dissémination des semences. La confection de foin représente cependant des coûts en travail élevés et concurrence, pour la main-d'œuvre, la récolte des céréales (Hoefsloot *et al.*, 1993).

D'autres graminées telles que *Melinis minutiflora*, *Cenchrus ciliaris*, *Brachiaria brizantha*, *B. ruziziensis* et *Panicum maximum*, ont été testées en zone guinéennes et soudano-guinéenne. Hoefsloot *et al.* (1993), dans leur synthèse sur les jachères améliorées, notent que la plupart de ces espèces ont un recouvrement faible à moyen au cours des années 2 et 3 après le semis, malgré une fumure de fond de phosphate tricalcique à l'installation (0, 300, 600 kg.ha⁻¹); ils notent également que ces espèces ont du mal à se maintenir sous pâture non contrôlée. En revanche, César (1992) observe que les trois premières espèces, après une mise en défens de deux ans, sont capables de fournir un pâturage correct sur des formations initialement dégradées. Cet auteur précise encore que *Panicum maximum*, espèce améliorée, exigeante en éléments nutritifs, peut difficilement être implantée par sursemis dans une jachère. De plus, pour toutes ces espèces se posent des problèmes de disponibilité et (ou) de coût des semences (Serpantié *et al.*, 1998).

Légumineuses

Exception faite pour les jachères surpâturées à *Zornia glochidiata*, et celles qui sont envahies par *Cassia mimosoides* ou *C. obtusifolia*, les jachères sont pauvres en légumineuses non ligneuses, comme la plupart des formations herbacées tropicales. De nombreux travaux, anciens et récents, portent sur l'introduction de légumineuses fourragères sélectionnées dans les formations végétales surpâturées et les jachères jeunes. Cette introduction devrait permettre selon Mohamed-Saleem *et al.* (1986), César (1992), Tarawali & Mohamed-Saleem (1993), Reiss *et al.* (1997), Tarawali *et al.* (1997) et Yossi *et al.* (2000) :

- d'obtenir une association stable entre les graminées et la légumineuse avec un travail du sol limité à une simple scarification, ou sans travail du sol ;
- d'améliorer l'alimentation du bétail, déficitaire en protéines pendant la saison sèche et, par voie de conséquence, les productions animales : travail, lait, viande ;

- d'améliorer la production des cultures mises en place après défrichage de la jachère par augmentation du stock d'azote du sol.

Cependant, le développement des légumineuses fourragères se heurte à de nombreuses contraintes biophysiques et socio-économiques (Tarawali, 1991; César, 1992; Tarawali *et al.*, 1997; Serpantié *et al.*, 1998; Olina & Duguet, 2000; Billaz *et al.* 2000, ce volume), dont les principales sont :

- les maladies cryptogamiques (anthracnoses) et les attaques d'insectes ;
- les disponibilités en semences ;
- le coût de la mise en place. Coût monétaire avec l'achat de semences, le travail du sol, l'achat des engrais ; coût en main-d'œuvre, avec les temps de travaux qui s'inscrivent en concurrence des temps de travaux consacrés aux cultures de rente et aux cultures céréalières (Hoefsloot *et al.*, 1993) ;
- le contrôle de la pâture sur la jachère rendu nécessaire pour gérer l'équilibre entre la légumineuse introduite et les plantes spontanées. Ce contrôle, outre son coût (clôtures, etc.) se heurte au statut foncier communautaire des terres non cultivées, qui constitue un frein important à l'intensification fourragère (Godet *et al.*, 1998) ;
- le contrôle des feux.

Il semble que la zone de prédilection pour les légumineuses fourragères herbacées soit les zones soudaniennes et soudano-guinéennes avec une pluviosité de huit cents à mille cinq cents millimètres et une saison de croissance de cent quatre-vingts à deux cent soixante-dix jours. Un grand nombre d'espèces ont été testées dans les différentes zones climatiques d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique centrale, avec des résultats divers⁽⁴⁾.

L'espèce la plus répandue, et qui sert de référence dans de nombreux essais, est *Stylosanthes hamata* cv. *verano*. D'après César (1992), Hoefsloot *et al.*, 1993, Tarawali (1994), qui a beaucoup travaillé sur les légumineuses fourragères au Nigeria, César et Zoumana (1998), Coulibaly (1996) et Yossi *et al.* (2000), dans la zone méridionale du Mali, cette espèce constitue la meilleure légumineuse actuelle en zone sub-humide. En revanche, en zone nord-soudanienne (pluviosité de 700 à 800 mm), elle a tendance à se comporter comme une annuelle et elle supporte mal la concurrence des espèces locales. Elle présente l'avantage de se ressemer spontanément et d'échapper au phénomène de vieillissement qui caractérise beaucoup d'autres légumineuses. Disséminant ses semences avant les feux de brousse, elle est capable de se régénérer, moyennant une courte mise en défens. Les données sur les rendements des jachères améliorées par sursemis de *Stylosanthes hamata* manquent. En revanche, les rendements en fourrage, sur des parcelles où cette espèce a été implantée comme culture fourragère, peuvent atteindre trois mille cinq cents kilogrammes de matière sèche par hectare (Annor *et al.*, 1998), quatre mille sept cents à six mille huit cents kilogrammes de matière sèche par hectare avec soixante-deux pour cent de *Stylosanthes* (Tarawali & Mohamed Saleem, 1993), quatre mille à huit mille kilogrammes de matière sèche par hectare (Hoefsloot *et al.*, 1993).

La plupart des auteurs (Otsyina *et al.*, 1987; Hoefsloot *et al.*, 1993; Coulibaly, 1996; Tarawali *et al.*, 1997; Serpantié *et al.*, 1998) remarquent cependant qu'elle n'est pas capable de résister plus de deux ou trois ans à la concurrence des graminées, et que sa résistance à la pâture est variable.

Elbasha *et al.* (1998) ont réalisé une étude sur le développement actuel des légumineuses du groupe des *Stylosanthes*, vulgarisées pour l'affouragement du bétail, et du *Mucuna pruriens* utilisé pour la production de graines (voir aussi Billaz *et al.*, 2000). Ces espèces ont été introduites en Afrique de l'Ouest depuis respectivement vingt ans et dix ans. Les auteurs

(4) Notons qu'elles sont souvent utilisées comme plantes de couverture, d'amélioration de la fertilité, d'engrais vert, sans être forcément fourragères (cf. Billaz *et al.*, 2000).

ci-dessus ont mis en évidence les contraintes à l'adoption de cette culture et à ses possibilités d'avenir. Ils constatent que le *Mucuna*, espèce à plusieurs fins – production de graines, fourrage, élimination ou contrôle des mauvaises herbes (*Imperata cylindrica* en particulier), amélioration de la fertilité des sols –, a été adopté assez facilement dans le sud-ouest du Bénin. En revanche, le développement des *Stylosanthes*, en particulier *Stylosanthes hamata*, est relativement lent dans les zones sub-humides et semi-arides. Ces auteurs n'ont recensé, dans quinze pays de la région, que vingt-huit mille fermiers qui ont adopté cette technique et dix-huit mille hectares semés, dont près de huit mille hectares dans les quatre pays suivants : Cameroun, Côte-d'Ivoire, Mali et Nigeria (tableau VII). Jusqu'à maintenant l'implantation des soles fourragères à base de légumineuses s'est faite lentement, cependant dans le cadre des systèmes d'exploitation avec culture continue qui se développent rapidement, et où la jachère n'a plus sa place, il semble qu'ils soient promis à un bel avenir.

Tableau VII. Inventaire des exploitations agricoles (Nb) cultivant le *Stylosanthes hamata* dans quatre pays d'Afrique de l'Ouest, vingt ans après les premières introductions.

Pays	Nombre d'exploitations	Surface (ha)		Projets	Zone climatique
		Par exploit.	Par pays		
Cameroun	12	0,2	420	Sodepa Heifers Project Internat.	Humide
	2 000				
Côte-d'Ivoire	42	6,0	560	Sodepra Ecofarm G.T.Z Ecofarm-Anader-G.T.Z.	Sub-humide " "
	8				
	90				
Mali	1 421	0,5	700	C.M.D.T.-F.A.O.-I.E.R.	Sub-humide
Nigeria	38	6,0	228	National Livestock Projects Department	Humide Sub-humide Semi aride
	589	4,5	2 467		
	3 539	0,4	1 220		

D'après Elbasha *et al.* (1998)

Conclusion : l'amélioration des jachères, un potentiel sous-exploité

Les techniques d'amélioration de la production fourragère des jachères devraient permettre de récupérer une partie des ressources fourragères perdues du fait de la réduction des surfaces en jachère ou de leur dégradation par surpâturage. Les sursemis de légumineuses fourragères, en particulier de *Stylosanthes hamata*, devraient même étendre la fonction fourragère de la jachère à la saison sèche, tout en accélérant la restauration des stocks d'azote du sol. Cependant, la mise en œuvre de ces innovations se heurte à de nombreuses contraintes techniques ou financières, et surtout structurelles. En effet, elles exigent un changement du statut foncier des jachères qui, de public ou communautaire, doit être privatisé, au moins pour l'usufruit de l'aménagement pastoral.

Conclusion générale : la fonction fourragère et les autres fonctions de la jachère

Les jachères jouent un rôle clé dans le système fourrager, surtout par leur apport de fourrages de qualité au cours de la saison des pluies, et secondairement par l'apport de petites quantités de fourrages verts par les plantes ligneuses en fin de saison sèche. Il convient de déterminer l'influence de cette exploitation fourragère sur d'autres fonctions de la jachère que sont la production forestière et la restauration de la fertilité des sols. Dans les deux cas, les avis sont très divers et peu de données permettent de départager des opinions souvent tranchées (Lamprey & Yussuf, 1981 ; Sinclair & Frixel, 1985 ; Dodd, 1994).

D'une façon générale, l'exploitation pastorale favoriserait l'implantation et la production des ligneux :

- d'abord en réduisant la fréquence et l'intensité des feux ;
- ensuite en affaiblissant la concurrence des herbacées et particulièrement celle des herbacées pérennes ;
- enfin en favorisant l'implantation de certaines essences : *Faidherbia albida*, *Acacia raddiana*, *A. senegal*, *A. seyal*, *Bauhinia rufescens*, *Gardenia erubescens*, *Prosopis africana*, *Piliostigma* spp., etc., dont la dissémination est assurée par le bétail (Danthu *et al.*, 1996 ; Depommier, 1996 ; Devineau, 1999). Cependant, Danthu *et al.* (1996) et Depommier (1996) précisent que, contrairement à une idée très répandue, le passage par le tube digestif des animaux ne favorise pas la levée de dormance des semences.

Les essais d'effeuillage sélectifs et répétés ont montré que si la ramification et le port des ligneux étaient profondément modifiés, la production foliaire était peu affectée, stimulée ou ralentie suivant les espèces, les saisons, et l'intensité des défoliations (Cissé, 1980 ; Oba 1998). L'effet des émondages, qui ne sont pas spécifiques à la jachère, est plus sévère mais aussi très variable selon les espèces et saisons (Depommier & Guérin, 1996).

Le bilan de l'exploitation fourragère sur la restauration de la fertilité des sols est d'autant plus difficile à dresser que la remontée de la fertilité des sols est lente et qu'elle résulte de différents processus dont l'importance varie avec le type de sol et le climat. Dans le cas des jachères de courte durée, ou des premiers stades de la jachère, la remontée du stock de matière organique stable, celle de l'azote et du phosphore assimilable dans les premiers horizons, est contestée, même en absence de pâture (Charreau & Nicoud, 1971 ; Pieri, 1989). L'effet de la jachère courte proviendrait plus d'une réduction des pertes due à l'érosion et d'un ralentissement de la minéralisation du fait de la meilleure couverture du sol (Hoefslóot *et al.*, 1993). La pâture ne devrait pas altérer ces tendances. En effet, le prélèvement fourrager et (ou) la réduction de la couverture végétale du sol sont limités, n'atteignant qu'exceptionnellement cinquante pour cent de la production végétale. De plus, une portion de la matière organique et des éléments minéraux ingérés par le bétail sont retournés sur les lieux de pâture, via les excréments, dont le dépôt stimule localement l'activité biologique (Rougon, 1987 ; Achard *et al.*, 1998). Sur quatre terroirs du sud-ouest du Niger, Hiernaux *et al.* (1998) et Achard & Banoïn (2000) estiment que vingt à vingt-quatre pour cent de la matière organique consommée sur les jachères sont restitués à ce milieu par les fèces. En outre, ils observent que, dans les jachères pâturées, le bilan entre ingestion et excrétion des minéraux par le bétail est négatif, mais pour des quantités très modestes, qui ont été estimées entre deux et cinq kilogrammes par hectare et par an pour l'azote et entre 0,1 et 0,6 kilogramme par hectare et par an pour le phosphore. D'autres effets de la pâture, tels que l'effet du piétinement sur les états de surface et sur la décomposition de la litière pourraient avoir plus d'impact sur la fertilité chimique des sols que le bilan des ingestions et excréments, en modifiant l'infiltration et en accélérant la minéralisation de la matière organique. Dans le cas des jachères longues, les processus sont identiques mais il s'y ajoute l'effet dépressif de la

pâture sur la croissance herbacée, qui défavorise les feux et accélère l'embroussaillage. Or, la remontée du stock de matière organique stable des sols proviendrait surtout de la décomposition des racines, feuillages et branches des plantes ligneuses (Hoefsloot *et al.*, 1993).

Remerciements

Les auteurs remercient Jean César et Hubert Guérin, du Cirad-E.M.V.T., Salvador Fernández-Rivera, de l'Irri, ainsi que Roger Pontanier et Anne Fournier, de l'I.R.D., qui ont bien voulu relire ce texte, y apporter les modifications nécessaires, et les faire profiter de leur grande expérience de l'écologie des jachères des zones soudanienne et soudano-guinéenne, et de leur rôle dans l'alimentation animale.

Références

- Abbadie L. (1984). « Évolution saisonnière du stock d'azote dans la strate herbacée d'une savane soumise aux feux en Côte d'Ivoire », *Acta Oecologica, Oecologia Plantarum*, vol. V, n° 19 : pp. 321-334.
- Achard F. (1991). « Le *Pennisetum pedicellatum* Trin. utilisé pour la confection de foin à la station expérimentale de Gampéla, Ouagadougou, Burkina-Faso », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, vol. XLIV, n° 2 : pp. 239-245.
- Achard F. (1992). « Phytomasse des savanes nord-soudanienne de Gampéla, région de Ouagadougou, Burkina-Faso », in Le Floret *et al.* (éd., 1992) : pp. 297-310.
- Achard F. (1993). *Évolution récente de la végétation dans six stations au Burkina Faso*, th. doct., Inst. nat. polytech. de Toulouse, 276 p. + ann.
- Achard F. (1994). « La reconstitution de la végétation dans les jachères nord-soudanienne du Burkina Faso », *Sécheresse, science et changements planétaires*, n° 5 : pp. 33-36.
- Achard F. & Banoïn M. (2000). « Production fourragère des jachères et transferts de fertilité par le bétail au Niger », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 546-554.
- Achard F. & Banoïn M., à paraître. « Fallow, forage production and nutrient transfers by livestock in Niger », *Nutrient Cycling in Agroecosystems*.
- Achard F. & Abou I. (1996). *La jachère dans les zones d'occupation anciennes du canton de Torodi, Niger : le cas du terroir de Ticko*, rapp., Niamey, Faculté d'agronomie, 20 p., multigr.
- Achard F., Ouattara L. & Banoïn M. à paraître. « Pullulation récente de *Sida cordifolia* L. au sud du Niger : facteurs prédisposants », *Annales de l'université de Niamey*, numéro spécial « jachères ».
- Achard F., Ouattara L. & Banoïn M. (1999). *Activités de recherche conduites sur le terroir de Ticko, résultats 1998*, Projet « Amélioration et gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest », Faculté d'agronomie-Orstom, Niamey, 36 p. + ann.
- Achard F., Ouattara L. & Banoïn M. (2000). *Activités de recherche conduites sur le terroir de Ticko, résultats 1999*, Projet « Amélioration et gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest », Faculté d'agronomie-I.D.R., Niamey, 40 p.
- Achard F., Banoïn M. & Bartholmey C. (1998). « Jachères, transferts de fertilité par le bétail et pratiques de fumure animale dans un terroir du sud ouest du Niger », in Duguet (éd., à paraître).
- Akpo L.E., Masse D. & Grouzis M. (2000). « Valeur pastorale de la végétation herbacée de jachères soudanienne en Haute Casamance, Sénégal », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 493-502.
- Alexandre D.-Y. (1993). « Amélioration des jachères en zone de savane : l'expérience de reforestation des friches du Nazinon », in Floret & Serpantié (éd., 1993) : pp. 396-403.
- Annor S.Y., Ibrahim S., Doodoo R., Donkor J., Oppong Anane K. & Adongo S.A. (1998). « Preliminary investigation into the yield of *Stylosanthes hamata* cv. *verano* in northern Ghana », in Godet *et al.* (éd., 1998) : pp. 103-107.

- Aronson J., Floret Chr., Le Floc'h É., Oualle C., & Pontanier R. (1993). « Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-arid regions. I. A view from the south », *Restoration Ecology*, n° 1 : pp. 8-17.
- Aubreville A. (1949). *Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale*, Paris, Soc. éd. géographiques, maritimes et coloniales, 351 p.
- Audru J. (1972). *Étude de factibilité des ranches d'Abokouamékro et de Sipilou en République de Côte d'Ivoire*, Maisons-Alfort (France), I.E.M.V.T., 154 p. (Étude agrostologique 35).
- Aweto A.O. (1981). « Secondary succession and soil fertility restoration in south-western Nigeria. I. Succession. II. Soil fertility restoration », *J. Ecol.*, n° 69 : pp. 601-614.
- Ayantunde A.A. (1998). *Influence of grazing regimes on cattle nutrition and performance and vegetation dynamics in Sahelian rangelands*, Ph D dissertation, Wageningen (Netherlands), Wageningen Agricultural University, 179 p.
- Ayantunde A.A., Hiernaux P., Fernandez-Rivera, van Keulen H. & Udo H.M.J. (1998). « Short term effects of grazing by cattle on herbage growth and disappearance in Sahelian rangelands », in Ayantunde (1998) : pp. 83-96.
- Banoïn M. & Achard F. (1997). *Sites, problématique, thèmes de recherche, premiers résultats sur Ticko et Bogodjotou*, rapp., Projet de recherche sur « l'amélioration et la gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest », faculté d'agronomie, Niamey, 13 p., *multigr.*
- Banoïn M. & Achard F. (1998). « Place des jachères dans les systèmes d'élevage et comportement alimentaire du bétail sur un terroir du sud ouest du Niger : Ticko », in Floret & Pontanier (éd., 1998) : pp. 99-110.
- Banoïn M. & Guengant J.-P. (1998). « Les systèmes agraires traditionnels nigériens dans l'impasse face à la démographie », in Floret & Pontanier (éd., 1998) : pp. 1-14.
- Behnke R.H.Jr. & Scoones L. (1993). « Rethinking range ecology : implications for range and livestock development in Africa », in Behnke *et al.* (éd., 1993) : pp. 1-30.
- Behnke R.H.Jr., Scoones L. & Kerven C. (éd.) (1993). *Range ecology at disequilibrium; new models of natural variability and pastoral adaptation in African savannas*, Londres, Odi, 248 p.
- Benoit M. (1984). *Le Sénéo Mango ne doit pas mourir. Pastoralisme, vie sauvage et protection au Sahel*, Paris, Orstom, 142 p. (coll. *Mémoires*, n° 103).
- Bertrand A. & Berthe A.L. (1996). « Régénération dans le bassin du Pondori, au Mali, en fonction de la morphopédologie et des évolutions climatiques et agraires », in Peltier (éd., 1996) : pp. 45-54.
- Billaz R., Hien V., Segda Z. & Traore K. (2000). « Systèmes de culture permanente à jachère de courte durée », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 241-263.
- Bille J.-C. (1976). *Étude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien*, th. doct. sciences, univ. Paris-Sud, Paris, Orstom, 77 p. (coll. *Travaux et Documents*).
- Bille J.-C. (1992). « Tendances évolutives comparées des parcours d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique de l'Est », in Le Floc'h *et al.* (éd., 1992) : pp. 179-195.
- Blanfort V. (1991). *Contribution à l'établissement d'un bilan fourrager pour trois terroirs agropastoraux de Casamance, Sénégal*, vol. I, Maisons-Alfort (France)-Dakar, I.E.M.V.T.-Isra, 165 p.
- Boudet G. (1984). *Manuel sur les pâturages tropicaux et les ressources fourragères*, 4^e éd., Maisons-Alfort (France), I.E.M.V.T., 245 p. + ann.
- Bouzou Moussa I. (1998). « Évolution de l'occupation du sols dans deux terroirs nigériens : Bogodjotou et Ticko », in Floret & Pontanier (éd., 1998) : pp. 15-24.
- Bowden B.N. (1964). « Studies on *Andropogon gayanus* Kunth. III. An outline of its biology », *J. of Ecology*, n° 52 : pp. 255-271.
- Breman H. (1982). « La productivité des herbes pérennes et des arbres », in Penning de Vries & Djiteye (éd., 1982) : pp. 284-304.
- Breman H. & Kessler J.J. (1995). *Woody Plants in Agro-Ecosystems of Semi-Arid Regions, with an Emphasis on the Sahelian Countries*, Berlin-Heidelberg, Springer-Verlag, 340 p.
- Breman H. & Sissoko K. (éd.) (1998). *L'intensification agricole au Sahel*, Wageningen-Bamako, AB-D.L.O.-I.E.R.996 p.
- Breman H. & Cissé M.I. (1977). « Dynamics of sahelian pastures in relation to drought and grazing », *Oecologia*, vol. XXVIII, n° 4 : pp. 301-315.
- Breman H. & De Ridder N. (1991). *Manuel sur les pâturages des pays sahéliens*, Paris-Wageningen (Pays Bas), A.C.C.T.-Cabo-Dlo-CTA, Karthala, 485 p.

- Breman H., Cissé I.B., Djiteye M.A. & Elberse W.Th. (1982-a). « Le potentiel botanique des pâturages », in Penning de Vries & Djiteye (éd., 1982) : pp. 98-192.
- Breman H., Cissé I.B. & Djiteye M.A. (1982-b). « Exploitation, dégradation et désertification », in Penning de Vries & Djiteye (éd., 1982) : pp. 352-386.
- Buckles D., Eteka A., Osiname O., Galiba M. & Galiano G. (eds) (1997). *Green manure cover crops : their contribution to sustainable agriculture in West Africa*, International Development Research Centre (I.D.R.C.)-International Institute of Tropical Agriculture (IITA)-Sasakawa-Global 2000, Cotonou, Bénin.
- Buldgen A. & Dieng A. (1997). *Andropogon gayanus*, var. *bisquamulatus*. Une culture fourragère pour les régions tropicales, Gembloux (Belgique), Les Presses agronomiques de Gembloux, 171 p.
- Buldgen A., Dieng A., Detimmerman F. & Compere R. (1991-a). « La culture fourragère temporaire d'*Andropogon gayanus* Kunth. var. *bisquamulatus* en zone soudano-sahélienne sénégalaise. 2. Mise au point de techniques de production et de purification des semences et de semis », *Bull. Rech. Agron.*, vol. XXVI, n° 2 : pp. 297-312.
- Buldgen A., Dieng A., Detimmerman F. & Compere R. (1991-b). « La culture fourragère temporaire d'*Andropogon gayanus* Kunth. var. *bisquamulatus* en zone soudano-sahélienne sénégalaise. 5. Paramètres d'exploitation du pâturage par un troupeau de bovins », *Bull. Rech. Agron.*, vol. XXVI, n° 4 : pp. 455-469.
- Cesar J. (1981). « Cycle de la biomasse et des repousses après coupe en savane de Côte d'Ivoire », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, vol. XXXIV, n° 1 : pp. 73-81.
- Cesar J. (1992). *Étude de la production biologique des savanes de Côte d'Ivoire et de son utilisation par l'homme. Biomasse, valeur pastorale et production fourragère*. Maisons-Alfort (France), I.E.M.V.T., 671 p.
- Cesar J. & Zoumana C. (1990). « Le rôle des jachères et des cultures fourragères dans le maintien de la fertilité des terres », in Pieri (éd., 1990) : pp. 271-287.
- Cesar J. & Zoumana C. (1993). « Conséquence de l'accroissement démographique sur la qualité de la jachère dans le nord de la Côte d'Ivoire », in Floret & Serpantie (éd., 1993) : pp. 415-434.
- Cesar J. & Zoumana C. (1996). *L'intégration des ligneux dans les jachères pastorales. Projet « recherche sur l'amélioration et la gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest »*, compte rendu technique n° 1, Bouaké (Côte-d'Ivoire)-Montpellier (France), Idessa-Cirad-E.M.V.T. 35 p. + ann.
- Cesar J. & Zoumana C. (1998). « Le rôle de la production fourragère dans l'équilibre biologique et la gestion du milieu », in Godet *et al.* (éd., 1998) : pp. 51-69.
- Charreau C. & Nicoud R. (1971). *L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques*, Paris, Irat, 254 p. (*Bull. agronomique*, n° 23).
- Chevalier G. (1994). *Caractérisation agro-sylvo-pastorale et utilisation des pâturages par les éleveurs en saison des pluies. Le cas de Kourouma au Burkina Faso*, mém. Eitarc, Montpellier, Cnéarc, 91 p. + ann.
- Chikoye D., Ekeleme F. & Akobundu I.O. (1997). « Weed composition and population dynamics in intensified smallholder farms in West Africa », *Proceedings of the 1997 Brighton Crop Protection Conference – weeds*, IITA, Ibadan : pp. 161-166.
- Cissé A.M. (1986). *Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud sahélienne*, th. doct., université agronomique de Wageningen (Pays Bas), 209 p.
- Cissé M.I. (1980). « Effect of various stripping regimes on foliage production of some browse bushes of the soudano-sahélian zone », in Le Houerou (éd., 1980) : pp. 211-214.
- Cissé M.I., Hiernaux P. & Diarra L. (1993). « Intégration agropastorale au Sahel : dynamique et potentiel fourragère des jachères », in Floret & Serpantie (éd., 1993) : pp. 405-413.
- Cléments F.E. (1936). « Nature and the structure of the climax », *J. Ecol.*, n° 24 : pp. 252-284.
- Colin De Verdière P. (1995). *Étude comparée de trois systèmes agropastoraux dans la région de Filingué, Niger. Les conséquences de la sédentarisation de l'élevage pastoral au Sahel*, th. doct., Institut national agronomique de Paris-Grignon (Inapg), université de Hohenheim, Allemagne, 198 p. + ann.
- Coulibaly D. (1996). *Recherche d'un modèle d'exploitation de Stylosanthes hamata en banque fourragère et en pâturage amélioré*, th. doct., Bamako-Wageningen (Pays Bas), I.E.R., 117 p. + ann. (rapport PSS, n° 20).

- D'herbes J.-M. & Valentin C. (1997). « Land surface conditions of the Niamey region : ecological and hydrological implication », *J. of Hydrology*, n° 188-189 : pp. 18-42.
- Danthu P., Ickowicz A., Friot D., Manga D. & Sarr A. (1996). « Effet du passage par le tractus digestif des ruminants domestiques sur la germination des graines de légumineuses ligneuses des zones tropicales sèches », *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, vol. IL, n° 3 : pp. 235-242.
- De Leeuw P.N. & Reid R. (1995). « Impact of human activities and livestock on the African environment : an attempt to partition the pressure », in Wilson *et al.* (éd., 1995) : pp. 29-39.
- De Leeuw P.N. (1997). « Crop residues in tropical Africa : trends in supply, demand and use », in Renard (éd., 1997) : pp. 41-77.
- De Miranda E.E. (1980). *Essai sur les déséquilibres écologiques et agricoles en zone tropicale semi-aride. Le cas de la région de Maradi au Niger. I – Qualification écologique de l'espace rural. II – Étude de trois villages Haoussas*, th. doct. ingén., uni. sciences et techniques du Languedoc (U.S.T.L.), Montpellier (France), 200 p. + ann.
- Delabre É. (1998). *Caractérisation et évolution d'écosystèmes anthropisés sahéliens : les milieux post-culturels du sud-ouest nigérien*, th. doct., univ. Paris-VI, 282 p.
- Dembele F., Masse D. & Yossi H. (1997). « Rôle des feux de brousse sur la dynamique des adventices et sur la qualité des sols au cours des premières années de jachère, dans les régions soudanaises du Mali », in Floret & Pontanier (éd., 1997) : pp. 33-40.
- Depommier D. (1996). « Production fruitière et devenir des semences de *Faidherbia albida*. La part des insectes spermatophages et du bétail dans la régénération de l'espèce », in Peltier (éd., 1996) : pp. 9-22.
- Depommier D. & Guerin H. (1996). « Émondage traditionnel de *Faidherbia albida*. Production fourragère, valeur nutritive et récolte de bois à Dossi et Watinoma (Burkina Faso) », in Peltier (éd., 1996) : pp. 55-84.
- Devineau J.-L. (1986). *Impact écologique de la recolonisation des zones libérées de l'onchocercose dans les vallées burkinabè (Nazinon, Nakambé, Mouhoun, Bougouriba)*, rapport final, Projet de lutte contre l'onchocercose, Ouagadougou, Orstom-O.M.S./O.C.P., 2 vol., 109 p. + 42 cartes, *multigr.*
- Devineau J.-L. (1999). « Rôle du bétail dans le cycle culture-jachère en région soudanienne : la dissémination d'espèces végétales colonisatrices d'espaces ouverts (Bondoukuy, sud-ouest du Burkina Faso) », *Rev. Ecol. (terre et vie)*, vol. LIV : pp. 1-25.
- Devineau J.-L., Fournier A. & Kaloga B. (1997). *Les sols et la végétation de la région de Bondoukuy (ouest Burkina) : présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (Spot)*, Paris, Orstom, 117 p.
- Diallo M.S. (1997). *Recherches sur l'évolution de la végétation sous l'effet du pâturage dans l'ouest du Burkina Faso (zone soudanienne). Cas de Bondoukuy, Kassaho et Kourouma*, th. doct. 3^e cycle, univers. de Ouagadougou, faculté des sciences et techniques, 142 p. + ann.
- Diarra L. (1983). *Production et gestion des parcours sahéliens : synthèse de cinq années de recherches au ranch de Niono*, Bamako, Cipea, DP AZ 94, 83 p.
- Diarra L., Coulibaly Y., Ouologuem B. & De Leeuw P.N. (1993). « Évaluation de la contribution des jachères à la production animale dans différents terroirs de la zone péri-urbaine de Bamako (Mali) », in Floret & Serpantie (éd., 1993) : pp. 435-450.
- Diatta A., Bodian A. & Babene D. (1998). « Production fourragère des graminées *Andropogon gayanus* Kunth. et *Panicum maximum* Jacq. Cv. C₁ utilisées en substitution de la jachère en Haute-Casamance, au Sénégal », in Floret & Pontanier (éd., 1998) : pp. 89-94.
- Diatta M. & Faye E. (1996). « Effet de quelques années de protection sur la jachère en zone sahélo-soudanienne du Sénégal : structure et production primaire », in Floret (1996) : pp. 33-41.
- Dieng A., Buldgen A. & Compere R. (1991-a). « La culture fourragère temporaire d'*Andropogon gayanus* Kunth. var. *bisquamulatus* en zone soudano-sahélienne sénégalaise. 1. Systématique, morphologie, dispersion et biologie de la variété cultivée », *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, vol. XXVI, n° 2 : pp. 279-296.
- Dieng A., Buldgen A. & Compere R. (1991-b). « La culture fourragère temporaire d'*Andropogon gayanus* Kunth. var. *bisquamulatus* en zone soudano-sahélienne sénégalaise. 3. Influence du système d'exploitation sur la production de fourrage », *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, vol. XXVI, n° 3 : pp. 337-349.

- Gent P. van & Moussa B. (1995). *Capacité de charge de deux terroirs villageois (rapport provisoire)*, Projet participatif de renforcement des institutions villageoises pour le développement de l'agriculture du département de Tahoua, Niger, rapp., 93 p. + ann., *multigr.*
- Godet G., Grimaud P. & Guerin H. (1998). « Cultures fourragères et développement durable en zone sub humide », in Godet *et al.* (éd., 1998) : pp. 5-8.
- Godet G., Grimaud P. & Guerin H. (éd.) (1998). *Cultures fourragères et développement durable en zone sub humide*, actes de l'atelier régional, Korhogo (Côte-d'Ivoire), 26-29 mai 1997, Cirad-Idessa, Cirad-E.M.V.T.
- Grillet C. & Villeneuve F. (1994). « Les tanins dans les fourrages ligneux », in Cirad-E.M.V.T. (éd., 1994) : chap. VI, 34 p.
- Grouzis M. (1988). *Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (mare d'Oursi, Burkina Faso)*, th. doct. d'État, sciences naturelles, univers. Paris-Sud, 336 p.
- Guerin H. & Rippstein G. (éd.) (1987). *Actes du séminaire régional sur les fourrages et l'alimentation des ruminants*, 16-20 nov. 1987, N'Gaoundéré (Cameroun), I.E.M.V.T. (*Études et synthèses de l'I.E.M.V.T.*, n° 30).
- Cirad-E.M.V.T. (1994). *Valeur alimentaire des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique centrale et de l'ouest*, Guerin (éd., 1994), Commission des Communautés européennes, DG-XII, Programme ST2.A/89/215.F, Cirad-E.M.V.T., Maisons-Alfort (France), 393 p.
- Haque I., Jutzi S. & Neate P.J.H. (éd.) (1986). *Potentials of forage legumes in farming systems of sub Saharan Africa*, Proceedings of a workshop held at Ilca, Addis Ababa, 16-19 sept. 1985, Addis Ababa, Ilca.
- Hiernaux P. (1984). *Distribution des pluies et production herbacée au Sahel, une méthode empirique pour caractériser la distribution des précipitations journalières et ses effets sur la production herbacée. Premiers résultats acquis dans le Sahel malien*, Bamako, Cipea, 48 p. + ann. (Doc. de travail, n° 001/92).
- Hiernaux P. (1998). « Effects of grazing on plant species composition and spatial distribution in rangelands of the Sahel », *Plant Ecology*, n° 138 : pp. 191-202.
- Hiernaux P. & Turner M.D. (1996). « The effect of clipping on growth and nutrient uptake of sahélian annual rangelands », *Journal of Applied Ecology*, n° 33 : pp. 387-399.
- Hiernaux P. & Fernandez-Rivera S. (1995). « Grazing Effects of Goat-sheep Mixes on Vegetation Structure and productivity of Old Fallow in the Sahel », in West (éd., 1995) : pp. 230-231.
- Hiernaux P. & Fernandez-Rivera S. (1999). « Grazing rotation in the annual-dominated rangelands of the Sahel », in Eldridge & Freudenberg (éd., 1999) : pp. 513-514.
- Hiernaux P., Ayantunde A., De Leeuw P.N., Fernandez-Rivera S., Sangare M. & Schlecht E. (1999). « Foraging efficiency, stocking rate and grazing pressure and livestock weight changes in the Sahel », in Eldridge & Freudenberg (éd., 1999) : pp. 511-512.
- Hiernaux P., de Leeuw P.N. & Diarra L. (1995). « The interactive effects of rainfall, nutrient supply and defoliation on the herbage yields of sahélian rangelands in north-east Mali », in Powell *et al.* (éd., 1995) : pp. 337-352.
- Hiernaux P., Fernandez-Rivera S., Schlecht E., Turner M.D. & Williams T.O. (1998). « Livestock-mediated nutrient transfers in Sahelian agro-ecosystems », in Renard *et al.* (éd., 1998) : pp. 339-347.
- Hoefsloot H., van der Pol F. & Roelvelde L. (1993). *Jachères améliorées, options pour le développement des systèmes de production en Afrique de l'Ouest*, Amsterdam (Pays Bas), Institut royal des tropiques, Kit développement agricole, 86 p. (bull. 333).
- Hoffmann O. (1985). *Pratiques pastorales et dynamique du couvert végétal en pays Lobi (Nord-est de la Côte-d'Ivoire)*, Paris, Orstom, 355 p. (coll. *Travaux et documents*, n° 189).
- Ickowicz A., Usengumuremyi J., Badiane A., Richard D., Colleye F. & Dupressoir D. (1998). « Interactions entre jachère et systèmes d'alimentation des bovins. Choix techniques et dynamique de développement (zone soudanienne, Sénégal) », in Floret & Pontanier (éd., 1998) : pp. 123-138.
- Illius A.W. & O'connor T.G. (1999). « When is grazing a major determinant of rangeland condition and productivity? », in Elridge & Freudenberg (éd., 1999) : pp. 419-424.
- Inhler I. (1998). *Evaluation de l'effet résiduel des différentes techniques de réhabilitation des sols encroûtés sur la végétation des jachères de Banizoumbou, Niger*, mém. ingén. techniques agricoles, faculté d'agronomie de Niamey, 35 p. + ann.
- Kaasschieter G.A., Coulibaly Y. & Breman H. (1998). « Classification des fourrages et suppléments », in Breman & Sissoko (éd., 1998) : pp. 314-335.

- Karembe M. (2000). *Production végétale et utilisation des ressources pastorales des jachères en zone soudanienne au Mali*, th. 3^e cycle, université du Mali, Bamako, Isfra.
- Karembe M., Yossi H., Ballo M. & Coulibaly M. (1998). « Jachères et système d'élevage en zone soudanienne du Mali (terroir villageois de Missira) », in Floret & Pontanier (éd., 1998) : pp. 110-122.
- Kassoum I. (1999). *Étude des populations de Guiera senegalensis, et de leur production de bois dans les jachères du sud-ouest du Niger : terroir de Ticko*, mém. D.A.A. Eaux et Forêts, École supérieure d'agronomie de Yamoussoukro-Orstom Niamey, 30 p.
- Kaufman R. von & Mohamed-Saleem M.A. (1989). « Interaction between agronomy and economics in forage legume research », *Ilca bulletin*, n° 35 : pp. 22-27.
- Kiema S. (1992). *Utilisation pastorale des jachères dans la région de Bondoukou, zone soudanienne du Burkina Faso*, mém. D.E.S.S., « Gestion des systèmes agrosylvopastoraux en zone tropicale », univers. Paris-XII, 89 p. + ann.
- Kodio A. (1985). *Contribution à l'étude d'un aménagement biogéographique d'une zone rurale de savane tropicale : le secteur de Fonsébougou (Mali)*, th. doct. 3^e cycle, univers. Paul-Sabatier, Toulouse (France) ; 175 p.
- Koita B. (1998). *Végétation postculturelle en zone soudanienne du Sénégal*, th. doct., univers. de Corse, 169 p.
- Kone A.R., Richard D. & Guerin H. (1989). « Teneurs en constituants pariétaux et en matières azotées des ligneux fourragers d'Afrique Occidentale », *XVI^e Congrès international des herbages*, Nice (France) : pp. 947-948.
- Kone A.R., Guerin H. & Richard D. (1987). « Contribution à la mise au point d'une méthode d'étude de la valeur nutritive des fourrages ligneux », in Guérin & Rippstein (éd., 1987) : pp. 789-809.
- Lamprey H.F. & Yussuf H. (1981). « Pastoralism and desert encroachment in Northern Kenya », *Ambio*, n° 10 : pp. 131-134.
- Lane C. & Moorehead R. (1995). « New directions in rangeland resources tenure and policy », in Scoones (éd., 1995) : pp. 116-133.
- Le Bourgeois T. & Merlier H. (1995). *Adventrop. Les adventices d'Afrique soudano-sahélienne*, Montpellier (France), Cirad-C.A., 640 p.
- Le Floc'h, É., Grouzis M., Cornet A. & Bille J.-C. (éd.) (1992). *L'aridité, une contrainte au développement : caractérisation, réponses biologiques, stratégies des sociétés*, Paris, Orstom (coll. *Didactiques*), 597 p.
- Le Houerou H.N. (éd.) (1980). *Browse in Africa, the current state of knowledge*, Addis Ababa, Ilca, 491 p.
- Leloup S. & Traore M. (1990). *La situation fourragère dans le sud-est du Mali, une étude agroécologique*, doc. Interne, Sikasso-Bamako, D.R.S.P.R.-C.R.Z., Kit Amsterdam, vol. I, nov. 1989, vol. II, déc. 1990.
- Leonard J. & Rajot J.-L. (1998). « Restoration of infiltration properties of crusted soils by mulching », in Renard *et al.* (éd., 1998) : pp. 191-196.
- Louppe D. (1991). « *Guiera senegalensis* espèce agro-forestière ? », *Bois et forêts des tropiques*, n° 228 : pp. 41-47.
- Louppe D., Ouattara N., Zoumana C. & César J. (2000). « Influence de trois ruminants domestiques, sur la dynamique de la végétation des jachères du nord de la Côte-d'Ivoire », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 524-533.
- Mahamane A. (1997). *Structure, fonctionnement et dynamique des parcs agroforestiers dans l'ouest du Niger*, th. doct. 3^e cycle, univers. de Ouagadougou, 212 p. + ann.
- Malam Abdou M. (1998). *Analyse floristique et structurale de la végétation de l'agrosystème du Dallol Bosso, entre les latitudes 13°30 et 14° nord (Niger)*, mém. D.E.A., univers. de Ouagadougou, faculté des sciences et techniques, 78 p. + ann.
- Malam Issa O. (1999). *Étude du rôle des croûtes microbiotiques dans les sols de deux écosystèmes sahéliens (jachères et brousse tigrée) au Niger : micromorphologie, propriétés physiques et biogéochimiques*, th. doct., Laboratoire de géologie de la matière organique, univers. d'Orléans (France), 188 p. + pl. et ann.
- Mando A. (1997). « Termites and mulch mediated rehabilitation of vegetation on crusted soil in the Sahel », in Mando (éd., 1997), *Tropical Ressource Management Paper 16*, Wageningen agricultural university (Pays Bas) : pp. 69-82.
- Mando A., éd. (1997). *The rôle of termites and mulch in the rehabilitation of crusted sahelian soils*, *Tropical Ressource Management Paper 16*, Wageningen agricultural university (Pays Bas), 101 p.

- Mando A., Zougmore R., Zombre P.N. & Hien V. (2000). « Réhabilitation des sols dégradés dans les zones semi-arides de l'Afrique sub-saharienne », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I.
- Manlay R.J., Masse D., Diatta M. & Kaire M. (1997). « Ressources organiques et gestion de la fertilité du sol sur un terroir agro-pastoral de Casamance (Sénégal) », in Floret & Pontanier (éd., 1997) : pp. 1-16.
- Manlay R.J., Kaire M., Masse D., Ciornei G. & Floret Chr., à paraître. « Carbon, nitrogen and phosphorus allocation in agro-ecosystems of a West African savanna – I. The plant component under shifting cultivation », *Agr. Ecosyst. Environ.*
- Manzo M. (1996). *Étude des jachères dans l'ouest du Niger : gestion traditionnelle et structure du peuplement végétal dans le canton de Torodi*, th. doct. 3^e cycle, univers. de Ouagadougou, faculté des sciences et techniques, 117 p. + ann.
- McCooch L.J. (1994). « Understanding ecological community succession : models and theories, a review », *Vegetatio*, n° 110 : pp. 115-147.
- Miehe S. (1998). *Inventaire et suivi de la végétation dans le périmètre expérimental à Windou Thiengoly dans le cadre du Projet Sénégal-Allemand d'autopromotion pastorale dans le Ferlo (PAPP)*, Saint-Louis (Sénégal), G.T.Z., 49 p. + ann.
- Mitja D. (1990). *Influence de la culture itinérante sur la végétation d'une savane humide de Côte d'Ivoire (Booro Borotou, Touba)*, th. doct., univers. Paris-VI, 371 p.
- Mohamed Salem M.A., Suleiman H. & Otsyina R.M. (1986). « Fodder banks : for pastoralists or farmers », in Haque et al. (éd., 1986) : pp. 420-437.
- Nickling A.U. & Wolfe W.G. (1994). « The morphology and origin of nebkhas, region of Mopti, Mali, West Africa », *Journal of Arid Environments*, vol. XXVIII, n° 1 : pp. 13-30.
- Oba G. (1998). « Effects of excluding goat herbivory on *Acacia tortilis* woodland around pastoralist settlements in northwest Kenya », *Acta Oecologica*, vol. XIX, n° 4 : pp. 395-404.
- Ohler F.M.J.M. (1985). « The fuelwood production of wooded savanna fallows in the Sudan zone of Mali », *Agrofor. Syst.*, n° 3 : pp. 15-23.
- Olina J.-P. & Dugué P. (2000). « Utilisation des légumineuses pour l'amélioration des jachères de courte durée et la production de fourrage au Nord Cameroun septentrional », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 561-568.
- Otsyina R.M., von Kaufmann R., Mohamed Saleem M.A. & Suleiman H. (1987). *Manual on fodder bank establishment and management*, Addis Ababa, Ilca, 27 p.
- Ouadba J.M. (1983). *Essai d'analyse diachronique de l'occupation des sols en Haute-Volta par photo-interprétation et télédétection*, th. doct. 3^e cycle, univers. Paul-Sabatier, Toulouse (France), 262 p.
- Ouédraogo S. & Alexandre D.-Y. (1996). « Dynamique des parcs à *Faidherbia albida*. Contraintes écologiques et économiques sur le terroir de Watinoma, au Burkina Faso », in Peltier (éd., 1996) : pp. 191-202.
- Peltier R. éd. (1996). *Les parcs à Faidherbia*, Coraf-Orstom-Cirad, (Cahiers scientifiques, n° 12), 312 p.
- Penning de Vries F.W.T. (1982). « Le potentiel physiologique des pâturages et des cultures agricoles », in Penning de Vries & Djiteye (éd., 1982) : pp. 87-97.
- Penning de Vries F.W.T. & Djiteye M.A. (éd.) (1982). *La productivité des pâturages sahéliens, une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle*, Wageningen, Agric. Res. Rep. 918, Pudoc, 525 p.
- Pieri C. (1989). *Fertilité des terres de savanes : bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara*, Paris, ministère de la Coopération-Cirad-Irat, 444 p.
- Pieri C., éd. (1990). *Savanes d'Afrique, terres fertiles ?*, Paris-Montpellier, ministère de la Coopération et du Développement-Cirad.
- Powell J.M., Fernández-Rivera S., Williams T.O. & Renard C. (éd.) (1995). *Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of sub-Saharan Africa*, vol. II, Addis Ababa, Ilca, 560 p.
- Reed J.D., Rittner U., Tanner J. & Wiegand O. (1993). « Valeur nutritive des feuilles et des fruits de *Faidherbia albida* et leur emploi dans l'alimentation des ruminants », in Vandenbelt & Renard (éd., 1993) : pp. 43-50.
- Reiss D., Onana J., Klein H.D. & Djoumessi M. (1997). « Introduction de légumineuses fourragères dans les assolements : gestion des pâturages naturels », in Seiny Boukar et al. (éd., 1997).

- Renard C., Boudouresque E., Schmelzer G. & Bationo A. (1993). «Évolution d'une jachère sur une période de 8 ans à Sadoré, Niger. Composition botanique et régénération forestière», in Floret & Serpantié (éd., 1993) : pp. 297-306.
- Renard C. éd. (1997). *Crop residues in sustainable crop/livestock farming systems*, Wallingford (UK), Cab International, 322 p.
- Renard G., Neef A., Becker K. & von Oppen (éd.) (1998). *Soil Fertility Management in West Africa Land Use Systems*, Proceedings of the Regional Workshop, University of Hohenheim, Icrisat Sahelian Center and Inran, 4-8 March 1997, Niamey, Niger, Margraf Verlag, Weikersheim, Germany, 600 p.
- Richard D., Ahokpe B., Blanfort V. & Pouye B. (1991). «Utilisation des zones agricoles et pastorales par les ruminants en zone soudanienne (Moyenne Casamance, Sénégal)», in Gaston *et al.* (éd., 1991) : pp. 759-762.
- Rietkerk M., Ketner P., Stroosnijder L. & Prins H.T. (1996). «Sahelian rangeland development; a catastrophe?», *Journal of range management*, vol. 1L, n° 6 : pp. 512-519.
- Rippstein G. & Peyre De Fabregues B. (1972). *Modernisation de la zone pastorale du Niger*, Maisons-Alfort (France), I.E.M.V.T., 285 p. + ann. (*Étude agrostologique*, n° 33).
- Rougon D. (1987). *Coléoptères coprophiles en zone sahélienne : étude biocénotique, comportement nidificateur, intervention dans le recyclage de la matière organique du sol*, th. doct. sciences, univers. d'Orléans (France), 324 p.
- Scoones I., éd. (1995). *Living with uncertainty, new directions in pastoral development in Africa. Intermediate Technology Publications*, Londres, Intermediate Technology Publications Ltd., I.I.E.D., London, 210 p.
- Seghier J., Floret Chr. & Pontanier R. (1994). «Development of an herbaceous Cover in a Sudano-Sahelian savanna in North Cameroon in relation to available soil water», *Vegetatio*, n° 114 : pp. 175-184.
- Seignobos C. (1996). «*Faidherbia albida* – Élément décrypteur d'agrosystèmes. L'exemple du Nord-Cameroun», in Peltier (éd., 1996) : pp. 153-172.
- Seiny Boukar L., Poulain J.-F. & Faure G. (éd.) (1997). *Agriculture des savanes du Nord Cameroun : vers un développement solidaire des savanes d'Afrique centrale*, actes de l'atelier d'échange, Garoua (Cameroun), 25-29 nov. 1996, Montpellier (France), Cirad-C.A., 528 p.
- Serpantié G. & Madibaye D. (1998). «Recherches participatives sur la culture d'*Andropogon gayanus* Kunth var. *tridentatus* Hack. en zone soudanienne. II. Essais participatifs d'installation de peuplements (Bondoukouy et Bereba, Burkina Faso)», in Godet *et al.* (éd., 1998) : pp. 191-204.
- Serpantié G., Thomas J.N. & Douanio M. (2000). «Évolution de la place de la jachère en savane soudanienne cotonnière. Le cas de la région de Bondoukouy», in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 80-91.
- Serpantié G., Douanio M. & Madibaye D. (1998). «Recherches participatives sur la culture d'*Andropogon gayanus* Kunth. var. *tridentatus* Hack. En zone soudanienne. I. Opportunité de cette culture et éléments d'écologie», in Godet *et al.* (éd., 1998) : pp. 181-190.
- Sinclair A.R.E. & Fryxell J.M. (1985). «The Sahel of Africa : ecology of a disaster», *Canadian Journal of Zoology*, n° 63 : pp. 987-994.
- Tarawali G. (1991). «The residual effect of *Stylosanthes* fodder banks on maize yield at several locations in Nigeria», *Tropical Grasslands*, vol. XXV : pp. 26-31.
- Tarawali G. (1994). «The yield and persistence of selected forage legumes in subhumid and semi-arid west Africa», *Tropical grasslands*, vol XXVIII : pp. 80-89.
- Tarawali G. & Mohamed Salem M.A. (1993). «The role of forage legume fallows in supplying improve feed and recycling nitrogen in subhumid Nigeria», in Powell *et al.* (éd., 1993) : pp. 263-276.
- Tarawali G., Dembele E., N'Guessan B. & Youri A. (1998). «Smallholders' use of *Stylosanthes* for sustainable food production in sub-humid West Africa», in Buckles *et al.* (eds., 1998) : pp. 107-170.
- Tarawali G., Manyong V.M., Carsky R.J., Vissoh P.V., Osei-Bonsu P. & Galiba M. (1999). «Adoption of improved fallows in West Africa : lessons learned from the velvet bean and stylo case studies», *Agroforestry Systems*, n° 47 : pp. 93-122.
- Tilho J. (1914). *Les documents scientifiques de la mission Tilho (1906-1909)*, Paris, Imprimerie nationale, 3 vol. 412 p., 3 613 p., 485 p.
- Toledo M., Vera R., Lascano C. & Lenne J.M. (1990). *Andropogon gayanus Kunth., a grass for tropical acid soils*, Cali (Colombie), Ciat, 382 p.

- Toulmin C. (1992). « Herding contracts. For better or worse ? », *Ileia Newsletter*, vol. VIII, n° 3 : pp. 8-9.
- Traore M. (1997). « Utilisation de l'*Andropogon gayanus* pour l'amélioration de la production fourragère et la fertilité des sols en zone de savane » in Floret (éd., 1996) : pp. 113-121.
- Turner M.D. (1992). *Life on the margin. Fulbe herding practices and the relationship between economy and ecology in the inland Niger delta of Mali*. Ph D dissertation, University of California, Berkeley (É.-U.A.), 469 p.
- United Nation (1996). *World Population Prospects : The 1996 revision. Annexe II and III. Demographic indicators by major area, region and country*, New-York, United Nation, 441 p.
- Vandenbeldt R.J. & Renard C. (éd.) (1993). *Faidherbia albida dans les zones tropicales semi-arides d'Afrique de l'Ouest*, compte rendu d'atelier, Niamey, 22-26 avr. 1991, Icrisat-Icraf, 206 p.
- West N.E. (éd.) (1995). *Rangelands in a sustainable biosphere*, vol. II, Proceedings of Fifth International Rangeland Congress, Salt Lake City (Utah), 23-28 juill. 1995, Denvers (É.-U.A.), Society for Range Management, vol. I, 651 p., vol II, 202 p.
- Westoby M., Walker B. & Noy-Meir I. (1989). « Opportunistic management for rangelands not at equilibrium », *J. Range Management*, n° 42 : pp. 266-274.
- White F. (1986). *La végétation de l'Afrique*, Paris, Orstom-Unesco, 384 p.
- Whittaker R.H. (1953). « A consideration of climax theory : the climax as a population and pattern », *Ecol. Mon.*, n° 23 : pp. 41-78.
- Wilson R.T., Ehui S. & Mack S. (éd.) (1995). *Livestock Development Strategies for Low Income Countries*, Nairobi, Kenya, FAO-Ilri, 182 p.
- Winrock International (1992). *Assessment of animal agriculture in sub saharan Africa*, Morrilton, Arkansas (É.-U.A.), Winrock International Institute for Agricultural Development, 125 p.
- Wood P.J. (1993). « Botanique et distribution de *Faidherbia albida*. », in Vandenbeldt & Renard (éd., 1993) : pp. 9-17.
- Yossi H. & Dembele F. (1993). « Dynamique de la végétation post-culturale en zone soudanienne, au Mali. Evolution de la composition floristique et de la strate ligneuse », in Floret & Serpantié (éd., 1993) : pp. 341-350.
- Yossi H. (1996). *Dynamique de la végétation postculturale en zone soudanienne au Mali*, th. doct., population-environnement, Isfra, université de Bamako, 154 p.
- Yossi H., Kaya B. & Sanogo M. (2000). « Influence de la jachère améliorée avec l'association ligneux-herbacées sur l'amélioration de la production fourragère et la fertilité du sol. Cas du terroir de N'Goukan, cercle de Koutiala, Mali méridional », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 000-000.
- Zoumana C., Assemian A., Bodji N., César J., Kouao B.J. & Toure M.C. (1994). *Accroissement de la production fourragère au niveau du terroir (Côte d'Ivoire)*, compte rendu final, ATP 71/89, Bouaké (Côte-d'Ivoire)-Montpellier (France), Idessa-Cirad-E.M.V.T., 153 p.
- Zoumana C., Yesso P. & Cesar J. (1996). « La production des jachères pâturées dans le nord de la Côte-d'Ivoire », in Floret (éd., 1996) : pp. 113-121.
- Zoungrana I. (1993). « Les jachères nord soudanienne du Burkina Faso. 1. Analyse de la reconstitution de la végétation herbacée 2. Diversité, stabilité et évolution des communautés végétales », in Floret & Serpantié (éd., 1993) : pp. 351-366.