



Étude 1

Les prairies permanentes en Guyane française, Amérique du Sud

J. Huguenin, M. Serena et H. Bergère

Problématique

En Guyane, région équatoriale française, l'élevage bovin essentiellement viande, est conduit sur pâturage. Les parcours pauvres de savanes ont été abandonnés, durant les années 1970, au profit de prairies installées sur des terrains défrichés et des savanes à partir d'espèces fourragères originaires d'Afrique. Cette évolution technique a été entamée lors d'un plan de relance de l'agriculture et de l'élevage qui a commencé en 1976. Il en a résulté un système d'élevage herbager original.

Les animaux, importés, étaient de race zébu Brahman. Ils restent dans les pâturages jour et nuit, douze mois sur douze. La gestion des pâtures et la conduite du bétail s'effectuent essentiellement par la rotation de lot d'animaux sur plusieurs parcelles, avec des niveaux de chargements plus ou moins fixes.

Repères historiques

Dès le xvii^e siècle, l'élevage avait été développé en Guyane pour approvisionner en viande les Antilles françaises et le cheptel a atteint 18000 têtes à la fin de ce siècle. Mais l'activité d'élevage n'a pas pu être maintenue, parce que le potentiel fourrager avait été surévalué. D'une part, on avait confondu la luxuriance de la végétation (due à une pluviométrie de 2000 à 3000 mm/an) et la fertilité du milieu; d'autre part, le projet avait été freiné par les aléas politiques, notamment l'occupation portugaise au début du xix^e siècle.

Lorsque la Guyane est devenue un département français en 1946, le cheptel bovin était inférieur à 1 500 têtes, les animaux étaient élevés individuellement, attachés à des piquets, ou en divagation libre sur des parcours ouverts. Ensuite après avoir exploité les parcours pauvres des savanes spontanées de la zone côtière, les prairies ont été installées sur des terrains défrichés et des savanes. En 2008 le cheptel guyanais atteignait 12 000 têtes sur 9 000 ha de prairies.

Éléments techniques sur les prairies

Les premières prairies ont été installées sur des terrains déforestés, les sols de savane ayant été jugés impropres à toutes cultures, même fourragères. Les deux espèces les plus utilisées à l'origine du plan de relance étaient *Digitaria swazilandensis* et *Brachiaria decumbens*. *Digitaria swazilandensis* a été choisie à partir de travaux menés aux Antilles françaises, où une autre *Digitaria*, le Pangola (*D. decumbens*) est très utilisée ; *Brachiaria decumbens* a été retenue à partir d'expériences menées au Brésil, pays où de nombreuses espèces de *Brachiaria* ont été utilisées.

Les défrichements initiaux ont été faits surtout par voie mécanique avec dessouchement. Actuellement, la tendance est une pratique en deux étapes : un défrichement manuel accompagné d'un semis de la culture fourragère, et un dessouchage mécanique quand celle-ci couvre bien le terrain. Mais les coûts des défrichements sont tels que les savanes ont été préférées aux forêts pour installer des prairies. Sur savane les prairies sont moins productives que sur forêts, mais tout aussi bien implantées.

La mise en place de la végétation se fait par bouturage ou par semis. Le bouturage est utilisé pour les espèces qui ne produisent pas de graines comme *D. swazilandensis* ou lorsque les semences sont indisponibles ou trop coûteuses ; il peut être réalisé après un simple disquage (cover-crop), les sols étant le plus souvent légers (terrains sableux).

En revanche, le semis nécessite un lit de semences fin et régulier, ceci est d'autant plus important que les semis se font à la volée avec des semoirs à disques rotatifs ; la préparation est effectuée avec un disquage suivi d'un hersage (herses, disques droits). Les semences de graminées, très légères, sont mélangées à des engrais (30 unités d'azote, de phosphore, de potasse), du sable ou du paddy, puis semées à une dose de 2 à 3 kg/ha pour des graines à 80 % de germination.



De nombreuses espèces fourragères ont été utilisées, mais actuellement la plus courante est *Brachiaria humidicola*. Très ubiquiste, cette espèce s'adapte bien aux sols de savanes et aux terrains déforestés, elle supporte aussi bien les périodes d'engorgement que les périodes de sécheresse et est peu à pas sensible à la toxicité aluminique. Cette espèce a une valeur alimentaire moyenne, mais elle est appréciée des éleveurs en raison de sa souplesse de gestion en pâture, son couvert étant particulièrement apte à contrôler les adventices.

Les principales espèces de graminées utilisées en Guyane de 1970 à 2010 sont :

Brachiaria arrecta

Brachiaria brizantha

Brachiaria decumbens

Brachiaria humidicola

Brachiaria mutica

Brachiaria ruziziensis

Chloris gayana

Digitaria swazilandensis

Hemarthria altissima

Ischaemum indicum

Ischaemum timorensis

Panicum maximum

Paspalum conjugatum

Pennisetum purpureum

Les couverts fourragers monospécifiques, encore majoritaires en Guyane en 2012, sont remplacés petit à petit par des mélanges de graminées (par exemple *B. decumbens* avec *D. swazilandensis* ; *B. humidicola* avec *B. ruziziensis*, voire des associations de graminées et de légumineuses. Les légumineuses *Desmodium heterocarpon* (*ovalifolium*) et *Calopogonium mucunoides* sont généralement associées aux graminées suivantes : *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. ruziziensis*, *D. swazilandensis*. D'autres légumineuses commencent à être utilisées comme *Arachis pintoi* et *Stylosanthes hamata*. Des semis composés d'au moins quatre espèces (légumineuses et graminées) sont également pratiqués pour obtenir rapidement une végétation fourragère couvrante, composée de

B. ruziziensis et *C. mucunoides*, ou de *Oryza sativa* avec *B. humidicola* et *D. heterocarpon*, l'espèce à croissance rapide étant peu à peu remplacée par d'autres espèces plus pérennes.

Dans les exploitations d'élevage qui pratiquent la fertilisation, celle-ci reste modeste sur les prairies :

- les apports d'azote restent généralement inférieurs à 50 unités N / ha/an ;
- les amendements en phosphate naturel sont privilégiés dans quelques élevages seulement, à raison de 80 unités de P /ha/an ;
- des chaulages sont aussi pratiqués. Compte tenu de l'acidité des sols (pH 3,9 à 4,5) et de la pluviométrie, la durée de l'effet des amendements calciques est inférieure à six mois. Le pouvoir tampon des sols étant très faible, les apports de calcium doivent donc rester modestes, de l'ordre de 500 kg/ha/apport.

L'entretien majeur concerne la lutte contre une vingtaine d'espèces (*Mimosa pudica*, *Spermacoce verticillata*) qui prolifèrent et qui entrent en compétition avec les espèces fourragères. L'entretien consiste à rabattre mécaniquement la végétation par rotobroyage et à effectuer des traitements avec des herbicides systémiques (picloram, triclopyr). Cependant, même après les interventions les plus efficaces, la prairie reste vulnérable en raison des recrues de nouvelles plantules d'adventices provenant du stock de semences présent dans le sol.

Utilisation, exploitation, des prairies par le pâturage

La rotation des pâtures représente la pratique dominante dans les élevages dépassant une dizaine de têtes. Leur organisation reste très variée avec toutefois une tendance à des passages plus rapides pour des lots d'animaux ayant des besoins plus soutenus comme les vaches suitées. Les durées de pâture d'une semaine nécessitent 4 à 5 parcelles. En revanche, pour les lots d'animaux en croissance lente (génisse, taurillon), les rotations peuvent être alternées (deux parcelles) avec des temps de passage de 30 à 45 jours.

La productivité des prairies diffère selon le sol et la dynamique hydrique. En terrain défriché, sans fertilisation, elle peut atteindre 8 à 11 t/ha/an soit une capacité de charge de 2 à 3 vaches adultes [400 kg] /ha/an. En sol de savane, la productivité sans fertilisation est de 4 à 7 t /ha/an, soit une capacité de charge inférieure à 2 vaches /ha/an.



Cependant, de fortes variations des charges instantanées et des temps de repousses (et de passages) peuvent provoquer une baisse de la biomasse fourragère au profit d'une végétation adventice. Ce phénomène s'observe même dans les prairies installées sur des sols de savanes. Ces perturbations favorisent la recrudescence des germinations d'adventices envahissantes et la croissance de leurs plantules. En revanche, les conduites stables et régulières tendent à favoriser des couverts denses et épais, avec une concurrence forte envers les adventices, à condition que le chargement moyen soit correct.

Organisation de l'élevage et de son territoire

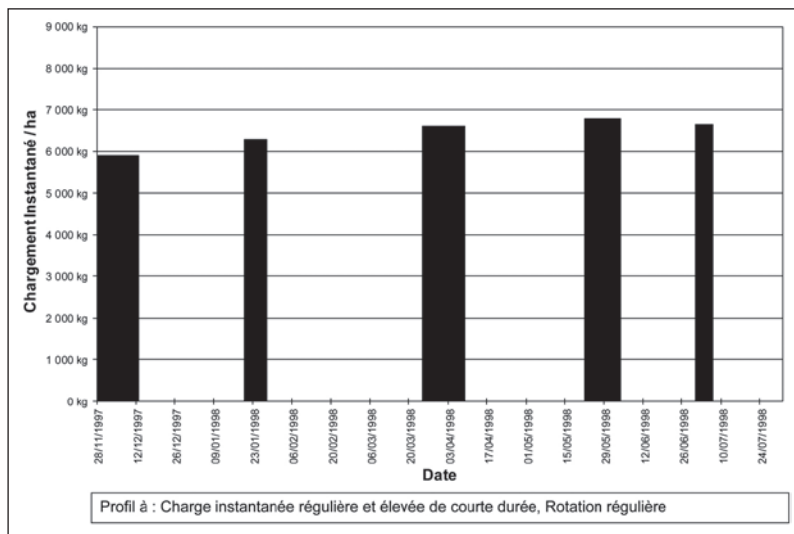
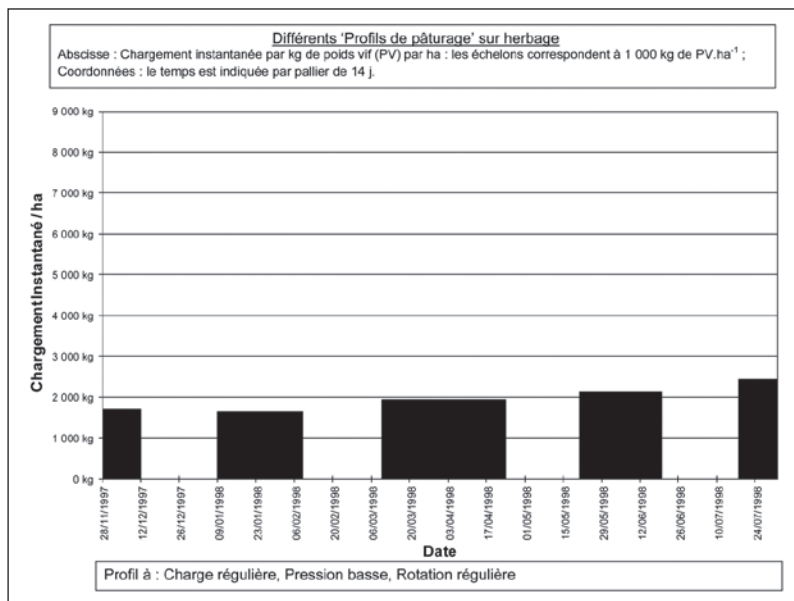
La régularité et la stabilité des pâturages dépendent de l'organisation du territoire et de son aménagement. Les élevages ayant des conduites de pâture régulières disposent d'un parcellaire comprenant des zones bien définies de parcelles en rotation. Les lots d'animaux sont alloués à ces zones suivant leurs besoins et leurs fonctions. Le niveau d'équipement est élevé, notamment en points d'abreuvement permanents.

Le pilotage de l'adéquation entre l'agencement territorial et les logiques d'allotement peut être facilité par l'usage de calendriers fonctionnels (en lots et en parcelles) couplés avec des graphiques sur l'évolution des charges instantanées par parcelle (profil de pâturage).

Conclusion

Les techniques d'installation des prairies en Guyane se révèlent variées et assez bien maîtrisées par les éleveurs. Leur entretien reste plus délicat, une majorité des surfaces laissant apparaître plus de 20 % de dégradation du couvert (contribution spécifique des adventices à l'ensemble de la végétation). Malgré cette contrainte, l'âge moyen des prairies à leur première rénovation se situe entre six et huit ans ; les travaux réalisés consistent en un rabattage de la végétation, un retournement avec un cover-crop, et un semis ou un bouturage.

Les prairies âgées, de plus de vingt ans, qui présentent des flores saines reçoivent toutes des apports phosphatés et sont exploitées dans des rotations régulières avec des chargements relativement stables. L'entretien et la valorisation des prairies nécessitent surtout une vigilance importante afin d'utiliser le pâturage par les animaux comme une préparation de l'herbe à venir. Quelques prairies ont été également surbouturées avec des boutures de *B. humidicola* dans le couvert de prairies à *B. decumbens*.



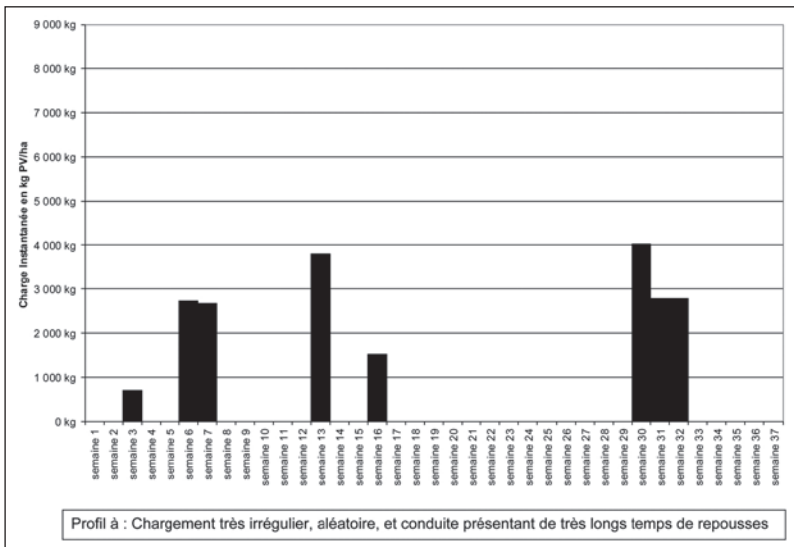
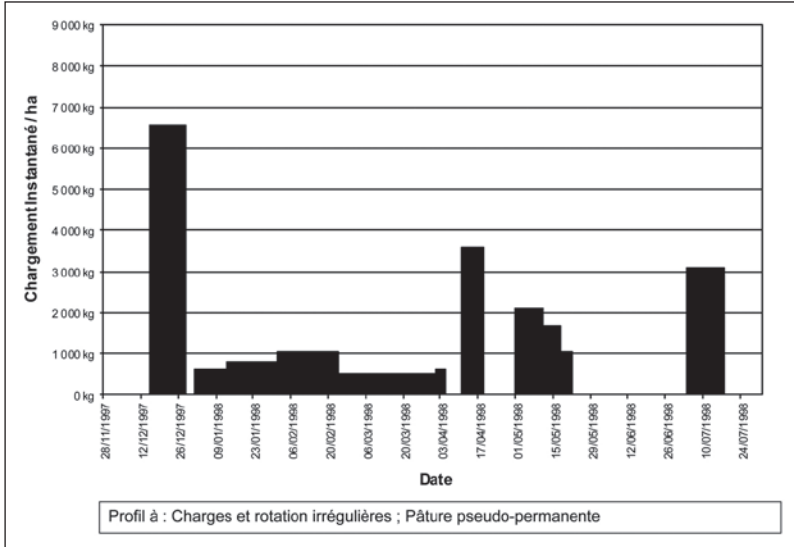


Figure étude 1.1. Exemples de mode conduite du pâturage dans des parcelles.

(En abscisse : temps ; En ordonnée : chargement instantané)

Bibliographie

Blancaneaux P., 1981. *Essai sur le milieu naturel de la Guyane française*. Paris, Orstom, 126 p.

< http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/pt5/travaux_d/01877.pdf >

*Favrot J.-C., Lagacherie Ph., Bouzigues R., Andrieux P., Barthes B., Vincent B., 1987. Étude des sols du secteur de référence de la savane guyanaise : Plaine Côtière ancienne en vue de l'assainissement drainage. Rapport de synthèse, Montpellier, Inra, Cemagref, 188 p.

*Hook J., 1971. Les savanes Guyanaises : Kourou. Essai de phytoécologie numérique. Paris, Orstom 251 p.

Huguenin J., 2008. Gestion des prairies amazoniennes contre les adventices en Guyane française suivant les conditions biophysiques, les pratiques agricoles, et l'organisation du système pâture. Thèse de doctorat ABIES, AgroParisTech, Cirad, Inra, 428 p.

<http://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00005014/fr/>

Huguenin J., Blanfort V., 2010. Le pâturage et la fertilité des sols de savane en Guyane française. In proceeding 17^e journée *Rencontres, Recherches, Ruminants*. 8-9 déc. 2010. <http://www.journees3r.fr/spip.php?http://www.journee3r.fr/spip.php.article3051article3051>

Huguenin J., Blanfort V., Navegantes L., Dufour M., 2010. Configuration of livestock rearing areas in order to maintain the stability of forage systems considering the biophysical hazards of humid tropical climates - Example in French Guyana. *Advances in Animal Biosciences*, 1(2) : 434-435.

*Lefeuvre J.-C., 1984. La Guyane. Présentation générale et programmes de recherche interinstituts. In *Prairie guyanaise et élevage bovin*. Actes de la réunion interinstituts Inra, Orstom, Gerdat, Cayenne-Suzini, 15-16 décembre 1981. les colloques de l'Inra n° 24, 350 p.

Magda D., Duru M., Huguenin J., Gleizes B., 2006. Impact of shading and cutting on the demography and composition of *Mimosa pudica* L., a ligneous weed species of tropical grasslands. *Grass and Forage Science*, 61, 89-96.

Vivier M., Vissac B., Matheron G. (eds), 1995. L'élevage bovin en Guyane - Une innovation majeure dans un milieu équatorial de plaine, 1975-1990. Cirad-Emvt, Inra, Repères, 302 p.



Étude 2

Les prairies permanentes cultivées en Nouvelle-Calédonie, Pacifique Sud

B. Toutain et H. D. Klein

Contexte

La Nouvelle-Calédonie, île du Pacifique Sud proche du tropique du Capricorne, est une chaîne de montagne qui émerge de l'océan sur 500 kilomètres de long, originellement couverte de forêts. Les pentes exploitables ont été en grande partie défrichées ou savanisées. La densité de population hors des villes est de l'ordre de 5 hab. /km². Les productions végétales agricoles sont peu étendues et se limitent aux terres basses les plus favorables. Le reste est le domaine de l'élevage extensif en *ranching*. Le climat est de type tropical océanique. Le long de la côte ouest de la Grande Terre se trouve une étendue exploitable vaste, au climat plus sec (700 à 1 200 mm de pluies annuelles), tandis que le long de la côte est, la zone de terre est beaucoup plus arrosée et étroite.

Les conditions climatiques et sanitaires sont particulièrement bonnes pour les bovins à viande, beaucoup moins pour les petits ruminants. La production de viande bovine suffit au marché local, mais les faibles volumes produits et l'éloignement ne sont pas favorables à l'exportation. Pour la production laitière, la qualité du fourrage et le prix élevé des compléments alimentaires importés ne permettent pas une production concurrentielle du lait importé d'Australie. Depuis la fin du xx^e siècle, le cerf rusa, jadis introduit d'Indonésie et devenu un gibier très prisé, est élevé dans des ranchs spécifiques visant un marché local de luxe et un peu l'exportation.

Le cheptel bovin (111 000 têtes en 2002 pour une population de 245 000 habitants) est élevé en ranching dans des exploitations privées

appelées stations d'élevage (près de 1500 stations en 2002), qui couvrent généralement quelques centaines d'hectares et sont divisées en grandes parcelles clôturées ou *runs*.

Les prairies naturelles, plus ou moins dessouchées, ont été envahies par des plantes fourragères introduites ou subsponnées, variables selon les situations.

Sur la côte ouest, les prairies naturelles sont à base de graminées pérennes supportant bien le pâturage continu et la période sèche. Parmi celles-ci, sur sols bien drainés, la plus commune est *Heteropogon contortus* consommée seulement pendant quelques mois de l'année, d'abord à un stade jeune en début de saison des pluies, puis après la chute des graines épineuses en fin de saison sèche. Sur sols argileux, *Bothriochloa pertusa*, espèce semi-dressée très couvrante, est consommable à tous les stades.

Sur la côte est, les prairies sont des pelouses à base de graminées gazonnantes, comme *Axonopus affinis*, *Paspalum conjugatum* et *Stenotaphrum dimidiatum*.

Amélioration des prairies

Pour pallier la faible productivité des pâturages « naturels » (entre 1 et 2 t MS/ha/an, 0,2 à 0,3 UGB/ha), les éleveurs les améliorent en semant des espèces commercialisées provenant pour la plupart d'Australie. Ils installent des prairies permanentes en culture pure ou en mélange. Le choix dépend du microclimat de la parcelle, du type de sol, de l'utilisation envisagée et des préconisations du moment.

Les espèces les plus prisées sont presque toutes des graminées : *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* (plusieurs cultivars), *Chloris gayana*, *Setaria sphacelata*, *Paspalum plicatulum*, et *Cenchrus ciliaris* dans les zones les plus sèches. Plusieurs sorghos fourragers sont semés pour une production annuelle.

L'implantation des légumineuses est plus difficile à réussir que celle des graminées. Les espèces de légumineuses sont : *Stylosanthes guianensis*, *Macroptilium atropurpureum*, *Neonotonia wightii* et *Chamaechaerista rotundifolia*. Avec des productions de 5 à 10 t MS/ha, les charges moyennes sont alors de 0,5 à 0,6 UGB/ha, permettant des productions de viande de 30 à 50, et parfois 100 kg carcasse /ha/an.

Pour la mise en place de ces prairies, le terrain peut être défriché au bulldozer, soussolé si nécessaire, labouré à la charrue à disques,



fertilisé, puis semé, souvent à la volée avec un semoir centrifuge. Après quatre à six mois d'installation sans exploitation de la prairie, les premières utilisations sont modérées pour garantir une bonne couverture du sol. Ces prairies améliorées sont ensuite gérées en rotation, pour éviter la disparition des espèces installées sous l'effet de la pâture continue et pour limiter le retour de plantes spontanées.

Pour améliorer leurs pâturages certains exploitants utilisent des techniques très extensives, rapides et peu coûteuses, à base de sursemoirs achetés en Australie et appelés *band-seeders* ou *chisel seeders* selon l'outil utilisé pour l'ouverture du sol. Ces outils assurent en un seul passage et successivement sur des lignes très espacées l'épandage d'herbicide à faible rémanence, l'ouverture d'un sillon, le semis d'un mélange de quatre à cinq semences différentes, l'épandage d'engrais et la fermeture du sillon. Ces outils sont utilisés sur la côte ouest sèche de Nouvelle-Calédonie pour améliorer les pâturages à base d'*Heteropogon contortus*, graminée subspontanée (introduite mais implantée spontanément), consommée seulement pendant quelques mois de l'année au stade jeune en début de saison des pluies et après la chute des graines en fin de saison sèche. Les éleveurs sursèment un mélange complexe de quatre plantes, une graminée (*Panicum maximum*) et quatre légumineuses (*Stylosanthes guianensis* et *S. hamata*, *Cassia rotundifolia* et *Desmanthus virgatus*).

Après une mise en défens de quatre à six mois, pour permettre l'établissement d'une partie ou de la totalité de ces plantes, une gestion modérée et régulière permet aux plantes fourragères semées de coloniser une grande partie de la surface en quelques années et d'obtenir ainsi un pâturage appétible toute l'année et de bien meilleure valeur fourragère, même si la production végétale totale n'est pas augmentée.

La principale difficulté à l'installation des prairies, puis à leur maintien, provient des risques d'invasion par les plantes adventices. Après le semis, la levée non désirée et la croissance rapide de plantes annuelles ou brièvement pérennes peuvent étouffer les graminées et les légumineuses semées et les faire disparaître. On craint notamment *Ocimum gratissimum* (ou faux basilic), *Elephantopus mollis*, *Bidens pilosa*, *Stachytarpheta angustifolia*. Plus tard, au cours des années d'utilisation, des plantes pérennes risquent d'envahir les prairies et d'en réduire considérablement la production. Ce sont la petite légumineuse épineuse *Mimosa pudica*, les arbustes *Vitex trifolia*, *Lantana camara*, *Acacia farnesiana* et même localement quelques espèces arborées comme *Melaleuca quinquenervia* (indigène) ou *Acacia nilotica*

(introduite). L'arbuste *Leucaena leucocephala* est aussi une plante envahissante sur sols alcalins drainés, mais sa présence est plutôt recherchée dans le pâturage car c'est une excellente plante fourragère en complément des graminées.

L'envahissement par les arbustes peut être maîtrisé par des opérations de destruction chimique ou mécanique (gyrobroyage); l'utilisation de désherbant sélectif lors du semis ou après la levée accroît le coût d'établissement de la prairie. Par la suite, des modes de gestion adéquats des pâturages et les opérations d'entretien permettent de réduire les risques d'envahissement par les arbustes.

L'entretien des prairies repose sur deux pratiques associées :

- d'abord une stricte utilisation en rotation pendant la saison des pluies. L'idéal est un séjour court du bétail avec une forte charge instantanée, ce qui n'est possible que si les parcelles sont relativement petites. Ce dispositif nécessite un réseau important de clôtures;
- ensuite, le passage régulier d'un gyrobroyeur pour éliminer à la fois les refus et rabattre les plantes adventices. Néanmoins, certaines espèces invasives comme le *Vitex* semblent stimulées par cette opération.

La conservation des fourrages n'est pas une pratique courante, car ces prairies sont exploitables toute l'année, même s'il y a des variations importantes de productivité selon les saisons. La coupe pour récolter du foin est relativement peu pratiquée. Quelques agro-éleveurs produisent du sorgho annuel fourrager, généralement accompagné de l'irrigation par aspersion, il est exploité en coupe en vert et partiellement en ensilage. La production de maïs grain pour les chevaux et les bovins a été freinée à cause des risques de toxicité induits par la fusariose, maladie fongique favorisée par le climat.

Commentaires sur le système fourrager néo-calédonien

Plusieurs facteurs concourent à favoriser durablement l'élevage en ranching : les conditions pédoclimatiques généralement plus propices aux graminées fourragères qu'aux cultures annuelles comme les céréales, une densité de population faible, le niveau de vie (économique) de la population relativement bon grâce aux exportations minières et au commerce local très actif, l'investissement de certains revenus salariés ou commerciaux dans l'élevage, la pluriactivité



fréquente des éleveurs, et l'équipement mécanisé, souvent dérivé de participations anciennes aux activités d'extraction minière.

L'élevage néo-calédonien fut encouragé lors des deux guerres mondiales par les forts besoins en viande de la métropole et des Alliés, mais doit se limiter à présent à couvrir les besoins intérieurs. Les perspectives actuelles de développement sont l'amélioration génétique du bétail, avec des niveaux très bons obtenus par certains éleveurs, et la baisse des coûts de production. La qualité du pâturage et la baisse des coûts d'entretien par de bonnes pratiques sont donc des éléments clés de cette évolution.

Représentativité de l'exemple de la Nouvelle-Calédonie

Les conditions climatiques, le système d'élevage dominant et les techniques d'élevage s'apparentent à ceux de la côte est de l'Australie voisine, qui a servi de modèle, d'autant plus que les premiers ranchs en Nouvelle-Calédonie ont été créés par des colons australiens ou anglais ; ce modèle est apparenté à celui de l'ouest des États-Unis.

L'Australie a développé après la deuxième guerre mondiale une recherche très appliquée en élevage tropical, avec notamment un programme très structuré de prospection, d'introduction et de sélection des espèces fourragères, les meilleures étant diffusées sur le marché international des semences. Une partie de leur production de viande est destinée à l'exportation. Les changements climatiques qui se dessinent favorisent plutôt les régions à dominante d'élevage bovin et pénalisent les régions plus arides où se pratique l'élevage ovin.

Des formes d'élevage similaires existent en Papouasie Nouvelle-Guinée et aux îles Fidji. Dans les autres îles du Pacifique, les surfaces disponibles pour des pâturages sont très limitées ou concurrencées par d'autres productions agricoles (canne à sucre, cocotier). Autre pays d'élevage de la région, la Nouvelle-Zélande n'est pas sous l'influence d'un climat tropical.



Étude 3

Les prairies permanentes en altitude à la Réunion, océan Indien

V. Blanfort, P. Salgado et O. Fontaine

Contexte

Île volcanique située à 700 kilomètres à l'est de Madagascar, la Réunion bénéficie d'un climat tropical austral à tendance océanique, nuancé par l'orographie et l'altitude, ce qui donne lieu à une multitude de microclimats. Il existe une dissymétrie entre la côte exposée au vent, humide tout au long de l'année à cause des alizés océaniques, et la côte protégée du vent, caractérisée par une saison sèche marquée de 6 à 8 mois dans «les Bas» et de deux à trois mois dans «les Hauts». Au-dessus de 1 600 m, les températures chutent avec un minima absolu inférieur à 0 °C.

L'agriculture est caractérisée par la petite exploitation familiale et la spécialisation territoriale. Elle occupe 55 000 ha, soit un peu moins d'un cinquième du territoire, et emploie près de 20 000 personnes (6% de la population active). La culture de la canne à sucre a traditionnellement contribué à l'aménagement du paysage réunionnais et occupe aujourd'hui 57% de la surface agricole. L'agriculture réunionnaise s'oriente depuis plusieurs années vers une diversification des productions : élevage, fruits et légumes.

Les filières animales progressent, notamment l'élevage bovin, avec des races spécialisées d'origine européenne. Les plaines d'altitude et les Hauts de l'île constituent les zones principales d'élevage bovin (naisseur et lait) ; on y trouve aussi quelques troupeaux d'ovins. Les prairies des Hauts occupent environ 20% de la surface agricole et remplissent à la fois des fonctions agropastorales, paysagères et environnementales. Dans les Bas, se situent la production de foin de *Chloris* et l'engraissement des taurillons. Sur les savanes de l'ouest pâturent les

bœufs moka, population locale résiduelle, tandis que sur la côte est, des élevages de cerf rusa subsistent sur des pâturages à base de graminées tropicales. L'élevage des caprins se fait un peu partout sur l'île, principalement en bâtiment, avec un affouragement à l'auge.

Les andosols et les sols à caractère andique, très sensibles à l'érosion, couvrent près de 50% de l'ensemble de l'île. L'installation de prairies est aujourd'hui reconnue pour ses effets bénéfiques dans la protection des sols contre l'érosion, l'environnement et la biodiversité, notamment la régulation du cycle de l'eau et de l'azote, l'accumulation de la matière organique dans le sol et la séquestration de carbone atmosphérique, le recyclage des nutriments, la contribution à la biodiversité floristique et faunistique. Les prairies constituent un élément essentiel de l'activité agricole et de l'aménagement du territoire de la Réunion qu'il faut à la fois préserver, entretenir et optimiser quant à sa capacité à produire la biomasse fourragère dont dépendent les élevages.

Espèces fourragères et modes d'exploitation

À la Réunion, la croissance de l'herbe est fortement influencée par l'alternance des saisons. Le choix des espèces fourragères prend en compte l'objectif de la culture (pâturage, fauche), les caractéristiques physiques du foncier et le climat.

Dans les terrains non mécanisables, la pâture des bovins et des petits ruminants pendant la majeure partie de l'année est le seul mode d'exploitation possible. Bien que le plus économique, il présente certains risques tels que le gaspillage d'herbe en saison des pluies et la dégradation des prairies. Cependant, certaines plantes comme les cannes et les céréales fourragères ne peuvent pas être pâturées. Il est nécessaire de faucher la prairie pour mettre le fourrage à disposition des animaux, en particulier lorsque les parcelles ne sont pas accessibles au troupeau ou que les animaux sont élevés en stabulation (zéro pâturage). Le fourrage récolté est distribué aux animaux en vert ou conservé en sec.

Les éleveurs sont amenés à constituer des réserves sous forme d'ensilage ou de foin pour pallier le déficit fourrager de saison fraîche. Il est possible de combiner sur une même parcelle pâturage et récolte mécanique; ce mode d'exploitation mixte favorise la régulation des stocks et l'entretien des prairies.



Chargements en animaux

Le choix du mode d'exploitation d'une prairie est lié à la notion de chargement animal, critère essentiel de gestion et d'entretien des prairies, et aux rythmes biologiques saisonniers très contrastés typiques des régions tropicales humides. La production d'herbe est donc très irrégulière en quantité et en qualité au cours de l'année, ce qui entraîne des situations de déséquilibre entre l'offre alimentaire et la demande du troupeau. La très forte disponibilité en herbe durant la saison des pluies est difficile à maîtriser, alors que le ralentissement, voire l'arrêt, de la croissance végétative pendant la saison fraîche peut entraîner des situations de déficit fourrager.

Le Cirad a mené, de 1992 à 1996, une recherche finalisée dans le domaine de la gestion des pâturages en relation avec les pratiques des éleveurs. L'objectif était d'élaborer des propositions techniques pour la gestion des prairies, permettant d'améliorer l'alimentation des animaux au pâturage tout en assurant la pérennité des ressources fourragères. Les outils d'aide à la décision qui en sont issus ont ensuite été transférés au développement. En 1996, le principal partenaire de cette opération, l'UAFP (Union des Associations foncières pastorales) a créé un nouveau volet d'intervention, intitulé « Le conseil en gestion des prairies ».

En fonction de la structure foncière de son exploitation, l'éleveur évalue en premier lieu le nombre et la superficie des parcelles à créer. L'idéal est de disposer d'un nombre de parcelles suffisant pour laisser à l'herbe le temps de repos nécessaire entre deux passages du troupeau ou entre deux récoltes mécaniques. Le premier critère est celui de la production, ainsi l'herbe doit atteindre une hauteur optimale pour fournir à l'animal la possibilité de prélever les plus grandes quantités avec une valeur alimentaire optimum; généralement, les graminées atteignent cette hauteur en un minimum de 30 jours. Le second critère de gestion s'appuie sur le temps de séjour des animaux, s'il est trop long il y a surpâturage, l'herbe ne peut pas reconstituer ses réserves lui permettant de produire une repousse quotidienne rapide après passage du troupeau. Une hauteur d'herbe résiduelle de 10 cm environ a été déterminée, le respect de ce seuil permet de diminuer les risques de baisse progressive du rendement de l'herbe. Le temps de repos idéal varie aussi en fonction de l'espèce cultivée, des conditions climatiques et des pratiques de fertilisation.

Fertilisation des prairies

La fertilisation des prairies dépend de plusieurs facteurs dont les plus importants concernent le type de sol, les espèces fourragères, la saison, le mode d'exploitation et le niveau de production, les restitutions par les animaux (déjections) et le lessivage par les pluies.

À la Réunion, les exploitations d'élevage herbager, essentiellement localisées en altitude, sont confrontées aux contraintes agronomiques des andosols, à savoir une forte acidité et une faible minéralisation de l'azote. Celles-ci induisent des risques de carence minérale dans les prairies; le Cirad a donc été amené à compléter les travaux déjà réalisés sur la fertilisation des prairies par des méthodes prenant en compte la nutrition minérale du végétal. L'objectif était également de fournir aux éleveurs un outil de diagnostic des pratiques de fertilisation opérationnel et visant la maîtrise de la production et sa durabilité. L'analyse d'un prélèvement d'herbe fournit des indices de nutrition minérale et permet donc d'effectuer le diagnostic de fertilité du sol.

Depuis la fin des années 1990, les pratiques de fertilisation ont fortement évolué. La nature des engrais utilisés et les doses apportées sont désormais mieux adaptées aux contraintes biologiques saisonnières. La production fourragère est devenue plus régulière dans l'année et de meilleure qualité nutritive.

Il n'y a pas de calendrier de fertilisation type car les situations géographiques et climatiques sont multiples. De plus, chaque exploitation a ses objectifs de production, la demande du troupeau déterminant la quantité de fourrage à produire. Les dates d'apports des engrais sont donc choisies en fonction des fluctuations climatiques saisonnières et des besoins alimentaires des troupeaux.

En saison des pluies, une fertilisation moins riche en azote, un ensilage des excédents et l'existence de pluies tardives peuvent abaisser le pic de production fourragère et le décaler vers la fin de la saison. Les rythmes d'exploitation de l'herbe étant mieux maîtrisés, les animaux consomment une herbe plus jeune et de qualité meilleure pendant la saison chaude. En saison fraîche, la stimulation de la pousse de l'herbe avec des apports fractionnés d'engrais plus fortement dosés en azote assurent le maintien de la production herbagère.

Depuis une vingtaine d'années, les chercheurs ont observé une baisse de la matière organique des sols cultivés à la Réunion, en raison de la minéralisation de la matière organique, conséquence de la stimulation de l'activité biologique des sols par l'utilisation d'engrais minéraux.



Les agriculteurs sensibilisés à l'intérêt agronomique des amendements organiques en apportent régulièrement, mais en quantité et en qualité insuffisantes. Actuellement, la valorisation des effluents d'élevage et leur intégration dans le plan de fertilisation sont devenues des priorités pour la plupart des éleveurs réunionnais ; le but étant de les valoriser au mieux en les substituant, autant que possible, aux engrais minéraux coûteux et responsables de la disparition de la matière organique.

Durabilité et entretien des prairies

À plus ou moins long terme, sans gestion raisonnée, les prairies cultivées se dégradent sous l'effet de l'exploitation intensive des espèces fourragères. L'estimation de l'état de dégradation est une étape importante dans la gestion des prairies.

La phase de recherche a montré l'influence dominante et structurante des pratiques sur l'état et le maintien de la flore des prairies. Leur dégradation est principalement due à une mauvaise maîtrise du couplage entre la fertilisation, la durée des cycles de pâturage et le taux de consommation des animaux. Certains éleveurs maîtrisent cette combinaison de pratiques et maintiennent des prairies pauvres en espèces (végétation naturelle à *Philippia montana*), mais aux qualités agronomiques durables. Dans d'autres situations, la végétation se dégrade rapidement, avec dans un premier temps une augmentation du nombre d'espèces puis un envahissement par *Ulex europaeus* (l'ajonc d'Europe) et/ou *Acacia mearnsii*, qui devient irréversible.

Les recommandations des pratiques d'entretien favorisent les « bonnes » espèces fourragères pour éviter qu'elles ne cèdent la place aux espèces de moindre valeur. La fertilisation joue un rôle important car la disparition d'espèces fourragères peut résulter d'une carence minérale provoquant un déséquilibre dans la nutrition de la plante. Inversement, une forte fertilisation azotée peut provoquer un déséquilibre entre une production d'herbe importante et une faible utilisation (chargement insuffisant, espacement des passages).

La dégradation s'accroît avec les problèmes de surproduction d'herbe ou de sous-consommation. La hauteur d'herbe après la coupe est un indicateur de l'amélioration de la prairie et d'une meilleure gestion. Le rythme d'exploitation des prairies doit limiter les risques de surexploitation ou de sous-exploitation de l'herbe. En effet, l'herbe surpâturée ou fauchée trop court repousse difficilement et laisse progressivement la place aux mauvaises herbes. Dans les prairies sous-exploitées, les

espèces fourragères et les adventices sont en compétition pour l'espace et les ressources comme l'air et la lumière, souvent au détriment des espèces fourragères et en faveur de l'envahissement des prairies par des Cypéracées, des *Agrostis* sp. et des *Cynodon dactylon*.

Une pâture complète et propre est signe d'un pâturage réussi. L'alternance entre pâture et récolte mécanique ralentit également les dégradations dues au pâturage exclusif. Par exemple, dans une même parcelle, faucher l'excédent d'herbe de saison des pluies permet de compléter le pâturage de saison fraîche (report de stock). Les écosystèmes herbagers stables, non dégradés, non surpâturés, remplissent leur fonction de couverture du sol. Celle-ci est essentielle dans un milieu comme celui de l'île de la Réunion, pour limiter les risques de dégradation liés au ruissellement, à l'érosion et au lessivage des éléments minéraux. Optimiser la gestion des prairies est d'autant plus important que cela contribue, d'une part, au bon fonctionnement de l'élevage et de la prairie et d'autre part, à la conservation de la biodiversité et à l'amélioration de la qualité des eaux.

Conclusion

Les prairies de la Réunion doivent être considérées comme des ressources alimentaires-clés pour les herbivores, mais aussi comme des ressources environnementales d'avenir. Les prairies sont des ressources naturelles renouvelables dont l'île peut disposer.

Les actions de recherche-développement engagées depuis plusieurs années par le Cirad et l'Association réunionnaise de pastoralisme ont comme objectif d'accompagner les éleveurs à améliorer les performances techniques et économiques de leurs exploitations tout en préservant l'environnement à la Réunion.

Bibliographie

Barbet Massin V., Grimaud P., Michon A., Thomas P., 2004. *Guide technique pour la création, la gestion et la valorisation des prairies à la Réunion*. Plaine des Cafres, UAAP, 99 p. Url : http://greforec.cirad.fr/en/resources/library/agronomie_et_systemes_de_culture/guide_technique_des_prairies_a_la-Reunion-http://greforec.cirad.fr/content/download/6504/38463/file/Guide_technique.pdf

Blanfort V., 1998. *Agroécologie des pâturages d'altitude à l'île de La Réunion. Pratiques d'éleveurs et durabilité des ressources herbagères dans un milieu à forte contrainte*. Thèse de doctorat, Montpellier, Cirad-EMVT, 335 p.



Blanfort V., Lecomte P., Choisis J.P., D'aquino P., Gerbaud S., 2008. Construction et transfert d'outils d'aide à la décision pour la gestion du pâturage en contexte tropical : La Réunion et la Nouvelle-Calédonie. In : Cruz P., Jouany C., Theau J.P., *Outils pour la gestion des prairies permanentes*, Toulouse, 6-8 juillet 2005. *Les cahiers d'Orphée 1*, 301-313.

*Constantin P, 2006. Dynamiques de la flore prairiale à la Réunion et pratiques de gestion. Prémices vers un guide pour un diagnostic floristique des prairies de la Réunion. Rapport de stage année de césure Ensa Rennes, Cirad Réunion, 70 p.

Grimaud P, Thomas P., 2002. Les systèmes d'alimentation à base de graminées dans les élevages bovins de l'île de La Réunion. *Fourrages*, 44, 202-223.

Grimaud P. (ed.), 2003. Les outils d'aide à la gestion des fourrages. Actes du Symposium Régional Interdisciplinaire sur les Ruminants, Élevage et Valorisation, Saint-Denis, La Réunion, 10-13 mai 2003. Saint-Denis, La Réunion, Cirad, 73 p.

Mandret G., Hassoun P., Paillat J.M., Tillard E., Blanfort V., 2000. *L'élevage bovin à la Réunion - Synthèse de quinze ans de recherche*. Montpellier, Cirad, Coll. Repères, 391 p.



Étude 4

L'amélioration des ressources fourragères en Afrique subsaharienne subhumide

H. D. Klein et P. Grimaud

En Afrique subsaharienne au début du **XXE** siècle les zones les plus sèches étaient occupées par des éleveurs transhumants et les zones un peu plus humides par des agriculteurs plus ou moins itinérants. Néanmoins, en un siècle avec l'accroissement rapide de la population et les sécheresses des années 1970 et 1980, les éleveurs et leurs troupeaux ont migré vers le sud, plus humide, et les agriculteurs vers le nord, plus sec, à la recherche de nouvelles terres.

Évolution des systèmes de production

Actuellement, agriculteurs et éleveurs cohabitent sur les mêmes terroirs et pratiquent de plus en plus les deux activités :

- l'éleveur devient agropasteur, mais garde comme objectif principal la production animale, même s'il cultive de plus en plus avec des animaux de trait, souvent des bovins, pour diversifier ses revenus et s'assurer des droits sur le foncier ;
- l'agriculteur devient agro-éleveur, mais garde comme objectif principal la production végétale, même s'il achète du bétail pour la traction attelée et pour investir ses revenus de l'agriculture.

Toutes les nuances existent entre le pastoralisme et l'agriculture ; les transitions peuvent se faire dans les deux sens, au gré des circonstances (prix et marché des produits, débouchés, conditions climatiques, évolutions foncières, etc.). Cependant, les règles foncières favorisent nettement l'usage agricole, seul reconnu pour réserver à son utilisateur des droits sur le sol, alors que l'élevage n'en procure pas.

Depuis les années 1960-1970, les évolutions concomitantes de l'élevage et de l'agriculture ont presque partout conduit à une augmentation et à

une dispersion des surfaces cultivées, à une diminution et à un émiettement de l'espace pastoral, et à une diminution, voire une disparition de la jachère. Ces changements ont transformé les relations entre l'agriculture et l'élevage, à savoir :

- dans les premiers stades agraires, la fertilité des champs était entretenue par la jachère longue et l'alimentation des troupeaux bovins était assurée par les parcours proches, voire plus lointains (transhumances) ;
- avec le raccourcissement des jachères, l'association de l'agriculture et de l'élevage devient une pratique avantageuse pour les agriculteurs et les éleveurs qui signent des contrats de fumure ;
- le développement d'exploitations mixtes provoque une compétition à la fois pour la terre et pour les ressources fourragères. La mise en place de plantes fourragères devient une nécessité pour l'élevage et l'agriculture ; ces introductions, s'avèrent cependant toujours délicates.

▮ Variations et évolutions des techniques utilisées

Les plantes fourragères et les techniques d'introduction ont varié selon les régions et les époques. Quatre stades d'amélioration des ressources fourragères sont présentés, de la prairie permanente à l'intégration totale des cultures fourragères dans le système de culture :

- prairies permanentes en Côte d'Ivoire et au Burkina Faso
- banques fourragères au nord du Nigeria
- soles fourragères au Mali et au Burkina Faso
- cultures à usages multiples et plantes à deux fins (alimentation animale et humaine)

Prairies permanentes en Côte d'Ivoire et au Burkina Faso

Contexte

Dans les terroirs agricoles du nord de la Côte d'Ivoire et du sud du Burkina Faso de très nombreux éleveurs originaires des zones sahéliennes se sont sédentarisés pour produire de la viande et dans une moindre mesure du lait en zone de savane subhumide. Afin de faciliter leur intégration dans les années 1980, des prairies permanentes ont été installées dans le cadre de projets pour nourrir les animaux pendant la saison des pluies. Dans cette optique, des travaux ont été conduits d'abord en station expérimentale afin d'élaborer des référentiels sur les performances attendues d'animaux pâturant sur ces mêmes prairies.

Implantations des prairies permanentes

De bons résultats ont été obtenus en associant la graminée *Panicum maximum* cv. C1 à la légumineuse *Stylosanthes hamata* cv. Verano ; la



graminée apporte l'essentiel du fourrage et rehausse le taux de matière organique avec son système racinaire développé, tandis que la légumineuse apporte un petit complément fourrager riche en protéines et l'azote nécessaire à la graminée. La principale difficulté est de maintenir une association stable ; en cas de surpâturage ou de carence en azote, la légumineuse se multiplie et comble rapidement les vides laissés par la graminée. Le feu, en revanche, défavorise la légumineuse et peut entraîner sa disparition s'il agit plusieurs années consécutives.

Dans le nord de la Côte d'Ivoire, plus de 1500 ha ont été installés entre 1983 et 1990 par la Sodepra (Société de développement des productions animales), chez des éleveurs peuls et des paysans autochtones. Dans ce système, le paysan fournissait la terre et toutes les autres installations étaient assurées par le projet sur la base d'un prêt remboursable. Au sud du Burkina Faso, cette implantation s'est faite plus tardivement (1995) après que des essais en station aient montré la bonne adaptabilité de ces fourrages à cette région. Des parcelles de démonstration ont été mises en place chez des éleveurs pilotes, avec des boutures de *P. maximum* provenant de la station expérimentale du Cirde et des graines de *S. hamata* achetées à la ferme semencière de Badikaha en Côte d'Ivoire. Les éleveurs ont mis à disposition des parcelles d'une surface inférieure à 1 ha et ont participé au coût de la clôture à hauteur de 30 %.

Selon que les prairies permanentes sont implantées après une culture sarclée, une jachère plus ou moins récente ou une défriche, les travaux de préparation du sol et donc les coûts, varient considérablement. Dans le souci de réduire ces coûts, la légumineuse peut être sursemée dans une jachère dominée par des graminées naturelles vivaces. Mais, quel que soit le lieu de son implantation, l'installation de la parcelle fourragère nécessite une main-d'œuvre importante à une période de l'année où la plupart des agropasteurs sont fortement sollicités pour la mise en place et l'entretien des cultures, ce qui représente une contrainte majeure de l'appropriation de la culture fourragère dans ces zones cotonnières d'Afrique subsaharienne.

Productivité des prairies

La productivité de l'association légumineuse et graminée varie beaucoup en fonction de la fertilité du sol et du climat. Elle est cependant le plus souvent supérieure à celle des parcours naturels environnants, variable selon le niveau de dégradation de ces parcours.

En Côte d'Ivoire, cette association est capable de résister durant cinq à dix ans à une exploitation paysanne courante, avec un intervalle de 30 jours entre les périodes de pâture, moyennant tous les cinq à dix ans des apports en phosphore pour compenser les carences du sol et les exportations. La biomasse maximale de cette association graminée et légumineuse, mesurée en fin de saison des pluies, sur des sols épuisés de la zone dense de Korhogo fertilisés à hauteur de 300 kg d'engrais ternaire à l'hectare, peut dépasser 4 t MS/ha. C'est une valeur très supérieure à celle d'une jachère restaurée à *Andropogon gayanus* (2 t/ha) ou d'une formation naturelle dégradée (moins de 1 t/ha).

Au Burkina Faso, les résultats sont moins satisfaisants, *S. hamata* ayant rapidement disparu des prairies sur lesquelles elle avait été mise en place. La légumineuse lève, mais elle est souvent surpâturée en saison des pluies et ne donne pas de graines. Dès la deuxième année, elle est totalement dominée par la graminée. Néanmoins, les éleveurs ont continué d'entretenir leurs prairies devenues monospécifiques, se satisfaisant de la forte production fourragère obtenue avec *P. maximum* seul (de 6 à 15 t MS/ha en période active de végétation).

Banques fourragères au nord du Nigeria

Le concept de banque fourragère, qui constitue le plus souvent la première tentative d'introduction de cultures fourragères dans les terroirs subsahariens, a été élaboré à la fin des années 1970 à Kaduna au nord du Nigeria, dans la zone subhumide par le Cipea (Centre international pour l'élevage en Afrique devenu ILRI, International Livestock Research Institute), l'IITA et les partenaires nationaux de recherche. La banque fourragère, permet de constituer un complément disponible aux périodes critiques pour certaines catégories d'animaux. La banque fourragère est une parcelle de quelques hectares, mise en place par un agro-éleveur, clôturée pour permettre l'installation et la gestion de légumineuses fourragères. Elle est pâturée quelques heures par jour pendant la saison sèche par les animaux en gestation et en lactation.

La légumineuse pérenne initialement choisie, *Stylosanthes guianensis*, a été rapidement abandonnée du fait des attaques d'une maladie cryptogamique, l'antracnose, et de sa sensibilité au feu. Elle a été remplacée par *Stylosanthes hamata*, une légumineuse bisannuelle tolérante à l'antracnose et se resemant spontanément; riche en azote elle enrichit le sol même en saison sèche. La production peut atteindre 4 à 6 t MS/ha/an pendant 3 à 4 ans, à un coût qui doit rester inférieur à celui des aliments complémentaires comme les tourteaux. Un parc



fourrager intensif de l'ordre de 4 à 6 hectares pour un troupeau de 100 têtes permet une amélioration sensible des performances du troupeau. La baisse de la mortalité, la hausse de la fécondité et l'augmentation de la production laitière permettent de rentabiliser la culture fourragère.

Pour profiter de l'azote fixé par la légumineuse évalué à 45 kg/ha de N (Tarawali 1991) et de la matière organique résultant du recyclage d'une partie de sa biomasse, mais aussi de l'effet améliorant sur les propriétés physiques du sol, il a été recommandé d'installer une céréale sur la parcelle après la banque fourragère. Ainsi le système banque fourragère a évolué en sole fourragère.

Soles fourragères au Mali et au Burkina Faso

Dans la zone cotonnière du Mali les plantes fourragères ont été introduites parmi les parcelles de culture, sous forme de soles fourragères, essentiellement pour nourrir les animaux de trait. Ces soles fourragères ne nécessitent pas de clôtures, alors que celles-ci sont indispensables pour protéger les banques fourragères, implantées hors parcelles de culture. L'installation de cultures fourragères parmi d'autres cultures, souvent des céréales ou des cotonniers, suppose qu'il y ait suffisamment de surfaces disponibles et que les champs ne soient pas trop dispersés pour faciliter la mise en place, le gardiennage et la récolte. En saison des pluies, ces cultures au milieu des champs cultivés bénéficient de la protection traditionnelle des champs, hors de portée des animaux jusqu'à la fin des récoltes. Ensuite, l'ensemble des terroirs villageois étant ouvert à la vaine pâture, l'agro-éleveur qui veut utiliser cette production doit récolter et conserver le fourrage obtenu.

Grâce à l'encadrement du projet et à la prise en charge par la société de développement de la multiplication et de la fourniture des semences fourragères, le projet des soles fourragères a concerné plus de 5000 exploitants et plus de 5000 ha. Les espèces fourragères les plus utilisées sont le niébé (*Vigna unguiculata*), la dolique (*Dolichos purpureus*) et dans une moindre mesure le stylo (*Stylosanthes hamata*). Les plantes étaient fauchées et récoltées en début de saison sèche et le foin stocké servait généralement à l'alimentation des animaux de trait et des vaches laitières, ou était vendu en ville pour l'alimentation du petit bétail.

Actuellement avec la quasi-disparition des sociétés de développement, tout au moins sous leurs formes anciennes, ces cultures ont beaucoup régressé et ne sont plus systématiquement pratiquées par la majorité des exploitants, mais d'autres formes et d'autres plantes ont fait leur apparition comme *Mucuna pruriens*. Il est généralement difficile de

déterminer avec précision les surfaces occupées par ce type de culture, car, d'une part elles ne sont pas recensées dans la plupart des pays, et d'autre part beaucoup de plantes fourragères sont mises en place pour de multiples usages.

Cultures à usages multiples et plantes à deux fins

La plante fourragère est semée en association essentiellement avec les céréales pour mettre en place au cours de la saison sèche, voire sur plusieurs années des ressources fourragères sous forme de jachères améliorées. Cette technique permet aussi d'utiliser la plante fourragère comme plante de couverture ou comme support pour les semis directs sur couverture végétale (SCV).

Le semis en association est réalisé un bon mois après celui de la céréale, le plus souvent lors du dernier sarclage. Cela entraîne souvent une plus faible production de la céréale, mais si l'on maintient la culture fourragère une deuxième année, voire une troisième, l'effet sur la fertilité du sol est intéressant (voir aussi plus loin les SVC).

L'association de deux plantes sur la même parcelle a une répercussion sur les rendements des deux plantes, l'objectif étant toujours de choisir un mode d'association qui pénalise le moins possible la culture principale, vivrière ou industrielle, première source de revenus.

Au Cameroun par exemple sur les très nombreuses légumineuses testées, celles qui ont été expérimentées avec succès sont :

- *Calopogonium mucunoides* excellente plante de couverture, mais médiocre plante fourragère, plutôt consommée sèche ;
- *Stylosanthes hamata*, excellent fourrage bisannuel, facile à associer à une céréale en raison de son faible développement en première année. Il se resème facilement malgré la pâture de saison sèche, en raison d'une forte production précoce de graines et colonise durablement la parcelle, puis progressivement les vieilles jachères alentours. Vingt ans après son introduction à Garoua (Nord Cameroun), cette espèce a colonisé toutes les friches dans un rayon de 10 km ;
- *Mucuna pruriens* et *M. deeringiana*, légumineuses annuelles faciles à planter et à récolter, mais entrent en compétition avec la céréale en raison de leur fort développement et de leur caractère volubile. Il est préférable de les cultiver en culture pure et de les récolter pour les distribuer en sec.

Des plantes à deux fins, vivrières et fourragères, sont utilisées traditionnellement depuis longtemps dans toutes ces régions, avec essentiellement deux légumineuses :



- le niébé (*Vigna unguiculata*). Les grains sont récoltés pour l'alimentation humaine (gousses), et les fanes sont ensuite collectées, séchées et conservées en hauteur à l'abri du bétail pour être distribuées en saison sèche aux petits ruminants (notamment pour la production de mouton de Tabaski);
- l'arachide (*Arachis hypogea*). La récolte des fanes d'arachide après la récolte des gousses est également très pratiquée; les ballots de fanes séchées font même l'objet d'un important commerce au Sénégal. En revanche, l'utilisation de l'arachide uniquement comme plante fourragère annuelle a été expérimentée avec des variétés spécifiques produisant un fourrage excellent, mais n'a pas été diffusée à notre connaissance.

Conclusion

L'atelier organisé en 1997 à Korhogo (Côte d'Ivoire) par le Cirades et l'Idessa a rassemblé chercheurs et développeurs de six pays de la zone ouest-africaine subhumide. Il a fait état de nombreux référentiels techniques, tout en soulignant la faible adoption des innovations de cultures fourragères. Un bilan de l'ILRI en 1999 sur les expérimentations conduites en Afrique de l'Ouest recensait cependant 19 000 ha de cultures fourragères aménagés chez 27 000 exploitants.

La culture fourragère à usages multiples est devenue un thème porteur pour les actions de développement dans cette zone, parce qu'elle permet, outre la production de fourrage, le maintien, voire la rénovation, de la fertilité des sols. Elle permet aussi la mise en place de fourrages à coûts réduits, en termes de temps de travail, mais aussi de surfaces disponibles.



Étude 5

Les jardins fourragers des élevages laitiers en Afrique de l'Est

P. Grimaud et B. Toutain

Certains petits producteurs des régions tropicales humides d'Afrique de l'Est entretiennent des surfaces fourragères près de leur ferme, comme ils le feraient pour des cultures vivrières. Les fourrages produits contribuent à l'alimentation de quelques animaux élevés de façon intensive. Ces petites surfaces de culture fourragère sont souvent appelées «jardins fourragers». Produits sur de bons sols de culture et exigeants en temps de travail, ces fourrages sont surtout destinés à des animaux dont on attend une production particulière, essentiellement des vaches laitières, souvent des bœufs de traction et parfois des animaux pour l'emboûche de finition.

Contexte

Conditions pour produire du lait

Dans la plupart des pays en développement, les besoins en produits laitiers sont partiellement couverts par les productions locales, l'essentiel étant importé. Pour réussir à produire et à commercialiser localement du lait ou du fromage, plusieurs conditions doivent être réunies :

- une demande solvable;
- des produits de qualité, à des prix abordables, compétitifs avec les produits importés;
- un approvisionnement en lait régulier;
- une rémunération suffisante. Le producteur vise un revenu à la hauteur du travail consenti et des investissements engagés, les frais de transports doivent donc être faibles et le réseau de commercialisation fiable;
- des conditions climatiques adéquates (précipitations relativement abondantes bien réparties toute l'année, et des températures modérées

ou possibilités d'irrigation) dans des régions tropicales peuplées. C'est le cas dans les régions influencées par les océans (comme le Vanuatu) ou dans les régions tropicales d'altitude (comme le Kenya, l'Ouganda, Madagascar ou le Nord du Vietnam);

Le lait, produit sur de petites exploitations pratiquant l'agriculture et l'élevage, est vendu frais chaque jour, ou écrémé et transformé en beurre, ou ensaché sous plastique et commercialisé frais de cette façon. Il est parfois transporté frais jusqu'à une laiterie qui effectue la pasteurisation et assure l'ensachage. La production de fromage permet de valoriser le lait des régions éloignées des centres de consommation, comme c'est le cas dans les «fabriquettes» du nord-est du Brésil.

Besoin de bœufs de traction

Les animaux de traction ont aussi de gros besoins alimentaires pendant leur période d'activité pour la culture attelée ou les transports. Outre ce qu'ils peuvent consommer sur les pâturages pendant les moments de repos, on leur apporte des fourrages conservés, produits par l'exploitation (résidus de récolte et sous-produits), ainsi que des aliments achetés. Là aussi, la culture fourragère peut apporter une part importante de l'alimentation des animaux de trait.

Production de fourrages

Pour la production laitière comme pour la traction animale, l'alimentation est le premier facteur limitant, le second étant l'aptitude génétique des animaux à produire beaucoup de lait ou à fournir de gros efforts. Dans une petite exploitation, pouvoir disposer d'un bon fourrage sans avoir à l'acheter est la condition principale d'une production économiquement viable.

Dans une exploitation agricole, les résidus et sous-produits des récoltes ne suffisent généralement pas à bien alimenter les vaches laitières ou les bœufs de traction en quantité et en qualité. Le recours à des cultures fourragères est souvent nécessaire; elles sont implantées sur de très bons sols, parfois en rotation avec les cultures, et entretenues et fertilisées. Les matières issues du nettoyage des étables, mélange de déjections et de refus de fourrage, produisent du fumier qui est recyclé sur les parcelles fourragères et sur les champs.

Les espèces fourragères utilisées sont exploitables pendant plusieurs années dans ces conditions. Le fourrage est coupé chaque jour, au fur



et à mesure des besoins, et souvent haché avant d'être présenté sur une portion de sol nettoyé ou dans une mangeoire. Pour soutenir la production des vaches laitières, les éleveurs apportent en complément des aliments qu'ils achètent : céréales, sous-produits agro-industriels, minéraux et vitamines.

Les cultures fourragères doivent se trouver à proximité de l'exploitation pour limiter la pénibilité du transport de fourrage. Les unités de production ont besoin d'une main-d'œuvre disponible tous les jours de l'année, familiale ou salariée.

La production de fourrage tient une place d'autant plus grande en amont de l'étable que le système de production est plus performant et intensifié :

- les systèmes les plus simples utilisent des pâturages et des ressources en herbe disponibles sur lesquels les animaux sont menés chaque jour. Les quantités produites quotidiennement sont faibles et très dépendantes de la quantité et de la qualité de ces ressources, donc des saisons ;
- les systèmes les plus maîtrisés disposent d'une surface fourragère cultivée très productive et l'exploitent en zéro-pâturage. Le fourrage est coupé chaque jour et distribué à l'auge, l'animal ne sortant pas de l'étable. De telles unités de production comptent un petit nombre d'animaux, mais les améliorations génétiques du cheptel permettent d'atteindre des productions quotidiennes de 5 à 10 litres de lait par vache. Bien sûr, un tel système comporte des risques, et nécessite une surveillance de l'état sanitaire.

Entre ces deux modèles, bien des variantes existent.

Pays concernés

À Madagascar, outre les races locales, une partie des étables laitières ont recours à des animaux améliorés par l'introduction de races laitières exotiques (Holstein, Pie Rouge Norvégienne), essentiellement sur les hauts-plateaux au climat tropical d'altitude. Les éleveurs apportent à l'auge en vert une partie du fourrage provenant de leur culture, principalement du *Pennisetum purpureum* produit soit sur des alluvions bien alimentés en eau, soit sur des terres irriguées. L'autre partie du fourrage est pâturée directement sur les prairies.

Au Kenya, 80 % de la production laitière est fournie par des petits paysans. Le recours aux cultures fourragères est fréquent, celles-ci

étant soit pâturées, soit coupées et distribuées en vert aux vaches : on parle de pâturage libre (*free grazing*), de pâturage partiel (*semi-zero*) ou de hors pâturage (*zero grazing*). Les espèces les plus utilisées sont *Pennisetum purpureum*, *Tripsacum laxum*, *Brachiaria ruziziensis*, *Setaria anceps*, et des feuilles d'arbres ou d'arbustes fourragers comme *Calliandra calothyrsus*, *Morus alba* et *Leucaena leucocephala*.

Au Rwanda, la race locale Ankole est encore très utilisée pour la production laitière. L'amélioration génétique avec la race Jersiaise ou la race Frisonne permet d'accroître la production laitière qui peut atteindre 10 l/jour. Les agriculteurs disposent de petites parcelles et le recours au bétail est nécessaire pour maintenir la fertilité des sols. Une partie de leurs surfaces est réservée aux fourrages coupés et distribués en vert.

En Ouganda. Une étude (voir étude 6) a été consacrée à l'Ouganda, où des conditions institutionnelles particulières ont permis un très large développement de ces jardins fourragers sous une forme assez originale.

Au Vanuatu, archipel du Pacifique sud, sous un climat chaud et humide, les quelques étables laitières existantes utilisent des pâturages qui ont été améliorés avec *Brachiaria decumbens* ou avec des légumineuses comme *Neonotonia wightii* (glycine). La race préférée est la Sahiwal.

Au Vietnam, dans les régions montagneuses du nord, la pénurie de fourrages, notamment en saison hivernale, limite la production des vaches laitières. En effet, quand la température moyenne de l'air est inférieure à 15°C, les plantes fourragères tropicales, comme *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum* ou *Brachiaria decumbens*, ont une croissance réduite et produisent très peu de biomasse. Plusieurs espèces fourragères tempérées, adaptées aux températures fraîches, ont été proposées aux éleveurs laitiers du district de Moc Chau (nord du Vietnam) pour la période hivernale sèche (octobre à mars). Deux espèces d'avoine, *Avena sativa* et *Avena strigosa*, sont bien adaptées aux conditions agroclimatiques locales, malgré une faible pluviométrie en hiver (< 50 mm/mois). La production fourragère moyenne en sec, sans arrosage, atteint 10 t MS/ha, avec une excellente valeur nutritive (0,80 UF, 19% protéine brute). Cette quantité de fourrage a été obtenue en six mois avec trois à quatre coupes manuelles, la première 60 jours après le semis et les suivantes tous les 45 jours. Des fertilisants ont été apportés lors du semis : 60 kg/ha de phosphore, 60 kg/ha de potassium et 30 kg/ha d'azote, puis après chaque coupe, 40 kg/ha d'azote sous forme d'urée. Les premiers résultats de production de semences sont



prometteurs (2500 kg de graines/ha). La quantité de fourrage produite et le travail additionnel requis ont déterminé le taux d'adoption de l'innovation. Près de 300 éleveurs (60% au total) plantent actuellement de l'avoine, lui allouant la presque totalité des surfaces destinées aux cultures annuelles. Près de 90% d'entre eux sont satisfaits des performances; les prix de revient des unités fourragères et protéiques de l'avoine sont nettement plus faibles que ceux de l'aliment concentré acheté ou du maïs ensilé; l'utilisation des fourrages d'avoine en vert dans la ration permet une production de lait régulière tout au long de la lactation.

En Thaïlande, dans le nord-est montagneux et dans la plaine centrale, les riziculteurs cultivent des jardins fourragers pour compléter l'alimentation des buffles à leur retour des rizières et non pas pour la production laitière comme dans les exemples précédents. Pendant une partie de la journée, les buffles travaillent, essentiellement pour labourer et transporter. Pendant les périodes de repos, les agriculteurs les laissent pâturer sur les digues entourant les rizières, en les attachant, pour les empêcher de pénétrer dans les parcelles de riz. Ces digues sont souvent plantées de *Cynodon dactylon*, graminée fourragère gazonnante peu productive et envahissante. Cette plante constitue une bonne couverture antiérosive en raison de ses rhizomes mais produit une quantité limitée de fourrage ne satisfaisant pas les besoins des animaux au travail ou en lactation. Les agro-éleveurs ont créé, pour compléter l'alimentation de leurs animaux, des jardins fourragers, qui sont leur propriété privée. D'une superficie limitée, généralement inférieure à 0,5 ha, ces jardins sont plantés avec deux graminées au port très différent, *Brachiaria mutica* à longues tiges retombantes et *Pennisetum purpureum*, à fortes tiges dressées. Elles sont exploitées toutes les deux par fauche et distribuées en vert. Chaque soir, le paysan coupe la quantité de fourrage nécessaire et la distribue aux buffles sur leur lieu de stabulation, c'est-à-dire le plus souvent sous la maison construite sur pilotis. Cette culture fourragère est fertilisée avec du fumier provenant des élevages bovins ou caprins.



Étude 6

Les jardins fourragers et la filière lait en Ouganda

P. Grimaud

Contexte

L'Ouganda est un pays de l'Afrique des Grands Lacs traversé par l'équateur, où 82% de la population active vivent des productions agricoles, principalement des céréales et de l'élevage. Le climat est équatorial avec des températures modérées par l'altitude. La saisonnalité très marquée par un régime bimodal des pluies entraîne une petite saison sèche en début d'année et une plus longue de début juin à mi-août. La production laitière progresse de façon continue répondant ainsi, comme dans l'ensemble des pays d'Afrique subsaharienne, à une demande de plus en plus forte de la population en lait et en produits laitiers. On estime aujourd'hui que 900 millions de litres de lait de vache sont produits annuellement dans le pays. 70% de la production est commercialisée soit dans des filières contrôlées par l'Etat, soit dans des circuits d'acheminement informels, mais bien organisés, de lait cru prisé des consommateurs urbains.

L'élevage bovin est concentré dans une zone géographique qui s'étend du Nord-Est au Sud-Ouest du pays, appelée le «corridor du bétail». Au Nord, l'élevage s'apparente plutôt à un pastoralisme transhumant où les faibles ressources en eau réduisent la productivité des animaux et peuvent être à l'origine de conflits parfois violents entre éleveurs. Au Sud, lieu de l'étude présentée ici, le climat et les sols permettent l'exploitation plus sédentaire d'un cheptel majoritairement dominé par des animaux de race Ankolé. La production de lait est très faible par animal, mais la conduite en troupeaux composés quelquefois de plusieurs centaines de têtes assure une grande partie de l'approvisionnement en lait cru de la ville de Kampala, capitale du pays. Les autres exploitations approvisionnant la capitale en lait cru sont des systèmes d'élevage de vaches Holstein importées, élevées hors-pâturage ou en pâturage partiel à faible distance de la ville, similaires à ceux rencontrés au Kenya voisin.

La très forte reconnaissance identitaire du pasteur ougandais pour la vache Ankolé et le prestige qu'il en retire font qu'elle est rarement métissée, ce qui la protège d'une extinction dont elle est toujours menacée. Cette race est élevée essentiellement dans les zones les plus sèches de manière extensive. Les pâturages vallonnés sont dominés par *Brachiaria ruziziensis*, de bonne valeur pastorale, associée à d'autres graminées envahissantes et de faible intérêt alimentaire, comme *Cymbopogon afronardus* et *Sporobolus pyramidalis*. Les paysages concernés comportent une forte densité d'acacias, dont *Acacia hockii* et *A. gerrardi*.

Environ 85 % du lait commercialisé est produit par ces vaches Ankolé, le reste provient d'animaux importés dans les années 2000 dans le cadre de programmes d'amélioration de la production laitière. Les vaches de race Holstein ont été introduites à l'extrême Sud du pays, à des altitudes comprises entre 1 200 et 1 500 m, en milieu tempéré auquel elles sont acclimatées. Les pâturages y sont abondants et productifs, à base de graminées de bonne valeur nutritive (*B. ruziziensis*, *B. decumbens*, *Cynodon dactylon*, *Pennisetum clandestinum*), en association quelquefois avec une légumineuse (*Trifolium repens* le plus souvent). Leur exploitation se fait selon un système de rotation, nécessitant un important maillage de clôtures.

Des conditions institutionnelles particulières

Deux phénomènes sont intimement liés au développement significatif d'une filière lait en Ouganda. Tout d'abord, la forte volonté politique de favoriser la consommation d'un produit local, dont la production n'est pas concurrencée par l'importation massive de lait en poudre, du fait des taxations très fortes sur ce produit. Ensuite, le pouvoir des associations de producteurs qui arrivent à relayer leurs messages auprès des décideurs, et qui sont à l'origine d'un formidable réseau de collecte, de distribution et de commercialisation du lait cru. Toutefois, le faible prix d'achat du litre de lait au producteur, qui de surcroît baisse fortement en saison des pluies en période de forte production laitière, représente un frein à l'emploi d'aliments de complémentation comme des céréales ou des tourteaux.

Les éleveurs doivent en conséquence trouver des solutions pour améliorer leurs revenus à moindre coût, tout en assurant la durabilité des espaces que pâturent leurs animaux. Cela passe notamment par un meilleur accès aux semences fourragères, souvent présenté comme l'une des contraintes majeures du développement de l'élevage en



Afrique subsaharienne. Des contrats passés entre les associations d'éleveurs et les institutions nationales de recherche, et encouragés financièrement dans le cadre d'une coopération bilatérale avec la France, sont à l'origine d'une filière de semences fourragères. Les propriétaires de jardins fourragers, acteurs majeurs de cette filière, n'hésitent pas à affirmer qu'elles représentent « une véritable mine d'or verte ».

Très sensibles à des innovations qu'ils adopteront d'autant plus facilement qu'elles sont d'une technicité aisée et d'un bénéfice rapide, les éleveurs sont en attente du renforcement de leurs connaissances au travers de démonstrations directement organisées dans leurs fermes, à l'occasion de rencontres à la fois festives et informatives. C'est ainsi qu'ils sont de plus en plus nombreux à adhérer à des méthodes de conservation des fourrages, en foin mais le plus souvent en ensilage. Ces stocks permettent d'alimenter les animaux pendant la période de soudure donc de stabiliser la production laitière mais aussi d'assurer un revenu supplémentaire pendant la saison sèche.

Diffusion des semences fourragères par les associations

Depuis plusieurs années, un effort est fait pour améliorer les pâturages naturels de la zone pastorale où évoluent les bovins Ankolé, dans le double objectif de lutter contre les adventices et de proposer aux animaux un régime fourrager de meilleure qualité. L'introduction de *Chloris gayana* a longtemps été favorisée, essentiellement en raison de sa disponibilité auprès des sociétés privées de fournitures de semences. Mais les pasteurs abandonnent progressivement cette espèce, estimant que le prix de ces graines est trop élevé et l'éloignement contraignant pour s'approvisionner en semences à Kampala. En zone agropastorale, où les troupeaux sont prioritairement composés d'animaux exotiques de meilleur rendement laitier, l'augmentation des performances zootechniques et la régularité de la production laitière tout au long de l'année incitent les éleveurs à se tourner vers un approvisionnement en semences améliorées. La station locale de recherche n'ayant pas les moyens d'entretenir sa banque fourragère, les éleveurs ont perdu l'habitude de s'y approvisionner.

Mais que ce soit en zone pastorale ou en zone agropastorale, les propriétaires fonciers se sont organisés en associations d'éleveurs puissantes, représentées par des organisations faitières qui ont force de négociation aux plus hauts niveaux de l'Etat. Le poids de ces réseaux a consolidé les

circuits de collecte et de commercialisation du lait cru dans tout le pays, à tel point que chaque paroisse possède son propre tank de réfrigération, ou bien s'est organisée pour acheminer le lait des élevages du secteur dans les délais les plus brefs aux centres collecteurs qui transportent le lait cru vers la capitale. Ces mêmes associations se sont tournées vers l'État pour solliciter un appui pour pérenniser le système de production. Cet appui s'est concrétisé dans le cadre d'un accord franco-ougandais dont l'objectif était de structurer la filière laitière.

Ainsi, ont été financées deux structures qui ont profondément modifié les habitudes des éleveurs, d'une part des magasins de coopérative dans les endroits les plus éloignés pour faciliter l'accès aux intrants vétérinaires et zootechniques à des tarifs négociés, et d'autre part des jardins fourragers directement implantés chez quelques éleveurs désignés par la communauté. Les espèces présentes dans ces jardins ont été choisies avec les éleveurs, il s'agit de graminées (*Pennisetum purpureum* et *Chloris gayana*) et de légumineuses (*Dolichos lablab*, *Stylosanthes guianensis*, *Centrosema pubescens*, *Macroptilium atropurpureum*). Ont été ajoutés plusieurs arbustes fourragers dont l'usage en Ouganda n'est pas généralisé, principalement *Calliandra calothyrsus* et *Leucaena leucocephala*.

Le succès de la mise en place d'une filière de semences fourragères réside en plusieurs points :

- une aide financière à l'installation, qui ne s'est pas arrêtée à l'implantation des fourrages, puisqu'elle s'est poursuivie sur une période de six mois pour atténuer les coûts d'entretien très élevés que les éleveurs ne pouvaient assumer seuls;
- la signature d'une convention avec l'organisme de recherche local pour l'entretien de sa pépinière, afin qu'il approvisionne en semences des éleveurs propriétaires de jardins fourragers;
- un prix de vente des semences sous forme de graines ou de boutures, négocié au sein de l'association;
- la mise en vente des mêmes semences dans les magasins de coopérative.

Conservation des fourrages et démonstrations en plein champs

Dans un contexte où les éleveurs complètent peu, voire pas, l'alimentation des animaux, assurer une production laitière régulière nécessite une alimentation de saison sèche. Celle-ci ne peut être



satisfaite par les résidus agricoles et les déchets ménagers. Néanmoins, les vaches laitières conduites en zéro-pâturage trouvent dans de tels compléments de quoi satisfaire une partie de leurs besoins, surtout qu'est souvent adossée à l'étable une parcelle de *P. purpureum* assurant un apport de fourrage à ces animaux élevés généralement en petit nombre.

Une très forte sensibilisation des éleveurs a été effectuée aux techniques des reports fourragers, préférentiellement sur l'ensilage à cause de la fréquence des pluies qui peuvent obérer la préparation d'un foin de qualité. Dans ce cas également, les chercheurs et développeurs ont profité du regroupement des éleveurs d'une même paroisse en associations dynamiques pour procéder à des démonstrations en plein champ, selon un modèle très proche de celui des *Farmer Field Schools* qui s'appuient sur le principe de « j'apprends en voyant et en faisant » et dont le succès est évident au Kenya voisin. Leur organisation en est néanmoins sensiblement différente en Ouganda, dans la mesure où elles ne sont pas financées par une inscription payante des agriculteurs ou des éleveurs, mais par les fonds propres de l'association qui invite les éleveurs à participer activement à ces démonstrations.

Le choix s'est porté sur l'ensilage en balles de polyéthylène de *P. purpureum*, dont la pauvreté en glucides solubles est compensée par l'ajout de sons de céréales ou de mélasses. Ce type d'ensilage en balles a été préféré à l'ensilage en fosse pour plusieurs raisons : non-adoption par les éleveurs des essais qui avaient été faits antérieurement, grande maniabilité et la facilité d'utilisation de balles, dont le volume et la hauteur sont plus adaptés aux besoins des éleveurs. Les différents chantiers sont l'objet de rassemblements conviviaux, et le nombre d'éleveurs ayant recours à ce mode de conservation des fourrages a augmenté, à tel point que les bâches de polyéthylène sont à présent disponibles dans certains des magasins de coopérative.



Étude 7

Plantes de couverture et semis directs associés à l'élevage

H.D. Klein

Nous présenterons ici des exemples représentatifs, au Brésil, le Mato Grosso et le Parana, à Madagascar et au Nord du Cameroun.

En zone humide, dans l'ouest du Brésil, Mato Grosso (d'après Séguy, 1996)

Au Brésil dans les savanes humides de l'Ouest de basse altitude, sur les fronts pionniers de l'État du Mato Grosso, sur sol ferrallitique, avec une pluviométrie de 2000 à 3000 millimètres répartis sur sept mois, se trouvent de grandes exploitations mécanisées de plusieurs centaines d'hectares. La monoculture continue de soja pendant une trentaine d'années avec un travail profond du sol avec des disques lourds a provoqué une dégradation rapide des sols, avec des phénomènes de tassement et d'érosion. Pour remédier à cette situation les cultures de riz et de soja sont établies depuis une trentaine d'années par semis direct sur une couverture végétale permanente, morte ou vivante.

Ces semis sur couverture végétale ont connu un succès certain auprès des agriculteurs, à cause de leurs performances agro-économiques et de leur facilité de réalisation. En 1997, les semis direct sur une couverture végétale occupaient 60 % des surfaces cultivées de l'État du Mato Grosso. Il existe donc des solutions techniques et agronomiques pour valoriser de façon durable, en respectant l'environnement, les sols acides de la zone tropicale chaude et humide du Brésil.

Deux cultures annuelles (riz et soja) sont implantées en alternance une année sur deux en semis direct sur une plante de couverture, *établie comme* précédent la même année. Le plus souvent il s'agit d'une céréale (mil ou sorgho) ou des légumineuses (*Sesbania* ou *Crotalaria*) qui ont un fort enracinement pivotant pour aérer et qui couvrent bien le sol.

Très vite, les agriculteurs qui pratiquent les semis directs sur couverture végétale et les éleveurs qui pratiquent l'agriculture ont observé que ces plantes de couverture pouvaient servir également de fourrage, à condition bien sûr d'utiliser des plantes fourragères et de ne prélever qu'une partie de la biomasse.

Cette utilisation, qui n'avait pas été prévue au départ et qui associe agriculture et élevage, apporte des avantages multiples :

- une valorisation économique avec l'affouragement des animaux;
- un emploi limité d'herbicides coûteux et plutôt polluants, en réduisant considérablement l'activité de la plante de couverture par pâture ou coupe avant le semis;
- un apport d'amendements organiques, soit directement sous forme de fèces par les animaux qui pâturent, ou indirectement si la plante est laissée pour partie sur place.

L'inconvénient majeur est bien sûr de réduire l'efficacité agronomique de la plante de couverture par pâture ou coupe.

Deux voies différentes ont été explorées pour associer la production de grains et de fourrage sur la même parcelle :

- l'une par succession de deux assolements de trois ans chacun, en alternant le système précédent exclusivement agricole, et des pâturages à *Brachiaria brizantha* ou *Panicum maximum* installés en culture dérobée dans la céréale (mil ou sorgho);
- l'autre en maintenant un tapis permanent fourrager de *Brachiaria brizantha* ou de *Panicum maximum* pâturé en saison sèche tous les ans et utilisé comme plante de couverture, associé à un semis direct de soja ou de riz tous les ans en début de saison des pluies.

La conduite du système avec rotations annuelles s'avère idéale, mais plus difficile à maîtriser que la succession de deux assolements, beaucoup plus classique. Les systèmes intégrant la production de grains et l'élevage sont pour l'instant beaucoup moins développés au Brésil que les systèmes exclusivement agricoles, mais leur taux d'adoption progresse régulièrement.

Élevage laitier et semis direct sur une couverture végétale, dans sud-est du Brésil, Paraná [d'après Baranger, 1994]

Au Paraná, État du Brésil situé sur le tropique du Capricorne, la culture du caféier fut remplacée après son déclin par des cultures



annuelles comme le soja, le maïs et le haricot. Cependant, les machines agricoles ont peu à peu compacté le sol et de graves problèmes de dégradation des terres sont apparus. Pour remédier à cela, dans les années 1990, outre un vaste programme d'aménagement antiérosif, un système de semis sur couverture végétale a été diffusé visant à limiter ou même à supprimer les labours.

Dans le même temps, les agro-éleveurs ont développé la production laitière pour diversifier leurs productions et s'assurer un revenu régulier dans un contexte de baisse des prix agricoles et d'aléas climatiques. Pour y parvenir, les agro-éleveurs ont dû modifier profondément leur système de production et rendre compatible l'élevage laitier et les semis directs sur une couverture végétale; les systèmes anciennement tournés vers l'agriculture se sont rapidement adaptés pour intégrer l'élevage laitier.

La région sud du Paraná, avec des précipitations annuelles entre 1 300 et 1 800 mm bien réparties et un relief peu accentué, offre de très bonnes potentialités fourragères pour la production laitière. Grâce à son climat semi-tropical, des espèces tropicales et tempérées peuvent être cultivées et produire un fourrage de qualité. Le développement des plantes de couverture permet notamment d'utiliser en hiver les possibilités fourragères intéressantes de l'avoine et du ray-grass italien.

L'association de l'agriculture et de l'élevage repose sur l'exclusion des animaux des surfaces cultivées pour ne pas pénaliser le rendement des cultures de rente (maïs et soja). Le retrait progressif des animaux a fait évoluer les systèmes d'élevage, jadis plus ou moins extensifs sur prairies, vers des systèmes intensifs en stabulation avec affouragement.

Pour réaliser cette évolution vers l'élevage laitier, des cultures fourragères ont été introduites dans l'assolement : le mil (*milheto*), surtout *Setaria italica*, un peu *Pennisetum glaucum* et *P. americanum*, le maïs ensilage et le ray-grass italien (RGI). Parallèlement, un système d'alotement adapté du bétail a été mis en place. Ainsi, ont été évités les déficits fourragers temporaires, surtout en automne et au printemps, et les impacts indésirables du bétail sur les surfaces cultivées en été.

Les systèmes fourragers jouent sur les disponibilités saisonnières en surface et en production fourragères (figure étude 7.1). Les périodes critiques surviennent entre mars et juillet, quand l'agriculteur doit utiliser les aliments d'appoint ou l'ensilage de maïs, et en octobre lorsque le pâturage de ray-grass italien se termine et que les pâturages pérennes ou de *milheto* n'ont pas encore débuté.

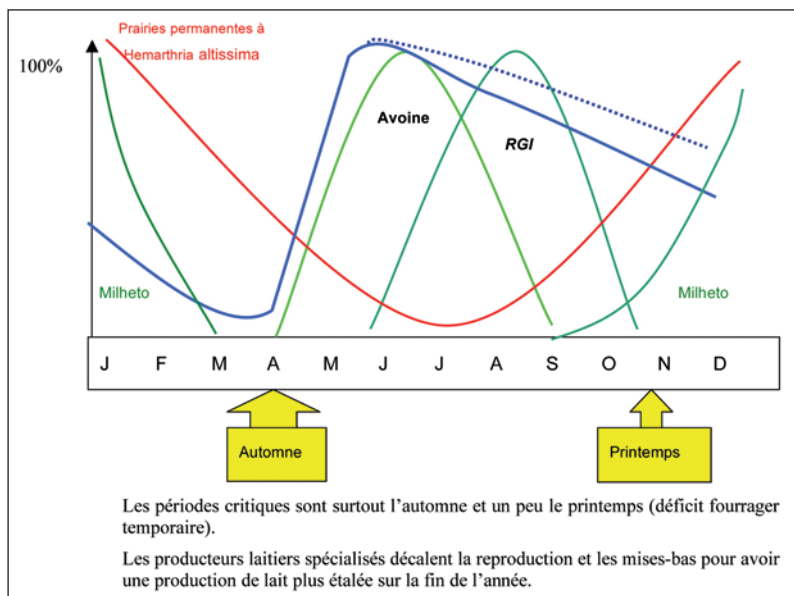


Figure 7.1. Offre globale des pâturages et des cultures fourragères comparée au niveau de production de lait (courbe de lactation en bleu). Les périodes critiques sont surtout l'automne et un peu le printemps (déficit fourrager temporaire). Les producteurs laitiers spécialisés décalent la reproduction et les mises-bas pour avoir une production de lait plus étalée sur la fin de l'année.

En toute saison, les prairies permanentes naturelles à *Paspalum notatum* ou améliorées à *Hemarthria altissima*, sont de qualité médiocre pour les vaches laitières, mais permettent de réguler la conduite des troupeaux.

Les pâturages temporaires d'été :

- le *milheto* (*Setaria italica*) est semé en septembre pour couvrir les besoins fourragers de l'été jusqu'en février. Il est exploité en rotation à forte charge en 2 ou 3 passages sur de petites surfaces délimitées par des clôtures électriques. Il fournit ainsi jusqu'à 15 t MS/ha ;
- Il est complété par le *papuã* (*Brachiaria plantaginea*), graminée annuelle adventice des cultures, exploitée le plus souvent par coupes dans les champs en cours de végétation et donnée en vert au bétail.

Les pâturages annuels d'hiver :

- l'avoine noire (*Avena strigosa*), utilisée d'abord comme plante de couverture puis récemment destinée au bétail, est semée en automne,



entre mars et juin. Elle fournit environ 50 jours de pâturage par hectare pour 3 bovins adultes. La digestibilité de ce fourrage est élevée au stade feuilles (80%) et diminue à la formation des épis (60%) et à la floraison (50%). Le rendement se situe entre 2 et 6tMS/ha. Une vache nourrie exclusivement sur pâturage d'avoine noire peut produire 13kg de lait par jour en début de cycle. En échelonnant les semis, on étend la période d'utilisation hivernale sur 100 jours environ. Quelques producteurs ne font pas pâturer l'avoine mais la coupent à 5 mois du semis pour de l'ensilage ;

- Le ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum*), graminée annuelle à resemis spontané est souvent associé à l'avoine. Son développement initial est plus lent que celui de l'avoine et son cycle plus long, ce qui en fait une plante très complémentaire pour la période d'hiver. Le pâturage ou la coupe commence deux mois après le semis ou la levée spontanée, et l'exploitation suivante un mois après. L'ensilage de ray grass italien est moins pratiqué que celui de l'avoine. Les exploitants préfèrent des coupes quotidiennes sur des parcelles non pâturées.

Les cultures fourragères annuelles pour ensilage : le maïs ensilage est devenu en quelques années le fourrage indispensable pour l'alimentation du bétail dans l'ensemble des exploitations. L'ensilage est utilisé comme ration de base pour l'ensemble du troupeau et dans la mesure du possible toute l'année. Il constitue soit la ration de base, soit seulement un volant de sécurité alimentaire pour les périodes stratégiques de déficit fourrager. La production moyenne est de 22t/ha (entre 10 et 65t). La récolte est collective, soit au sein d'associations d'agriculteurs, soit par l'entraide entre voisins. Le plus souvent des variétés de maïs grain sont semées, ce qui permet de modifier la destination de la culture selon l'évolution des cours des céréales. Les rations quotidiennes de maïs ensilage sont de l'ordre de 15 à 20kg par jour par animal soit environ 7kg de MS/jour.

Les cultures pour l'alimentation d'appoint :

- plusieurs variétés d'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*) sont implantées sur des cordons antiérosifs ou en bordure de champ. C'est un appoint important, essentiellement pour les petits producteurs car cela ne nécessite pas le travail de coupe. Elles sont cultivées de novembre à avril, et les repousses permettent environ six coupes. La productivité en matière sèche est élevée (jusqu'à 22 tonnes de MS/ha en 90 jours). Mais les variétés sont sensibles aux fortes gelées ;

- le croisement de *Purpureum* avec le *milheto* (*Pennisetum glaucum*) a donné la variété Paraiso Matsuda, de meilleure qualité fourragère et résistante au gel. La canne à sucre (*Saccharum officinarum*), cultivée

en bord de champs, est parfois utilisée broyée soit comme fourrage lorsque le déficit fourrager d'automne est important soit comme aliment d'appoint pour les vaches improductives.

Les banques de protéines : la vesce commune (*Vicia sativa*) est la seule légumineuse cultivée pour l'alimentation animale. Elle est plantée en association avec le maïs qui lui sert de tuteur après la récolte de l'épi. Sa croissance en hiver est rapide et elle résiste aux températures basses. Sa production atteint 5 t MS/ha, avec un taux de protéine brute d'environ 12 %. Elle n'est jamais pâturée car elle est très fragile au piétinement des animaux mais récoltée par coupe journalière de juin à août. Seules les petites exploitations avec beaucoup de main-d'œuvre pratiquent cette culture. La vesce commune (*Vicia sativa*) représente aussi un engrais vert important.

Ainsi, nous voyons que la réussite de l'intégration de l'élevage laitier et du semis direct sur couverture végétale réside dans une stratégie de gestion de l'espace du territoire des exploitations. Cette gestion conduit à différencier quatre modèles d'allocation de la biomasse (les fonctions assignées aux parcelles se répartissent différemment entre les besoins de l'élevage laitier et ceux de la couverture végétale du sol), s'y ajoutent des pratiques d'allotement du troupeau. Ainsi, les vaches tarées et les génisses n'ont pas accès aux prairies annuelles. Elles sont maintenues sur des prairies permanentes peu productives (zones de sous-bois et de marécage) comparable à une stabulation.

Dans des milieux très variés, à Madagascar

(<http://Agroecologie.cirad.fr>)

À Madagascar, où les milieux sont très divers, le Cirad a participé à la plupart des travaux sur l'intégration des semis directs sur couverture végétale dans les petites exploitations familiales. La recherche et les groupes d'agriculteurs, regroupées en 1996 dans le Groupement semis direct de Madagascar, ont mis au point pour chaque zone agroécologique des associations et des successions de plantes principales et de plantes de couverture.

Sous climat tropical chaud et humide (Côte Est), les principales contraintes sont les excès d'eau (engorgements, submersions) particulièrement sensibles dans les sols hydromorphes, la fertilité chimique très basse des sols et l'acidité très élevée de la matière organique. Les principaux avantages sont la forte disponibilité en eau et les températures élevées, favorables aux associations (niébés, *Mucuna* et *Stylosanthes*



avec maïs ou sorgho) et aux successions (niébés et haricots avec riz). Cependant si la production de biomasse est aisée, la minéralisation de la matière organique sous ces climats est extrêmement rapide, ce qui nécessite une forte production de biomasse tout au long de l'année pour permettre le bon fonctionnement des systèmes sur couverture végétale.

Sur les Hautes Terres non gélives (altitude entre 1000 et 1500 m), situées au centre de l'île de Madagascar (région d'Antsirabe), la principale contrainte à la mise en place de successions de cultures est la saison froide marquée, qui limite la production de biomasse de toutes les plantes tropicales, même lorsque l'eau n'est pas un facteur limitant.

Les exploitations concernées pratiquent le plus souvent la polyculture à base de riz et un petit élevage laitier sur moins de deux hectares. La productivité par vache, qui reste encore très faible (2500 l/vache/an), peut être nettement améliorée par une alimentation plus abondante avec des fourrages cultivés de bonne qualité. Mais la culture des fourrages, qui est réalisée pour une grande part après un labour sur des terrains en pente et fragiles (tanety), favorise l'érosion et appauvrit les sols. Pour ces deux raisons, les semis directs sur couverture végétale incluant l'élevage progressent actuellement.

En élevage laitier la forte demande en fourrages nécessite d'accroître fortement la production fourragère, mais aussi de l'exporter de manière raisonnée, avec des restitutions de fertilité et le maintien d'une quantité suffisante pour que le système avec couverture végétale reste performant.

Deux systèmes permettant de produire une biomasse importante qui peut servir de fourrage et de plante de couverture pour le semis direct, sont préconisés :

- une succession intra-annuelle de plantes tempérées (avoine, blé, orge, ray grass italien) en irrigué ou sur les pentes, trèfle blanc et vesce uniquement en irrigué implantés en saison froide en contre-saison, et la culture principale (riz, maïs, légumineuses) ;
- association d'une plante de couverture pérenne, maintenue d'une année sur l'autre et d'une plante principale semée directement chaque année. On peut cultiver des légumineuses sur une couverture de graminées (*Kikuyu grass*) ou, à l'inverse, des céréales (maïs, riz) sur une couverture de légumineuses (arachide pérenne, *Desmodium* et trèfle).

Sur les Hautes Terres gélives (altitude supérieure à 1500 m), situées au centre de l'île (région d'Antsirabe), la contrainte du froid est encore accentuée, ce qui limite les possibilités de cultures du pois de terre,

de l'arachide, du niébé et interdit même les cultures de *Stylosanthes* et *Brachiaria*. On peut ainsi faire succéder au riz une culture de céréales d'hiver (blé, orge, avoine), qui peut également être associée à une légumineuse comme la vesce.

Sous climat subhumide à semi-aride avec saison sèche de 6 à 8 mois (du Sud-ouest au Grand-Sud), les successions de culture ne sont plus possibles sauf avec irrigation (saison des pluies trop courtes) et certaines associations peuvent être intéressantes à condition de limiter les risques de compétition pour l'eau :

- céréales (maïs) avec légumineuses alimentaires : *Dolichos lablab*, *Vigna unguiculata* et *V. umbellata* ;
- céréales (maïs) avec légumineuses fourragères, *Stylosanthes hamata* quand la pluviométrie annuelle est inférieure à 1200 mm et *S. guianensis* au-delà ;
- la graminée *Brachiaria ruziziensis* et les légumineuses *Mucuna* spp., difficiles à associer aux cultures principales en raison de leur fort développement, sont capables de régénérer le potentiel des sols avec un minimum d'intrants, tout en fournissant un apport fourrager aux élevages.

Dans ces zones sèches :

- les plantes fourragères attirent très souvent les insectes (criquets, chenilles et foreurs de tige), ce qui augmente considérablement les risques d'attaque des cultures principales ;
- la production de biomasse est limitée mais compensée par une minéralisation plus faible pendant toute la saison sèche. Cette biomasse peut être utilisée comme plante de couverture pour les semis directs (*Mucuna* et *Calopogonium*) l'année suivante ; mais certaines légumineuses comme le niébé (*Vigna sinensis*) sont totalement décomposées bien avant la fin de la saison sèche ;
- la divagation des animaux en saison sèche étant une pratique courante qui relève du droit de vaine pâture, toutes les plantes de couverture fourragères sont intégralement consommées par le bétail. La seule pratique qui permet de faire consommer par ses animaux le fourrage que l'on a produit est de le récolter dès la fin de la saison des pluies et de le stocker pour une utilisation ultérieure.

Actuellement, si la diffusion des techniques agroécologiques auprès des paysans malgaches est réelle, les surfaces restent modestes. De très nombreuses publications, fiches techniques et manuels techniques ont été publiés et peuvent être consultés sur le site <http://Agroecologie.cirad.fr>.



Sous climat semi-aride à subhumide, au Nord-Cameroun (d'après Klein, 1994)

Sous climat semi-aride à subhumide, sous des conditions climatiques à peu près identiques à celles des zones subhumides à semi-arides malgaches, des systèmes similaires ont été testés sensiblement en même temps. Mais leur diffusion a été plus faible en Afrique sub-saharienne du fait des contraintes rencontrées par les paysans :

- décalage de semis. Le semis des plantes de couverture et le semis direct sur ces plantes de couverture sont toujours réalisés manuellement très tardivement après les semis des plantes principales, voire pas du tout (faute de temps);
- difficulté de maîtriser l'enherbement, en raison du désherbage manuel tardif du aux contraintes de main-d'œuvre (calendrier cultural chargé) et à un faible usage des désherbants et de la culture attelée pour le désherbage;
- difficulté à maintenir une couverture d'une année sur l'autre, soit parce qu'elle est pâturée, soit parce qu'elle se désagrège pendant la saison sèche. Des légumineuses non appétibles comme *Crotalaria juncea* et *C. spectabilis*, n'ont pas donné satisfaction du fait des attaques de termites au cours de la saison sèche;
- une pratique du labour, qui reste fortement ancrée dans les habitudes et qui freine le développement du non-labour, et des feux de brousse peu fréquents, mais qui peuvent détruire toute cette biomasse.
- Les contraintes les plus importantes proviennent de l'irrégularité des pluies, ce qui entraîne souvent des resemis successifs; du calendrier cultural très chargé (surface cultivée par actif beaucoup plus importante qu'à Madagascar et pas d'outils pour semis et désherbage; de la divagation générale du bétail en saison sèche et des droits de vaine pâture très ancrés dans les pratiques.

Les clôtures au nord Cameroun ne sont pas fréquentes pour des raisons économiques et plus encore sociologiques : «les enclosures ne sont pas un épiphénomène agronomique, mais sont plus proches d'une révolution foncière» (communication orale de C. Seignobos). Cela dit la propriété privée clôturée existe dans certaines régions à petite échelle et se développe de façon plus ou moins officielle.

Bibliographie

Baranger C. 1998. Compatibilité de l'élevage laitier et des pratiques de semis sur couverture végétale (SCV), Paraná, Brésil. Cirad, mémoire Cnearc, 55 p.



Klein H.D., 1994. Introduction des légumineuses dans la rotation céréales-cotonnier au Nord-Cameroun (gestion et utilisation). Cirad-Emvt, 189 p.

Séguy L., Bouzinac S., Trentini A., Cortes N.A., 1996. L'agriculture brésilienne des fronts pionniers. Agriculture et développement, 12 : 61 p.



Étude 8

Revégétalisation des déblais miniers

B. Toutain (d'après Jaffré et al., 1994)

Contexte et objectifs

Les compagnies minières sont de plus en plus tenues de stabiliser les déblais miniers pour empêcher les érosions polluantes et rénover des paysages en couvrant ces déblais parfois peu fertiles de végétation. Il s'agit de pouvoir recréer des conditions d'habitat pour une flore et une faune spontanées. Former de cette façon des zones de parcours seraient un avantage supplémentaire mais n'est pas l'objectif premier.

La première étape souhaitée est l'installation d'une végétation herbacée, si possible à base de graminées, pour plusieurs raisons : ces plantes s'établissent rapidement et peuvent ainsi couvrir le sol, même sur des pentes. Leurs racines forment un réseau superficiel qui devient une source de matière organique et donc améliore lentement la fertilité du sol et y rétablit une certaine activité biologique. Les conditions obtenues sont favorables à l'installation ultérieure de légumineuses et de plantes ligneuses, jusqu'à recréation d'un écosystème complexe. Un autre argument favorable aux graminées est que les semences de beaucoup d'espèces sont commercialement disponibles.

Mais les solutions doivent être adaptées à chaque type de situation, pour tenir compte des caractéristiques climatiques et des spécificités de ces déblais miniers, souvent chimiquement très pauvres ou très déséquilibrés. Dans certains sols, il est préférable d'installer des espèces ligneuses.

Cas des mines de charbon dans le Queensland en Australie

Le bassin minier de Bowen se trouve dans le nord-est de l'Australie. Le climat est tropical semi-aride. Les terrils de cette région sont

généralement alcalins, riches en argile et surtout plus ou moins sodiques. Les teneurs en matière organique, azote et phosphore sont faibles.

Les choix de plantes pour la revégétalisation et de techniques agronomiques appropriées sont bien plus difficiles que pour l'établissement des pâturages. La fertilisation doit être à la fois importante et économiquement acceptable. La sélection des espèces a été faite après une expérimentation en deux étapes : d'abord dans des pots en serre sur 50 espèces, puis sur de petites parcelles en milieu réel avec 5 espèces.

Les meilleures graminées ont été les suivantes : *Bothriochloa pertusa*, *B. insculpta*, *Dichanthium aristatum* et *Urochloa mosambicensis*. Le Rhodes grass *Chloris gayana* n'a pas donné les résultats espérés. Dans les sols les moins salés, les légumineuses *Rhynchosia sublobata*, *Clitoria ternatea*, *Desmanthus virgatus*, et l'espèce native *Neptunia dimorphanta* ont pu s'installer.

Les essais à grande échelle ont confirmé l'intérêt pratique de la graminée *Urochloa mosambicensis* et de la légumineuse *Clitoria ternatea*, dont les semences sont facilement disponibles commercialement.

Cas des mines de nickel en Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie est le troisième producteur mondial de nickel. Le minerai est situé en superficie des massifs ultrabasiques et les mines sont à ciel ouvert, à flan de montagne. Les abondants déblais non miniers ou trop pauvres pour être exploités sont des matériaux remaniés peu stables et de ce fait exposés au ravinement, avec des risques d'entraînement par les eaux de ruissellement jusqu'aux lagons environnants. Pour limiter le ravinement et reconstruire des paysages, les compagnies minières cherchent à stabiliser les décharges sur les mines. La pollution des récifs coralliens par les minéraux lourds qu'ils contiennent est aussi un sujet de préoccupation.

Les matériaux concernés sont anormalement riches en magnésium et nickel. Les latérites avoisinantes sont plus pauvres en magnésium mais très acides. Tous ces terrains sont extrêmement pauvres en éléments minéraux majeurs classiques (P, K, Ca, N) et en matières organiques. La flore native de ces sites miniers est très particulière, essentiellement endémique, apte à supporter ces déséquilibres chimiques, mais leur croissance est lente.

Diverses tentatives de végétalisation ont été conduites, en privilégiant les espèces ligneuses :



- sur déblais recouverts artificiellement de terre humifère, les arbustes *Acacia spirorbis* (Mimosacée endémique), *Dodonea viscosa* (Sapindacée), *Grevillea exul* (Protéacée) et *Casuarina collina* se sont bien comportés;
- directement sur déblais miniers issus de substrats ferrallitiques désaturés (latérites rouges), une fertilisation complète a été apportée. Quelques espèces ont pu s'installer : les Casuarinacées endémiques *Casuarina collina* et *Gymnostoma deplancheanum* (bois de fer), *Acacia spirorbis*, le résineux *Pinus caribaea* ;
- sur déblais miniers à dominante de latérite jaune, avec fertilisation complète, les résultats ont été très décevants, sauf dans une certaine mesure pour *A. spirorbis*.

Sur des petites surfaces, des essais d'ensemencement ont été réalisés sur latérites rouges avec des plantes herbacées. Certaines sont des espèces fourragères comme *Cynodon dactylon* et *Pennisetum clandestinum* qui ont réussi à se maintenir, mais sans progresser. En revanche, des essais ont montré la capacité de survie et d'extension des graminées *Setaria sphacelata*, *Brachiaria decumbens* et *Melinis minutiflora*. Les Cypéracées natives non fourragères *Costularia comosa*, *Baumea deplanchei* et divers *Schoenus* spp. se sont bien comportées, mais leur multiplication s'est avérée difficile et coûteuse.

En pratique, les espèces les plus utilisées pour revégétaliser les déblais miniers de latérite rouge désaturée sont l'arbuste *Acacia spirorbis* (en synergie avec un rhizobium fixateur d'azote) et l'arbre *Casuarina collina* (avec un *Frankia* symbiotique). L'une des techniques consiste à planter en même temps l'arbuste introduit *Calliandra calothyrsus* (Mimosacée) qui s'installe rapidement, forme un ombrage aux autres espèces à croissance plus lente, mais meurt au bout de quelques années. Le tapis de feuilles tombées forme à la longue une litière, point de départ à l'installation d'espèces venues spontanément et recréant un écosystème biologique plus complexe.

La recherche de bactéries diazotrophes (libres et capables de fixer de l'azote atmosphérique tout en vivant en milieu naturel) à partir de la rhizosphère d'espèces herbacées endémiques a permis d'isoler quelques souches du genre *Bacillus* susceptibles d'aider les espèces végétales endémiques à se développer dans ces sols très pauvres en matière organique et azote. Des résultats positifs ont été mis en évidence mais l'opération est restée expérimentale.



Bibliographie

Jaffré T., Rigault F., Sarrailh J.M., 1994. La végétalisation des anciens sites miniers. Bois et forêts de tropiques, 242, 45-57.