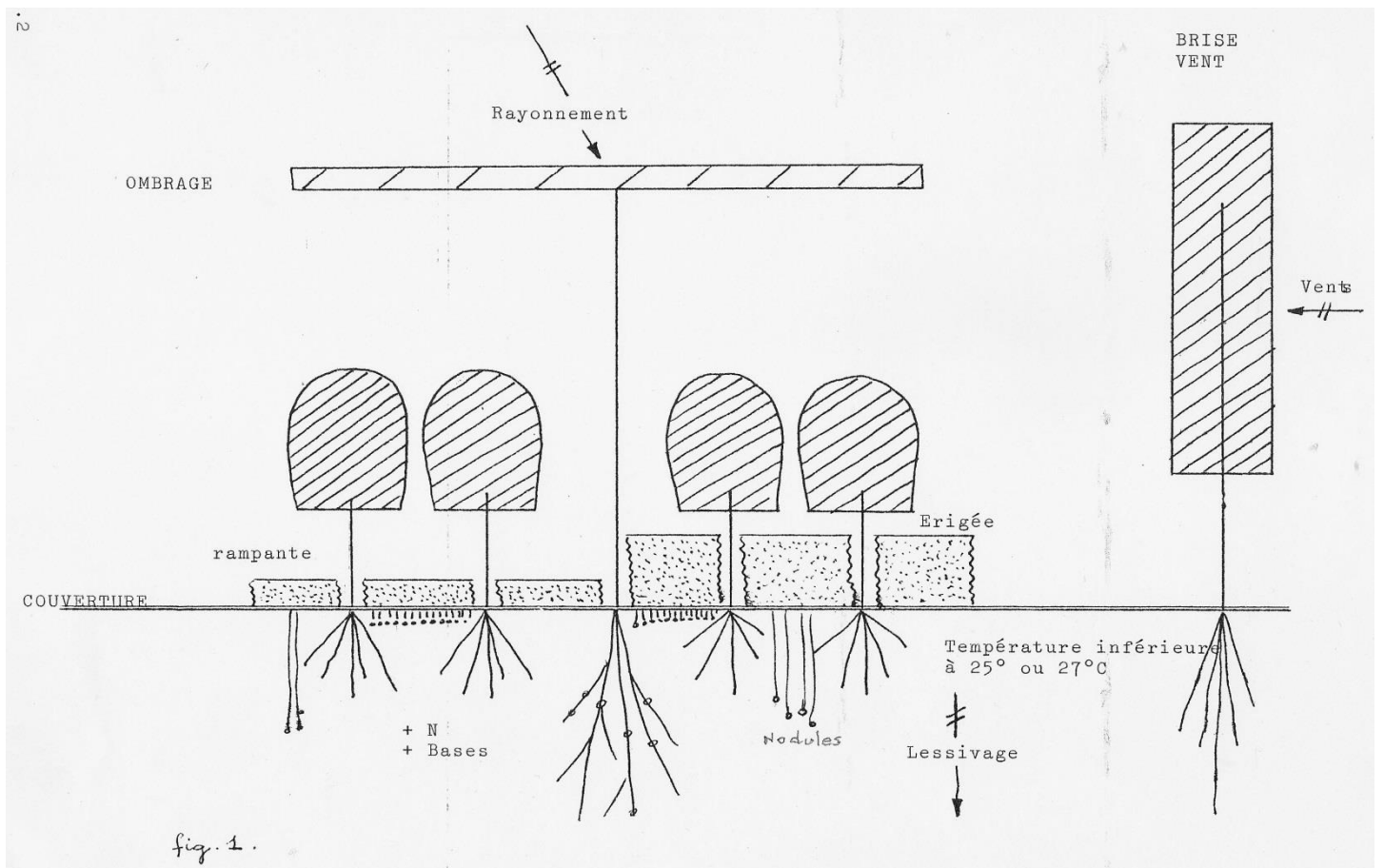


Plantes de couverture

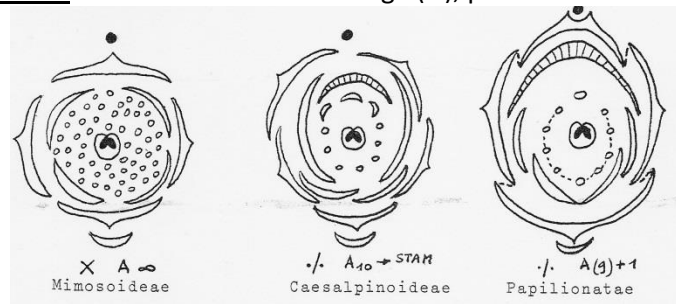
Plantes d'ombrage

Brise-vents



Systématique des légumineuses

Plante d'ombrage (O), plante de couverture (C)



1. **Mimosoideae** : Albizzia (O), Inga (O), Leucaena (C, O), Mimosa (C, O).
2. **Caesalpinoideae** ; Cassia (C, O), Caesalpinia (O).
3. **Papilionatae**:
 30. Sophoreae : Calpurnia (O).
 31. Podalirieae :
 32. Genisteae . Crotalaria (C), Lupinus (C en altitude)
 33. Trifolieae : Medicago (C en méditerranée)
 34. Phaseoleae :
 341. Cajaneae : Cajanus (C), Flemingia (C)
 342. Glycineae : Glycine (C).
 343. Erythrineae : Erythrina (O), Mucuna (C)
 344. Galactieae : Pueraria (C), Canavalia (C).
 345. Euphaseoleae : Calapogonium (C), Centrosema (C), Clitoria (C), Dolichos (C), Phaseolus (C), Vigna (C).
 35. Vicieae :
 36. Loteae :
 37. Galageae : Indigofera (C), Tephrosia (C).
 38. Dalbergieae : Dalbergia (O), Derris (O).
 39. Hedysareae : Arachis (C), Desmodium (C), Stylosanthes (C).

La Couverture.

La mise en culture des terres par abattage de la forêt dans les régions chaudes provoque une évolution extrêmement rapide de l'azote ; les réserves organiques se minéralisent très rapidement et l'azote assimilable ainsi produit, dépasse les plus fortes consommations de la plante et se perd par lessivage dans le sous-sol.

À un certain moment, il peut même se produire une carence qui est le prélude à une régression de production.

Cette minéralisation de l'azote a lieu au cours de l'incinération, mais aussi lors de la décomposition microbologique de l'humus et du système racinaire mort.

Ces pertes sont inévitables même lorsque cette ouverture est faite en non incinération, car dans ce cas, l'azote élémentaire est volatilisé lors des processus d'oxydation et de réduction qui accompagnent la décomposition microbologique de la matière organique entassée. Dans ce dernier cas cependant, la perte peut être compensée par une fixation azoto-bactérienne relativement importante dans cette masse ligneuse où le rapport C/N est très élevé.

Pertes en azote dans des champs traités de manières différentes : (Valeurs observées à Yangambi)

1. Clean weeding : 842 +/- 50 Kg /ha par année ;
2. Palmiers-caféiers avec une bonne couverture : 343 +/- 25 Kg/ha par année ;
3. Palmiers avec une très bonne couverture de Pueraria phaseolides : 260 +/- 18 Kg/ha par année ;
4. Couverture imparfaite de légumineuses érigées : 694 +/- 98 Kg/ha par année.

Ainsi, dans un terrain entièrement dénudé, on perd environ l'équivalent de 4 tonnes de sulfate d'ammoniaque par hectare et par année, alors que dans un terrain couvert de Pueraria cette perte est réduite à une seule tonne par hectare et par année.

Les pertes commencent donc dès l'abattage de la forêt. Ni la couverture immédiate, ni l'emploi des légumineuses ne peuvent les arrêter, mais elles les ralentissent fortement par leur influence thermoprotectrice.

Rôles des plantes de couverture

A/ Action protectrice :

1. Protection contre la décomposition organique
2. Protection biologique contre le lessivage
 - a. Immobilisation de l'azote
 - b. Protection biologique contre le lessivage des bases
3. Protection physique contre le lessivage

B/ Action enrichissante.

La décomposition organique est avant tout une fonction de la température. L'action protectrice de la plante de couverture sera donc en premier lieu, l'abaissement de la température dans les couches supérieures du sol. En région chaude, la plante de couverture sera d'autant plus efficace à ce sujet, qu'elle sera capable de garder cette température aux alentours de 25°C.

Relevés de températures du sol en saison sèche sous différents types de végétation. (Yangambi entre 13 et 14 heures)

Types de végétation	profondeurs		
	1 cm	5 cm	9 cm
Sol dénudé en plein soleil		41,5°C	39°C
Forêt lourde	24°C	24°C	23,5°C
Forêt secondaire	24,5°C	24,5°C	24°C
Pueraria phaseolides très dense	26,5°C	26°C	25,5°C
Pueraria moyennement dense	31°C	29°C	28°C
Calepogonium dense	28°C	27°C	26°C
Calepogonium moyennement dense	30°C	29°C	28°C
Centrosema pubescens peu dense	33°C	31°C	30°C
Indigofera arrecta recepé dense		28,5°C	
Indigifera arrecta non recepé dense		32°C	
Indigofera arrecta peu dense	38°C	36°C	25°C

Exception faite des graminées, toutes les plantes qui couvrent le sol sont utiles, ou au moins provisoirement utiles. Elles ne seront remplacées que progressivement en évitant que le sol dénudé soit exposé aux radiations directes.

Les pertes en azote par drainage sont relativement moins importantes pour les plantes riches en lignine que pour les plantes peu lignifiées. WAKSMAN et HUTCHINGS font remarquer que la lignine contracte, avec les protéines, un complexe stable très résistant à la décomposition, complexe qui forme un constituant essentiel de l'humus. La lignine jouit de propriétés absorbantes vis-à-vis des bases et de l'ammoniaque et les retient énergiquement dans le sol. La cellulose transforme l'azote organique, tandis que la lignine agit comme tampon en retardant la décomposition des protéines formées.

Dans cet ordre d'idée, il est clair que la quantité de matières ligneuses sera plus importante chez les légumineuses buissonnantes que chez les légumineuses rampantes.

De nombreux auteurs font remarquer que l'enfouissement du Pueraria, des Centrosema et des légumineuses rampantes en général, ne donne qu'un gain très faible de matières humiques.

La protection biologique contre le lessivage s'étend également aux bases échangeables et dans ce cas elle dépend aussi de la composition de l'engrais vert ou de la plante de couverture. MAC GREGOR a démontré que la capacité totale d'échange de la matière organique du sol se trouve en étroite relation avec son carbone lignique.

La teneur en lignine est donc l'élément essentiel de la capacité d'absorption.

Dans sa thèse de doctorat, MICHAUX montre que la composition optimale pour une plante à enfouir est de 12-16 C/1N alors que pour les plantes de couverture, la composition optimale est en-deçà et au-delà de ce rapport. Il constate aussi que le rendement en carbone humique issu du carbone de l'engrais vert semble optimum pour un rapport 26-28C/1N. Il faut cependant faire remarquer que si ce rapport est favorable au rendement immédiat en humus, il ne l'est certainement pas en ce qui concerne la conservation de l'azote.

La couverture exerce une protection physique contre le lessivage notamment en augmentant l'évaporation. En effet, plus l'évaporation est intense, plus la percolation est réduite.

Les pertes des sels minéraux normalement entraînés dans les eaux de percolation sont donc inversement proportionnelles à l'intensité de l'évaporation.

Sur sol dénudé, on estime que l'évaporation atteint une valeur de 1150 mm entre 0 et 10° de latitude. Par la formule de MOHR on arrive à des valeurs plus basses. Si on accepte comme valeur moyenne 1000 mm pour un sol dénudé et 1500 mm d'évaporation pour une couverture dense, on s'aperçoit que la terre dénudée n'évapore que 2/3 d'une terre couverte. En cas de surplus d'eau, une terre dénudée percole donc 500 mm d'eau en plus qu'une terre couverte.

En conséquence, en saison des pluies où la concurrence hydrique est nulle, on supprimera tout sarclage et, si la culture est envahie par la couverture, on pratiquera du rabattage. En saison sèche, par contre, lorsque la concurrence hydrique existe, on aura tendance à opérer des rings weeding assez larges, en corrigeant éventuellement par un mulching épais.

La plante de couverture dépasse parfois son rôle de protection en augmentant le taux d'humus et d'azote assimilable (JOACHIM avec une couverture d'Indigofera endecaphylla).

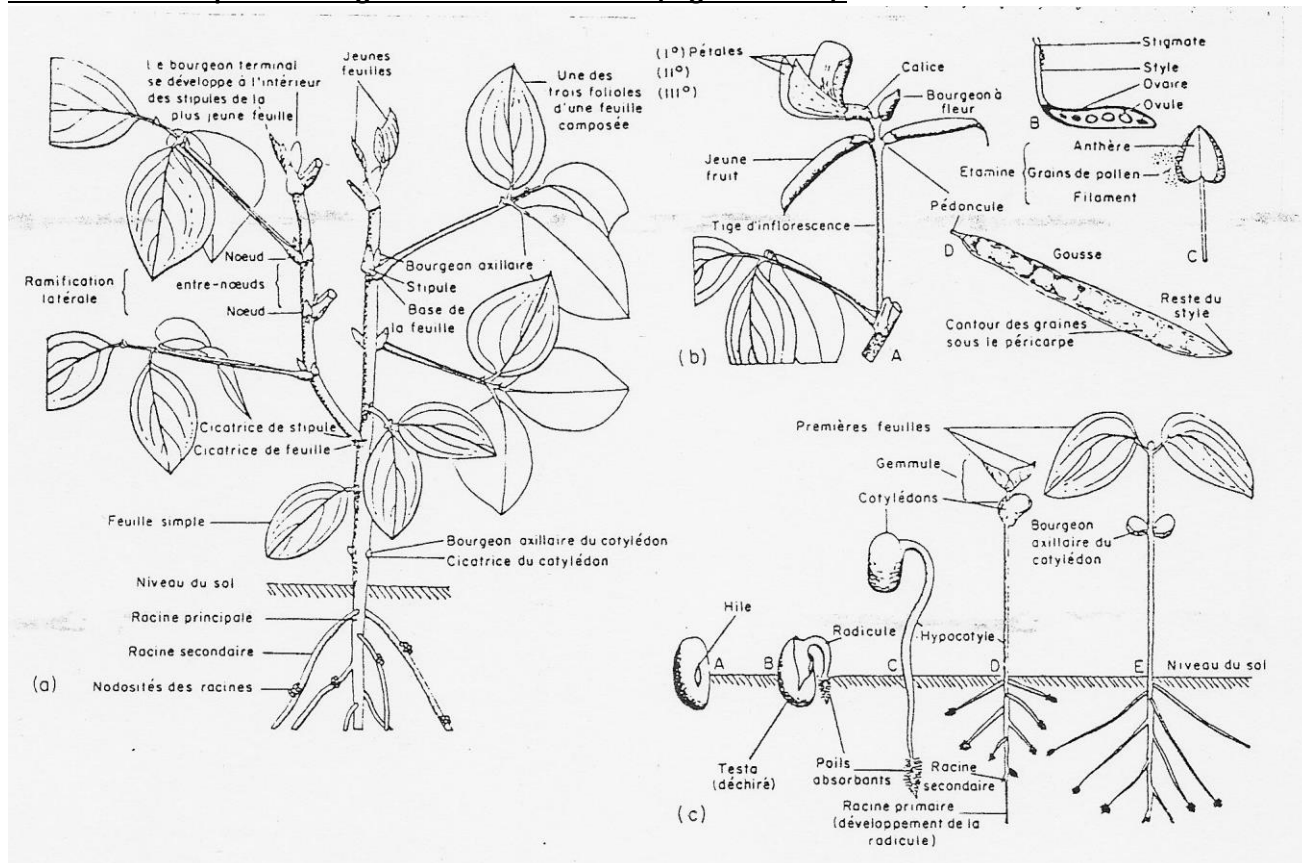
Cependant, si le sol est vierge et jouit de la bonne structure des sols forestiers, on peut affirmer qu'aucune couverture ne sera capable d'améliorer les conditions physico-chimiques du sol.

Si le sol est dégradé, pauvre en azote, en bases et en soufre et en outre avec une mauvaise économie en eau et en air, la couverture provoquera une amélioration rapide si la masse mélanogène est élevée et si l'enracinement est profond. Dans ce cas, le lessivage se réduira puis s'arrêtera, l'humus sera soustrait à la destruction et la litière ligneuse, en se décomposant lentement, enrichira graduellement le milieu. La production organique dépassera la décomposition et le taux d'humus, à l'équilibre final, sera supérieur au taux d'humus initial.

Autres qualités des plantes de couverture :

- 1- Établissement très rapide ;
- 2- Couverture complète du sol de façon à maintenir une température inférieure à 27°C vers 5 cm de profondeur ;
- 3- Donner beaucoup de déchets organiques ligneux ;
- 4- Ne pas être en concurrence avec la culture principale, ni en eau, ni en sels biogènes. (enracinement différent)
- 5- Améliorer la structure et surtout la microstructure du sol ;
- 6- Être d'un établissement permanent et résister à l'envahissement des mauvaises herbes ;
- 7- Enrichir le sol en azote ;
- 8- Donner abondamment des feuilles et des fleurs ;
- 9- Être résistante aux maladies et ne pas être un vecteur de maladies.

Dessin schématique d'une légumineuse buissonnante (Vignasinensis).



- (a) Il faut noter les ramifications fortement développées de la tige principale. Il existe chez les légumineuses deux types de ramifications : celle où le nombre de nœuds du rameau est fixe ; celui-ci cesse de croître dès que le nombre est atteint, c'est le type représenté sur la figure (type à croissance déterminée) et celle où le rameau continue à pousser en donnant de nouveau naissance à des embranchements latéraux et à des bourgeons à fleurs ; c'est le cas des légumineuses rampantes ou grimpantes. Le nombre de nœuds avant l'apparition d'un bourgeon floral caractérise un cultivar sous un éclairage donné. La distance entre les nœuds varie en fonction de la longueur du jour chez les cultigènes sensibles à ce facteur.
- (b) Pour les travaux de sélection, il faut connaître les trois types de pétales : l'étendard, large pétale externe et dressé autour des autres ; les ailes formant un toit au centre de la fleur (souvent de couleur différente) ; la carène paire de pétales internes protégeant ovaire et étamines. C'est à ce stade de la plante que les insectes causent le plus de dommages en mangeant les bourgeons floraux et en perforant les tiges et le calice.
- (c) Illustration du type de germination en conditions naturelles.

Analyse des feuilles de légumineuses.

Pour 100 g	A	B	C	D	E	F	
Calories	327	293	284	332	320		A. Pueraria Thumbergiana
Protéines (g)	3,6	36,2	22	14,2	20,5	34,5	B. Vigna unguiculata sesquipetalis
Graisses (g)	0,9	3,4	3,7	3,9	2,8		C. Lablab purpureus
C total (g)	88,2	50,0	55,9	74,7	69,3		D. Leucaena leucocephala
Fibres (g)	70	14,7	61,4	8,8	21,4		E. Arachis hypogea
Cendres	7,3	10,3	12,8	7,3	7,4	6,3	F. Crotalaria intermedia
Ca (mg)	318	931	1108	2699	2100	870	
P (mg)	181	914	523	248	310		
Fe (mg)	44,5	40,5	155,9				
Na (mg)		215					
K (mg)		3155					
B carotène (µg)		20688	28839				
Thiamine (mg)	2,27	2,41	2,37				
Riboflavine (mg)	8,27	2,07					
Niacine (mg)	7,27	10,34					
Acide ascorbique (mg)		302	146				

L'ombrage.

Action physiologique de l'ombrage.

L'assimilation carbonée des végétaux dépend de la température et des conditions d'éclairement ; dans les régions tempérées il existe d'ailleurs une corrélation entre ces deux facteurs ; dans les régions tropicales, ceux-ci subissent moins de variations et l'intensité de la radiation est très forte en toutes saisons. La valeur du rapport R/T est cependant moins forte en raison des températures moyennes relativement élevées.

Différentes études menées sur le caféier nous renseignent sur l'influence physiologique de la technique de l'ombrage. NUTMAN prouve que l'ombrage provoque une augmentation des hydrates de carbone avec un éclairement inférieur au tiers de celui enregistré à midi par ciel pur. Il rapporte également que le taux d'assimilation du caféier varie proportionnellement avec l'intensité lumineuse quand cette dernière est faible, mais qu'il diminue quand celle-ci est forte.

LOUE (Côte d'Ivoire) a observé que les feuilles de caféiers sous ombrage sont nettement plus riches en N (+ 20%) et en P₂O₅ (+ 15%), mais qu'elles sont moins riches en K₂O (- 15%). Le même auteur a prouvé que les sols sous couvert étaient moins riches en K₂O (+/- 50%), cette perte étant due à l'immobilisation importante de cet élément pour la formation de la charpente des arbres d'ombrage.

GUISCAFRE et GOMEZ ont montré que le développement du caféier était plus influencé par l'éclairement que par n'importe quel autre facteur du milieu (température, humidité relative et humidité du sol) et cela malgré l'interdépendance de ces fonctions.

Les chercheurs brésiliens ont montré que l'ombrage exerce une action modératrice sur la transpiration (voir aussi les travaux de RINGOET à l'INEAC). La perte d'eau par transpiration sur les caféiers non ombragés a été calculée à environ 6,2 gr par jour et par décimètre carré, soit environ 7000 litres par caféier adulte par année.

MACEADO (Colombie) a mis en évidence l'influence physiologique favorable d'un ombrage léger sur jeunes caféiers et l'influence moins défavorable d'un excès d'éclairement dans les mêmes conditions et l'influence moins défavorable d'un excès d'éclairement que d'un excès d'ombrage.

Rôles de l'ombrage

L'ombrage a une double action sur les plantes qu'il protège : une action directe si elle s'exerce directement sur les plantes et une action indirecte si elle s'exerce sur le milieu (notamment le sol) où poussent les plantes.

Action directe : elle se marque essentiellement sur l'activité photosynthétique et, notamment dans le cas du caféier, par une fructification moins précoce, moins groupée dans le temps et modérée en importance.

L'action indirecte se manifeste de plusieurs façons :

- L'ombrage joue un rôle thermo-protecteur, il diminue l'insolation le jour (action modératrice sur la transpiration) et abaisse les pertes caloriques la nuit (pertes dues à l'irradiation) ;
- Il allonge la période de maturation des fruits ce qui facilite souvent la récolte ;
- Il abaisse la température du sol et réduit les pertes en N observées à fortes températures, pertes dues à la décomposition de l'humus ;
- La présence d'un haut couvert diminue l'intensité du lessivage auquel le sol est soumis lors des précipitations nombreuses et violentes et réduit les dégâts de l'érosion ;
- La présence d'un ombrage a une action fertilisante sur le sol par les débris de végétaux qu'elle donne ; s'il s'agit en outre de légumineuses, le sol s'enrichit par un apport d'N ;
- L'ombrage a une action déprimante très marquée sur le développement de la flore adventice et réduit de ce fait les coûts d'entretien ;
- Dans les régions exposées aux vents, l'ombrage protège la culture en atténuant fortement la violence du vent. Cette remarque est également applicable pour les régions exposées à la grêle (notamment les stations en altitude) ;
- L'INEAC a montré que les grains provenant d'arbustes ombragés rationnellement, sont plus gros et plus denses que ceux provenant d'arbustes non protégés (caféiers).

On reproche, par contre, à l'ombrage :

- D'avoir une action déprimante sur les rendements et d'exiger des travaux supplémentaires d'entretien pour régler l'intensité de l'éclairement ;
- D'entretenir une humidité relative favorable à l'apparition et au développement des maladies cryptogamiques ;
- D'occasionner des dégâts aux cultures par la chute des branches ;
- D'être en compétition avec la culture principale pour la nutrition et la satisfaction des besoins hydriques.

L'utilisation des plantes d'ombrage.

On doit distinguer l'ombrage provisoire de l'ombrage permanent. Le premier sert à protéger les plantules avant que les essences d'ombrage aient atteint un développement suffisant. L'ombrage permanent subsiste aussi longtemps que la plantation. Pour l'ombrage provisoire, on utilise des essences à croissance rapide qui sont plantées dans les interlignes. Généralement se sont des légumineuses qui seront enfouies dès que les essences d'ombrage permanentes seront suffisamment développées.

Il n'existe pas d'arbres d'ombrage permanent idéaux. Un certain nombre de qualités sont cependant recherchées en priorité comme :

- Une croissance rapide ;
- Une frondaison à port étalé ;
- Un feuillage léger ;
- Un système racinaire profond, de préférence pivotant ;
- Une excellente résistance aux vents ;
- Une bonne résistance aux maladies cryptogamiques et aux parasites susceptibles d'attaquer la culture ;
- L'appartenance à la famille des légumineuses ;
- Une grande facilité d'élagage ;
- Un feuillage persistant.

On conseille généralement d'associer plusieurs essences d'ombrage afin d'éviter la disparition totale du couvert, par exemple en cas de maladies létale de la plante d'ombrage.

Principales légumineuses d'ombrage et pays d'utilisation

Acacia acatalepsies, San Salvador

Acacia inermis, Porto Rico (croissance très lente)

Acacia Sieber lana, Tanzanie

Acacia spirocarpa, Tanzanie (en altitude)

Acrocarus fraxinifolius, Kenya

Albizzia falcata, Java, Indochine, Malawi (sensible aux vents)

Albizzia Lebbeck, Madagascar, Colombie, Guatemala, San Salvador, Vietnam, Nouvelle Calédonie (exigeant quant à la fertilité du sol)

Albizzia malacocarpa, (Pisquin de Colombie) très utilisé dans ce pays et en Amérique centrale, au Cameroun en altitude

Albizzia maraguensis, Tanzanie (perd ses feuilles en saison sèche)

Albizzia odoratissima, Inde, Malaisie, Malawi

Albizzia procera, Inde, Vietnam, Australie

Albizzia stipulata, Madagascar (côte est), Ceylan, Vietnam, Malaisie, Congo, Uganda (peu résistant aux vents)

Albizzia sassa, Guinée

Albizzia zygia, Guinée

Andira inermis, Porto Rico (croissance lente)

Calpurnia aurea, Kenya (aire de distribution restreinte)

Calliandra spp., Colombie (espèce très rustique à croissance lente)

Cassia grandis, San Salvador et Amérique centrale (rustique et robuste mais port non étalé)

Cassia multijuga, excellent ombrage mais fragile au vent)

Cassia siamea, (rustique mais port non étalé), excellent brise-vent.

Cassia spectabilis, Colombie, Congo

Cassia strobilacea, Colombie comme ombrage provisoire de vie courte)

Caesalpinia ferrea, Brésil (recommandé)

Dalbergia assamica, Inde, Kenya

Dalbergia cuscatlanica, Amérique central

Derris dalbergioides, Indonésie, Vietnam, Congo, Malaisie, Kenya, Cameroun (port non étalé)

Enterolobium cyclocarpum, Colombie, Nicaragua, San Salvador, Surinam (non résistant aux vents)

Enterolobium saman, Colombie, Malaisie, Kenya, Uganda, Congo, Inde, Ceylan, Vietnam, Australie (recommandé)

Erythrina cerallodendron, Colombie

Erythrina edulis, Colombie

Erythrina inermis (Dalap du Vietnam), Java, Vietnam (bouture facilement)

Erythrina indica, Extrême-Orient

Erythrina lithosperma, Inde, Java, Vietnam, Porto-Rico, (bouture facilement) (arbre sensible aux épiphytes)

Erythrina micropteryx, Venezuela, Indonésie (peu résistant au vent)

Erythrina umbrosa, Colombie, Jamaïque

Gliricida sepium, Amérique centrale, Colombie, Venezuela, Porto Rico, Inde, Vietnam, Java, Philippines, Afrique de l'Est, Madagascar (format assez réduit à ombrage dense)

Guarea guarea, essence résistante aux vents

Inga camuriensis, Porto-Rico

Inga dulcis, Madagascar, (résistant aux vents violents)

Inga edulis, Colombie, San Salvador, Venezuela, Porto-Rico, (introduit en Afrique tropicale humide et en Extrême Orient). (recommandé)

Inga fastuosa, Venezuela, Porto-Rico (peu répandu)

Inga fandleriana, Porto Rico, Venezuela (recommandé en régions très chaudes)

Inga laurina, Colombie, Porto-Rico, Antilles, Amérique centrale, (recommandé)

Inga inga, Porto-Rico

Inga ingoides, Colombie (dans les régions sèches), Venezuela

Inga punctata, Porto-Rico, Venezuela, (peu répandu)

Inga spectabilis (Colombie, Costa-Rica)

Inga spuria, Colombie, San Salvador, Porto-Rico (recommandé)

Inga vera, Guatemala, Costa-Rica, Porto-Rico, (Ombrage dense)

Leucaena leucocephala, apprécié différemment selon son comportement sous les climats différents), Inde, Java, Philippines, Congo et Afrique tropicale. (exige une plantation dense)

Les ***Lonchocarpus*** et les ***Lysiloma*** sont des essences de légumineuses utilisées comme ombrage au San Salvador.

L'ombrage peut être réalisé au départ d'autres plantes que les légumineuses. Au Congo, on a essayé avec succès

Macaranga monandra, ***Phyllanthus discoidus*** et ***Terminalia superba***. Aux Indes on a utilisé avec succès ***Terminalia belarica*** et en Tasmanie ***Trema guineensis*** et ***Rauwolfia inebrians***.

Lorsqu'on établit une nouvelle plantation sur forêt, on peut aménager celle-ci, mais dans ce cas, la connaissance de la flore arbustive de l'endroit est essentielle (cette technique est surtout utilisée pour les cacaoyères).

Les brise-vents

Dans certains pays les vents soufflent une grande partie de l'année (alizés, moussons), dans d'autres, qui se trouvent sur le passage des cyclones tropicaux, le réseau d'ombrage doit souvent être renforcé par un réseau de brise-vents.

Ce réseau simple, double ou triple, planté perpendiculairement à la direction des vents dominants est placé de distance en distance dans la plantation ou en bordure de celle-ci.

Les essences utilisées à cet effet sont :

- ***Gravillea robusta***
- ***Casuarina equisetifolia*** (Filao)
- ***Cassia siamea***
- ***Eucalyptus saligna*** et ***Eucalyptus robusta***
- **Les *Terminalia***
- ***Artocarpus integrifolia*** (Jacquier)
- **Le manguier.**

Il faut rappeler que la protection exercée par un tel rideau d'arbres est efficace sur une distance égale à 7 fois environ la hauteur du rideau. (Arbres de 25 M, protection efficace de 175 m).