

Les associations et les successions de culture

À partir d'une contribution de C. Fovet-Rabot (CIRAD)
et B. Wybrecht (GRET)

Les systèmes de culture mis en œuvre par les agriculteurs des régions tropicales sont souvent complexes : successions de plusieurs cultures dans l'année, associations de plantes dont l'architecture, le cycle et l'utilisation sont très diversifiés... Ce chapitre donne les définitions essentielles et des indications permettant de réfléchir au choix des plantes et des techniques dans le cadre de ces systèmes complexes.

LES DÉFINITIONS

Culture pure

On parle de culture pure lorsqu'une seule espèce végétale est cultivée sur une parcelle. Cette définition est sujette à discussion : selon les auteurs, on considère l'espèce ou la variété. Certains auteurs se fondent sur la variété : ainsi, une culture de maïs traditionnelle en Afrique serait une culture associée, parce qu'il s'agit bien souvent d'une population ou d'un mélange d'écotypes parfois très variés, voire de variétés. Nombre d'agronomes s'appuient plutôt sur l'espèce, d'autres parlent de production ou de culture, ce qui demeure ambiguë. Nous en resterons à l'espèce, critère de détermination assez pertinent pour les systèmes de culture traditionnels en régions tropicales.

Association culturale

Plusieurs espèces occupent la même parcelle, leurs cycles culturaux se chevauchent, sans pour autant être forcément plantées ou récoltées en même temps. Il y a cependant simultanéité globale dans le temps et dans l'espace. Les agriculteurs associent fréquemment des espèces à cycles de développement variés : plantes pérennes, semi-pérennes (bananier, canne à sucre, manioc, igname...) et annuelles. Elles peuvent être disposées *en étages*, avec des plantes hautes et basses : arborescentes, dressées, rampantes...

Les associations culturales peuvent être arrangées de façons diverses dans l'espace :

- > *de manière intercalée* : les différentes espèces sont organisées en lignes ou en bandes alternées, parfois dans le but de protéger les plantes contre le vent ou le sol contre le ruissellement et l'érosion hydrique ;
- > *en mélange* : dans ce cas-là il n'y a pas d'arrangement géométrique nettement observable.

Cultures en relais et culture dérobée

Une première culture est d'abord mise en place, puis une deuxième, alors que la première culture a atteint le stade reproductif mais n'est pas encore récoltée, puis parfois une troisième. Cela est possible lorsque la saison de culture est plus longue que le cycle de la production principale. *La culture dérobée* est le terme utilisé pour désigner la deuxième culture mise en place lorsque deux cultures sont implantées en relais : elle ne constitue pas la production principale.

Culture séquentielle

Plusieurs espèces sont plantées les unes après les autres pendant une année, sans que leurs cycles culturaux se chevauchent. Il peut y avoir ainsi de deux à quatre cultures dans l'année.

Culture multiple

Le terme *culture multiple* est générique et désigne tout système de culture dans lequel on cultive plusieurs espèces sur une même parcelle au cours de la même saison de culture ou de la même année : il englobe ainsi les cultures associées, les cultures en relais et les cultures séquentielles.

Monoculture

La monoculture est la répétition, pendant plusieurs cycles successifs, de la même culture sur la même parcelle.

Le terme monoculture est parfois employé à des échelles différentes : une exploitation ou une région peut être décrite comme pratiquant la monoculture de maïs ; cela signifie dans ce cas que la seule production végétale pratiquée dans l'exploitation ou la région est la production de maïs.

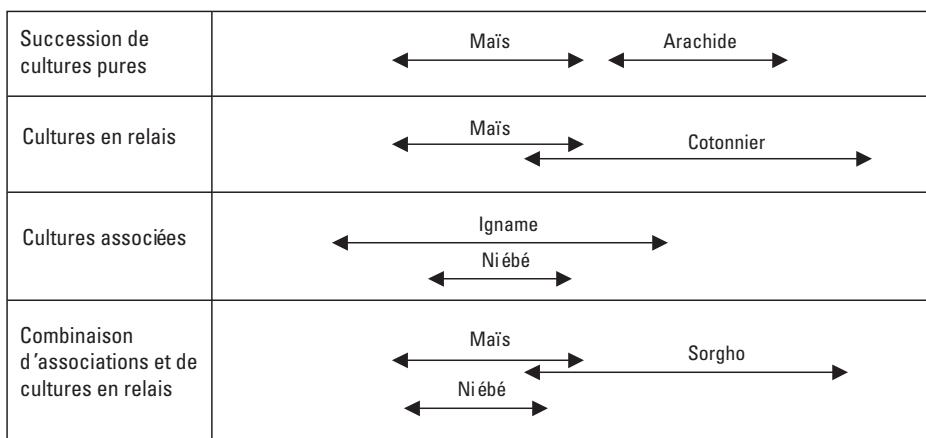
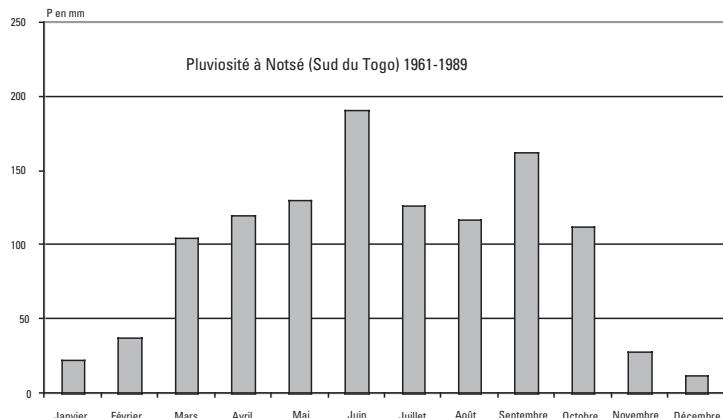
Succession et rotation culturelle

La rotation est la répétition sur une même parcelle d'une succession ordonnée pluriannuelle de cultures. *A contrario*, si l'ordre et la nature des cultures ne sont pas conservés, on parle d'une succession de cultures.

Jachère

La jachère est l'état d'une parcelle de terre entre la récolte d'une culture et le moment de la mise en place de la culture suivante. Elle se caractérise, entre autres, par sa durée, par les techniques culturales qui sont appliquées à la terre, par les rôles qu'elle remplit. La jachère est un élément de la succession des cultures dans le temps et donc un élément du système de culture. Elle peut durer de quelques mois à plusieurs années.

La figure 1 illustre quelques unes de ces définitions dans le cadre des systèmes de culture pratiqués dans la région des plateaux au sud du Togo.



➤ Figure 1 : Quelques exemples d'arrangements de cultures dans le temps dans la région de Notsé (sud du Togo)

LES SUCCESSIONS DE CULTURES

● **Effet précédent et sensibilité du suivant**

● **L'effet précédent**

L'effet précédent d'une culture est défini comme la variation d'état du milieu¹ entre le début et la fin d'une culture ou d'une période de jachère, sous l'influence combinée de la plante et des techniques culturales, l'ensemble étant soumis à l'action du climat.

Comprendre un effet précédent, ce n'est pas établir une relation de type statistique entre le rendement d'une culture et le rendement de la culture qui l'a précédée. C'est analyser la modification des paramètres physiques, chimiques et biologiques de la parcelle sous l'effet d'une culture².

1 Caractères physiques, chimiques et biologiques.

2 Une espèce ou association d'espèces cultivées avec un itinéraire technique donné et dans les conditions climatiques d'une année donnée.

On ne peut en conséquence définir l'effet précédent d'une espèce végétale : les modifications du milieu induites par une culture de manioc sont autant sinon plus liées à la façon dont on a cultivé ce manioc qu'au fait qu'il s'agisse de l'espèce *manioc*.

Par sa définition, l'effet précédent est indépendant de la culture qui suit. Ceci ne veut pas dire que toutes les cultures vont réagir de la même manière aux états du milieu liés à la culture précédente, mais qu'il faut pour comprendre les relations précédent/suivant introduire un deuxième concept, celui de sensibilité du suivant.

● La sensibilité du suivant

On la définit comme la réaction de la culture, avec les techniques qui lui sont appliquées et sous un climat donné, à l'état initial de la parcelle laissé par le précédent. Cet effet s'exprime en variation de rendement de la culture à ces états initiaux, variations strictement dépendantes du climat, des techniques utilisées et de leurs interactions.

Comme pour l'effet précédent, la sensibilité du suivant ne caractérise pas une espèce végétale mais une culture, c'est-à-dire une espèce ou association d'espèces cultivées d'une certaine manière. Les techniques utilisées vont en effet modifier en interaction avec le climat les états du milieu résultant de la culture précédente et donc limiter de manière plus ou moins importante l'impact de l'effet précédent sur la culture en place.

Comme pour l'effet précédent, l'expression de la sensibilité du suivant dépend en partie du climat. Selon les années, l'effet précédent et la sensibilité du suivant peuvent donc varier pour une même succession de culture.

Les effets des cultures sur le milieu peuvent être cumulatifs, dans le temps et dans l'espace. Il est donc souvent important de s'intéresser aux effets à moyen et long terme des successions de culture³ et aux effets de ces successions sur un ensemble de parcelles concernées.

La figure 2 illustre le type de relation que l'analyse de l'effet précédent et de la sensibilité du suivant cherche à mettre en évidence.

L'analyse des fonctions des jachères en milieu tropical est l'occasion d'illustrer l'intérêt de ces deux concepts.

● Jachères et fertilité⁴

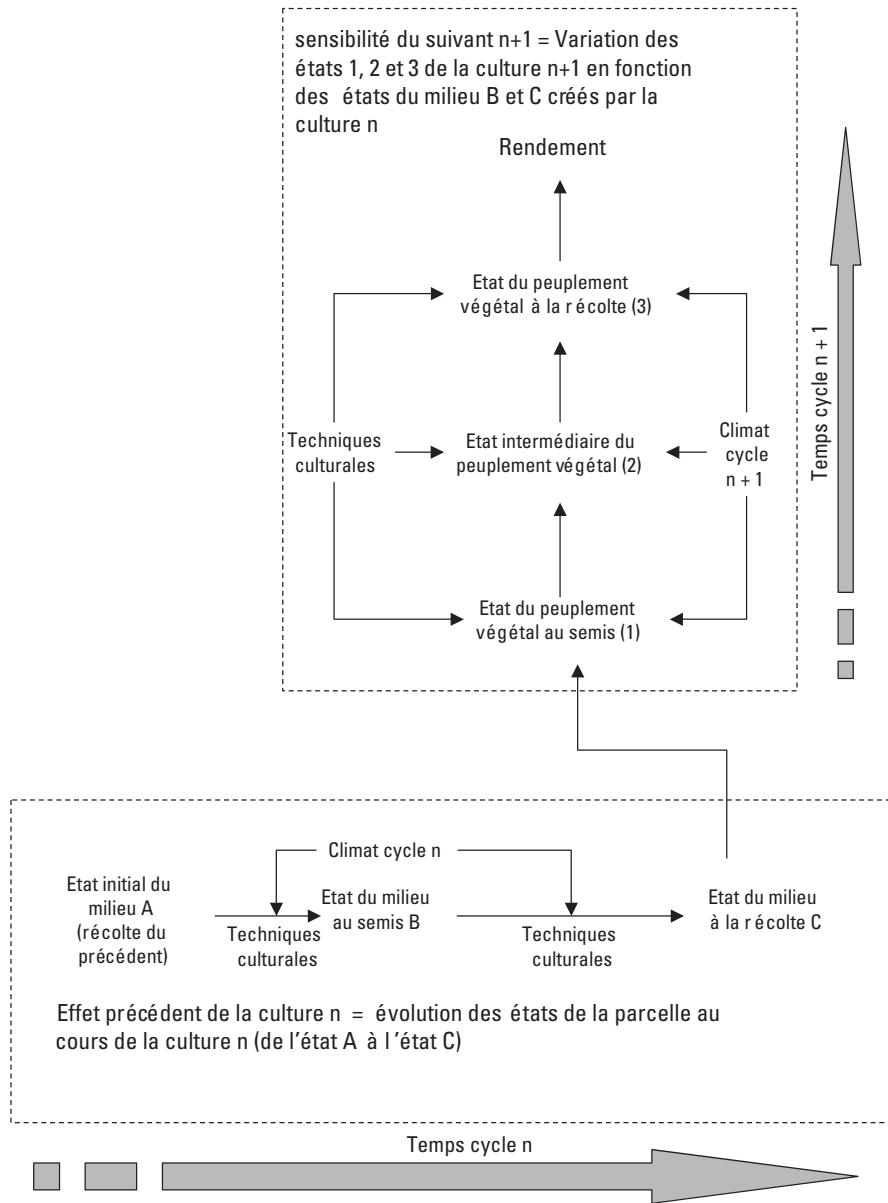
La jachère peut remplir de multiples fonctions dans les régions tropicales. Certaines n'ont pas de lien direct avec la fertilité du milieu : des parcelles peuvent être laissées en jachère pour alimenter des troupeaux ou parce qu'elles sont trop fréquemment visitées par les voleurs pour qu'on continue de les cultiver.

Nous présenterons successivement les différentes fonctions de la jachère en lien avec l'évolution des états du milieu cultivé. Le plus important à retenir est que dans une situation précise, la jachère ne remplit pas toutes ces fonctions mais uniquement certaines d'entre elles. Dans chaque situation particulière, il convient donc de mettre en évidence l'effet précédent de la jachère et la sensibilité des cultures pratiquées après

³ Crédit possible d'une semelle de labour, évolution du taux de matière organique...

⁴ Le terme « fertilité » peut être défini comme la capacité d'un milieu à produire. Il s'agit d'une notion relative, dépendant d'une part des fonctions productives assignées à ce milieu (que souhaite-t-on y produire ?) et, d'autre part, des techniques mobilisables pour transformer le milieu et de leur coût de mise en œuvre.

jachère par rapport aux transformations du milieu provoquées par l'absence de mise en culture pendant une certaine durée et les pratiques qui y sont liées : pâturage, feu de brousse... L'analyse approfondie d'une situation est, en effet, le seul moyen d'aller au-delà des discours généraux et simplificateurs qui ne permettent pas d'aider les agriculteurs à transformer leurs systèmes de culture.



➤ Figure 2 : Effet précédent et sensibilité du suivant

● Les matières organiques dans le sol

La mise en culture d'un sol préalablement non cultivé entraîne en milieu tropical une chute rapide du taux de matière organique et une dégradation de l'état structural du sol. Les jachères courtes (quelques années) ne permettent pas de remonter le taux de matière organique de manière significative. Seule une jachère de très longue durée le permet à travers la constitution et la transformation biologique d'une végétation importante. Par ailleurs, d'autres voies sont fréquemment plus efficaces que la jachère pour stabiliser ou augmenter le taux de matière organique du sol : fertilisation organique, choix de cultures produisant une biomasse importante dont une faible partie seulement sera prélevée, etc.

Le taux de matière organique du sol n'est pas le seul indicateur. Il faut aussi envisager les rôles de la matière organique dans le fonctionnement de l'écosystème cultivé⁵ et apprécier la contribution des jachères au maintien et à l'amélioration de ces fonctions.

Bilan d'études réalisées au Sénégal sur l'effet des jachères courtes

Elles montrent par exemple l'impact de ce type de jachère sur la production de biomasse racinaire : alors qu'une culture de mil ou d'arachide produit environ 400 kg de racines, une jachère d'un an produit environ deux tonnes de racines et une jachère herbacée de 10 ans environ trois tonnes⁶. En fait, une grande partie de cette matière végétale ne participe pas à l'augmentation du taux de matière organique du sol mais est rapidement minéralisée et peut donc participer à l'alimentation minérale des cultures suivantes.

La dynamique des matières organiques dans le sol et le rôle que joue la macrofaune du sol (termites et vers de terre) dans cette dynamique sont encore mal connus (cf. le chapitre 433).

● Les éléments minéraux

En milieu humide et sub-humide, la végétation de la jachère va se développer rapidement et fixer sous forme organique des éléments minéraux puisés dans le sol ou dans l'air. La mise à disposition de ces éléments pour les cultures qui suivent les jachères nécessite leur retour sous une forme minérale (cf. le chapitre 433). Celle-ci peut se faire directement par brûlis de la végétation de la jachère ou indirectement par minéralisation de la matière organique provenant de la décomposition de la végétation. Les pratiques de destruction de la végétation de la jachère et de préparation du terrain pour la culture qui va suivre vont donc fortement influer sur la disponibilité des éléments minéraux dans le sol après la jachère.

● L'enherbement des cultures

La jachère peut être ou peut ne pas être un moyen de lutte contre l'enherbement : une jachère longue, pendant laquelle un couvert arboré s'installe, peut réduire très fortement la pression d'adventices héliophiles ; en revanche, une jachère courte

⁵ Fourniture de nutriments par minéralisation, fixation d'éléments minéraux sur les complexes argilo-humiques, amélioration de la stabilité structurale.

⁶ Dans les trente premiers centimètres du sol.

herbacée où dominent les adventices⁷ peut n'avoir aucun effet ou peut même rendre plus importants les problèmes de gestion des adventices dans la culture suivante.

Des recherches dans le sud-ouest de la Côte d'Ivoire ont permis de mieux comprendre l'effet des jachères forestières sur l'infestation par les adventices. Plusieurs éléments contribuent à l'efficacité de la jachère sur le développement des adventices :

- > l'ombrage empêche la germination des graines d'adventices photo-sensibles pendant la période de jachère ;
- > le stock de graines viables d'adventices diminue au cours des années de la jachère ;
- > le brûlis qui précède la mise en culture détruit la moitié du stock de graines d'adventices encore présent dans le sol ;
- > le port des variétés locales de riz (hauteur importante, nombre élevé de feuilles) et la rapidité de leur croissance sur défriche de forêt les rendent particulièrement compétitives par rapport aux adventices, qui se développent peu et mal en première année de culture.

● Parasites et ravageurs des cultures

Il s'agit là d'un domaine encore relativement peu exploré. Il est là aussi impossible de dire d'une manière générale que la pratique de la jachère limite le développement des parasites et des ravageurs. Chaque système de culture doit être raisonné individuellement.

Suivis des populations de Borer africain du riz⁸ à Madagascar

Ces suivis ont été effectués dans les périmètres irrigués du lac Alaotra. Ils ont montré l'intérêt de labourer la jachère qui sépare les cycles annuels de riz pour éviter le développement des borers dans les chaumes de riz laissés en place. Le même type d'observation lors des jachères courtes qui suivent la récolte du coton a conduit la plupart des structures de vulgarisation de la culture cotonnière à recommander l'arrachage et le brûlis des résidus de culture après la récolte.

La compréhension des fonctions agronomiques de la jachère dans un système de culture⁹ nécessite de prendre en compte des paramètres écologiques, les interventions humaines pendant la jachère (feux de brousse), le mode de défriche, le type de culture et les itinéraires techniques pratiqués par les agriculteurs.

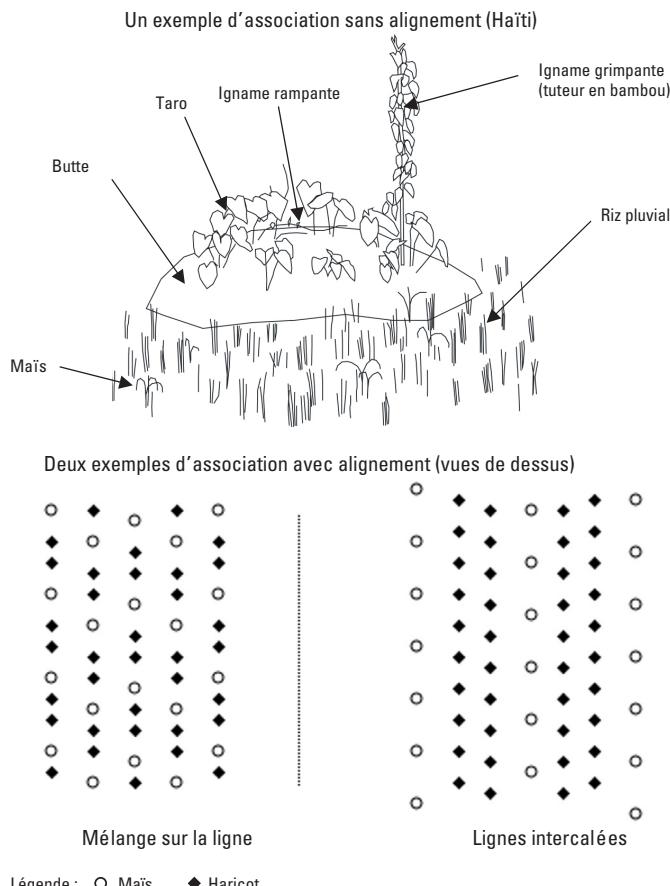
⁷ *Imperata cylindrica* par exemple.

⁸ *Malarphia separatella*.

⁹ Et donc des possibilités de la raccourcir, de la supprimer ou de modifier les pratiques culturelles qui lui sont liées.

LES ASSOCIATIONS CULTURALES

La figure 3 présente quelques exemples d'arrangement spatial des cultures, avec des associations d'espèces annuelles. Mais on rencontre également fréquemment des associations d'espèces pérennes et d'espèces annuelles. Voici quelques éléments permettant de mieux comprendre le fonctionnement des cultures associées et de raisonner les possibilités d'amélioration.



► Figure 3 : Quelques arrangements de culture dans l'espace

● L'occupation de l'espace aérien et souterrain

Lorsque plusieurs espèces sont cultivées simultanément sur la même parcelle, elles entretiennent fréquemment des relations de concurrence ou de complémentarité pour l'accès aux facteurs du milieu : eau, lumière, éléments minéraux. Les associations les plus intéressantes sur le plan agronomique sont celles qui, au niveau de l'espace aérien et de l'espace souterrain, valorisent des complémentarités et limitent les concurrences entre les espèces cultivées.

● Plantes d'ombre ou de lumière

Il est courant de dire que certaines plantes, comme le sorgho, sont des plantes de lumière et que d'autres, comme le poivrier et le macabo, préfèrent l'ombre. Quelle est l'explication physiologique de ces préférences ?

Toutes autres conditions étant égales par ailleurs¹⁰, les plantes cultivées se développent toutes mieux à la lumière qu'à l'ombre.

L'agriculture est basée sur la capacité des plantes autotrophes à utiliser le rayonnement solaire pour synthétiser des glucides à partir d'éléments minéraux et d'eau (cf. chapitre 414). Le rayonnement solaire est intercepté par le feuillage et fournit l'énergie nécessaire à cette synthèse. En conditions non limitantes d'alimentation en eau et en éléments minéraux, la quantité d'énergie disponible va avoir une influence déterminante sur la quantité de biomasse photosynthétisée. Or cette quantité d'énergie diminue très fortement avec l'ombrage. La figure 4 illustre ce phénomène dans une association entre arbres d'ombrages, cacaoyers et plants de taro : même sous des arbres à feuillage peu dense comme les légumineuses¹¹, 80 % du rayonnement photosynthétiquement utile (PAR) est capté par les arbres d'ombrage. Les cacaoyers reçoivent seulement 20 % du PAR et les plants de taro disposent seulement de 5 % du PAR. Taro et cacaoyers sont donc en situation où le rayonnement disponible est limitant pour la photosynthèse.



► Figure 4 : Quantité d'énergie active sur la photosynthèse (PAR) disponible dans une association taro-cacaoyer-arbre d'ombrage

Certaines espèces cultivées originaires de milieux ombragés régulent mal leur physiologie en fonction des disponibilités du milieu lorsqu'elles sont cultivées au soleil.

Un caféier cultivé au soleil produit plus qu'un caféier cultivé à l'ombre. Il peut même produire trop et finalement rapidement s'épuiser et mourir : il régule mal son fonctionnement physiologique lorsqu'il est mis en conditions d'éclairement non limitantes. L'ombrage est donc un moyen d'adapter la production photosynthétique aux disponibilités du milieu et d'éviter ainsi le dépérissement de la plante.

10 Température, alimentation en eau et en éléments minéraux.

11 *Albizia sp.*, *Inga sp.*, *Erythrina sp.*

C'est pour cette raison qu'on recommande fréquemment de cultiver les caféiers sous ombrage lorsqu'ils ne sont pas fertilisés mais en pleine lumière lorsqu'on les fertilise de manière intensive.

L'interception du rayonnement solaire par un étage de végétation élevé modifie plusieurs paramètres climatiques au niveau du sol et des étages inférieurs de végétation.

Plusieurs facteurs climatiques sont modifiés par les arbres d'ombrage, et ce sont fréquemment ces modifications qui sont recherchées :

- > *modification du vent* : des arbres d'ombrage peuvent réduire de manière très importante les dégâts de vents cycloniques dans des plantations de cacaoyers par exemple ;
- > *modification de la température* : les écarts de température sont plus faibles entre le jour et la nuit lorsqu'il y a des arbres d'ombrage. Ceci peut limiter les effets négatifs de températures nocturnes trop basses ou de températures diurnes trop élevées ;
- > *modification de la demande évaporative* : la présence d'arbres d'ombrage augmente l'humidité de l'air au niveau des cultures. La demande évaporative climatique est donc plus faible au niveau des plantes cultivées. Les plantes considérées comme des plantes d'ombre sont en fait souvent des plantes qui ne sont pas capables de répondre à des demandes évaporatives intenses, même si elles sont correctement alimentées en eau. En plein soleil, elles grillent parce qu'elles ne sont pas capables d'évaporer suffisamment. Mais attention ! Cela ne veut pas dire que l'évapotranspiration totale du système *arbres d'ombrage/plantes cultivées* est plus faible que celle d'un système sans arbre d'ombrage ! Au contraire, l'ensemble a une évapotranspiration maximale plus élevée que celle d'une culture sans ombrage, car les arbres d'ombrage ont une évapotranspiration maximale élevée.

La modification de ces paramètres climatiques par la végétation d'ombrage modifie également l'influence des parasites, ravageurs et adventices des cultures. Cela peut être un effet positif sur la culture (comme la réduction de la pression parasitaire sur des cacaoyers), mais également un effet négatif (comme le développement de maladies fongiques sur des bananiers).

Les caractéristiques recherchées pour un arbre d'ombrage

- être suffisamment haut pour ne pas gêner la croissance des plantes ombragées ;
- avoir un tronc unique et élevé ;
- bien supporter les tailles et les élagages ;
- disposer d'un enracinement peu envahissant qui ne concurrence pas les cultures, profond pour chercher l'eau et les éléments minéraux à grande profondeur ;
- avoir un feuillage pas trop dense qui tamise la lumière : petites feuilles, feuilles composées ;
- éviter l'installation ou la propagation de maladies ou de ravageurs ;
- fournir des produits utiles : bois, fourrage, fruit... ;
- produire une litière organique importante.

L'optimum bioclimatique varie en fonction du stade de développement et du cultivar.

Au début de leur cycle de développement, les espèces pérennes comme le cacaoyer sont plus sensibles aux situations extrêmes (forte insolation) et il est fréquemment recommandé de les mettre en place sous des arbres d'ombrage qui pourront être éventuellement retirés par la suite.

Il existe une variabilité importante des comportements entre les différents cultivars d'une même espèce. Le raisonnement d'une association n'est pas le raisonnement de l'association d'une espèce avec une autre, mais d'un cultivar d'une espèce avec un cultivar d'une autre espèce.

● Occupation du sol, absorption de l'eau et des éléments minéraux

Plusieurs facteurs interviennent dans l'établissement de relations de concurrence ou de complémentarité entre les systèmes racinaires de plusieurs espèces végétales cultivées en association.

● *La répartition dans le sol des systèmes racinaires des différentes espèces*

Elle est elle-même liée à plusieurs facteurs :

- > *le choix des espèces associées* : il est fréquent d'expliquer l'effet bénéfique d'une association par le choix d'espèces dont les systèmes racinaires explorent des volumes de sols différents. Les herbacées à enracinement fasciculé (céréales, bananiers) exploitent les couches les plus superficielles du sol, les herbacées à enracinement pivotant (haricot, niébé, cotonnier) utilisent un volume situé un peu plus bas, et les espèces ligneuses pérennes exploitent les couches profondes du sol ;
- > *le mode de semis* : le semis en poquets peut provoquer des phénomènes de concurrence entre plants d'une même espèce ou entre plants d'espèces différentes lorsqu'ils sont semés en poquets mélangés ;
- > *les caractéristiques du sol cultivé* : les caractéristiques du sol¹², modifiées éventuellement par les opérations culturales et les précédents, vont limiter les possibilités de développement des systèmes racinaires des espèces cultivées.

● *La répartition dans le temps des besoins des différentes espèces*

La concurrence entre espèces cultivées associées risque d'être d'autant plus forte que leurs périodes de besoin maximal coïncident. C'est un des éléments à prendre en compte dans le raisonnement des dates d'implantation des espèces associées. Mais, il ne faut pas oublier également qu'il existe des phénomènes de régulation au sein de certaines associations.

Les associations maïs/sorgho ou maïs/pois d'Angole

L'étude des associations de ce type montre que les espèces de cycle long (sorgho, pois d'Angole) régulent leur physiologie : le maïs se développe plus rapidement et domine dans l'association pendant toute la durée où il est photosynthétiquement actif ; sorgho et pois d'Angole croissent plus lentement pendant cette phase où ils subissent la concurrence du maïs que s'ils étaient cultivés en culture pure ; mais ils croissent ensuite aussi vite que s'ils étaient en culture pure. Au bout du compte, malgré des densités inférieures à celles pratiquées en culture pure, sorgho et pois d'Angole peuvent avoir des productions voisines de celles qu'ils auraient eues en culture pure.

12 Profondeur, porosité.

● Les modifications du milieu

On observe parfois des phénomènes de toxicité (eucalyptus sur herbacées), avec de fortes variations liées aux variétés. Ils sont liés à l'allélopathie¹³, phénomène encore relativement peu étudié dans les agricultures tropicales. À l'inverse, l'association d'une légumineuse et d'une céréale permet à cette dernière de bénéficier d'une partie de l'azote fixé par la légumineuse.

● Les conséquences sur la gestion des associations culturales

Plusieurs types de techniques vont permettre de modifier les relations de concurrence ou de complémentarité au sein d'une association.

● *Le choix des espèces associées et des cultivars*

Le choix des espèces cultivées est très dépendant des conditions socio-économiques. Les considérations agronomiques ne sont jamais suffisantes pour justifier la culture d'une espèce donnée. En revanche, il est très important de bien choisir les cultivars : certaines variétés se prêtent mieux que d'autres à la culture en association¹⁴, et certaines variétés ont des effets dépressifs très importants sur les cultures qui leur sont associées. Un haricot grimpant peut par exemple étouffer un maïs en recouvrant toutes ses feuilles ; un maïs dont les feuilles gardent un port dressé gêne moins une légumineuse associée qu'un maïs dont les feuilles se mettent à l'horizontale. Les sélectionneurs ont commencé, notamment pour les légumineuses, à sélectionner des variétés se comportant bien dans les associations.

● *Le choix des densités et de l'orientation des lignes de plantation*

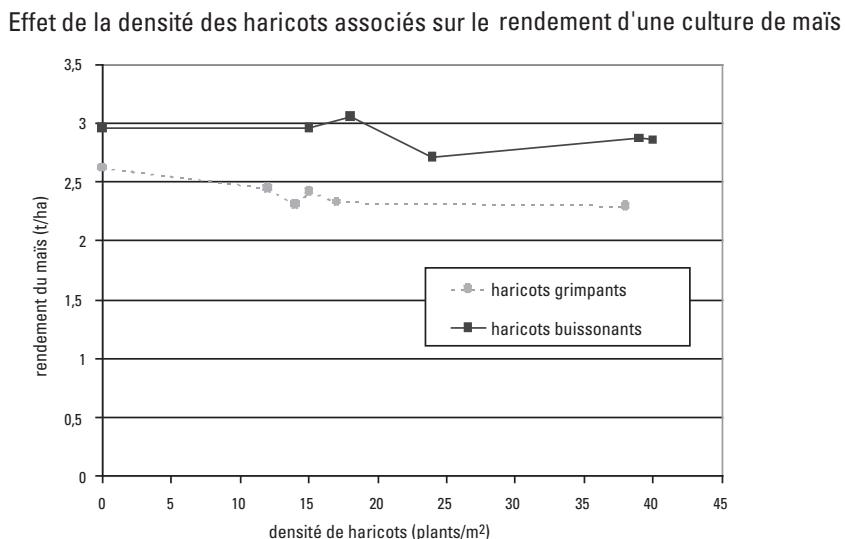
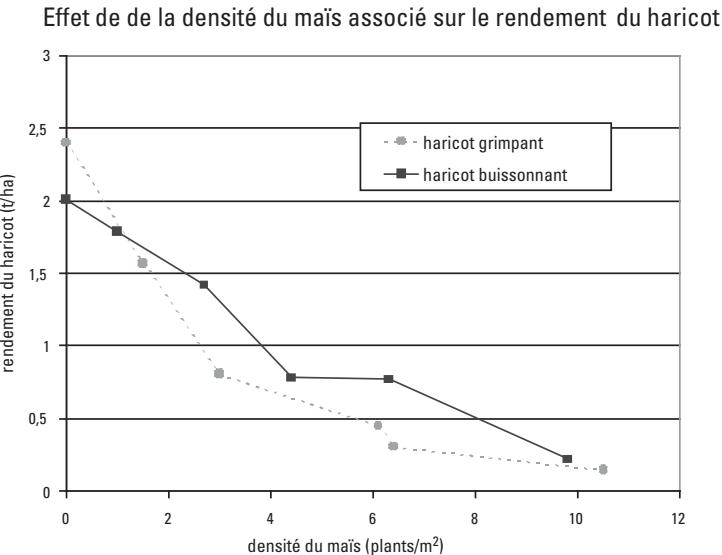
Le meilleur moyen d'obtenir avec une association culturale une production inférieure à celle obtenue en culture pure est d'utiliser les mêmes densités qu'en culture pure. Les niveaux de production intéressants sont généralement obtenus avec des densités inférieures à celles des cultures pures. Les graphiques de la figure 5 présentent des résultats d'essais faits en Colombie et illustrent l'influence réciproque du maïs et du haricot sur le rendement de la culture associée : le maïs est dominant dans l'association et son rendement est peu affecté par la densité du haricot ; mais le rendement du haricot décroît très fortement lorsque la densité du maïs augmente.

Il est important de noter que l'action sur les densités peut inverser les rôles de culture dominante et de culture dominée : si en général le maïs est dominant dans une association maïs/haricot, la pratique de densités très élevées de haricot (300 000 plants/ha) combinée à des densités médiocres de maïs (40 000 plants/ha) peut transformer le haricot en culture dominante.

L'orientation des lignes est importante pour les cultures associées semées en ligne alternées lorsqu'une espèce est plus haute qu'une autre. En effet, en milieu tropical, l'orientation est/ouest des lignes peut limiter fortement la concurrence pour l'énergie lumineuse exercée par la culture la plus haute. C'est un facteur important à prendre en compte lorsqu'on réalise des essais.

¹³ L'allélopathie correspond à l'ensemble des phénomènes qui sont dus à l'émission ou à la libération de substances organiques par divers organes végétaux, vivants ou morts, qui s'expriment par l'inhibition ou la stimulation de la croissance des plantes se développant à leur voisinage ou leur succédant sur le même terrain.

¹⁴ En fonction notamment des besoins en énergie lumineuse, très variables par exemple entre différents cultivars de manioc.



► Figure 5. Influence réciproque du maïs et du haricot sur le rendement de la culture associée (essais réalisés au CIAT en Colombie)

● Le choix des dates d'implantation

Le choix des dates d'implantation des différentes cultures de l'association permet également de modifier les relations de concurrence entre les espèces. D'une manière générale, on obtient des productions plus élevées en décalant, si le climat le permet, les cycles des différentes cultures. Cela a par exemple été démontré lors d'essais sur l'association maïs/haricot en Colombie et sur l'association maïs/sorgho en Haïti.

● **Les autres éléments de l’itinéraire technique**

La taille, le tuteurage sur un autre support que la culture associée permettent de limiter la concurrence pour le rayonnement solaire.

La fertilisation peut déstabiliser une association en accentuant le caractère dominant d'une espèce au détriment de l'autre. Des observations de ce type ont été réalisées en Haïti sur l'association maïs/haricot dans une situation où le haricot est dominant : la fertilisation de l'association renforce cette dominance et nécessite pour être compensée une modification des densités des deux espèces associées.

● **Les effets des associations sur les pestes**

D'une manière générale, l'effet des cultures associées est différent selon le ravageur ou la maladie. Dans certains cas, la présence d'une autre culture constitue un obstacle ; dans d'autres, l'espèce associée peut constituer un hôte appréciable. Toutefois, on observe d'une manière générale que les attaques généralisées du champ sont plus rares dans les cultures associées, sauf pour les insectes non spécialisés comme les criquets. En lutte chimique, il est souvent difficile de trouver un herbicide qui soit compatible avec toutes les plantes d'une association.

L'association courante maïs/niébé est une manière de lutter contre deux ravageurs. La céréale fait obstacle à la progression des charançons du niébé. D'un autre côté, le niébé diminue les attaques de borers sur le maïs, et ce de façon d'autant plus efficace que la disposition des plants est en quinconce (alternance d'un pied sur deux sur la ligne et entre deux lignes).

Les végétaux du genre *Striga*, parasites du mil, du sorgho ou du maïs, sont nettement perturbés par la présence d'une culture associée à la céréale : arachide, autres légumineuses, plante rampante, plante de couverture. Cette action se situerait à trois niveaux complémentaires, combinant les effets du paillage, de la fertilisation et des plantes pièges :

- > l'abaissement de la température du sol, causé par l'ombrage, limite la germination des *Striga* ;
- > l'apport d'azote par les légumineuses est défavorable à leur développement ;
- > de nombreuses légumineuses sont des plantes pièges, c'est-à-dire qu'elles induisent la germination des *Striga* sans permettre leur fixation sur les racines. Certaines cultures de la rotation, comme le cotonnier, jouent aussi le rôle de plante piège.

Mais une association peut également avoir les effets inverses : le pois d'Angole attire les thrips et peut accroître les dégâts provoqués sur le niébé par ces insectes lorsque les deux légumineuses sont associées.

● **Les rendements d'une association culturelle**

Comment comparer la production physique d'une culture associée à celle des espèces qui la composent, cultivées *en pur* ? La méthode des surfaces équivalentes relatives (SER en français et LER en anglais) est la plus employée pour répondre à cette question.

Elle consiste à déterminer pour chaque culture de l'association la surface qui serait nécessaire pour obtenir la même production en culture pure¹⁵ et à calculer le rapport : surface nécessaire pour obtenir la production en culture associée/surface nécessaire pour obtenir la même production en culture pure. Ce rapport est aussi égal au rapport des rendements : rendement en culture associée/rendement en culture pure. La SER est égale à la somme des rapports pour les différentes cultures de l'association.

Tableau 1. La SER d'une association maïs/niébé

Rendement maïs associé : 1500 kg/ha	Rendement maïs pur : 2000 kg/ha	SER maïs = 1500/2000 = 0,75
Rendement niébé associé : 400 kg/ha	Rendement niébé pur : 800 kg/ha	SER niébé = 400/800 = 0,50
SER total = SER maïs + SER niébé		= 0,75 + 0,50 = 1,25

Cela signifie que pour obtenir avec des cultures pures la même production totale que celle obtenue en culture associée, il faudrait 25 % de surface en plus.

Le calcul de la SER est donc un moyen de mesurer l'avantage relatif d'une culture associée par rapport à la culture de ses composants en culture pure.

INTÉGRER AU DÉPART LES SOUHAITS DES AGRICULTEURS

Le raisonnement des successions de cultures et des associations est un raisonnement local. Sa composante agronomique repose sur l'analyse des interactions entre les techniques, le milieu et les peuplements végétaux cultivés.

Il est important, quand cela est possible, d'intégrer une dimension de moyen et de long terme par la prise en compte d'effets cumulatifs : des phénomènes comme l'érosion des sols cultivés sont généralement sans conséquence immédiate sur les productions, alors qu'ils peuvent provoquer à long terme une dégradation du milieu et l'abandon de terres devenues improductives. Une partie de l'intérêt de certaines successions et associations culturales réside dans ces effets cumulatifs : amoindrissement de la dégradation chimique, physique ou biologique des sols cultivés.

Les avantages des successions et des associations culturales en terme de production physique sont nets. Pour les choisir, il convient de se rappeler que :

- > le choix des productions dans une exploitation est très largement dépendant de considérations qui ne relèvent pas de l'agronomie, ce qui signifie que les systèmes de culture qui se révèlent agronomiquement les plus performants ne sont pas forcément ceux que les agriculteurs ont intérêt à pratiquer ;
- > les considérations en termes de temps de travaux sont essentielles à prendre en compte ; elles expliquent en grande partie l'intérêt de certaines associations et successions culturales (en permettant par exemple de réaliser simultanément plusieurs opérations culturales : le sarclage d'une culture peut constituer la préparation du sol pour une culture en relais) ;
- > la gestion des risques économiques et climatiques est un élément important du raisonnement des associations et des successions culturales.

15 À niveau d'intensification égal.

La gestion du risque économique

Elle conduit les agriculteurs de la côte Est de Madagascar à mettre en place des systèmes associant dans les mêmes parcelles cafériers, bananiers et riz pluvial. En fonction des cours des différentes productions, l'agriculteur modifie l'équilibre entre les trois cultures : quand les cours du café baissent, il taille énergiquement les cafériers, sans toutefois prendre le risque de les arracher, et implante davantage de riz et de bananiers.

Les successions et associations culturales pratiquées par les exploitants familiaux des pays du Sud sont complexes à étudier et à améliorer¹⁶. L'intégration dès le départ des souhaits et des contraintes des agriculteurs est nécessaire pour bâtir un programme d'intervention pertinent. Le diagnostic agronomique et l'expérimentation en milieu paysan représentent deux outils de travail privilégiés, car ils permettent d'acquérir les références locales nécessaires à l'amélioration des pratiques des agriculteurs.

Bibliographie

- BALDY C., STIGTER C.J., CONESA, A.P. (préf.), *Agrométéorologie des cultures multiples en régions chaudes*, INRA (FRA), 1993, 246 p. : ill., réf., tabl., graph., Collection Du labo au terrain.
- BEETS W.C., 1978. *Multiple cropping systems reviewed*. Span 21 (3) : 114-116.
- BILLEREY F., PILLOT D. (dir.), 1982, *Cultures associées en milieu tropical. Eléments d'observation et d'analyse*, Min. Coop. Dossier technologies et développement (FRA), Paris (FRA) : GRET, 1982, 76 p. : graph., tabl., bibliographie.
- FLORET C. (prés.)/ SERPANTÉ G. (prés.)/ JOUVE P. (collab.), 1993. *La jachère en Afrique de l'Ouest*, Atelier International, Montpellier (FRA) 1991/12/02-05 ORSTOM, 494 p. : ill., réf., cart., tabl., graph. Collection ORSTOM Colloques et Séminaires (FRA)
- GRET, FAMV, 1994, *Manuel d'agronomie tropicale*. Paris, GRET, 490 p.
- SÉBILLOTTE M., 1985, *La jachère, élément pour une théorie*, in BLANC PAMARD C., LERICOLLAIS A., SAUTTER G. «À travers champs, agronomes et géographes», ORSTOM, Paris, Coll. Colloques et séminaires.
- STEINER K.G., 1985 *Cultures associées dans les petites exploitations agricoles tropicales, en particulier en Afrique de l'Ouest*, GTZ Eschborn (DEU), 347 p. : graph., tabl., cartes, plans, bibliographie.

¹⁶ Leur complexité est fréquemment supérieure à celle rencontrée dans les agricultures des pays développés où la motorisation a contribué à la simplification des pratiques culturelles.