

UNIVERSITÉ DE OUAGADOUGOU

Institut Supérieur Polytechnique

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté en vue de l'Obtention
du DIPLOME d'INGÉNIEUR du Développement Rural

OPTION : EAUX et FORETS

DIRECTION DE L'AMENAGEMENT FORESTIER ET DU REBOISEMENT

CONTRIBUTION A L'AGROFORESTERIE EN HAUTE-VOLTA

Essais de mise en place des HAIES VIVES ET BRISE - VENT

Juin 1984

HIEN Fidèle

2ème PARTIE : LES ESSAIS DE MISE EN PLACE DES HAIES VIVES
ET BRISE-VENT

CHAPITRE 1.- FACE AUX METHODES TRADITIONNELLES DE PROTECTION
LES TENTATIVES DES PROGRAMMES BOIS DE VILLAGES

1.1.	LES METHODES TRADITIONNELLES DE PROTECTION ET LEUR IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	32
1.1.1.	DANS LE PLATEAU CENTRAL ET LE CENTRE-NORD	32
1.1.2.	DANS LES REGIONS OUEST ET SUD DU PAYS	34
1.1.3.	IMPACT DES METHODES TRADITIONNELLES DE PROTECTION SUR LE TERROIR VILLAGEOIS	35
1.2.	LE SYSTEME DE PROTECTION PROPOSE DANS LE CADRE DE L'ACTION BOIS DE VILLAGES	36
1.2.1.	LE GRILLAGE ET SON AVENIR	36
1.2.2.	LES ESSAIS SUR LES HAIES VIVES ENTREPREIS PAR LES PROJETS "BOIS DE VILLAGES".....	37

CHAPITRE 2.- LE PROGRAMME DE GAMPÉLA

2.1.	PRESENTATION ET BUT DE L'ETUDE	39
2.2.	LA HAIE VIVE ET LE BRISE-VENT : DEFINITION ET CARACTERISTIQUES	41
2.2.1.	LA HAIE VIVE	41
2.2.2.	LE BRISE-VENT	43
2.2.2.1.	DEFINITION	43
2.2.2.2.	MODE D'ACTION DES BRISE-VENT	44
2.2.2.3.	INFLUENCES DU BRISE-VENT	47
2.2.2.4.	REALISATION DES BRISE-VENT ET CHOIX DES ESPECES	49
2.3.	LE PROTOCOLE EXPERIMENTAL MIS EN PLACE	51
2.3.1.	DESCRIPTION DU PROTOCOLE	51
2.3.2.	LES ESSAIS HAIES VIVES POUR PEPINIÈRES ET JARDINS MARAICHERS	53
2.3.3.	LES ESSAIS HAIES VIVES ET BRISE-VENT NON AGROBES	53
2.3.3.1.	LE SITE EXPERIMENTAL : CONDITIONS PEDO-CLIMATIQUES	
2.3.3.2.	LA MISE EN PLACE DES ESSAIS	55
2.4.	LES ENTRETIENS ET LA SURVEILLANCE PHYTOSANITAIRE	61
2.4.1.	REGARNISSAGE ET ENTRETIENS	61
2.4.2.	LA SURVEILLANCE PHYTOSANITAIRE.	63

CHAPITRE 3.-

LES PREMIERS RESULTATS

3.1.	LA REPRISE	65
3.1.1.	LES ESSAIS HAIES VIVES POUR PEPINIERS ET JARDINS MARAICHERS	
3.1.2.	LES ESSAIS NON ARROSES	66
3.1.2.1.	LES HAIES VIVES A PARTIR DE PLANTS EN POTS ET DE BOUTURES	66
3.1.2.2.	LES HAIES VIVES EN SEMIS DIRECT	70
3.1.2.3.	LES ESSAIS BRISE-VENT	
3.1.2.4.	LES ESSAIS A PARTIR DE POTTEUX VIVANTS	71
3.1.3.	QUELQUES COMPARAISONS	72
3.1.3.1.	INFLUENCE DE L'ARROSAGE SUR LA REPRISE	
3.1.3.2.	INFLUENCE DES FACTEURS EDAPHIQUES ET DU MODE DE PROPAGATION SUR LA REPRISE	74
3.2.	LA CROISSANCE	75
3.2.1.	LES RESULTATS DES MESURES	
3.2.1.1.	LES ESSAIS ARROSES	75
3.2.1.2.	LES ESSAIS NON ARROSES	76
3.2.2.	COMPARAISON DES ESPECES	81
3.2.2.1.	LA HAUTEUR MOYENNE	82
3.2.2.2.	L'ACCROISSEMENT	89
3.2.3.	LES ESSAIS BRISE-VENT	93
3.3.	LA RAMIFICATION ET LE RECOUVREMENT	93
3.3.1.	LE PROTOCOLE D'EVALUATION	
3.3.2.	ANALYSE DES RESULTATS	94
3.3.2.1.	LA HAUTEUR DE LA PREMIERE RAMIFICATION	95
3.3.2.2.	LE NOMBRE DE RAMEAUX PAR PIED	96
3.3.2.3.	LE DIAMETRE DE LA COURONNE	99
3.4.	APPRECIATION DU COMPORTEMENT DES ESPECES	103
3.4.1.	LES ESPECES UTILISEES EN HAIES VIVES	103
3.4.2.	LES ESPECES UTILISEES EN BRISE-VENT	107
3.4.3.	CLASSEMENT DES ESPECES.	108

<u>CHAPITRE 4.-</u>	PERSPECTIVES ET SUITE DE L'ETUDE	
4.1.	REMARQUES ET DISCUSSIONS	110
4.1.1.	LE PROTOCOLE	
4.1.2.	LA PROTECTION ET LE CADRE DES ESSAIS	111
4.2.	NOUVELLES PROPOSITIONS : LE PROGRAMME 1984	112
4.2.1.	LES ESSAIS SUR LES HAIES VIVES ET BRISE-VENT A GAMPELA	112
4.2.2.	LES ESSAIS HAIES VIVES DANS LES PROVINCES	117
4.2.3.	LE CALENDRIER DE TRAVAIL	118

<u>CONCLUSION GENERALE</u>		122
----------------------------	--	-----

ANNEXES

1	DONNEES PEDOLOGIQUES ET CLIMATIQUES DE LA STATION DE GAMPELA	124
2	FICHES DE MESURES POUR HAIES VIVES	131
3	RESULTATS DES MESURES SUR LES HAIES VIVES AOUT 1983 - MARS 1984	134
4	DESCRIPTION DES ESPECES UTILISEES EN HAIES VIVES ET BRISE-VENT.	145

<u>BIBLIOGRAPHIE</u>		158
----------------------	--	-----

.../...

AVANT PROPOS

En attendant que d'autres voix plus autorisées expriment notre reconnaissance au Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI-CANADA), qui, dans le cadre de ses nombreuses actions dans le domaine de la recherche forestière en Afrique sahélienne, a permis d'entreprendre ce programme, qu'il me soit donné l'occasion de remercier tous ceux qui ont à tout instant, contribué au bon déroulement de mon stage et à la confection du présent rapport.

J'exprime ma satisfaction et ma gratitude au Camarade ZONGO Joseph, Directeur de l'Aménagement Forestier et du Reboisement qui, par son désir chaque fois exprimé de voir le travail bien accompli, m'a poussé à toujours chercher à mieux faire.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur SAMYN Jean-Marie du Projet "Bois de Villages" dont la constante disponibilité et les francs conseils m'ont permis de mener à bien cette tâche. Ce sentiment s'adresse également à tous les responsables et agents du Service du Reboisement et des projets "Bois de Villages" dont le soutien ne m'a jamais manqué, ainsi qu'au Secrétariat de la Direction de
de l'Aménagement Forestier et du Reboisement pour le prodigieux travail réalisé.

Quant aux enseignants de l'I.S.P, et du Département des Eaux et Forêts plus particulièrement, j'ose croire que le travail dont les résultats sont ici présentés soit le couronnement de tous les sacrifices qu'ils ont consentis pendant de longues années pour ma formation.

Enfin, aux parents et amis qui m'ont soutenu pendant tout ce temps, je dis merci.

.../...

INTRODUCTION :

Les formations naturelles ont été et restent encore un facteur important dans l'approvisionnement des populations sahéliennes, rurales comme urbaines, en produits alimentaires et énergétiques.

Mais depuis que la sécheresse frappe cette région, les conditions climatiques devenues irrégulières entraînent une production agricole déficitaire et ne permettent plus aux formations ligneuses de compenser, par une régénération naturelle suffisante, leur surexploitation pour les besoins domestiques.

En effet, l'accroissement de la population humaine et du cheptel se traduit par une pression de plus en plus forte sur les terres existantes. Cette pression grandissante entraîne :

- une augmentation de la consommation de bois
- l'accroissement des superficies défrichées aux dépens de la végétation naturelle
- l'exploitation plus intensive des sols et une forte diminution de la jachère dans le temps et dans l'espace ;
- le surpâturage et la disparition progressive de la régénération naturelle.

Cette atteinte à l'Environnement est aggravée par les feux de brousse et les pratiques culturales inadaptées.

Face à cette situation, de nombreuses actions, tendant à intensifier la production agricole par la mise en œuvre de méthodes culturales modernes et l'utilisation de semences sélectionnées, ont été entreprises. Ces actions avaient aussi pour objectif d'associer l'agriculture et l'élevage dans le but de stabiliser l'éleveur et d'améliorer de part et d'autre les productions, par l'utilisation des produits secondaires.

Cependant, la force des traditions dans ces domaines n'a pas toujours permis de réaliser ces objectifs.

C'est donc conscients de ces problèmes que, depuis quelques années déjà, les Services Forestiers ont ^{pris} de nombreuses dispositions au niveau national visant à réduire d'une part la demande énergétique et d'autre part à augmenter l'offre, par les actions de reboisement et d'aménagement des forêts classées.

L'objectif de ces actions est d'atteindre à long terme une maîtrise totale, par les populations rurales elles-mêmes, de la gestion de leur terroir. Il importe donc de rechercher l'autosuffisance en produits ligneux par une reconstitution du couvert végétal, de lutter contre les différentes formes d'érosion afin de maintenir ou d'accroître la fertilité des sols cultivables. Dans ces conditions, les communautés rurales fixées sur leurs terres, apprendront à les gérer de façon rationnelle.

Le programme de recherche sur les haies vives et brise-vent qui s'intègre dans cette politique globale du Ministère de l'Environnement et du Tourisme, vise à assurer la protection des exploitations rurales contre le bétail, principal obstacle aux actions de reboisement. De plus, le volet brise-vent, outre le rôle qu'il devra jouer dans la lutte contre les effets du vent, pourra contribuer à intégrer l'arbre dans la production agricole et pastorale.

Ce programme revêt donc un caractère complexe qui dépasse celui du travail sectoriel classique, et s'inscrit dans un cadre plus vaste, associant trois formes de production (foresterie, agriculture et élevage), appelé agroforesterie.

Le présent rapport traitera donc en deux parties du cadre général dans lequel sont intégrées les activités de recherches qui nous concernent, c'est-à-dire l'agroforesterie et ses principes généraux, - des essais proprement dits de mise en place des haies vives et brise-vent dont nous tenterons de dégager les résultats observés après une première saison sèche.

.../...

CHAPITRE 1.

LES SYSTEMES TRADITIONNELS D'EXPLOITATION DES
TERRES ET LEUR EVOLUTION EN HAUTE-VOLTA

L'homme, de par ses capacités techniques à contrôler et exploiter l'énergie (dont le feu), et de par son occupation régulière du globe, a de tous temps marqué de son empreinte l'environnement dans lequel il vit. Si son action peut être jugée positive sous certains aspects, il n'en demeure pas moins que, généralement, dans les débats consacrés à la protection de l'environnement, il est considéré comme le destructeur, voire l'ennemi de celui-ci.

Nous nous intéresserons plus particulièrement à l'étude des écosystèmes fragiles qui occupent 65 % des terres tropicales et dans lesquels 35 % de la population des pays en voie de développement se retrouve, soit environ 630 Millions de personnes.

Ces populations ont à faire face, non seulement à un environnement extrêmement ingrat et improductif dont ils doivent tirer leur subsistance quotidienne, mais également à un état de pauvreté permanent qui les empêche de rechercher une source de nourriture dans des zones écologiques moins défavorisées ou d'avoir accès à des moyens de production plus performants.

1.1. L'AGRICULTURE TRADITIONNELLE DE BASE

Cette approche nous amène tout naturellement à considérer un système d'exploitation traditionnelle de la terre connu sous le nom de "culture itinérante".

Cette pratique consiste à débroussailler une parcelle de forêt ou de brousse et à brûler les débris végétaux afin de dégager le sol pour permettre la culture pendant quelques années. Les récoltes ainsi obtenues, combinées à des activités de cueillette, de chasse et de pêche, ont permis jusqu'à nos jours d'assurer les moyens de subsistance nécessaires aux populations de ces régions.

Après quelques années d'exploitation, le sol ayant perdu sa fertilité et la compétition des mauvaises herbes vis-à-vis des cultures devenant trop forte, la parcelle est abandonnée au profit d'une nouvelle portion de forêt ou de savane.

Ce système a pu être considéré comme parfaitement en équilibre aussi longtemps que les jachères qui suivent les années d'exploitation ont été suffisamment longues. (30 à 40 ans en forêt selon J.T. WASSINK) pour permettre à la végétation naturelle de reprendre ses droits et de reconstituer l'état de fertilité du sol. Les arbres à racines pivotantes profondes sont capables de ramener les éléments nutritifs au départ des couches profondes du sol et le couvert des cînes élimine progressivement les mauvaises herbes. Le stock de matières nutritives se reconstitue progressivement non seulement dans la litière, mais aussi dans la végétation elle-même.

Si en Afrique Equatoriale la force de travail d'une famille de quatre personnes, dont deux enfants, permet d'entretenir $2/3$ d'hectare, soit un besoin de 20 à 26 hectares pendant 30 à 40 ans (J.T. WASSINK), l'espace vital s'accroît lorsqu'on est en savane où les superficies défrichées sont généralement plus vastes.

Mais dès que cet espace vital pour une famille diminue sous l'effet de la pression démographique par exemple, la durée des jachères devient de plus en plus courte et la brousse n'est plus en mesure de se reconstituer de façon suffisante, avec comme conséquence, une dégradation continue des sols et de l'environnement en général.

Cette situation est bien illustrée en Haute-Volta par les régions du Centre et du Nord. Elle entraîne obligatoirement des migrations intérieures des zones de crise vers celles qui sont moins densément peuplées. Mais cette solution ne résout pas toujours le problème car elle amène dans les régions d'accueil une répétition du même processus et parfois même des problèmes sociaux très délicats.

En plus de la dégradation des sols, cette forme d'agriculture comporte le danger de l'érosion pluviale et éolienne, spécialement dans les régions accidentées ou sur les vastes plateaux peu boisés.

Parallèlement à la pression démographique, l'accroissement du bétail entraîne dans les régions de savane un surpâturage sur les terres découvertes, accentuant encore leur dégradation.

En somme, l'agriculture traditionnelle itinérante et les formes d'exploitation des sols qui y sont liées, ont toutes comme facteurs communs :

- la dépendance totale vis-à-vis de la fertilité naturelle des sols
 - l'absence de protection du sol contre la lessivage, la dégradation et l'érosion, soit par manque de connaissances à ce sujet, soit par impossibilité matérielle due à une insuffisance des moyens de travail ;
- .../...

- l'utilisation irrationnelle du temps : les temps de travaux sont souvent élevés mais les résultats ne leur sont jamais proportionnels.

1.2. LES SYSTEMES TRADITIONNELS PLUS OU MOINS EVOLUES EN HAUTE-VOLTA

L'agriculture traditionnelle telle que décrite précédemment n'a plus sa place dans le contexte actuel pour des raisons bien évidentes :

- l'accroissement démographique - et du cheptel - entraînant une pression de plus en plus forte sur les terres ;
 - la crise de l'énergie et la diversification des productions pour les besoins de l'économie moderne,
- obligent l'agriculteur de notre sous région et de Haute-Volta en particulier, à adapter ses techniques d'exploitation à la situation.

Les formes pures d'une agriculture itinérante ont disparu pour faire place à une autre forme alliant l'agriculture permanente à une agriculture plus ou moins itinérante, dont le but est de réduire progressivement la pratique des jachères tout en assurant une production suffisante à couvrir les besoins familiaux. En Haute-Volta, on distinguera deux zones :

- les zones à forte densité démographique (plateau central et Nord)
- les zones à "excédent de terres" où la densité démographique est moins élevée, correspondant à l'Ouest, et à l'Est du pays.

Dans le cadre général du terroir villageois, la répartition des terres leur occupation et la durée d'exploitation permettent de distinguer deux ou trois bandes plus ou moins distinctes et plus ou moins concentriques, formant une sorte d'auréole autour du village.

a) LES ZONES DECULTURES PERMANENTES OU CHAMPS DE CASE

Elles sont situées au niveau des habitations. Leur étendue, souvent faible, est fonction de la taille de la famille, mais surtout de la densité des concessions familiales dans le village, ou du système foncier.

.../...

Dans les régions à forte densité, ces champs couvrent quelques ares à quelques hectares et les cultures pratiquées servent généralement à assurer la soudure. Ainsi, on y rencontre surtout du maïs (Zea mays) et de plus en plus des variétés plus ou moins tardives comme le sorgho (Sorghum vulgare) et quelquefois le mil (Pennisetum gambiense), le niébé (Vigna sinensis).

Dans certaines régions de l'Ouest-Volta, le tabac (Nicotiana rustica) est repiqué dans ces champs au moment de la maturation du maïs, afin d'assurer en saison sèche un revenu monétaire d'appoint.

Ces champs bénéficient automatiquement d'une fumure organique permanente à partir des ordures ménagères et des déchets d'animaux. On y rencontre quelques arbres dont principalement des arbres fruitiers (manguiers, agrumes) ou à usages multiples (Adansonia digitata ou baobab, Butyrospermum paradoxum ou karité, Parkia biglobosa ou néré) et dans certains cas Acacia albida.

Les zones hydromorphes au voisinage des habitations sont réservées à la production de riz, lorsqu'elles existent.

b) LES ZONES DE CULTURES EXTENSIVES SEMI-ITINERANTES

Ce sont les champs de brousse, dont la durée d'exploitation reste subordonnée à la fertilité naturelle des sols, à la disponibilité des terres et à la pression démographique. Ainsi, une fois le sol épuisé (après six à sept ans d'exploitation en moyenne), une jachère plus ou moins longue suit, pendant laquelle le défrichage et les cultures se font ailleurs. Leur éloignement par rapport au lieu de résidence est plus ou moins grand (jusqu'à 10 ou 20 km), obligeant parfois les paysans à y passer une partie de la saison de cultures.

Leur étendue est fonction de l'effectif familial, c'est-à-dire du nombre de personnes capables d'assurer une production. Dans les régions à forte densité, la jachère de plus en plus rare, dépasse rarement trois ans. Ces champs sont réservés à la production exclusive des céréales de base (mil, sorgho).

c) Dans les régions "à excédent de terres", outre les deux niveaux précédemment décrits, il existe des champs intermédiaires semi-permanents qui comprennent les bas-fonds et les "Parcs".

Dans les bas-fonds, la taille des parcelles est fonction du nombre de familles dans le village, mais aussi du système foncier. (En pays Dagara-Lobi, les premiers installés ont souvent les plus grandes parcelles). Leur exploitation est quasi permanente et on y produit surtout du maïs, des tubercules, du riz et même du sorgho. A la fin de la saison des pluies, ces bas-fonds font l'objet d'une exploitation en cultures maraichères ou de rente (Tabac, Piment...).

Pour les "parcs", la caractéristique principale est la présence dans le champ d'un certain nombre d'espèces^s/arborescentes réparties de façon régulière et selon une densité variable, d'où leur dénomination. Ce sont souvent des parcs de type sélectionné ou construit (selon la classification de P. PELISSIER).

Dans les parcs de type sélectionné, c'est-à-dire dont les arbres ont été délibérément épargnés par le paysan pour les produits qu'ils fournissent, on rencontre les espèces suivantes : *Butyrospermum paradoxum* (karité), *Parkia biglobosa* (néré) *Borassus aethiopum* (rônier), *Lannea microcarpa* ("raisinier" d'Afrique), *Tamarindus indica* (tamarinier)..., dont l'importance dans l'alimentation des populations rurales n'est plus à démontrer.

Dans les parcs de type construit, c'est-à-dire dont les espèces constituantes se sont substituées à la végétation spontanée, l'arbre le plus courant est Acacia albida dont les caractéristiques et l'importance séculaire ne sont un secret pour aucun paysan du Sahel.

L'étendue de ces champs est variable selon la taille de la famille et leur existence même peut en dépendre.

Bien que ne bénéficiant pas de l'apport des ordures ménagères, ils sont exploités pendant longtemps, parfois même de façon permanente (surtout les parcs à *Acacia albida*) grâce à un système de rotations approprié associant les céréales aux légumineuses (arachides, niébé, pois de terre...), et à la fumure naturelle par les troupeaux du village.

Lorsque la jachère y est pratiquée, elle est très brève (deux à trois ans) pendant laquelle on continue de faire diverses cultures de légumineuses intermittentes et variant de place en place (cas typique du pays Dagara).

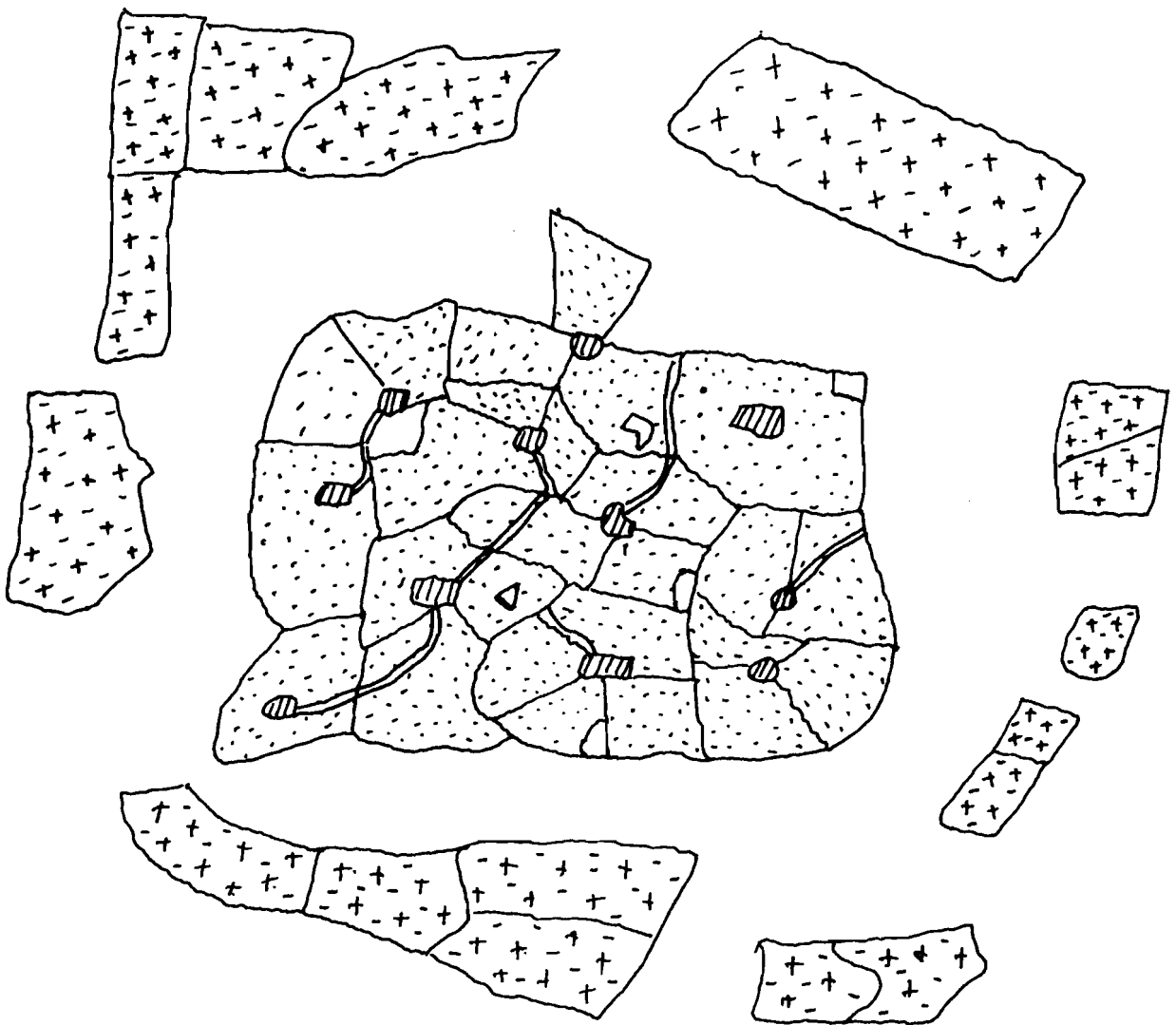
Ainsi donc, l'importance de l'évolution vers une agriculture permanente ne peut seulement se mesurer par l'accroissement de la durée d'exploitation car la jachère suivante devra être aussi longue, mais aussi et surtout par l'importance des champs de cultures permanentes par rapport à l'ensemble des superficies agricoles. En d'autres termes, cette évolution pourrait se mesurer par l'accroissement du rapport superficie stables, car à ce moment, le paysan
superficies itinérantes





maîtrise une technique agricole plus évoluée qui lui permet d'accroître ses superficies permanentes (F.A.O.).

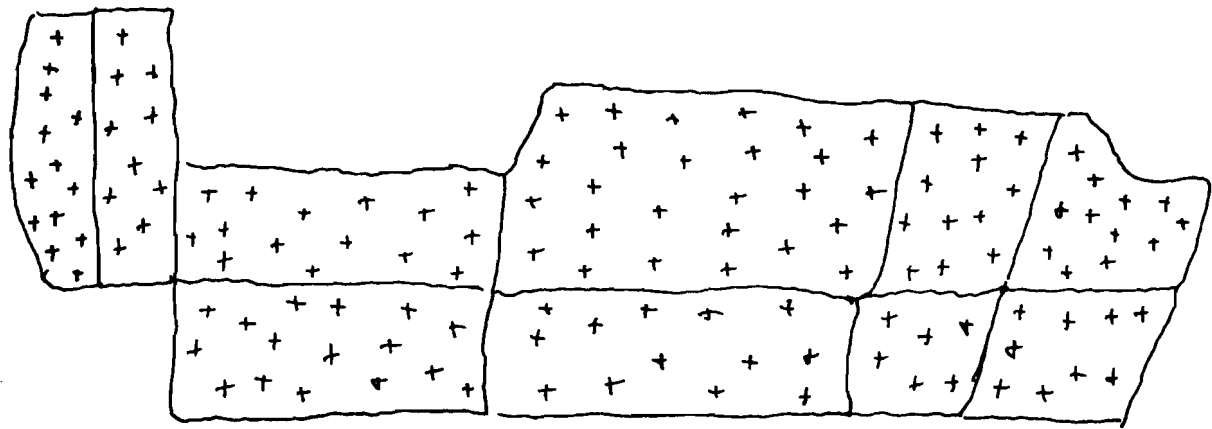
C'est là qu'interviennent l'importance et les caractéristiques des "savanes parcs" qui, dans les régions où elles existent, traduisent une évolution des techniques agricoles dans lesquelles l'arbre tient une place importante.

.../...

EXEMPLE DE TERROIR A TROIS BANDES
CONCENTRIQUES



-  concessions
-  champs de case
-  champs semi-permanents
-  champs semi-itinérants



Parallèlement au mode de défrichement décrit ci-dessus, la dévastation des formations naturelles pour les besoins en bois et la pratique anarchique des feux exposent les sols non cultivés aux différents facteurs de dégradation qui finissent par les rendre incultes. Il reste alors les forêts classées, parmi les rares îlots de terres fertiles parce que non exploitées, qui suscitent la convoitise et sont parfois même soumis à l'invasion des populations en quête de champs.

Face à cette situation inquiétante, il devient de plus en plus difficile aux Services Forestiers d'entreprendre une action de reforestation à grande échelle afin d'en limiter les effets néfastes. Les raisons, même si elles sont parfois d'ordre économique ou technique, sont surtout politiques et socio-culturelles. Dans ce sens, l'approche doit être avant tout pragmatique, basée sur la mise en place de techniques de production ayant un caractère permanent et permettant en même temps de résoudre le problème de la déforestation pour les besoins énergétiques. Ces techniques doivent être réalisables avec des moyens modestes et doivent être directement bénéfiques aux populations concernées ; ce n'est qu'à cette condition que l'on obtiendra toute leur adhésion.

Pratiquement, ces techniques d'exploitation devront combiner sur le même sol, plusieurs sortes de production, permettant ainsi

- a) de mettre en valeur le rôle de l'arbre dans la conservation et l'amélioration des sols,
- b) par la stratification verticale, d'utiliser de façon optimale l'énergie solaire,
- c) d'optimiser les efforts des agronomes, forestiers et zootechniciens pour accroître la production par unité de surface, tout en maintenant une production soutenue,

.../...

i) de diversifier les cultures et de diminuer les risques de production, en somme, de permettre au paysan de se libérer de la subsistance.

Une telle approche peut se faire de façon satisfaisante grâce aux techniques agroforestières.

2.1. DEFINITION ET INTERPRETATION

Les termes agro-sylviculture, agro-foresterie, systèmes sylvo-pastoraux sont des mots qui traduisent à l'heure actuelle une prise de conscience du rôle de l'arbre dans les systèmes de production agricole. Loin d'être une réalité nouvelle, il s'agit d'un ensemble de pratiques anciennes dans les tropiques, associant l'arbre aux cultures ou aux pâturages, de façon permanente et stable.

Cependant, l'agro-foresterie en tant que nouvelle discipline inspirée de pratiques anciennes, reflète un certain nombre d'innovations dont l'étude et l'amélioration scientifique des associations d'arbres et de cultures, le désir d'augmenter les productions au niveau de l'exploitation paysanne et de combattre la dégradation des sols.

L'agro-foresterie telle que conçue actuellement donc se prête à plusieurs définitions, même à autant de définitions qu'il y a d'experts agro-forestiers (ZIMMERMANN R.C). Ainsi par exemple, la revue "Agroforestry" (Septembre 1982) en donne au moins douze. Néanmoins un certain nombre d'entre elles méritent d'être citées.

a) Une définition proposée par J. COMBE et G. BUDOWSKI (1978) dit que « L'agro-foresterie constitue un ensemble de techniques d'aménagement des terres impliquant l'association d'espèces forestières avec des cultures et/ou l'élevage, de façon simultanée ou successive dans le temps et/ou dans l'espace, dans le but d'optimiser les productions par unité de surface, tout en respectant le principe des rendements soutenus. »*

b) Le séminaire international sur l'agro-foresterie au Sahel (Niamey Juin 1983), pour l'adapter aux réalités sahéliennes, définit l'agro-foresterie comme « un terme général englobant les systèmes d'utilisation des terres dans lesquels des végétaux ligneux pérennes (arbres, arbustes, palmiers, bambous) sont délibérément cultivés (plantés ou conservés) sur des parcelles de terrain qui sont utilisées par ailleurs pour la culture et/ou l'élevage, soit en même temps, soit successivement, sous forme d'une organisation de l'espace. Dans les systèmes agroforestiers, il y a des interactions écologiques, économiques et socio-culturelles entre les différents éléments ».

Ces dernières années donc, cette technique d'aménagement des terres a connu un essor indéniable et est même passée "à la mode". Ainsi, de nombreux projets de développement rural se veulent inspirés des méthodes agro-forestières. Mais afin de mieux saisir de quoi il s'agit, un certain nombre d'explications sont nécessaires. Cette interprétation s'inspire de certaines remarques faites par les auteurs de la première définition.

Les nombreuses techniques d'aménagement ou d'exploitation des terres décrites dans le cadre de l'agroforesterie, ont reçu des noms qui parfois portent à confusion. Dans beaucoup de cas, les termes ont été littéralement traduits d'une langue à une autre sans pour autant qu'ils représentent une même réalité. Ainsi par exemple, le terme agro-sylviculture a été donné à des systèmes d'exploitation de sol bien différents, et parfois par un même auteur.

De plus, la confusion entre le concept global et une technique spéciale pose aussi le problème de compréhension de la terminologie agro-forestière.

D'abord, le dictionnaire français courant définit le mot "agriculture" de sorte à inclure aussi bien les activités de production vivrière, l'élevage que la sylviculture, "dans le but de produire des plantes et des animaux utiles à l'homme" (Petit ROBERT 1972). Cependant, le préfixe "agro" dans agroforesterie dérive du mot grec "agros" qui signifie champ. De plus, dans les pays francophones, ce préfixe est consacré par l'usage qui veut que le "Ministère de l'agriculture" soit celui chargé des problèmes d'agriculture et de production animale, mais rarement de foresterie.

Les termes "forêt" et "foresterie" quant à eux couvrent un domaine beaucoup plus vaste que les termes sylviculture et sylvicole qui renvoient strictement à une activité précise de la foresterie, la production de bois.

Ainsi donc, le mot agroforesterie pourrait être utilisé dans le sens le plus large de ses composantes, tandis que les terminologies suivantes, plus exactes et d'usage plus limité, pourraient décrire des techniques spéciales de production où le préfixe "agro" désignerait les cultures vivrières et les termes sylviculture et pastoralisme : des activités précises de la foresterie ou de la production animale : agro-sylvicole, agro-pastoral, sylvo-pastoral...

* Traduction de l'anglais par nous-mêmes.

L'expression "agro-sylvo-pastoral" désignerait alors l'association sur un même sol, des trois composantes, cultures vivrières, foresterie et pâturage, comme technique particulière. Cependant, le terme "agro-sylvo-pastoralisme" est aussi utilisé pour désigner le concept global ; il traduit dans ce cas toutes les combinaisons possibles des trois composantes, bien que la combinaison culture-élevage ne puisse être considérée comme agroforestière dans la mesure où la composante forestière fait défaut.

Pour ce qui est des terminologies "systèmes", "techniques", "méthodes", on parlera de système (s) agroforestier (s) pour désigner le concept global, mais de techniques ou de méthodes pour les nombreuses associations possibles.

Néanmoins, loin d'être un vulgaire jeu de terminologie, l'agroforesterie telle que définie, est une affaire très complexe car elle cherche à intégrer dans des conditions optimales tous les facteurs qui composent les principales activités du monde rural. "Elle se distingue donc des procédés de développement de l'agriculture orthodoxe où les systèmes de production sont déjà orientés et où un ou plusieurs des facteurs sont sacrifiés" (J.T. WASSINK). De plus, pour leur mise en œuvre, les techniques agroforestières font appel à des connaissances suffisamment intégrées dans de nombreux domaines (agronomie, élevage, foresterie, sciences du sol, économie, sociologie...) et à des contacts fructueux entre les techniciens des domaines concernés. C'est de là que l'agroforesterie tire son caractère pluridisciplinaire.

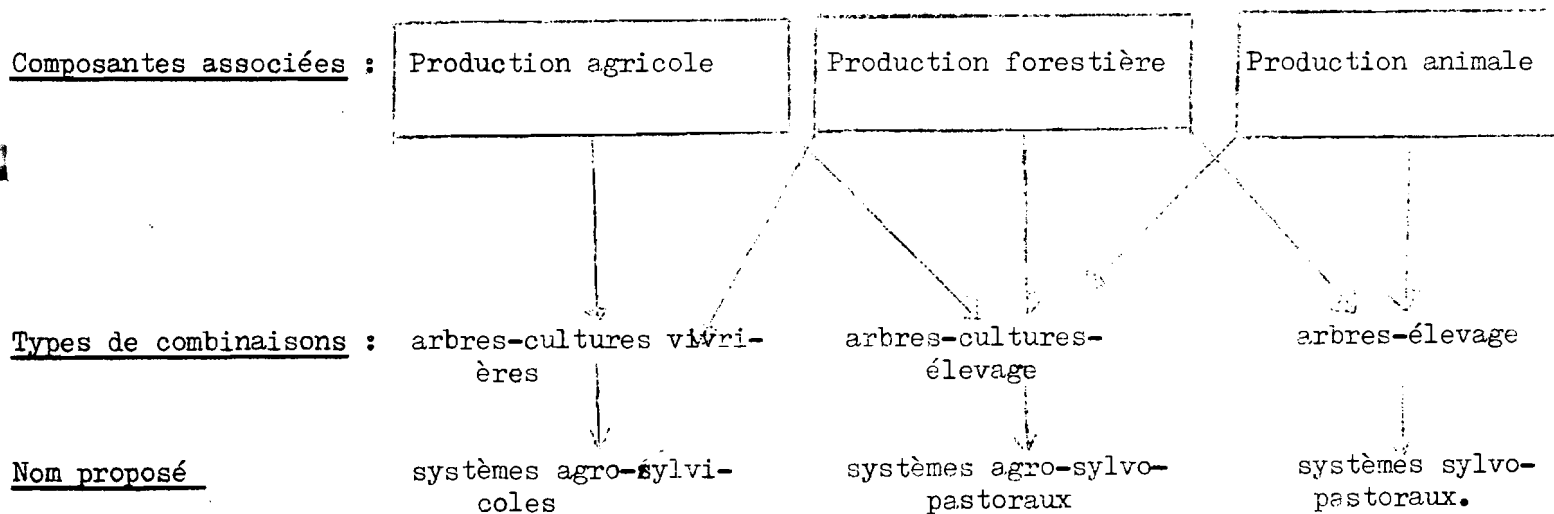
2.2. CLASSIFICATION DES TECHNIQUES AGROFORESTIERES

Afin de situer clairement d'une part chaque activité d'exploitation des sols par rapport aux concepts agroforestiers et de parfaire d'autre part la compréhension des systèmes agroforestiers, une classification a été proposée. Cette classification a été faite à partir des observations et de la description des nombreuses techniques traditionnelles d'exploitation des terres dans les pays tropicaux. Elle est basée sur quatre critères dans les associations entre les arbres, les cultures et l'élevage. La classification ci-après s'inspire de celle proposée par J. COMBE et G. BUDOWSKI en 1978.

2.2.1. CLASSIFICATION SUIVANT LES COMPOSANTES ASSOCIEES

L'utilisation de la terre peut se faire séparément, pour des besoins de cultures, d'élevage (pâturages) ou de production de bois (foresterie) ; les produits attendus sont alors respectivement agricoles, d'élevage ou forestiers. Ces cas n'intéressent pas particulièrement l'agroforesterie.

Mais lorsque sur la même parcelle les arbres sont associés à des cultures (annuelles ou pérennes) ou à la production animale, on parlera de techniques sylvo-agricoles ou sylvo-pastorales et de techniques agro-sylvo-pastorales si les trois composantes sont associées sur le même lieu. Dans ces conditions, on obtient les résultats suivants :



.../...

2.2.2. CLASSIFICATION D'APRES LA FONCTION PRINCIPALE DE LA COMPOSANTE FORESTIERE

Lorsque l'on exploite un arbre pour son bois par exemple, il répond à une fonction, la fonction de production. Par contre lorsque l'on constate l'introduction de certaines espèces d'arbres dans les champs pour leurs effets positifs sur les cultures le sol ou l'environnement en général, il y a lieu alors de parler d'un rôle de protection. On distinguera donc au niveau de la fonction principale des arbres, la production et la protection. Selon ces deux fonctions, les techniques agroforestières peuvent être classées de la façon suivante :

FONCTION PRINCIPALE	Systèmes Agro-Sylvicoles		Systèmes Sylvo-Pastoraux	
	PRODUCTION	PROTECTION	PRODUCTION	PROTECTION
E X E M P L E S	Agro-sylviculture (méthode taungya)	- Brise-vent - Haies vives	- Pâturage sous plantation	- Brise-vent sur pâturage ou autour d'une ferme
	Arbres fruitiers associés avec cultures vivrières	- Arbres d'ombrage et espèces améliorantes ou pionnières dans des champs	- Pâturage dans vergers - Plantation d'arbres fourragers	- arbres d'ombrage dans des pâturages

D'après J. COMBE et G. BUDOWSKI

Les systèmes agro-sylvo-pastoraux sont beaucoup plus complexes et le nombre élevé de combinaisons possibles les rendent difficiles à évaluer. On remarquera que la composante forestière dans une association agroforestière donnée, peut jouer en même temps le rôle de protection et de production (un brise-vent que l'on taille produit du bois qui n'est pas négligeable).

2.2.3. CLASSIFICATION D'APRES LA REPARTITION SPATIALE DES ARBRES

Dans les systèmes agroforestiers, la distribution des arbres sur la superficie considérée est variable : elle peut être régulière ou irrégulière. On dira que la distribution est régulière lorsque toute la surface cultivée ou pâturée est régulièrement occupée par les arbres : plantations à écartement régulier, associées aux cultures ou aux pâturages. La distribution sera dite irrégulière lorsque les arbres se trouvent en position excentrique par rapport à la superficie considérée, sous forme de bandes ou de haies : brise-vent, haies vives de protection...

2.2.4. CLASSIFICATION D'APRES LA DUREE DE L'ASSOCIATION

L'association entre les plantations forestières et les cultures et/ou l'élevage peut être temporaire ou permanente. Elle est permanente lorsque les rotations des espèces associées sont d'égale durée. Mais ce cas est rare, de sorte que le caractère permanent sera reconnu aux associations qui se maintiennent pendant une ou plus d'une rotation de la composante forestière. Ainsi les associations de cultures pérennes (en forêt humide) ou de cultures annuelles répétées (dans les zones à saison sèche prononcée) avec des arbres seront considérées comme permanentes.

L'association est dite temporaire lorsqu'elle ne dure pas le temps d'une rotation de la composante forestière ; c'est le cas des cultures intermittentes mais temporaires associées à la production forestière : dès que le couvert forestier se ferme, les cultures sont arrêtées et peuvent reprendre dès le début de la rotation suivante de la composante forestière.

Cette classification peut s'illustrer par le tableau suivant :

	PERMANENT	TEMPORAIRE	
Rotations forestières			
Rotations agricoles			
exemples d'association	cultures perennes (café, cacao) ou annuelle répétées sous forêt.	cultures sous forêt, s'arrêtant à la fermeture du couvert forestier et reprenant après taillis.	cultures sous forêt s'arrêtant avant l'exploitation de celle-ci et reprenant après.

Les quatre critères de classification peuvent se résumer dans un tableau permettant de regrouper les techniques agroforestières présentant les mêmes caractéristiques. Ce tableau permet aussi, pour chaque région écologique, de recenser les techniques applicables et d'en apprécier la diversité et les potentialités.

Pour la Haute-Volta, à titre d'exemple, une enquête menée dans le cadre du colloque national sur l'agroforesterie a permis d'obtenir le tableau suivant (Mars 1984).

Tableau de classification synthétique des techniques agroforestières
(D'après J. COMBE). Exemple de la Haute-Volta

1. COMPOSANTES ASSOCIEES

4 - Durée de l'association	REGULIERE		IRREGULIERE				2 - Fonction des arbres
	Agro-Sylvi- cole	Sylvo- Pastoral	Agro-Sylvo- Pastoral	Agro- Sylvicole	Sylvo- Pastoral	Agro-Sylvo- Pastoral	
REGULIERE (P)	1 - 7	3	1 - 2				Production
	7	6	6 - 2	4 - 5 - 7	5	4 - 5	Protection
IRREGULIERE (T)	1-2-7-8	2- 3 - 8	1 - 2				Production
	6 - 7			7			Protection

9. REPARTITION SPATIALE

1. : Production de bois et de fruits avec des cultures annuelles répétées
2. : Arbres fourragers avec des cultures annuelles répétées
3. : Production de bois fruits/fourrage sur pâturage
4. : Brise-vent
5. : Haies vives
6. : Arbres pionniers, stabilisateurs ou améliorants sur cultures ou pâturages
7. : Arbres le long de diguettes antiérosives
8. : Plantations industrielles pour production de bois avec cultures ou pâturage (méthode taungya).

Le concept d'agroforesterie est donc très vaste, et au vu de la classification ci-dessus, des variations temporelles ou spatiales peuvent être envisagées. Dans tous les cas, les objectifs d'optimiser la production par unité de surface de terrain tout en répondant au principe des rendements soutenus et de maintenir voire améliorer la productivité des sols, doivent toujours être en vue.

Dans notre sous région, un gros effort de recherche reste donc à faire avant que toutes les techniques agroforestières soient suffisamment connues et puissent être recommandées dans les différents cas spécifiques. C'est dans ce sens que les essais de mise en place des haies vives et brise-vent doivent être compris

.../...

Néanmoins, il est indispensable d'encourager toute application pratique qui conduit à des observations empiriques car cela permettra d'appréhender les avantages socio-économiques des techniques agroforestières.

2.3. LES ATOUTS DES SYSTEMES AGROFORESTIERES

Il est difficile d'énumérer tous les avantages liés à la pratique de l'agroforesterie parce que ce n'est pas "la solution miracle" aux problèmes de l'environnement dans nos régions, mais une forme d'utilisation des terres qui répond à un certain nombre de besoins. Il appartient donc à chaque responsable de situer dans chaque cas spécifique, c'est-à-dire dans des conditions biologiques, économiques et sociales données, ces besoins et de décider si l'agroforesterie est une bonne solution ou non.

Pour la région sahélienne, l'agroforesterie a des implications qui, si elles ne permettent pas de résoudre tous les problèmes, n'en sont pas moins intéressantes.

2.3.1. LES ASPECTS ECOLOGIQUES

Un des objectifs de l'agroforesterie est de mieux protéger les sols contre la dégradation due à l'érosion et à l'épuisement. Les techniques agroforestières, telles que conçues, sont basées sur le principe écologique selon lequel un écosystème stable (productif et résistant aux changements nuisibles) est caractérisé par une diversité floristique (un grand nombre d'espèces par unité de surface) et structurelle (tout l'espace biologique est occupé par les nombreuses espèces herbacées, arbustives et arborescentes). Ainsi, un écosystème diversifié est un "système tampon contre les changements unidirectionnels nuisibles, puisqu'il comporte des mécanismes de compensation agissant au niveau de toutes les composantes" (ZIMMERMANN R.C).

Il reste entendu que ces compensations n'auront lieu que si l'intervention de l'homme ne cause pas une simplification brutale et excessive de l'écosystème.

.../...

La diversité des espèces associées dans les techniques agroforestières crée donc une stabilité accrue de ces systèmes car elle leur permet de simuler jusqu'à un certain niveau les conditions de la forêt naturelle. Cet accroissement de la stabilité conduit à une diminution des risques de changements nuisibles, donc à celle des risques de production.

La présence de l'arbre dans les cultures et les pâturages contribue au maintien, sinon à l'augmentation, de la fertilité des sols et donc à leur rendement soutenu. En effet, outre l'apport de matières organiques, dont le rôle n'est plus à démontrer dans le fonctionnement des écosystèmes tropicaux, l'arbre joue un rôle de pompe par ses racines profondes qui remontent les éléments nutritifs lessivés.

Le tableau p° 156 en annexe donne l'évolution des caractéristiques du sol dans une plantation de neem (*Azadirachta indica*), espèce non légumineuse, au Nigéria. Les sols, acides au départ, sont devenus suite à la présence du neem, presque neutres ; ils contiennent plus de matière organique et sont plus fertiles.

Un autre exemple nous vient d'*Acacia albida* dont les propriétés améliorantes ont fait l'unanimité des chercheurs et des agriculteurs. (On peut cultiver sous peuplement d'*Acacia albida* pendant plusieurs dizaines d'années - 30 ans au Soudan selon FERGUSSON).

D'autres avantages de la présence des arbres dans les champs sont, dans certains cas, la création d'un micro-climat favorable au développement des cultures et presque toujours la protection des sols contre l'érosion hydrique et éolienne, surtout lorsque ces arbres sont disposés de certaines façons (brise-vent). CHARREAU a montré en 1979 que l'érosion hydrique à Ouagadougou était réduite de 6 à 7 fois sous forêt par rapport aux champs de culture et de 100 à 200 fois par rapport au sol nu. (Cité par OKIGBO).

2.3.2. LES ASPECTS ECONOMIQUES

D'autres objectifs visés par l'agroforesterie sont :

- augmenter les rendements par unité de surface exploitée
- mettre à la disposition de l'agriculteur un plus grand nombre de produits, dont le bois de chauffe.

Dans les pays sahéliens, où la production du bois de feu est une priorité des Services Forestiers suite à la dégradation accélérée des forêts naturelles sous la hache du consommateur, l'agroforesterie représente certainement une voie d'issue, en même temps qu'elle permettra d'assurer les productions agricoles et animales. La production par la famille de son bois de feu et de service constitue une nécessité au même titre que l'auto-suffisance alimentaire : lorsque le paysan plantera des arbres à usages multiples dans son champ, il aura réalisé un investissement à long terme qui lui permettra :

- de gagner du temps (celui consacré à la recherche du bois de feu) et de l'employer à d'autres productions ;

- d'alléger les travaux et la condition de la femme rurale dont une des tâches est de chercher du bois pour les besoins domestiques ;

- d'épargner l'argent qui aurait été nécessaire à l'achat du combustible ;

- de freiner le déboisement local et régional des formations naturelles, d'où découleront certains avantages économiques et environnementaux.

Si on estime qu'en zone sahélienne (500 à 800 mm de pluies par an) une famille de dix personnes a besoin d'une superficie boisée d'au moins trois hectares pour répondre à ses besoins énergétiques (en utilisant des espèces à haut rendement), la contribution des arbres inclus dans un aménagement agro-sylvicole sera d'une importance certaine.

Enfin, les produits secondaires des arbres permettront à l'agriculteur de diversifier ses productions et d'en tirer des revenus qui pourront compenser les pertes éventuelles de production agricole dues à l'ombrage.

2.3.3. LES ASPECTS SOCIAUX

De nombreux bouleversements ont pu être causés par l'abandon brutal de l'agriculture itinérante (KING, 1968). Mais dans la situation actuelle des pays sahéliens et pour maîtriser les techniques et usages nécessaires à une agriculture sédentarisée, l'agroforesterie offre une solution aux problèmes d'utilisation des terres et au développement solide d'une économie rurale.

En effet, il est une nécessité sociale pour ces pays d'arriver à fixer les communautés rurales sur leurs terres. Et l'agroforesterie, qui cherche à mettre en valeur les connaissances traditionnelles liées aux différentes essences forestières tout en respectant les valeurs socio-culturelles de chaque région, peut en être un outil efficace.

De plus, toute diversification des productions a l'avantage de créer des tâches supplémentaires ou nouvelles, et donc d'absorber la main-d'œuvre existante qui, en général dans nos pays, n'est que temporairement utilisée pour les besoins de la production vivrière. Cela pourrait contribuer à freiner l'exode rural de ces populations désœuvrées en quête d'occupations dont les avantages ne sont pas toujours évidents.

Moyennant donc un choix judicieux des espèces et variétés à associer, les techniques agroforestières offrent à la fois des avantages économiques, écologiques et sociaux qui représentent aussi une valeur certaine. D'autres techniques utilisées pour atteindre les mêmes résultats coûtent nettement plus chers que la plantation d'arbres sélectionnés dans un champ ou un pâturage.

En tout état de cause, dans un système de développement où les efforts en vue de soutenir et accroître les productions de base des masses rurales sont considérés au moins sur le même pied que les efforts en vue de faciliter la production urbaine, l'agroforesterie devrait bénéficier de toute l'impulsion nécessaire.

Néanmoins, comme toute nouvelle approche du monde rural, l'agroforesterie se heurte à un certain nombre d'obstacles, même s'ils ne sont pas insurmontables.

2.4. LES LIMITES DES TECHNIQUES AGROFORESTIERES

2.4.1. LIMITATIONS LIEES A L'ENCADREMENT

La nouvelle méthode d'approche du monde rural que constitue l'agroforesterie offre au forestier sahélien des possibilités nouvelles d'intervention. Elle nécessite de la part de celui-ci, mais aussi de l'agent de développement rural en général, une nouvelle manière d'envisager les solutions aux problèmes qu'ils rencontrent, en leur donnant une ouverture d'esprit nouvelle. Le forestier vulgarisateur de techniques agroforestières doit pouvoir intégrer l'arbre dans la production rurale "avec le consentement, le concours et la participation des communautés rurales, en fonction des vocations écologiques de chaque espèce" (Séminaire sur l'Agroforesterie, Niamey Juin 1983).

L'agroforesterie devrait donner à l'agent forestier, plus qu'une formation scientifique et technique, une formation pratique concernant tous les systèmes de production dans lesquels les trois activités principales interfèrent (foresterie, élevage, agriculture). Cela suppose des connaissances suffisantes en agronomie, zootechnique et en aménagement de l'espace rural.

De plus, des connaissances en sociologie, acquises par une formation appropriée, devraient l'amener à mieux comprendre les réactions du monde rural auquel il s'adresse et à repenser un code forestier tenant compte à la fois de ces réalités et de l'objectif visé qui est de responsabiliser davantage les populations à la gestion de leur propre terroir. Dans ce contexte, le forestier pourra disposer d'autres atouts pour l'application des lois répressives en matière de délits forestiers, dans la mesure où la conservation des forêts existantes demeure une nécessité absolue.

Cependant il est indéniable qu'à l'heure actuelle les formations dispensées aux futurs agronomes, forestiers ou zootechniciens ne tiennent pas compte de ces différents aspects et poussent surtout à une spécialisation à outrance dans leur propre domaine.

2.4.2. LIMITATIONS D'ORDRE SOCIO-CULTUREL

En tant qu'élément "nouveau", l'agroforesterie peut se heurter à une résistance spontanée des populations rurales, une résistance culturelle au changement. Elle sera surtout ressentie là où il n'existe aucune tradition d'association de l'arbre aux cultures ou à l'élevage. En Haute-Volta, le tout sera de bien choisir les espèces et de les faire accepter - le reboisement villageois ayant déjà ouvert la voie - car la tradition de la savane parc et des pâturages arbustifs ou arborescents est une réalité.

Un autre obstacle à la vulgarisation des systèmes agroforestiers est le problème des croyances religieuses et des pratiques coutumières. Le patrimoine culturel de ces populations est si enraciné qu'un changement trop brutal pourrait être méprisé ou même rejeté. Les habitudes alimentaires, dictées par des croyances religieuses ou des coutumes traditionnelles (tabou) peuvent constituer autant de freins à la production de certains produits d'origine animale ou végétale.

Parallèlement à ces croyances religieuses et pratiques traditionnelles, le système foncier peut constituer l'obstacle majeur à l'introduction d'une agroforesterie viable. Le cas de la Haute-Volta est bien démonstratif, parce que caractérisée dans sa majeure partie par un système social - et foncier - de type féodal. Dans ces régions où la terre est prêtée ou distribuée aux agriculteurs par un "propriétaire" foncier, un investissement à moyen ou long terme n'a pas de sens objectif pour le paysan. En tout état de cause, il ne fera une telle opération que s'il est assuré de bénéficier le plus longtemps possible des résultats, ce qui n'est pas souvent le cas.

Or les techniques agroforestières qui s'adressent surtout à l'individu ou à la famille, plus qu'au groupe, sont à moyen et à long terme, des actions dont les avantages sur le maintien ou l'amélioration de la fertilité des terres ont été débattus plus haut.

Un tel système foncier n'est donc pas de nature à inciter l'investissement de la part du paysan sur des terres dont il ne se sent pas responsable, moins encore propriétaire.

2.4.3. LIMITATIONS D'ORDRE ECONOMIQUE

La motivation du paysan face à un nouveau système de production sera déterminée en grande partie par les avantages économiques qu'il pourra en tirer. Aussi, sur ce plan, l'agroforesterie semble rencontrer peu d'obstacles, dès lors que ses avantages économiques auront été bien perçus par l'agriculteur.

Le seul problème pourrait se situer, face à la diversité de produits que l'on peut retirer des associations agroforestières, au niveau de leur commercialisation, voire de leur transformation plus ou moins artisanal.

2.4.4. DIFFICULTES ECOLOGIQUES ET TECHNIQUES

Les entraves écologiques au développement agricole en général et de l'agroforesterie en particulier dans les régions semi-arides et arides, se situent à plusieurs niveaux :

a) Le climat : la longueur de la saison sèche et la variabilité de la pluviométrie sont autant de facteurs limitants pour les actions sylvicoles en général. D'ou l'inefficacité (coûts prohibitifs et difficultés de réalisation) de grandes actions sylvicoles en bordure des zones arides pour arrêter la progression de la désertification.

b) Le feu de brousse, s'il est un fait social, a fini, par son importance et ses implications, par prendre un caractère écologique indéniable.

c) La concurrence hydrique et minérale entre arbres et cultures.

Celle-ci repose sur les observations courantes de flétrissement des cultures aux voisinages des arbres, à certaines périodes : au Sénégal, en période de sécheresse, on a observé le mauvais comportement du mil et de l'arachide à 15 - 20 mètres d'une ligne de neem (DANCETTE et NIANG, 1980). Ce phénomène n'ayant jamais été observé à proximité d'espèces locales, comme *Acacia albida* dont le système racinaire est pivotant et profond, on l'a attribué au système racinaire traçant du neem.

Cette concurrence est donc observable pendant les périodes de déficit hydrique et à proximité des arbres à système racinaire superficiel.

Pour remédier à cette situation, cela suppose un choix judicieux des espèces en fonction de leur système racinaire ainsi que l'application de traitements appropriés (émondage des arbres avant la saison des cultures).

Dans les jeunes plantations d'arbres, les cultures de céréales à tige haute (sorgho, mil) ou les herbes concurrencent[†] sévèrement les jeunes plants. Là aussi, le choix approprié des cultures et des protocoles d'entretiens en fonction de l'âge des plantations permettront de trouver une réponse satisfaisante.

Dans tous les cas, la réduction générale de l'ETP due à la présence du couvert forestier peut compenser le manque à gagner créé par la concurrence hydrique.

Quant à la concurrence minérale, les risques devraient être atténués si dans le système agro-sylvicole le choix des essences forestières est fait de telle sorte que leur enracinement profond permette le recyclage des éléments nutritifs lessivés ou que leurs caractéristiques physiologiques permettent des compensations en éléments minéraux (cas des légumineuses fixatrices d'azote). Ce problème semble d'ailleurs l'une des raisons de la pratique de l'assolement, admirablement réussie par les paysans de certaines régions dans les parcs à *Acacia albida*, à *néré* ou à *karité*.

d) L'antagonisme chimique entre espèces

On souligne souvent que les risques d'antagonisme existent surtout en zones arides et semi-arides, avec certaines essences exotiques (RICE 1979). C'est un phénomène écologique de défense qui permet à une plante de survivre à l'intérieur d'une végétation, cela d'autant plus que les conditions sont difficiles

e) L'ombrage excessif

La plupart de nos cultures supportent peu l'ombrage total qui empêche leur développement. Aussi, "les systèmes agro-sylvicoles ne peuvent être que dynamiques, utilisant des combinaisons dans le temps et dans l'espace, ce qui exige une bonne connaissance de l'agronomie des cultures et de l'écologie des essences forestières dans les conditions micro-climatiques régionales, afin de toujours exploiter au mieux les différentes possibilités" (ZIMMERMANN R.C.).

f) Autres "inconvenients" de l'association de l'arbre aux cultures

Dans les régions sahéliennes certaines espèces d'arbres sont de véritables dortoirs pour les oiseaux déprédateurs de récoltes. Un autre problème plus sérieux, parce que moins visible, vient de la présence dans les racines ou l'appareil végétatif de certaines espèces ligneuses, de vers parasites (nématodes notamment) ou de maladies des cultures. (TAYLOR, 1979, estime au Sénégal que le baobab abrite deux espèces de nématodes).

L'argument avancé que la présence d'arbres pourrait constituer un obstacle à la mécanisation de l'agriculture est valable pour les pays tempérés de bocages. La fragilité des sols et des écosystèmes tropicaux obligent, dans la majeure partie des cas, à éviter ce type de travail du sol. S'il est appliqué, le travail mécanisé doit être accompagné d'un ensemble de mesures complémentaires visant à protéger le sol des agents érosifs et de l'épuisement, ce qui augmentera considérablement les coûts de production.

En tout état de cause, si l'agroforesterie est une pratique ancienne en Haute-Volta, elle ne demeure pas moins une "science nouvelle" en ce sens que les techniques, telles que conçues actuellement, se veulent plus rationnelles et plus objectives.

En réalité, si les systèmes agroforestiers doivent être adaptés aux conditions écologiques (climat, sol, faune et autres considérations biologiques) de chaque région, ils demandent aussi et surtout pour leur application :

- des études et des recherches sur la dynamique des combinaisons traditionnelles ou nouvelles de cultures et d'essences ligneuses, locales et exotiques, à l'intérieur des régions bio-physiques bien définies ;
- des efforts de recherche sur l'écologie et la pathologie de chaque système agroforestier ainsi que son cadre de mise en place ;
- une analyse des conséquences et retombées sociales et économiques des systèmes anciens et nouveaux : distribution temporelle du travail, débouchés des nouveaux produits, répercussions locales ou régionales des accroissements de la production agricole...

Tout cela suppose à l'heure actuelle, une continuité entre la recherche et la vulgarisation, une recherche de type appliquée, tournée vers la résolution quasi immédiate, en tout cas dans des délais à la mesure de l'urgence de la situation, des problèmes écologiques, économiques et sociaux liés à l'environnement. C'est dans ce cadre que se situent les expériences du Ministère de l'Environnement et du Tourisme - Direction de l'Aménagement Forestier et du Reboisement - dont une manifestation est le programme de recherche sur les haies vives et brise-vent.

II ème **P**ARTIE

LES ESSAIS DE MISE EN PLACE DES HAIES VIVES
ET BRISE - VENT

CHAPITRE 1.-

FACE AUX METHODES TRADITIONNELLES DE PROTECTION,
LES TENTATIVES DES PROGRAMMES "BOIS DE VILLAGES"

1.1. LES METHODES TRADITIONNELLES DE PROTECTION ET LEUR IMPACT
SUR L'ENVIRONNEMENT

Au delà des contraintes climatiques et édaphiques constituant un frein à la réussite des plantations d'arbres, la divagation du bétail pendant une grande partie de l'année est une des raisons essentielles de la nécessité de protéger les jeunes plants pendant les premières années de leur croissance.

Les méthodes utilisées varient en fonction des habitudes socio-culturelles des populations, de considérations économiques et écologiques, mais elles ont toutes un dénominateur commun, c'est leur dépendance vis-à-vis du matériau végétal et leur impact souvent négatif sur l'environnement villageois.

La description d'un certain nombre de ces méthodes dans quelques régions de Haute-Volta, basée sur des observations faites au cours de nos sorties, permettra de situer leur importance sur la conservation de la végétation naturelle et des sols, et la nécessité de les améliorer.

1.1.1. DANS LE PLATEAU CENTRAL ET LE CENTRE-NORD

On distinguera deux niveaux dans la protection : la protection collective et la protection individuelle. La protection collective est celle qui est assurée aux jardins, vergers et bois villageois, sous forme de clôture périmétrale. Quant à la protection individuelle, elle est assurée dans le cas des arbres au pied de chacun d'eux.

a) La protection collective : dans ces régions, elle se présente sous différents aspects, selon que la parcelle à protéger a un caractère permanent ou temporaire. Lorsqu'elle revêt, un caractère plus ou moins permanent, la protection se fait par un système de "haie morte" : il s'agit d'une clôture faite de piquets en bois plantés à écartement variable (20 à 60 cm), de 1 à 1,5 m de haut, dont la base est tissée de branchages de *Combretum micranthum* fixés aux piquets par des cordages (fibre végétale ou ramilles de *Combretum*) ou simplement tressés. La partie supérieure peut être complétée par des tiges de mil ou de sorgho.

Certains piquets aptes à reprendre en boutures (*Commiphora* a. notamment) finissent par former un genre de brise-vent autour de la parcelle, en même temps qu'ils résistent aux attaques des termites.

A certains endroits, la "haie morte" est remplacée par une sorte de haie vive obtenue au départ de boutures de *Commiphora africana* et *Jatropha* spp.. Ces espèces non appetées par le bétail donnent à la haie un caractère plus durable. Mais le manque d'entretien et de traitement appropriés affecte rapidement leur efficacité et nécessite des apports fréquents de branches mortes.

Lorsque la surface à protéger est plus grande (champs de cultures), la clôture est faite de branches mortes uniquement, prélevés sur la végétation avoisinante et fixées verticalement grâce à un mur de terre. Les espèces les plus utilisées alors sont surtout les épineux (*Balanites* a., *Acacia* spp).

Les méthodes de protection collectives mais temporaires concernent surtout certains jardins maraîchers qui se créent spontanément autour des points d'eau ou dans les bas-fonds mais qui, dès la saison des pluies, font place aux cultures habituelles. Dans ces cas, la clôture peut se faire à base de tiges de mil et de sorgho uniquement ou associées à des piquets de bois (région de Tanghin-Dassouri, dans le Centre). Dans le premier type de clôture, la base des chaumes est enfoncée dans une tranchée de 10 à 15 cm de profondeur et fermement maintenue par la terre tassée. Les tiges ainsi dressées sont tressées les unes avec les autres jusqu'à une hauteur de 1 à 1,40 m. Dans le second type, des piquets en bois soutiennent l'ensemble de l'édifice qui est, par conséquent, plus solide.

La protection collective et temporaire intéresse aussi les pépinières de tabac ou de légumes : il s'agit de planches de germination plus ou moins circulaires et surélevées, au-dessus desquelles on entremêle des branchages épineux ou présentant une ramification dense dans le but d'empêcher l'accès à la volaille et aux autres animaux. Cette protection ne dure que quelques semaines et les branches utilisées sont ensuite brûlées.

b) La protection individuelle : les méthodes sont plus variées que dans le cas précédent ; ainsi on peut citer

- les branchages et épineux enfoncés dans le sol tout autour du jeune plant à protéger. La hauteur et la densité de la clôture varient avec la hauteur de l'arbre et l'importance que lui accorde le planteur ;

- les paniers confectionnés à partir de jeunes rameaux de *Combretum sp.p* ou *Securinega virosa*, dont le diamètre varie de 0,7 à 1 mètre et dont la hauteur atteint 1 mètre et plus ;

- les briques de terre ou de ciment ou même des pierres superposées en cercle autour du jeune arbre ;

- les paniers en lames de fer tressées ; on les rencontre surtout en ville ou dans des vergers, mais leur prix élevé limite très fort leur diffusion.

1.1.2. DANS LES REGIONS OUEST ET SUD DU PAYS

La plupart des populations de ces régions pratique pendant la saison sèche, outre les cultures maraîchères, des cultures de rente telles le tabac et le piment destinées surtout à l'exportation vers les centres urbains et le plateau mossi. Pour protéger ces exploitations contre le bétail en divagation, deux types de clôtures existent :

a) autour des jardins permanents où sont cultivés aussi des bananiers, des tubercules ou des arbres fruitiers (manguiers, goyaviers...), on installe une haie vive généralement faite à partir de boutures ou de semis direct de *Jatropha sp.p*. Le manque d'entretien de ces haies entraîne leur dégradation et nécessite ici aussi l'apport de branches mortes ou de tiges de céréales pour fermer les ouvertures.

b) le long des pistes à bétail à l'intérieur du village ou autour des champs de tabac ou de piment, les clôtures sont faites à base de tiges de sorgho - quelquefois de mil - et de piquets en bois : les piquets d'une longueur de 1,50 m environ et d'un diamètre à la base de 3 à 6 cm sont plantés par paires dans des trous de 10 à 15 cm de profondeur et solidement fixés. Ces derniers sont distants de 60 cm environ, pour assurer une solidité accrue à la clôture.

Entre les deux piquets de chaque trou, on fait passer un lot de paille disposée horizontalement ; lorsque la paille ainsi superposée atteint une hauteur de 50 à 60 cm, on attache à l'aide de fibre végétale les deux piquets l'un à l'autre, un trou sur deux, juste au dessus du niveau de celle-ci, avant d'ajouter la tranche supérieure. A la fin de la deuxième tranche de paille, les paires de piquets non attachées sont à leur tour liées, et ainsi de suite jusqu'à une hauteur d'environ 1,50 m.

La haie ainsi obtenue est suffisamment dense pour cacher les cultures de la vue des animaux.

Les piquets utilisés sont prélevés sur des essences peu ou pas attaquées par les termites, comme *Cordia myxa*, *Entada africana*, *Diospyros mespiliformis*.... On compte environ trois cents (300) piquets pour 100 mètres de clôture. Chaque année, celle-ci est détruite par les animaux ou par l'homme dès la fin de la saison de culture et une partie des piquets est récupérée. Ils serviront l'année suivante ou seront brûlés comme bois de chauffage pendant l'hivernage.

Dans ces régions, la protection individuelle des arbres est assurée par des clôtures rectangulaires ou carrées faites de paille de sorgho et de piquets en bois, ou entièrement de bois, sur un modèle réduit des précédentes. Elles peuvent être renforcées par des branches mortes pour éviter l'approche des gros animaux.

Enfin, il faut signaler qu'au sahel, outre les palissades de branchages morts (*Combretum* sp.p, *Guiera senegalensis*) autour des enclos à bétail et des petits champs de bergers, l'utilisation de haies brise-vent à base d'*Euphorbia balsamifera* est très répandue. Ces haies vives servent d'une part à protéger des enceintes et d'autre part à lutter contre l'érosion éolienne et surtout les ensablements des cultures et des champs.

1.1.3. IMPACT DES METHODES DE PROTECTION TRADITIONNELLES SUR LE TERROIR VILLAGEOIS

a) SUR LE PATRIMOINE FORESTIER

Comme nous l'avons décrite, la confection d'une clôture nécessite l'utilisation de matériau végétal à des degrés plus ou moins importants. Ce matériau prélevé sur la végétation naturelle environnante a une durée d'utilisation généralement courte (une saison), et doit être remplacé chaque année.

Il est difficile de quantifier le matériel végétal ainsi prélevé annuellement sur la forêt naturelle ; mais il est évident que cette quantité augmente du Sud au Nord du pays, du fait de l'état de dégradation croissante de nos formations naturelles, de la plus grande place prise par le matériel ligneux dans la confection des haies lorsqu'on remonte vers le Nord, mais aussi à cause de l'importance des concentrations humaines et par conséquent de leurs activités de saison sèche, et de leurs activités d'élevage qui entraînent la nécessité de protéger les cultures.

b) SUR LES SOLS

La dégradation des formations végétales a pour conséquence directe l'accroissement des effets de l'érosion éolienne et pluviale, de même que l'accélération des processus de latéritisation des sols, surtout lorsque cela s'accompagne de la pratique des feux de brousse. De même, l'utilisation de la paille de céréales pour la confection des clôtures a également un effet sur les sols, bien que moins bien perçu par le paysan. En effet le maintien de la fertilité d'un sol cultivé est également conditionné par la réincorporation des résidus végétaux de cultures riches en éléments nutritifs. En l'absence d'amendements artificiels ou naturels, cela contribue à l'appauvrissement rapide des sols et à leur abandon pour d'autres sites.

Ce processus ne fait donc qu'accroître les effets négatifs d'un système agricole déjà défaillant, avec toutes les conséquences sociales, économiques et biologiques que cela entraîne.

1.2. LE SYSTEME DE PROTECTION PROPOSE DANS LE CADRE DE L'ACTION "BOIS DE VILLAGES"

1.2.1. LE GRILLAGE ET SON AVENIR

Face à ces méthodes de protection traditionnelles et aux pratiques d'élevage que l'on connaît, il était indispensable pour la réussite des actions de reboisement villageois entreprises par le Ministère de l'Environnement et du Tourisme, de protéger les jeunes plantations tout en évitant la destruction de la végétation naturelle. L'appui du programme "Bois de Villages" consiste à fournir aux villages choisis du grillage de type URSUS pour la clôture des parcelles reboisées. Cette clôture sera déplacée au bout d'un certain temps au profit des parcelles nouvellement plantées.

En ce qui concerne les pépinières de secteur, le système de protection à base de grillage est renforcé par un réseau de brise-vent ou de haie vive fait d'un alignement plus ou moins dense d'arbres dont le rôle est de protéger les installations contre les effets nocifs des vents.

Le grillage constitue donc à l'heure actuelle un moyen de protection sûr et durable pour les plantations villageoises, les pépinières, les jardins maraîchers et les vergers.

Cependant, cette méthode appliquée par les programmes "Bois de Villages" suscite quelques réflexions.

Le grillage utilisé pour la protection intervient pour environ 15 % du prix global d'installation de la plantation tous frais compris, et son prix d'achat n'est pas à la portée des paysans.

De plus, dans ces conditions, aucune responsabilité n'est engagée quant à l'entretien du matériau dont la valeur est souvent sous-estimée ou même négligée, dans la mesure où il s'agit d'une acquisition "gratuite". Cette solution de facilité entraîne une absence d'effort de la part des paysans dans l'organisation pour le contrôle et la surveillance du bétail.

Enfin, toute forme d'assistance basée sur un appui extérieur est appelé à disparaître un jour, et l'on peut se demander comment fera-t-on demain. Dans tous les cas, il faudra continuer à planter et dès lors, le problème de la protection de ces plantations collectives restera toujours posé. Il semblerait également judicieux de réorienter les actions, en leur donnant un caractère individuel ou familial, ce qui facilitera les possibilités de protection par une surveillance plus étroite.

En somme, le grillage qui reste un moyen efficace de protection ne représente un investissement rentable que dans la mesure où il intéresse un domaine hautement et presque immédiatement productif, permettant de recouvrer à terme les frais engagés. Dans ces conditions, son utilisation reste limitée et il devient urgent et indispensable d'essayer l'amélioration d'une méthode traditionnelle de protection qu'est la haie vive.

1.2.2. LES ESSAIS SUR LES HAIES VIVES ENTREPRIS PAR DES PROJETS "BOIS DE VILLAGES"

C'est donc dans le cadre de la recherche de solutions appropriées aux problèmes évoqués ci-dessus que, dans son volet EXPERIMENTATION, les projets "Bois de Villages" ont, depuis 1982, entrepris dans certains départements du pays, des essais sur la mise en place et la vulgarisation des haies vives (Ex. Départements du Centre-Nord et de l'Est).

Ces essais ont été précédés d'un recensement aussi exhaustif que possible des méthodes de protection individuelle et collective des arbres, au moins dans le Centre-Nord.

Ils portent sur un certain nombre d'espèces locales et exotiques, dont le choix a surtout été guidé par les pratiques traditionnelles en la matière : *Commiphora a.*, *Jatropha sp.p.* Quant aux espèces exotiques et autres espèces locales dont on ne connaît aucun usage du genre en milieu rural, plusieurs critères ont été à la base de leur choix : le caractère buissonnant et épineux, leurs capacités d'adaptation aux conditions locales... Il s'agit des espèces comme *Prosopis juliflora*, *Parkinsonia aculeata*, *Acacia senegal*, *Acacia nilotica*, *Bauhinia rufescens*, *Zizyphus mauritiana* et même *Cassia siamea* et *Azadirachta indica*.

Le protocole appliqué consistait à planter une ou deux lignes parallèles de plants en pots ou de boutures, selon des écartements de 15 à 50 cm sur la ligne et de 30 à 50 cm entre les lignes. Dans les cas de plantations en deux lignes parallèles, les plants sont disposés en quinconce d'une ligne à l'autre.

Aucun résultat de ces essais n'a encore été enregistré de nos jours, pour des raisons essentiellement liées au manque de suivi sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

.../...

CHAPITRE 2.-

LE PROGRAMME DE GAMPÉLA

2.1. PRESENTATION ET BUT DE L'ETUDE

Le projet "Haies Vives", cadre de la présente étude est donc le résultat de cette volonté exprimée au niveau du Ministère de l'Environnement et du Tourisme, de développer les activités de reboisement villageois et plus généralement de rechercher les voies et moyens pouvant permettre de résoudre les problèmes d'exploitation rationnelle des terres cultivables, de la satisfaction des besoins énergétiques et de la gestion de leur terroir par les populations rurales elles-mêmes.

En expérimentant, dans le cadre d'une recherche appliquée, l'utilisation des haies vives et brise-vent pour la protection des pépinières, des jardins maraîchers des cultures et des plantations, le programme veut s'inscrire dans le contexte général de l'association de l'arbre aux cultures ou à l'élevage, c'est-à-dire l'agroforesterie.

Il s'agit d'amener le paysan voltaïque grâce au maintien de la fertilité des sols et à une productivité soutenue, à lever les contraintes dues au "manque" de terres et à mieux gérer le temps consacré à la production. Ainsi, il pourra tirer un bénéfice maximal de sa terre en même temps qu'il fera économie de son énergie productrice. Enfin, le grand espoir que suscite cette recherche est que la haie vive permette de résoudre les problèmes de la protection des exploitations rurales, en remplacement du grillage, comme évoqué ci-dessus.

Les activités du projet ont démarré en Avril 1983 et visent à long terme à réduire les coûts d'établissement des plantations, pépinières et jardins maraîchers, en faisant usage des haies vives pour leur protection. Les objectifs déclarés du projet sont :

a) identifier et sélectionner les espèces les plus appropriées pour la mise en place des haies vives et brise-vent ;

b) étudier et maîtriser le mode de propagation (semis direct, plants en pots, bouturage) ainsi que le comportement de ces espèces en fonction des techniques d'installation (écartements notamment) et des différents entretiens et traitements appliqués (assosage, taille, élagage...) ;

c) vulgariser les résultats acquis par l'intermédiaire des projets "Bois de Villages" opérant dans le pays.

Le programme prévu pour trois ans (1983-1986) est exécuté également en collaboration avec l'Institut Supérieur Polytechnique de l'Université de Ouagadougou, et son terrain d'expérimentation se trouve à la Station de GAMPELA, en milieu contrôlé.

Pour la première année (1983), le programme d'activités peut se résumer comme suit :

- des visites sur le terrain dans plusieurs régions du pays, afin de recueillir le maximum d'informations sur les espèces et les techniques traditionnelles de mise en place des haies et de voir toutes les réalisations faites en la matière par les différents Services forestiers départementaux ;
- des prospections et récoltes de boutures ainsi que la production des plants ;
- la mise en place des essais à partir de plants en pots, de semis directs et de boutures, précédée d'un prélèvement d'échantillons de sol pour analyse (Juillet 1983) ;
- les observations des premiers résultats et l'étude des possibilités de taille de certaines haies.

En somme, pour cette première année, il s'agit de suivre le comportement des espèces sélectionnées, selon les différents critères définis, et de faire toutes les observations utiles à la suite de l'étude. Au cours de la deuxième et de la troisième année, l'étude poursuivra donc des essais similaires à ceux de la première année en tenant compte des ajustements rendus nécessaires suite aux observations déjà faites, et même de définir une méthodologie définitive et appropriée.

Le volet particulièrement important de la vulgarisation des résultats pourrait démarrer dès la deuxième année et irait par la suite en s'intensifiant.

Ces objectifs déclarés ont conduit à l'élaboration d'un protocole pour la première année.

Cependant, pour une meilleure compréhension de ce protocole, et pour cerner à fond/du programme, il convient de définir avant tout la haie vive et le brise-vent et d'en dégager les caractéristiques et les implications par rapport à leur milieu environnant.

2.2. LA HAIE VIVE ET LE BRISE-VENT : DEFINITION ET CARACTERISTIQUES

2.2.1. LA HAIE VIVE

a) Définition : une haie vive est une formation dense et alignée d'arbustes avec des branches nombreuses et inextricables qui empêchent le passage des animaux et de l'homme ; sa hauteur est limitée à 1,50 m environ par la taille annuelle des branches.

b) Implications et Avantages

Telle que définie, la haie vive est d'abord un instrument de protection contre les animaux et, à ce titre, elle se distinguera fondamentalement du brise-vent, même si elle peut en jouer le rôle dans certaines conditions. Aussi, dans cette étude, le sens donné au concept haie vive ne sera pas celui qu'on lui donne dans les pays de bocages européens. En effet la conception d'une haie vive en Europe repose d'abord sur les aspects de délimitation des terroirs, abri et amélioration du micro-climat par la protection contre les vents et le froid, plutôt que sur un aspect protection contre le passage d'animaux en divagation. Dans ce cas, sa hauteur n'est pas obligatoirement limitée. Par contre, dans notre contexte, la haie vive c'est avant tout la protection contre le passage des animaux et ensuite les avantages écologiques ; ce qui nécessite que l'on en limite la hauteur pour des raisons d'efficacité. En plus de cet aspect important de la protection, et compte tenu du contexte écologique et économique de nos régions, la haie vive présente aussi d'autres avantages qu'il est impossible de négliger :

Face aux effets désastreux des coupes d'arbres et d'arbustes, pour la confection des clôtures, sur l'équilibre écologique, face à la diminution rapide du matériau ligneux autour des villages entraînant une extension des zones de coupe, face aux menaces exercées sur les terres par l'érosion éolienne et pluviale qui en découle, une bonne haie vive devrait permettre :

cd du rapport - de freiner, voire arrêter l'utilisation des branchages morts pour les besoins de protection des exploitations agricoles et de préserver ainsi les écosystèmes ruraux,

- de ralentir le ruissellement des eaux surtout en zones de pente, et d'éviter ainsi l'érosion de la couche fertile des sols, tout en augmentant l'infiltration ;
- d'atténuer les effets érosifs du vent au sol et de lutter contre l'ensablement des terres dans les régions arides ;
- d'agir dans certains cas sur l'équilibre d'une micro-faune locale.

Sur le plan économique, une bonne haie vive faite d'un ensemble d'espèces conséquemment choisies possède une productivité non négligeable :

- une production de fourrage lors des tailles, ou même en dehors si le broutage n'affecte pas sa conservation ;
- une production de fruits ou de feuilles utiles et même de piquets ou de bois de feu.

c) Caractéristiques et Choix des Espèces

Pour empêcher le passage des animaux, la haie vive doit être suffisamment dense, c'est-à-dire que les branches des arbustes qui la forment doivent être nombreuses et inextricables. Il existe donc un lien direct entre l'importance de la ramification et l'efficacité de la haie.

De plus, la haie est une forme de protection quasi permanente que l'on entretient par différentes interventions et traitements. Son utilisateur reste avant tout l'agriculteur rural dont on veut réduire les charges pour la protection de ses exploitations.

Le choix des espèces pour haies vives est donc soumis à un ensemble de considérations floristiques, écologiques et économiques ; toute espèce pour haie vive devrait par conséquent répondre au plus grand nombre des conditions suivantes :

- 1- être disponible sur place ou être adaptable aux conditions locales ; être bon marché et facilement reproductible en pépinière ou mieux, sur le champ (par semis direct ou par bouturage).
- 2- Pousser rapidement en plantation pour donner des résultats le plus rapidement possible et être facile à entretenir ;
- 3- Ne pas avoir trop d'exigences ni pour les bonnes terres, ni pour l'eau.

‡ 4- Réagir de façon satisfaisante à la taille.

‡ 5- Ne pas avoir besoin de protection supplémentaire contre le bétail : c'est-à-dire réagir favorablement au broutage ou mieux, être non appétée.

‡ 6- Ne pas avoir d'effets secondaires nuisibles (comme par exemple attirer des insectes nuisibles) ou d'effets néfastes sur le sol et les cultures.

7- Fournir si possible une production secondaire utile (fourrage, bois, graines ou fruits comestibles...).

‡ 8- Etre facile à installer en haie par les paysans eux-mêmes, sans assistance particulière.

2.2.2. LE BRISE-VENT

2.2.2.1. Définition

On nomme brise-vent tout obstacle qui, en ralentissant la vitesse du vent au voisinage du sol, supprime ou freine les facteurs susceptibles d'engendrer l'érosion éolienne ou des dégâts matériels dans la zone protégée.

Il y en a de plusieurs sortes :

- Les pare-vent artificiels (branchages morts par exemple)
- les haies vives
- les alignements d'arbres
- les bandes de végétation basse ou haute.

Les systèmes de brise-vent, s'ils sont connus depuis l'antiquité par les Syriens qui entouraient des vergers avec des peupliers, n'ont été systématiquement implantés et étudiés qu'à la fin du 19ème siècle en URSS. Comme leur nom l'indique, les brise-vent ont pour rôle essentiel de lutter contre les actions du vent sur la végétation et les sols.

En effet le vent est un facteur écologique de premier ordre dans ses effets directs et indirects sur la végétation forestière ou agricole et sur les sols. En général, il entraîne au delà d'une certaine vitesse (2 m/s), un ralentissement puis une inhibition de certaines fonctions physiologiques et provoque des lésions cellulaires au niveau des jeunes tissus végétaux, ou des dégâts physiques. Un vent, même léger, provoque une augmentation de l'évaporation et donc de la transpiration végétale ; au delà d'un certain seuil, les arbres réagissent en fermant plus ou moins entièrement les stomates des feuilles exposées, ce qui a pour conséquence une réduction de l'assimilation chlorophyllienne. Ce phénomène est donc très important en zone tropicale où le bilan hydrique est déjà déficitaire et l'hygrométrie peu élevée.

.../...

De plus, la fermeture des stomates n'est pas suffisante pour empêcher la déshydratation de la plante qui continue de transpirer par la cuticule.

Il en résulte un déséquilibre de la croissance se traduisant par un retard ou un arrêt de celle-ci provoquant un nanisme.

L'adaptation des plantes à cette situation consiste en une réduction des surfaces foliaires qui peuvent même se transformer en épines, combinée à un développement accru du système racinaire : c'est le cas de nombreux arbustes sahéliens.

L'action physique elle, se situe au niveau des déchirures des feuilles (bananier), des bris et déracinements, du déchaussement des racines ou de l'ensevelissement des plantes en sols sableux.

Sur les sols, le vent provoque, par le biais de l'érosion, une dégradation de la structure par émiettement des agrégats. Le sol devient plus fin et donc plus sensible. Le départ de la matière organique et des éléments fins entraîne un changement de couleur et une baisse de la capacité de rétention en eau, d'où une dégradation de la végétation herbacée. Sur les sols sableux, le sable s'accumule au pied des arbustes, laissant une texture caillouteuse impropre à l'agriculture.

2.2.2.2. MODE D'ACTION DES BRISE-VENT

Dans la pratique, l'objectif est de réduire la vitesse du vent en dessous d'un seuil V_1 , afin de protéger les sols et les cultures de l'érosion et des verses, ou d'empêcher les chutes de fruits dans un verger.

C'est ainsi qu'au voisinage d'un brise-vent, on distingue deux côtés : un côté au vent exposé au vent principal et un côté sous le vent opposé au premier. cf. fig. II.1 et II.2.

(1) Du côté au vent, la résistance à l'écoulement de l'air, due au brise-vent, provoque une augmentation de la pression au voisinage du rideau et la création d'un coussin sur lequel "glisse" l'autre partie qui continue d'arriver. Cette partie est ainsi déviée vers le haut.

(2) À ce niveau, les couches superficielles compriment le flux réfléchi ascendant et provoquent une augmentation de sa vitesse.

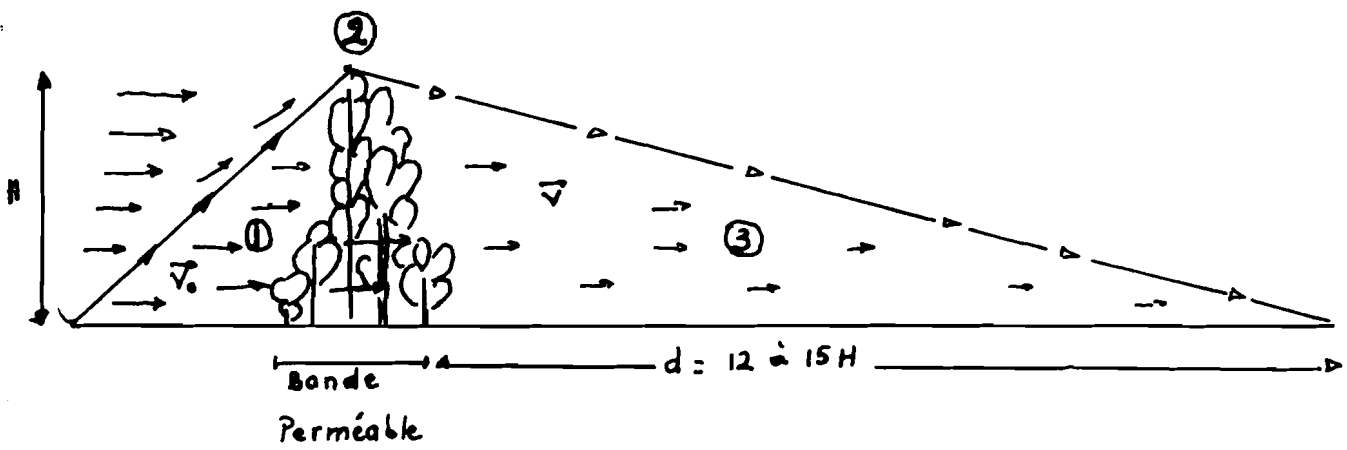


Fig II-1 mode d'action des brise-vent : cas d'un rideau perméable.

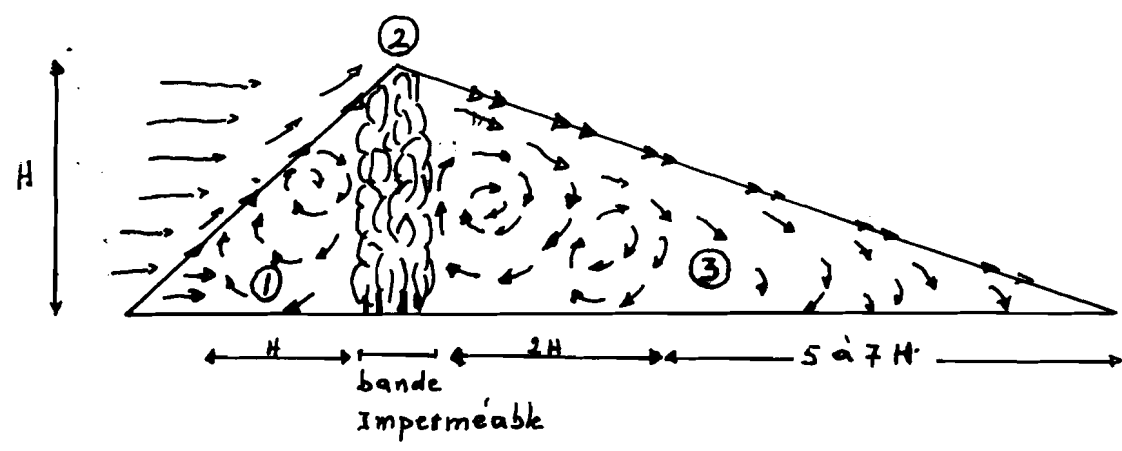


Fig II-2 : Mode d'action des brise-vent : cas d'un rideau imperméable

(3) Côté sous le vent, la partie du flux qui passe à travers le rideau est donc ralenti. La pression plus faible de ce côté, y provoque la formation d'un coussin plus étendu. Au dessus de ce coussin, la répartition des vitesses horizontales reprend progressivement son aspect initial. La zone ainsi protégée (où $V < V_0$) est variable et se situerait entre 10 et 20 h selon la nature du brise-vent. Mais elle baisse avec l'augmentation de la turbulence de l'air, elle-même fonction de l'instabilité atmosphérique, de la topographie et de la rugosité du terrain (un champ de mil a une rugosité plus élevée qu'une pelouse). Cette zone protégée serait plus faible en zone tropicale (12 à 15 h) (GUYOT cité par JENSEN).

Lorsque la bande est imperméable, l'arrêt brutal du flux incident provoque la formation, au voisinage du brise-vent, d'un tourbillon. Le flux réfléchi vers le haut redescend avec une vitesse accrue sur une zone sous le vent où la pression est très faible. Il se crée des forces de succion et on assiste là aussi à la création de tourbillons sur une distance plus grande, défavorables aux cultures éventuelles qui s'y trouveraient.

Comme on le constate, l'efficacité d'un brise-vent est fonction de sa perméabilité (ou porosité) qui est la proportion de vides dans la surface totale du brise-vent. Lorsque celle-ci est faible, la réduction de vitesse est importante mais il y a création de tourbillon du côté sous le vent et donc une réduction de l'efficience $\text{efficience} = 1 - \frac{\text{vitesse sous le vent}}{\text{vitesse côté au vent}}$ (JENSEN 1983).

Les recherches ont permis de démontrer que la porosité optimale se situe entre 40 et 50 % (les chiffres sont variables selon les auteurs). Dans tous les cas, la porosité d'un rideau doit être répartie uniformément, sinon, la vitesse de l'air qui s'engouffre dans une brèche augmente en intensité et les premières lignes de plantes cultivées en souffrent. Il est donc indispensable de rechercher dans la mise en place des brise-vent, la continuité du rideau de la base au sommet et sur toute sa longueur.

Cependant, l'efficacité du brise-vent n'est pas seulement liée à la porosité ; elle dépend aussi de nombreux autres facteurs dont :

L'orientation du brise-vent : La plus efficace est un brise-vent perpendiculaire à la direction du vent principal. Tant que l'angle d'incidence par rapport au brise-vent est supérieur à 45°, l'efficacité est satisfaisante (KAISER 1959, cité par JENSEN). Cependant la dimension de la zone protégée (ou abri global) baisse lorsque la direction du vent dévie, de l'angle droit. Ainsi, un brise-vent très poreux peut devenir imperméable dans un vent oblique.

La hauteur : La zone protégée est une fonction linéaire de la hauteur (JENSEN). On l'exprime donc en fonction d'un multiple de cette hauteur h. Ce qui conduit à dire que la zone de protection d'un rideau brise-vent augmente avec la croissance des arbres. On déterminera donc la hauteur du brise-vent en fonction des dimensions de la parcelle à protéger.

La longueur L : Si le vent est perpendiculaire au brise-vent, la zone sous le vent n'est uniformément protégée que si L est supérieure à 12 h (BAHLOUL A., 1974, Alger). Par contre, si la direction des vents dominants varie à l'intérieur d'un angle de 90°, la protection maximale serait atteinte si et seulement si $L \geq 50 H$. (OLESEN F. 1979).

L'épaisseur : là, les opinions divergent. Pour les uns, la bande boisée serait le brise-vent idéal parce que l'air qui s'y engouffre est totalement dévié vers le haut, donnant une surface protégée plus étendue (20 à 30 h.) (D. SOLTNER 1980). Pour les autres, la largeur de l'écran a peu d'importance, le facteur essentiel étant la perméabilité (NAEGELI 1953, cité par P.L. GIFFARD) : si l'épaisseur du rideau s'accroît, le flux le traverse difficilement, d'où la protection exercée par une bande forestière de plusieurs dizaines de mètres est inférieure à celle exercée par quelques rangées d'arbres.

Nature du Brise-Vent	Largeur (en mètres)	Vitesse moyenne côté sous le vent exprimée en % de la vitesse côté au vent, à une distance $d = n h$ du brise-vent			
		Jusqu'à 5 h	de 5 à 10 h	de 10 à 15 h	de 15 à 20 h
Paroi de roseaux	0	52	37	56	74
Rideaux d'arbres	20	40	48	72	85
Bandes forestières	600	55	75	83	89

Tableau n° II.1 Effets comparés de brise-vent d'épaisseur différentes d'après C.T.F.T. (1979).

LES SYSTEMES DE RIDEAUX

Dans les conditions décrites ci-dessus, on s'attend à ce que l'action exercée par un brise-vent secondaire, installé à la suite d'un brise-vent principal, soit cumulatif. Cependant, il est montré (JENSEN) que les effets brise-vent d'une série de réseaux parallèles ne sont pas cumulatifs, tout au moins à l'échelle de quelques kilomètres. Aussi, serait-il dangereux d'extrapoler les résultats acquis sur un brise-vent isolé à une zone plus étendue. L'effet protecteur d'un tel système ne se manifesterait qu'au delà d'un certain nombre .../..

de d'écrans car il subit alors une succession de maxima et de minima plus ou moins périodiques avec une amplitude qui s'amenuise au fur et à mesure qu'on progresse à l'intérieur du système (KAISER 1959). Pour que la vitesse du vent s'annule, il faudrait qu'il parcoure une distance variable selon le coefficient de rugosité de la région et comprise entre 30 et 50 km, en rencontrant des rideaux installés tous les 20 h (SOLTNER 1980).

Mais l'objectif étant seulement de réduire la vitesse initiale V_0 du vent de sorte à obtenir des effets bénéfiques sur les cultures et le sol, de telles considérations semblent quelques peu vaines. Dans les conditions de séries de protection parallèles, la distance minimale entre deux rideaux est de 10 à 20 h.

2.2.2.3. INFLUENCES DU BRISE-VENT

a) Sur le Micro-climat

Certaines influences des brise-vent sur le micro-climat ont été mises en évidence dans les pays tropicaux : (DANCETTE, Sénégal 1968 ; DAVENPORT et HUDSON (1967), RIJKS (1971) au Soudan). Elles portent essentiellement sur les températures et l'évapo-transpiration. - Sur les températures : tout comme en climat tempéré, la présence de brise-vent occasionne une élévation de la température par la réduction de la vitesse du vent en aval. Et comme les températures sont souvent déjà chaudes dans nos pays, les risques d'atteindre un degré léthal pour les cultures peuvent être à craindre.

Cependant, à l'échelle régionale, l'implantation de rideaux d'arbres peut accroître l'Evapotranspiration Réelle (ETR) par l'utilisation de réserves d'eau inaccessibles aux cultures. Ce phénomène réduit l'énergie disponible qui devrait élever la température locale de l'air, et abaisse ainsi la température moyenne (il fait plus frais dans les zones boisées pendant les heures chaudes de la journée).

De plus, au dessus des cultures irriguées on assiste à une inversion des profils thermiques pendant les heures les plus chaudes de la journée où la vitesse du vent diminue.

- Sur l'évapotranspiration : les mesures effectuées en zones arides au Sud du Sahara sont peu nombreuses et ne présentent donc qu'une faible valeur indicatrice. Néanmoins elles tendent toutes à montrer qu'en zone tropicale, les brise-vent réduisent de façon sensible l'évapotranspiration. Cette réduction atteint 44 % aux Antilles (FOUGEROUSE cité par JENSEN) ; 35,5 % au Sénégal derrière un rideau de neem et de *Pennisetum purpureum*, 32 % derrière une haie de neem et *Prosopis juliflora* (DANCETTE et NIANG 1980). Toutefois, il faut être

prudent quant aux bénéfices de telles modifications dans la mesure où l'évapo-transpiration n'est pas seulement le résultat du rapport $\frac{ETR}{ETP}$, mais est aussi influencée par la température.

b) Sur le Sol

Le brise-vent en diminuant la vitesse du vent à ses abords constitue donc un frein à l'érosion éolienne. Dans la lutte contre cette forme d'érosion, le plus important est d'éliminer la saltation, parce que toute la suite du processus (reptation, transport et suspension) est provoquée par elle. Or les brise-vent piègent d'une part le sable en mouvement en réduisant la vitesse du vent en dessous du seuil d'impact (vitesse nécessaire pour maintenir une particule de sol en état de saltation permanente), et évitent d'autre part que le seuil de saltations ne soit atteint (vitesse minimale pour initier la saltation d'une particule de sol) (JENSEN 1980). De sorte que si ce seuil n'est jamais atteint avant que le vent ne rencontre un autre brise-vent, l'érosion éolienne se trouve parfaitement endiguée par un tel système de rideaux.

Par ailleurs, l'action des brise-vent sur l'humidité des sols a été peu étudiée en zones semi-arides ou arides. Néanmoins, il a été montré au Niger que l'humidité à l'intérieur du système est supérieure à celle de la zone non protégée pendant les périodes où l'apport en eau est élevé. (ELS BOGNETTEAU - VERLINDEN 1980). Lorsque celui-ci baisse, l'humidité à l'intérieur devient inférieure, mais dans le même temps, on constate une meilleure production végétale due à l'allongement du temps d'ouverture des stomates.

c) Effets sur la Production Agricole

Les effets des brise-vent sur la production agricole sont surtout connus dans les pays tempérés où l'accroissement le plus élevé de la production céréalière observé jusque-là a été de 25 % sur une distance de 20 h, en URSS, au cours d'années sèches. Dans les pays tropicaux, les études sont peu nombreuses. Néanmoins, même si à une distance n'h sous le vent, l'humidité du sol est faible, due à l'interception des eaux de pluies par les rideaux et aux prélèvements par les racines superficielles des arbres, la consommation d'eau par ceux-ci ne semble pas influencer la teneur en eau du sol dans la partie où se situent les racines des cultures ; la hauteur de celles-ci y est plus élevée. (ELS. BOGNETTEAU, Niger 1980). Et la production agricole à l'intérieur du système a atteint 129 % par rapport à la zone non protégée.

Même si l'on corrige cette production de la perte due à l'occupation du sol par les arbres, l'accroissement est encore de 23 %.

.../...

Outre l'amélioration globale de la production agricole, le brise-vent peut constituer encore une source de productions secondaires (bois, fruits...), pour peu que le choix des espèces et le protocole d'installation soit judicieusement faits.

2.2.2.4. REALISATION DES BRISE-VENT ET CHOIX DES ESPECES

La réalisation des brise-vent, après tout ce qui en a été dit, doit donc viser :

- à assurer une perméabilité optimale ; et les espèces à utiliser seront certainement à feuillage persistant mais pas trop dense, et assureront autant que possible un rideau homogène sur toute la hauteur. Dans le cas contraire, l'association de plusieurs espèces, les unes arbustives et les autres de haut jet, ou seulement des espèces de haut jet sur plusieurs rangées dont les extérieures seront recépées, permettra d'obtenir le résultat escompté.

- à obtenir une hauteur suffisante ; les espèces utilisées seront alors à croissance rapide avec une hauteur suffisante. On se gardera donc d'étêter les arbres.

De plus, les espèces utilisées devront posséder en enracinement pivotant et profond, peu étendu en surface, pour d'une part résister aux vents violents et d'autre part réduire la concurrence pour l'eau vis-à-vis des cultures. Elles seront aussi d'un encombrement réduit, rustiques et adaptées au climat et aux sols. Enfin, ce sera un avantage certain si ces espèces fournissent une production secondaire qui permet au bénéficiaire de tirer des revenus supplémentaires.

L'utilisation des brise-vent dans la lutte contre la dégradation et dans la régénération des sols des zones arides et semi-arides dégradées revêt certainement un grand intérêt car l'érosion est l'agent le plus à craindre dans ces régions, du fait d'un tapis herbacé clairsemé et rabougri qui disparaît en saison sèche par l'entremise des feux, des exportations de résidus de cultures, du surpâturage et d'un harmattan implacable.

Mais les avis sont partagés quant à leur emploi dans l'agriculture : ainsi certains limitent leur rôle à la protection des périmètres irrigués (où le facteur eau n'est pas limitant) et d'autres l'étendent aux cultures "sèches". D'autres encore préconisent l'utilisation de boisements écran (arbres régulièrement répartis dans le champ) avec tous leurs avantages et inconvénients dans le choix des espèces et des écartements.

En tout état de cause, il ne s'agit pas pour les brise-vent d'élever la production d'un champ de mil en plein Sahel comme il élèverait la production de blé dans les steppes russes, mais l'absence de résultats expérimentaux suffisants pour les zones semi-arides et arides d'Afrique, conduit à supposer des résultats intéressants pour de tels aménagements. Quelques-uns d'ailleurs tendent à le montrer (étude au Niger 1980).

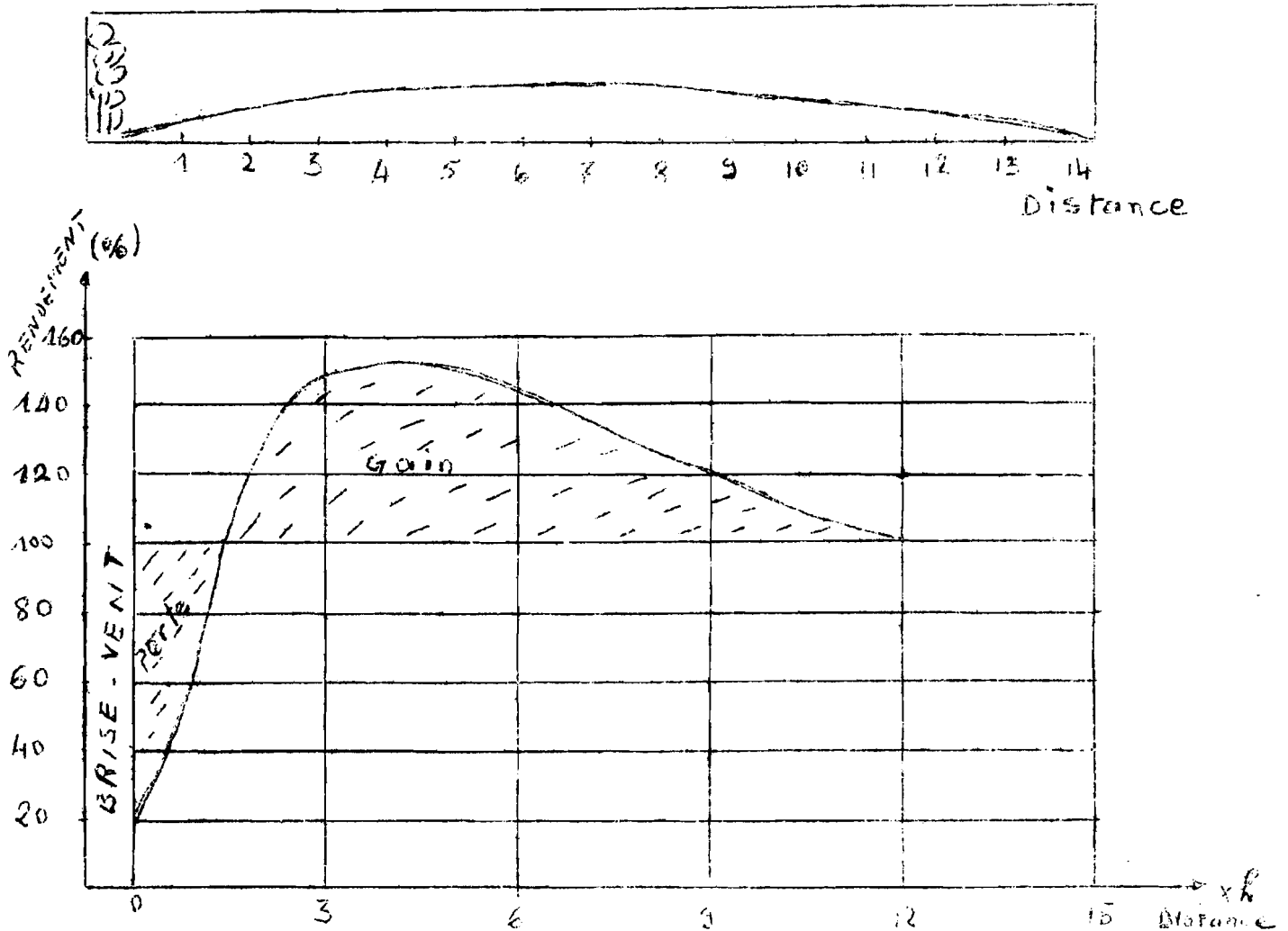


Fig. II.3 : Influence d'un brise-vent sur le rendement d'un champ de céréales.

En haut : coupe du champ au voisinage du brise-vent

En bas : courbe de rendement en fonction de la distance au brise-vent.

D'après BATES : par G. GUYOT.

2.3. LE PROTOCOLE EXPERIMENTAL MIS EN PLACE

2.3.1. DESCRIPTION DU PROTOCOLE

Pour la première année, le programme de recherche étant basé sur l'étude du comportement des espèces utilisées en haies vives seules ou en association avec des brise-vent, le protocole suivant a été exécuté :

Chaque essai ou combinaison porte sur une ligne de 10 mètres à écartement fixe, soit 20 plants par essai à l'écartement 50 cm et 33 plants à l'écartement 30 cm. On dénombre trois sous programmes :

a) Le Sous-Programme I : ESSAIS HAIES VIVES POUR MINI-PEPINIERES
ET JARDINS MARAICHERS

a.1 : A partir de plants en pots

- 8 espèces : voir liste sur tableau n° II-3
 - 1 écartement entre les plants : 50 cm
 - 3 répétitions par essai
- } soit 240 m de haie

a.2 : A partir de semis direct

- 8 espèces
 - 1 écartement : 50 cm
 - 2 répétitions par essai
- } soit 160 m de haie

Ces essais ont été arrosés pendant au moins une partie de la saison sèche.

b) Le Sous-Programme II : ESSAI HAIES VIVES NON ARROSEES

b.1 : A partir de plants en pots

- 8 espèces
 - 2 écartements : 30 cm et 50 cm
 - 5 répétitions par essai
- } soit 800 m de haie

b.2 : A partir de boutures

- 3 espèces (voir liste dans tableau II-3)
 - 2 écartements : 30 cm et 50 cm
 - 5 répétitions par essai
- } soit 300 m de haie

b.3 : A partir de poteaux vivants

- 3 espèces
- 30 à 50 poteaux par espèce

)

b.4 : A partir de semis direct

- 8 espèces
- 1 écartement : 30 cm
- 5 répétitions par essai

)

soit 400 m de haie

c) Sous-Programme III : ESSAIS D'ASSOCIATION DE HAIES VIVES
ET DE BRISE-VENT

Ils consistent à implanter parallèlement à une ligne de haie vive, un rideau brise-vent aux écartements, de 2 m entre brise-vent et haies vives et de 2 m entre les arbres constituant le rideau brise-vent.

c.1 : Haies vives à partir de plants en pots

- 8 espèces
- 2 écartements : 30 et 50 cm
- 6 répétitions par essai

)

soit 960 m

c.2 : Haies vives à partir de boutures

- 3 espèces
- 2 écartements : 30 cm et 50 cm
- 6 répétitions par essai

)

soit 360 m

c.3 : Brise-vent associé aux haies vives

Deux espèces à partir de plants en pots, installées parallèlement aux haies vives de c.1 et c.2, soit environ 1.320 m de brise-vent.

La première espèce est associée aux 3 premières répétitions de c.1 et c.2, la deuxième aux trois dernières.

.../...

2.3.2. LES ESSAIS HAIES VIVES POUR PEPINIERES ET JARDINS MARAICHERS

Ils sont installés dans l'enceinte de l'I.S.P pour des raisons d'approvisionnement en eau.

L'ISP est situé dans le domaine de l'Université de Ouagadougou. Au point de vue conditions physiques, les sols sont de type argilo-sableux en majorité, avec des taux d'argile variant de 21,8 % à 37,3 %.

Sur le plan climatique, il nous a été impossible d'enregistrer la pluviométrie au sein de l'établissement. Aussi, les chiffres obtenus sont ceux de la ville de Ouagadougou en général. En 1983, il est tombé ^{mm}735,6/ de pluie en 55 jours, dont 421 mm avant le mois d'Août, période de mise en place des essais. Ceux-ci comportent donc deux séries : une série à partir de plants en pots, la seconde à partir de semis direct. Nous reviendrons plus loin sur les différents aspects de leur mise en place.

2.3.3. LES ESSAIS HAIES VIVES ET BRISE-VENT NON ARROSES

2.3.3.1. LE SITE EXPERIMENTAL : CONDITIONS PEDO-CLIMATIQUES

Située à une vingtaine de kilomètres à l'Est de Ouagadougou, en retrait de l'axe Ouaga-Niamey, la Station Expérimentale de Gampèla a été créée en 1976. C'est une structure de l'Institut Supérieur Polytechnique qui, outre son rôle dans la formation pédagogique des étudiants, abrite aussi les recherches de nombreux organismes nationaux et internationaux basés en Haute-Volta et dont le but est de contribuer à la solution des problèmes de développement rural au niveau du pays ou de la sous-région. C'est donc dans ce cadre que le Ministère de l'Environnement et du Tourisme (M.E.T.) a pu bénéficier du périmètre d'essais pour les haies vives et brise-vent.

a) Données Pédologiques

Les sols de Gampèla sont en général profonds et atteignent un minimum de un mètre de profondeur dans le périmètre de nos essais. Des analyses granulométriques effectuées à partir d'échantillons prélevés à 30 cm de profondeur sur deux sites principaux (zone des bâtiments administratifs et zone d'expérimentation agronomique), ont permis de noter que les sols de la Station sont en moyenne de type sablo-argilo-limoneux (61,9 % de sable, 20 % d'argile et 18 % de limon).

Cependant, les mêmes types d'analyses effectuées sur 130 échantillons prélevés à 50 cm de profondeur, sur l'ensemble du périmètre expérimental du projet "haies vives", donnent la moyenne suivante : 26,36 % d'argile, 48,98 % de sable et 26,6 % de limon. Il s'agit là donc d'une texture argilo-sablo-limoneuse. Mais cette texture n'est pas homogène sur l'ensemble du site : ainsi les taux d'argile varient de 42,7 % (sols très argileux) à 9,4 % (texture plutôt sableuse). (Voir en annexe).

Les sols à tendance argileuse ayant une eau utile faible, aggravée par l'évaporation intense en période de sécheresse, les plantes souffrent énormément pendant la saison sèche.

Selon toute vraisemblance, l'argile dominante dans ces sols serait la kaolinite, ce qui induit une faible capacité d'échange cationique. Ces caractéristiques confèrent donc aux sols de Gampèla, dans le cas qui nous concerne, une valeur agronomique moyenne. Et les grandes différences entre les placeaux peuvent expliquer la diversité de comportement de certaines espèces en essai.

b) Les Conditions Climatiques

Situé au Centre de la Haute-Volta, la Station de Gampèla est caractérisée par un climat de type soudanien, avec une saison sèche de Novembre à Avril et une saison pluvieuse de Mai à Octobre. Cependant, une irrégularité dans les quantités d'eau tombées et dans la répartition temporelle des pluies a caractérisé la station ces dernières années. Ainsi, si 1981 a été considéré comme la meilleure de ces dernières années, (859 mm ...), 1982 a été plutôt marqué par des quantités insuffisantes et une répartition irrégulière.

Cette année (1983), on a enregistré 633,3 mm de pluies en 41 jours ; mais la répartition n'est guère meilleure à celle de 1982 : très bonne pendant le mois de Juillet période de la plantation, la pluviométrie a sensiblement diminué à partir de la deuxième décennie d'Août. Cette baisse s'est accentuée jusqu'au mois de Septembre où une véritable sécheresse s'est installée, mettant brusquement fin à la saison. (Voir relevé pluviométrique en annexe).

Les pourcentages de reprise obtenus cette année sur les essais haies vives sont surtout attribuables à la date de plantation relativement précoce (fin de la 1^{ère} décennie de Juillet 1983).

2.3.3.2. LA MISE EN PLACE DES ESSAIS

a) Préparation du Terrain

Après un sous-solage effectué pour les essais du sous-programme III, la préparation du terrain a consisté à :

- creuser des tranchées de 50 cm de large sur 50 cm de profondeur
- faire un prélèvement de sol sur tous les placeaux de 20 mètres de longueur, correspondant à chaque répétition d'essai d'espèce avec les 2 écartements (50 et 30 cm). Les prélèvements ont été effectués à la profondeur de 50 cm, ce qui peut correspondre à la profondeur de présence maximale des racines. Chaque échantillon est obtenu par un mélange de trois sites, le long du placeau, pris à la même profondeur. Au total, 153 échantillons (pour GAMPELA et l'I.S.P) ont été constitués pour les analyses granulométriques (voir en annexe).
- reboucher les tranchées en attendant la pluie
- creuser des trous circulaires de 50 x 50 cm pour les lignes de brise-vent et les essais de poteaux vivants.

b) La Plantation

Elle a eu lieu après la préparation du terrain, à la suite d'une ou deux bonnes pluies. L'emplacement de chaque essai a été déterminé par un tirage au sort après une numérotation systématique des placeaux (cf. tableau II-2). La plantation concerne les plants en pots et les boutures : les premiers ont été produits, sur la demande du projet, par la pépinière "Bois de Villagess" à Ouagadougou. Quant aux boutures, elles ont été récoltées sur place ou à travers le pays selon leur disponibilité et la répartition géographique des espèces.

La plantation pour tous les sous-programmes devait être effectuée dans des délais très courts pour profiter d'une part de l'humidité du sol après chaque pluie et d'autre part éviter toute influence de la date de plantation sur les essais d'un même sous-programme. Ainsi, tous les essais à partir de plants en pots et de boutures ont été mis en place dans des délais allant de un à cinq jours maximum, avec un groupe de manœuvres recrutés sur la plantation industrielle de Gonsé et sur place à Gampèla. Au total 70 Homme/jour (H-J) pour la plantation des sous-programmes II, III et 4 HJ pour le sous-programme I, ont été nécessaires.

Espèce	Répétition				
	1ère Répétition	2è Répétition	3è Répétition	4è Répétition	5è Répétition
Acacia nilotica	Placeau 6.	Placeau 16	Placeau 29	Placeau 37	Placeau 50
Acacia senegal	" 11	" 18	" 34	" <u>48</u>	" 54
Balanites a.	" 2	" 17	" 30	" 41	" 51
Bauhinia r.	" 3	" 22	" 27	" 47	" 57
Jatropha c. (pots)	" <u>12</u>	" 13	" 33	" 40	" 56
Parkinsonia a.	" 7	" 14	" 25	" 46	" 49
Prosopis j.	" 9	" 21	" 35	" 44	" 53
Zizyphus m.	" 1	" 19	" 31	" 45	" 52
Commiphora a. (Bout.)	" 5	" 23	" 32	" 39	" 55
Euphorbia b. (Bout.)	" 10	" <u>24</u>	" 28	" 42	" -
Jatropha c. (Bout.)	" 8	" 20	" <u>36</u>	" 43	" <u>58</u>
Ficus sp.*	" 4	" 15	" 26	" 38	" -

Tableau II-2 : Répartition des différentes espèces par placeaux
a) sous-programme II. (b.1 et b.2)

* Ficus sp. : espèce non déterminé et par conséquent non essayée -

Euphorbia b. (Bout.) : reproduction par bouturage.

.../...

Espèce	N° Répétition					
	1 ^{ère} Répétition	2 ^{ème} Répétition	3 ^{ème} Répétition	4 ^{ème} Répétition	5 ^{ème} Répétition	6 ^{ème} Répétition
Acacia nilotica	Placeau 72	Placeau 83	Placeau 92	Placeau 107	Placeau 114	Placeau 131
Acacia senegal	" 70	" 82	" 96	" 100	" 120	" 132
Balanites a.	" 64	" 84	" 89	" 103	" 119	" 129
Bauhinia r.	" 69	" 79	" 94	" 108	" 113	" 124
Jatropha c.	" 66	" 74	" 95	" 99	" 116	" 122
Parkinsonia a.	" 61	" 80	" 91	" 97	" 117	" 121
Prosopis j.	" 68	" 76	" 88	" 106	" 109	" 130
Zizyphus m.	" 67	" 81	" 90	" 102	" 118	" 128
Commiphora a. (Bout.)	" 65	" 75	" 85	" 104	" 112	" 125
Euphorbia b. (Bout.)	" 63	" 77	" 87	" 98	" 111	" 127
Jatropha c. (Bout.)	" 62	" 73	" 86	" 101	" 110	" 126
Ficus sp.*	" 71	" 78	" 93	" 105	" 115	" 123

Tableau II-2 : Répartition des différentes espèces par placeaux
b) sous-programme III (c.1 et c.2)

* voir tableau II-2-a).

.../...

c) Le Semis Direct

Les essais en semis direct consistent à mettre dans des poquets creusés à la daba et aux écartements voulus, 2 à 3 graines. Un démarrage s'impose dès lors en cas de bonne levée. Avant chaque semis, un prétraitement de la graine est nécessaire pour ramollir le tégument et amorcer le processus de germination, afin d'obtenir une levée suffisamment rapide ; ainsi les traitements suivants ont été appliqués aux différentes espèces :

Acacia nilotica : trempage dans l'eau portée à ébullition, suivi de refroidissement ; opération répétée pendant 17 heures.

Acacia senegal : trempage dans l'eau portée à ébullition, suivi de refroidissement ; opération répétée pendant 17 heures.

Bauhinia rufescens : trempage dans l'eau portée à ébullition, suivi de refroidissement ; opération répétée pendant 11 heures.

Prosopis juliflora et Parkinsonia aculeata : trempage dans l'eau portée à ébullition, suivi de refroidissement pendant 8 heures.

Balanites aegyptiaca : trempage dans l'eau froide pendant 7 heures et 30 mm.

Jatropha curcas : même opération pendant 11 heures.

Zizyphus mauritiana : idem.

Après ces traitements, le semis doit être fait dans des conditions optimales de sol (qualité et humidité convenable) et selon une technique maîtrisée (Profondeur d'enfouissement en fonction de la taille des graines...).

Dans notre cas, le semis a été fait en poquets de une à trois graines selon la disponibilité des stocks.

d) Les Essais à partir de Poteaux Vivants

Ces essais avaient initialement pour but de tester la reprise d'un certain nombre d'espèces à partir de boutures de grandes dimensions pouvant donner lieu à la mise en place de rideau^x/brise-vent ou de haies vives.

Pour des raisons de calendrier de travail, et d'encadrement de la main-d'œuvre plus particulièrement, ils ont été installés à trois ^{dates}/différentes :

- 6 Août 1983 : première série des essais avec *Sterculia setigera*
- 10 Août 1983 : essais avec *Ficus thonningii*
- 16 Août 1983 : essais avec *Commiphora africana* et deuxième série avec *Sterculia setigera*.

Les poteaux au boutures plantés répondent aux caractéristiques suivantes :

Espèce	Classe De Circonférence à la base	Longueur	Quantité
<i>Sterculia setigera</i>	20 à 47 cm	1,50 m environ	50
<i>Commiphora africana</i>	14 à 60 cm	1,50 m -"-	50
<i>Ficus thonningii</i>	6 à 10 cm	20 à 30 cm (petites)	30
	6 à 10 cm	70 cm environ (moyennes)	30
	10 à 25 cm	1 m environ (grandes)	45

.../...

Tableau II-3 Tableau Synthétique du protocole haies vives et brise-vent

Libellé De L'Essai	Espèces Utilisées	Nombre de Plants ou Boutures (Graines) Utilisés	Date de Mise en place
a.1 : Haies vives pour mini-pépinières et jardins maraîchers à partir de plants en pots	Acacia nilotica, Bauhinia rufescens, Jatropha curcas, Acacia senegal, Parkinsonia aculeata, Prosopis juliflora, Balanites aegyptiaca, Zizyphus mauritiana	480 plants	2/08/1983
a.2. : Haies vives pour mini-pépinières et jardins maraîchers à partir de semis direct	id. a.1	(une à trois graines par poquet)	3/08/1983
b.1 : Haies vives "à sec" à partir de plants en pots	id. a.1	2.120 plants	9-14/07/1983
b.2. : Haies vives "à sec" à partir de boutures	Commiphora africana, Euphorbia balsamifera, Jatropha curcas	742 boutures	9-14/07/1983
b.3. : Essais poteaux vivants	Commiphora africana, Sterculia setigera, Ficus thonningii	206 poteaux	6,10 et 16/08/1983
b.4. : Haies vives "à sec" à partir de semis direct	id. a.1	(2 à 3 graines par poquet)	3/08/1983
c.1. : Haies vives + brise-vent : haies vives à partir de plants en pots	id. a.1	2.544 plants	13 et 14/07/1983
c.2. : Haies vives + brise-vent : haies vives à partir de boutures	id. b.2	954 boutures	13 et 14/07/1983
c.3. : Brise-vent en association avec les haies vives	Albizzia lebbeck Azadirachta indica (neem)	733 plants	13 et 14/07/1983
TOTAL plants et boutures		7.779 plants et boutures	-

2.4. LES ENTRETIENS ET LA SURVEILLANCE PHYTOSANITAIRE

Les essais qui doivent être mis dans des conditions absolument contrôlées, ont été protégés par du grillage, soit environ 1.800 m pour Gampèla et 450 m pour l'ISP. Celui-ci est soutenu par des piquets en bois d'Eucalyptus c. trempés dans une solution concentrée de dieldrine pendant 48 à 72 heures, afin de les préserver des attaques de termites.

2.4.1. REGARNISSAGE ET ENTRETIENS

Compte tenu de la période de pluviosité favorable après la plantation, la reprise des plants a été rapide et nous avons pu, au bout de dix jours, dénombrer les morts et procéder ainsi au regarnissage. Il a intéressé les essais à partir de plants en pots ainsi qu'une espèce reproduite en boutures (Commiphora a., disponible sur place). Les difficultés pour nous procurer les boutures de Jatropha c. et surtout de Euphorbia b., ne nous ont pas permis d'assurer le remplacement des individus morts. Ce dernier facteur a influencé certainement la reprise définitive de ces espèces.

Le regarnissage a ainsi concerné les espèces et selon les quantités suivantes :

ESPECES	PLANTS EN POTS									
	A.nilo- tica	A.sene- gal	Bana- nites a.	Bauhini- a. r.	Jatro- pha c.	Parkin- sonia a.	Prosopis s.	Zizyphus m.	Neem	Albizzia l.
Pourcentage de regarnis	5,5 %	12 %	0,85 %	1,2 %	1,9 %	0 %	1,9 %	4 %	0,54 %	1,4 %

E S P E C E S	B O U T U R E S		
	Commiphora a.	Euphorbia b.	Jatropha c.
Pourcentage de regarnis	29,5 %	-	-

.../...

La préparation du terrain avait pour objectif de favoriser l'infiltration et la rétention de l'eau par le sol, ainsi que le développement rapide d'un système racinaire capable de nourrir la plante pendant la longue saison sèche.

En outre, des désherbages et sarclages le long des lignes de haies ont été effectués dans le but de supprimer la concurrence herbacée et de stimuler la croissance et la résistance des jeunes plants. Au total, trois séries d'entretiens ont pu être faits sur les essais non arrosés (deux semaines, un mois et deux mois après la plantation), contre deux pour le sous-programme I (deux et six semaines après la plantation).

Pour les essais du sous-programme I dont l'arrosage était prévu pendant au moins une partie de la saison sèche, un protocole a été appliqué à cet effet. - Un arrosage systématique de tous les essais (plants en pots et semis direct) à partir du mois d'Octobre 1983 jusqu'à la fin du mois de Février 1984 : 2 fois par semaine.

- Arrêt de l'arrosage pour les répétitions n° : 1 de chaque essai d'espèce, à partir de fin Février, et poursuite de l'arrosage des répétitions n° 2 et 3, de fin Février au début de la saison des pluies (Mai), avec modification des quantités d'eau apportées (1 fois par semaine).

L'arrosage a consisté en une irrigation par gravité des placeaux le long desquels un aménagement approprié a été pratiqué. Il est difficile cependant de quantifier le volume d'eau utilisé dans la mesure où l'arrosage se fait à partir d'une source commune à l'ensemble de l'ISP qui par ailleurs abrite en même temps d'autres essais soumis aux mêmes traitements. Néanmoins, on peut affirmer que l'irrigation se fait jusqu'à imbibition complète du placeau.

L'intérêt de ces essais sera de rechercher les différences^s éventuelles de comportement entre les individus de la même espèce dont les uns sont soumis à l'arrosage et les autres pas, et en même temps de donner une idée de l'évolution de ces mêmes espèces autour des pépinières et jardins maraîchers où l'eau est en principe disponible en permanence pour un arrosage régulier.

.../...

2.4.2. LA SURVEILLANCE PHYTOSANITAIRE

Elle a débuté dès la mise en place du protocole d'essais et s'est révélée indispensable suite aux attaques parasitaires observées sur un certain nombre d'espèces. Ces attaques ont débuté en pépinière où elles ont été traitées. Cependant deux mois après la mise en place des essais, les parasites se sont développés à nouveau ; trois espèces ont surtout souffert de ces attaques.

a) Jatropha curcas

Le parasite est la larve d'un microlépidoptère (espèce non encore identifiée) qui se nourrit du parenchyme foliaire. Ensuite, il tisse son cocon sur la face externe du limbe qui jaunit, se dessèche et tombe avec tout le pétiole. Vraisemblablement, la piqûre et la ponte par la femelle se produit sur la face, interne du limbe puis, dès l'éclosion, une multitude de larves part à l'assaut des feuilles qui dégènèrent par la suite. Cette attaque s'est généralisée sur tous les placeaux plantés en *Jatropha curcas* ; elle est restée strictement cantonnée à cette espèce. Un essai de traitement au DECIS (en solution aqueuse à 12,5 mg de matière active par litre) a été appliquée. Nous étudierons son effet plus loin.

b) Zizyphus mauritiana

L'attaque provient dans ce cas d'un puceron dont l'espèce n'est pas encore déterminée. Les larves agglutinées au niveau des bourgeons secrètent une substance blanc-cotonneuse et collante dans laquelle elles vivent. Le bourgeon ainsi parasité forme un nœud, entraînant un arrêt total de la croissance. Dans le même temps, les feuilles et rameaux de la plante se couvrent d'un enduit brillant (un polysaccharide) secrété par les larves, sur laquelle se développe un champignon noir la Fumagine. Ce phénomène réduit considérablement les échanges gazeux et la fonction chlorophyllienne. La particularité de cette parasitose est qu'elle s'étend à un certain nombre d'espèces, plantées à proximité des placeaux de *Zizyphus m.*, telles *Parkinsonia a.* et *Albizia lebbeck*. Elle provoque sur ces espèces, le même arrêt de croissance et des rameaux fortement noueux, cependant que la population naturelle de *Zizyphus m.* à proximité reste saine.

Un essai de traitement a été aussi appliqué (solution aqueuse de DECIS à 125 mg/l, mais sans succès. Néanmoins, le phénomène a pris fin vers le milieu de la saison sèche (Janvier). Nous pensons qu'il s'agit d'une période de nymphose ou de vie ralentie pendant laquelle le parasite est sous terre, et prenons donc toutes les dispositions en cas de réinfestation au démarrage de la végétation.

c) Balanites aegyptiaca

Cette espèce qui connaît déjà une croissance très lente pendant la première année de plantation, a été davantage handicapée par une attaque parasitaire. Là aussi, il s'agit d'une larve de papillon, une chenille grisâtre, défoliatrice des jeunes plants. Elle grossit et disparaît ensuite, la nymphose se passant vraisemblablement dans le sol. Tout comme pour les deux premiers parasites, un élevage des larves a permis d'obtenir des individus adultes dont le nom des espèces, nous l'espérons, pourra être défini bientôt.

Aucun traitement n'a été appliqué jusqu'à la disparition de l'attaque.

Cet aperçu sur l'évolution phytosanitaire permet de faire certaines remarques :

Tout d'abord, le déclenchement de tous ces phénomènes est survenu à un moment où les conditions stationnelles de GAM'ELA étaient particulières : en effet aux environs du 20 Septembre 1983 (période à laquelle les attaques se sont généralisées), il sévissait une sécheresse prononcée qui n'était en fait que le début d'une saison sèche prématurée. Cette sécheresse a selon toute vraisemblance favorisé le développement des parasites. Ensuite les traitements appliqués, sur *Jatropha c.* notamment, ont donné des résultats quelque peu difficiles à interpréter dans la mesure où pour cette dernière espèce, l'attaque parasitaire a pris fin presque à la même période, aussi bien sur les placeaux traités que sur ceux qui ne l'avaient pas été. Néanmoins, nous pouvons affirmer que le traitement au DECIS a été positif, compte tenu d'autres résultats obtenus par des traitements similaires sur d'autres essais de la même espèce.

Enfin, le problème des pucerons sur *Zizyphus m.* demeure entier dans la mesure où on peut s'attendre à une réinfestation. De même, il reste à expliquer le fait que la population naturelle de cette espèce, abondante dans le secteur, demeure épargnée par le parasite qui s'installe sur les plants venus de la pépinière.

.../...

CHAPITRE 3.-

LES PREMIERS RESULTATS

Les résultats présentés dans ce rapport essayent de rassembler toutes les observations faites au cours de la première saison des pluies et d'une partie de la première saison sèche sur les essais haies vives et brise-vent, d'en analyser la portée afin de dégager des informations utiles à la suite de l'étude.

Il faut noter qu'aucune méthodologie n'est définie en matière d'évaluation des haies vives dans les pays tropicaux. Au vu de cela, la présente étude s'est attachée à faire ressortir l'importance de certains paramètres liés au comportement des espèces utilisées en tant qu'arbres, et à l'efficacité d'une haie vive en tant qu'instrument de protection propre à empêcher le passage des animaux.

Comme tout résultat d'une première observation de ce genre, les conclusions qui seront tirées de cette partie de l'étude ne peuvent être que provisoires. Cela s'explique par le fait que pour obtenir des résultats définitifs, il est nécessaire de mener une étude prolongée sur plusieurs années ; et la poursuite des essais permettra certainement de rectifier les erreurs d'appréciation éventuelles et, pourquoi pas, de définir une méthodologie rationnelle d'évaluation de telles formations.

Ainsi, des observations régulières et des séries de mesures effectuées, l'une en Septembre 1983 et l'autre en Mars 1984, permettent d'apprécier le comportement des espèces à travers les paramètres suivants : la reprise, la croissance, la ramification et le recouvrement.

3.1. LA REPRISE

Le pourcentage de reprise donne une idée intéressante de la possibilité offerte par une espèce de former une ligne continue capable de remplir la fonction de haie vive.

3.1.1. LES ESSAIS HAIES VIVES POUR PEPINIERES ET JARDINS MARAICHERS

Cette série d'essais a donné les meilleurs résultats sur le plan de la reprise, pour les plants en pots, et aucun pied n'a dû être remplacé après la mise en place, ce qui suppose que les conditions au moment de la plantation ont été favorables.

A partir du mois d'Octobre (le 10), l'arrosage a maintenu l'ensemble des essais dans des conditions idéales jusqu'à la fin du mois de Février, et un taux de reprise de 100 % pour toutes les espèces plantées en mottes a été observé depuis la plantation jusqu'à ce moment. Plus tard, seul *Zizyphus mauritiana* a connu quelques cas de mortalité dus essentiellement à la nature du sol et à la qualité des plants utilisés.

ESPECE	Nombre de pieds vivants au 30 Novembre 1983 (%)	Nombre de pieds vivants au 12 Mars 1984 (%)
<i>Acacia nilotica</i>	100	100
<i>Acacia senegal</i>	100	100
<i>Balanites aegyptiaca</i>	100	100
<i>Bauhinia rufescens</i>	100	100
<i>Jatropha curcas</i>	100	100
<i>Parkinsonia a.</i>	100	100
<i>Prosopis juliflora</i>	100	100
<i>Zizyphus mauritiana</i>	100	93

Tableau II-4 Evolution des essais arrosés, à partir de plants en pots.

Quant aux semis directs, le problème majeur a été d'obtenir une germination satisfaisante, l'apport d'eau après la saison des pluies ayant résolu celui de la survie des jeunes plants sauf une fois encore pour *Zizyphus m.*, sans que la cause de mortalité ait pu être déterminée (voir tableau II-8).

3.1.2. LES ESSAIS NON ARROSES

3.1.2.1. LES HAIES VIVES A PARTIR DE PLANTS EN POTS ET DE BOUTURES

Ces essais, laissés à eux-mêmes, c'est-à-dire sans apport extérieur d'eau après la saison des pluies, ont été soumis aux effets de la sécheresse, des termites et de nombreux parasites. Les résultats enregistrés au 30 Novembre 1983 et au 13 Mars 1984 sont présentés dans les tableaux II-5 et II-6.

.../...

30 Novembre 1983 N° Répétition (Ensemble sous/Programmes II et III, plants en pots et bouturés)

ESPECES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	\bar{X}	S	Cv (%)
PLANTS EN POTS														
Acacia nilotica	100	100	100	100	100	98	100	100	100	98	96	99,27	1,35	1
Acacia senegal	100	98	100	100	100	98	96	98	98	100	100	98,91	1,38	1
Balanites a.	98	100	100	89	100	92	92	96	100	100	94	96,45	4,08	4
Bauhinia r.	98	100	100	96	100	100	100	100	100	100	100	99,45	1,29	1
Jatropha c.	100	100	100	94	100	100	100	96	100	83	98	97,36	5,18	5
Parkinsonia a.	100	100	98	100	98	98	100	100	100	100	98	99,27	1,01	1
Prosopis j.	96	100	100	94	85	96	94	92	94	89	77	92,45	6,73	7
Zizyphus m.	94	98	92	91	98	98	98	98	89	94	91	94,64	3,50	4
BOUTURES														
Commiphora a.	30	19	17	42	68	19	30	43	21	60	64	37,55	19,18	51
Euphorbia b.	53	55	43	64	-	45	74	60	23	34	26	47,70	16,63	35
Jatropha c.	57	53	21	66	51	36	28	34	19	40	43	40,73	15,02	37

N.B. : $Cv = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$ = Coefficient de variation

Tableau n° II-5 pourcentage de survivants des différentes espèces selon le mode de reproduction : sous-programme II et III (b.1 + b.2 ; c-1 + c.2)
Fin Novembre 1983.

.../...

13 Mars 1984		N° Répétitions (ensemble S/P II et III) Plants en pots et Boutures													
ESPECES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	\bar{X}	S	Cv (%)	
<u>PLANTS EN POTS</u>															
Acacia n.	100	98	98	100	96	98	96	100	100	89	94	97,18	3,37	3	
Acacia s.	100	96	100	100	100	96	96	98	98	100	91	97,73	2,83	3	
Balanites a.	96	96	100	87	100	92	87	94	100	100	94	95,09	4,91	5	
Bauhinia r.	92	100	100	96	100	100	100	98	100	100	100	96,73	2,57	3	
Jatropha c.	98	100	100	92	100	100	100	96	100	<u>62</u>	98	95,09	11,26	12	
Parkinsonia a.	98	100	98	100	98	98	100	98	100	100	98	98,91	1,04	1	
Prosopis j.	94	85	96	87	72	92	85	77	83	<u>57</u>	72	<u>81,82</u>	11,55	14	
Zizyphus m.	91	92	79	77	89	87	89	91	87	92	83	<u>87</u>	5,2	6	
<u>BOUTURES</u>															
Commiphora a.	21	17	11	28	49	11	26	11	11	43	53	25,55	15,98	53	
Euphorbia b.	47	36	36	49	-	42	<u>70</u>	53	11	17	17	<u>37,80</u>	18,52	49	
Jatropha c.	53	43	19	64	40	32	26	30	17	17	30	33,73	15,10	45	

N.B. : $Cv = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$: Coefficient de variation

Tableau n° II-6 Pourcentage de reprise des différentes espèces selon le mode de reproduction : sous-programmes II et III (b1 + b2 et c1 + c2)
Mars 1984.

.../...

L'interprétation de ces résultats permet de faire les observations suivantes :

a) le taux de survie pour l'ensemble des essais à partir de plants en pots est très satisfaisant ; dans le courant du mois de Mars, il varie de 81,82 % (Prosopis j.) à 98,91 % (Parkinsonia a.). Cette tendance chez Prosopis j. se manifestait déjà dès le mois de Novembre ; la mortalité quelque peu élevée par rapport aux autres espèces est surtout liée à l'action intense de termites qui ont, sur certains placeaux, détruit près de la moitié des plants.

b) la variabilité est relativement faible entre répétitions pour une même espèce sauf pour Jatropha c. (12 %) et Prosopis j. (14 %). Pour la première espèce citée, on signalera qu'une partie des plants de la répétition n° 10 a été plantée sur une ancienne termitière (sol argileux compact), entraînant une mortalité élevée par suite du manque d'eau. Quant à Prosopis j., le phénomène est toujours lié à l'action des termites. L'attaque de pucerons sur Zizyphus m. explique aussi en partie les résultats obtenus avec cette espèce.

c) par contre, la reprise des essais à partir de boutures est très faible et ces espèces présentent en outre une variabilité élevée d'une répétition d'essai à l'autre. Seul Euphorbia b. donne des résultats quelque peu plus satisfaisants. : le taux de survie global de 37,80 % aurait pu être plus élevé si certaines conditions sur lesquelles nous reviendrons plus tard (taille des boutures), avaient été remplies.

Le taux de reprise pour Commiphora a., malgré un regarnissage total opéré dix jours après la mise en place des boutures, reste médiocre ; nous y reviendrons aussi plus en détail.

D'une manière générale, le déficit pluviométrique et surtout la mauvaise répartition des pluies dans le temps, ont largement contribué à la situation présente qui malgré tout reste satisfaisante : sur 633 mm de pluies tombés au cours de la saison, 208 ont été enregistrés avant le mois de Juillet, date de mise en place des essais, et seulement 67 mm au cours du mois de Septembre.

.../...

3.1.2.2. LES HAIES VIVES EN SEMIS DIRECT

Le problème majeur pour ce type d'essais se situe, comme souligné précédemment, au niveau de la germination des semis. Tout comme pour les essais en semis direct arrosés, trois espèces seulement se distinguent nettement des autres dans les résultats de germination obtenus : *Balanites a.* (76,6 %) *Jatropha c.* (67,7 %) et *Parkinsonia a.* dans une moindre mesure (39,2 %). Mais dans l'ensemble, les résultats sont décevants (cf. tableau II-8).

Les taux de germination observés peuvent être liés aux facteurs suivants :

- Les techniques de semis : semis manuel à la pioche avec un enfouissement trop ou pas suffisamment profond, pouvant entraîner un pourrissement ou un dessèchement des graines.

- Les conditions édaphiques et climatiques non contrôlées ont amené des fontes de pré et post-émergence des semis de nombreuses espèces (*Parkinsonia a.* surtout).

- Les traitements appliqués aux semences avant le semis ont été peu ou pas efficaces. En effet, le système "d'ébouillantage" des graines à tégument dur (*Acacia sp.p.*, *Bauhinia rufescens* notamment) ne donne pas toujours des résultats satisfaisants et on lui préfère dans de nombreuses pépinières le trempage dans l'acide sulfurique concentré, procédé plus dangereux mais plus efficace.

Par ailleurs la survie des jeunes pousses a été défavorisée par le manque de pluies après la germination et par les attaques parasitaires sur certaines espèces (*Jatropha c.* et *Balanites a.*). Ces attaques ont été accentuées par la proximité de hautes herbes, refuge de nombreux insectes phytophages et par le jeune âge des plants au moment de l'infestation.

3.1.2.3. LES ESSAIS BRISE-VENT

Les résultats enregistrés pour ces essais ont été très satisfaisants, en ce qui concerne tout au moins la reprise globale, jusqu'au mois de Janvier 1984. Ainsi, le 21 Novembre 1983, les pourcentages d'individus vivants par espèce étaient les suivants :

<i>Azadirachta indica</i> (Neem)	: 99,5 %
<i>Albizzia lebbeck</i>	: 94 %

.../...

Si la première espèce présente toujours à la fin de Mars 1984, un pourcentage de survie de 86 %, il en est allé autrement pour *Albizzia l.* Cette espèce a subi à partir du mois de Janvier, des dégâts considérables dûs, à des lièvres dont la population est très abondante dans le secteur du périmètre d'essai: ils se sont attaqués à l'écorce des jeunes arbres, allant jusqu'à mettre le bois à nu, et sectionnant même les pieds les plus tendres. A l'heure actuelle, tous les essais à base de cette espèce ont été ravagés, ce qui nous oblige éventuellement à la remplacer dans les protocoles à venir, par une espèce moins appréciée des lièvres.

3.1.2.4. LES ESSAIS A PARTIR DE POTEAUX VIVANTS

Un décompte du nombre de poteaux feuillés ou en tout cas ramifiés, à quatre périodes différentes de la saison sèche a donné le tableau ci-après.

ESPECE	16/10/83	16/11/83	30/12/83	13/03/84	OBSERVATIONS
<i>Sterculia setigera</i>	10/50	0/50	6/50	4/50	les 4 appartiennent à la première série mise en place
<i>Commiphora africana</i>	30/50		16/50	9/50	
<i>Ficus thonningii</i>					
- grandes boutures	41/45	27/45	0/45	-	tous les poteaux en voie de dessèchement
- moyennes	26/30	5/30	0/30	-	
- petites	22/30	0/30	0/30	-	sont rongés par les termites.

Tableau n° II-7 : évolution des essais à partir de poteaux vivants

Ces mauvais résultats peuvent s'expliquer d'une part par les dates relativement tardives de mise en place, ayant entraîné un développement insuffisant du système racinaire au moment de l'arrêt des pluies d'où un dessèchement après la reprise, et d'autre part par les conditions spéciales, dans lesquelles les poteaux de *Sterculia s.* et *Commiphora a.* avaient été placés, à savoir une mise en jauge pendant plus d'une semaine avant la plantation. Néanmoins, nous restons convaincus que *Commiphora africana* et *Ficus thonningii* constituent deux espèces dont le mode de reproduction privilégié est le bouturage et à ce titre, *Commiphora a.*, dès lors qu'elle est disponible, devrait être utilisée pour soutenir le grillage autour des plantations. Ce procédé est largement utilisé dans le Centre et le Nord du pays. Ceci permet non seulement de résoudre le problème de la destruction des piquets de clôture par les termites, mais aussi d'obtenir un pare-vent autour des parcelles protégées. Dans cette optique, les meilleures périodes de mise en place de telles boutures devront encore être recherchées...

.../...

3.1.3. QUELQUES COMPARAISONS

Elles permettent, sur le plan de la reprise et de l'adaptation des espèces, de faire un certain nombre de remarques quant à la différence de traitement, aux facteurs édaphiques et au mode de propagation.

3.1.3.1. INFLUENCE DE L'ARROSAGE SUR LA REPRISE

Les plants en pots des essais arrosés ont, à une exception près (Zizyphus m.), survécu à 100 % jusqu'à la mi-Mars. Les autres qui n'avaient bénéficié d'aucun apport d'eau en dehors de la saison des pluies, survivent à la même période entre 95 et 99 %, le cas de Prosopis j. étant plutôt lié à un autre facteur, les termites. Evidemment, il reste à trouver le lien éventuel entre l'état de sécheresse et le développement de l'activité des termites, dans la mesure où l'affaiblissement physiologique, dû à cet état, atteint l'ensemble des espèces de ces essais. Zizyphus m. a connu dans les deux cas, des mortalités allant de 7 % avec arrosage à 13 % sans arrosage.

La différence entre ces deux traitements, en ce qui concerne la survie des plants existe certes, mais semble peu significative dans l'ensemble, tout au moins pour ceux qui ont été plantés en pots.

Le problème se pose différemment en ce qui concerne les plants reproduits par semis direct (cf. tableau n° II-8). Leur survie et même leur croissance après la germination ont largement été conditionnées par l'apport d'eau, tant il est vrai qu'au moment de l'arrêt des pluies, les jeunes plants n'étaient pas suffisamment préparés pour traverser la période de sécheresse.

.../...

E S P E C E S	PLANTS EN POTS ET BOUTURES				SEMIS DIRECT				
	S/P I		S/P II et III		S/P I (arrosé)		S/P II, non arrosé		
	Reprise au 30/11/83 (%)	Reprise au 12/03/84 (%)	Reprise au 30/11/83 (%)	Reprise au 13/03/84 (%)	Germination (%)	Survivants au 30/11/83 (%)	Survivants au 12/03/84 (%)	Germination (%)	Survivants 13/03/84 (%)
<u>PLANTS EN POTS</u>									
Acacia n.	100	100	99,1	97,18	5	83	83	7	17,14
Acacia s.	100	100	99	97,73	0	0	0	0,8	75
Balanites a.	100	100	96,45	95,09	73	100	100	76,6	71
Bauhinia r.	100	100	99,45	98,73	0	0	0	6,3	32,25
Jatropha c.	100	100	97,36	95,09	75	100 (1)	100 (1)	67,7	6,43
Parkinsonia a.	100	100	99,27	98,91	35	91 (1)	91 (1)	39,2	0,
Prosopis j.	100	100	92,45	81,82	18,3	82	82	4,4	4,54
Zizyphus m.	100	93	94,55	87	13,3	33	33	6,7	0
<u>BOUTURES</u>									
Euphorbia b.			47,6	37,80					
Jatropha c.			40,64	33,73					
Commiphora a.			37,5	25,55					

(1) N.B. : Les semis de Jatropha curcas et Parkinsonia a. ont été démarriés, ce qui a permis d'éliminer respectivement 30,5 % et 33,3 % des plantules ; le nombre de survivants est exprimé ici en rapport du restant après le démarriage.

Tableau N° II-8 : Tableau comparatif de la reprise des espèces en essais haies vives à deux périodes de la saison.

.../...

3.1.3.2. INFLUENCE DES FACTEURS EDAPHIQUES ET DU MODE DE PROPAGATION SUR LA REPRISE

Les analyses granulométriques effectuées sur l'ensemble des placeaux ont permis de noter une certaine hétérogénéité de la texture des sols sur lesquels les essais ont été installés. Au niveau de la teneur en argile, facteur constant de l'ensemble des sols du périmètre, la variabilité est assez élevée ($G_v = 77\%$). Mais les écarts entre les pourcentages de réussite des plants sur ces différents placeaux ne sont pas aussi importants, ce qui nous conduit à croire que la texture du sol a eu une influence peu significative sur la survie des différentes espèces dans ce cas précis.

Toutefois, il faut remarquer la mortalité élevée enregistrée chez *Jatropha curcas* sur une ancienne termitière où le sol est très argileux et compact (Portion du placeau n° 110).

Par contre, en observant les tableaux II-5 et II-6, on constate immédiatement que le mode de propagation des espèces a influencé fortement la reprise chez certaines d'entre elles.

Comparons des taux de reprise en semis direct et en plantation à partir de pots. Dans le premier cas, il s'agit d'abord d'un problème de germination puis de la survie des jeunes pousses.

Malgré tout, on peut noter avec satisfaction le bon comportement des deux espèces en semis direct, *Balanites a.* et *Jatropha c.*, dont le taux de germination très élevé donnerait dans de bonnes conditions des résultats aussi intéressants que la reproduction par pots. Le semis direct serait d'ailleurs plus économique quand cela réussirait.

Entre la reproduction par mottes (en pots) et le bouturage, l'écart est aussi frappant que dans le cas précédent, avec la seule différence que l'on ne connaît à *Euphorbia b.* et *Commiphora a.*, aucune autre méthode de reproduction plus fiable que le bouturage. Le choix est donc restreint pour ces deux espèces et il faudra par conséquent rechercher les conditions optimales de leur mise en place dans le cadre des haies vives.

Une seule espèce se prête à une comparaison éventuelle entre semis direct et bouturage : *Jatropha curcas*. Le taux de germination en semis direct, nettement supérieur au pourcentage de reprise des boutures, montre bien le caractère avantageux de la première méthode de propagation, quoique dans les conditions favorables des bas-fonds, les agriculteurs pratiquent avec autant de succès les deux formes.

3.2. LA CROISSANCE

L'analyse des résultats obtenus par deux séries de mesures de hauteur réalisées l'une en Septembre 1983 et l'autre en Mars 1984, devrait permettre d'évaluer l'aptitude des différentes espèces à croître en saison sèche aussi bien pour les essais arrosés qu'en sec. Ces mesures effectuées uniquement sur les plants en pots auraient dû permettre de noter les différences éventuelles de croissance liées aux traitements (arrosage ou non) ou à l'écartement, et de classer les espèces selon une échelle des hauteurs ou des accroissements.

3.2.1. LES RESULTATS DES MESURES

L'ensemble des espèces a connu un accroissement au cours de la saison sèche ; mais celui-ci est très variable d'une espèce à l'autre et même à l'intérieur de la même espèce, d'une répétition à l'autre.

3.2.1.1. LES ESSAIS ARROSES

Placés dans des conditions idéales d'alimentation en eau, les plants ont connu une croissance assez importante et, à la mi-Mars 1984, le classement des hauteurs moyennes et des accroissements moyens se présente comme suit :

N° d'Ordre	Nom De L'Espèce	Hauteur Moyenne Septembre 83 (cm)	Hauteur Moyenne Mars 1984 (cm)	Accroissement Mo- yen Sept-Mars 84 (cm)	N° d'Or- dre
1è	Bauhinia rufescens	47,45	165,6	118,2	1è
2è	Parkinsonia aculeata	86,11	156,1	70	2è
3è	Prosopis juliflora	91,47	152,3	61	4è
4è	Acacia nilotica	58,68	123,6	65	5è
5è	Acacia senegal	38,68	90,7	52	5è
6è	Jatropha curcas	25,45	64,6	39,2	6è
7è	Zizyphus mauritiana	21,44	41,8	20,3	7è
8è	Balanites aegyptiaca	19,91	36,6	16,7	8è

Ce tableau appelle deux remarques principales :

- La hauteur moyenne de chaque espèce en Mars 1984 reflète, à peu de choses près, (*Prosopis j.*, *Acacia nilotica*), l'importance de leur accroissement. Ces moyennes, obtenues à partir des résultats de trois répétitions ne reflètent pas toujours les différences qui existent sur le terrain. En effet, en observant les tableaux III-1 et III-2 en annexe, on se rend compte d'un certain nombre d'anomalies dont l'effet se répercute sur les différents coefficients de variation et dont l'explication est liée soit à des problèmes édaphiques, soit à des facteurs pathologiques.

Ainsi chez *Acacia nilotica*, la répétition n° 2 donne un résultat "anormal" par rapport aux deux autres, tant pour la hauteur moyenne que pour l'accroissement. Il en est de même de la répétitions n° 3 de *Parkinsonia aculeata*. Ces deux résultats s'expliquent par le fait que dans les deux cas, des attaques parasitaires (cochenilles sur *Acacia nilotica* et Pucerons sur *Parkinsonia aculeata*) ont provoqué une baisse sensible de la croissance des plants. Les répétitions n° 3 pour *Ac. nilotica* et *Ac. senegal* présentent un accroissement nettement supérieur aux deux autres, qui s'explique par la présence d'un sol particulièrement limoneux (placeau n° 22) sur lequel l'arrosage a considérablement influencé la croissance des plants.

Il serait utile après l'arrêt de l'arrosage sur une partie des essais, d'effectuer une autre série de mesures avant la saison des pluies et la reprise de la végétation, afin de voir l'influence éventuelle de cet arrêt sur la croissance des espèces.

3.2.1.1. LES ESSAIS NON ARROSES

Les tableaux III-3 à 5 en annexe donnent les résultats des mesures de hauteur moyenne et des calculs d'accroissement effectués en Mars 1984 sur l'ensemble des essais non arrosés à partir de plants en pots. Il convient tout d'abord de souligner quelques particularités liées aux espèces elles-mêmes avant de passer à l'analyse des résultats.

.../...

Pour *Acacia nilotica*, il existe deux variétés, la variété *adansonii* et la variété *tomentosa* qui se distinguent fondamentalement l'une de l'autre par leur port : la première a un port érigé dès le jeune âge (voir en annexe la description des espèces) et connaît une croissance en hauteur plus importante que la seconde au port plutôt flexueux et rampant au cours des premières années. La variété *tomentosa* se retrouve essentiellement sur les essais en sec alors que la variété *adansonii* se trouve sur les essais arrosés. Cependant, on a pu observer un mélange des deux variétés sur les répétitions n° 6 (écartement 50 cm) et n° 7 (écartement 30 cm), ce qui a entraîné une hauteur moyenne plus élevée par rapport avec autres répétitions à partir de cette même espèce.

Un problème semblable se pose pour *Prosopis juliflora* qui existe également en deux variétés (ou tout au moins deux provenances) ayant un port aussi différent l'un de l'autre. Les essais non arrosés ont été mis en place avec la variété (ou la provenance) à ramification "rampante" dont la croissance est surtout latérale, contrairement aux essais arrosés pour lesquels la variété à port haut a été utilisée.

Enfin, *Balanites aegyptiaca* a été presque systématiquement brouté par des animaux (petits animaux sauvages, sans doute) à l'intérieur du périmètre de GAMPELA, révélant ainsi des accroissements négatifs par rapport aux mesures effectuées fin Août 1983.

Il aurait été intéressant de comparer l'ensemble des essais arrosés avec ceux qui ne l'ont pas été, sur base des résultats enregistrés en Mars 1984, mais concrètement, ceci fut impossible pour les raisons qui suivent :

1°) les différences de variétés relevées pour certaines espèces, comme signalé plus haut, rendent difficile toute comparaison entre traitements.

2°) Dans certains cas (*Parkinsonia aculeata* et *Acacia nilotica*), l'existence de valeurs aberrantes pour les résultats des essais arrosés constitue un obstacle à ce type d'analyses dans la mesure où l'égalité des variances entre répétitions d'un traitement ne peut être acceptée.

3°) En supposant que les deux populations soient indépendantes et normales (hypothèse d'importance secondaire dans notre cas), la comparaison des hauteurs ou des accroissements moyens de chaque espèce deux à deux (essais arrosés et non arrosés) nécessite d'abord que l'hypothèse d'égalité des variances soit vérifiée. Cette hypothèse est d'importance secondaire lorsque les effectifs des deux échantillons à comparer sont égaux, ce qui n'est pas le cas (3 pour les essais arrosés contre 16 pour les essais non arrosés).

Par contre, lorsque les effectifs des échantillons sont inégaux (notre cas), il est indispensable de s'assurer d'abord de l'égalité des variances sur laquelle repose le test d'égalité des moyennes.

Dans le test d'égalité des variances (test F.), le risque attaché à la comparaison des valeurs de $F_{\text{observé}}$ et $F_{1-\alpha}$ peut être considérablement influencé par une inégalité des variances, surtout lorsque les échantillons d'effectifs les plus réduits correspondent aux populations de variance la plus élevée.

Ainsi, un test a été réalisé qui permet de tester l'égalité des variances entre les essais arrosés et les essais non arrosés. Les résultats se présentent comme suit : exemple d'*Acacia nilotica*, Hauteurs moyennes observées en Mars 1984 (cm)

.../...

Sous-Programme I

Sous-Programme II
écartement 50 cm

Sous-Programme II
écartement 30 cm

Répétition

1	141,00	81,10	90,42
2	72,30	68,47	63,64
3	157,60	70,10	71,67
4	-	64,45	76,42
5	-	63,40	75,76
6	-	86,15	72,38
7	-	67,60	104,97
8	-	79,25	96,45

Tableau des hauteurs moyennes observées

L'analyse de variance donne le tableau suivant :

	Sous-Programme I	Sous-Programme II écartement 50 cm	Sous-Programme II écartement 30 cm
n_j = nombre d'observations	3	8	8
T_j = total des observations	370,9	580,52	651,71
\bar{X}_j = moyenne	123,63	72,57	81,46
$\sum X_{ij}^2$ = somme des carrés	49 946,05	42 624,87	54 502,18
$SCE_j = \frac{\sum X_{ij}^2 - T_j^2}{n_j}$	4090,45	499,44	1411,44
$S_j^2 = \frac{SCE_j}{n_j - 1}$ (variance)	2045,22	71,35	201,63
S_j = (écartement - type)	45,22	8,45	14,20

n = nombre total d'observations : 19

k = nombre de traitements 3

.../...

$$s^2 = \frac{\sum SCE_j}{n - k} = \frac{6001,33}{16} = 375,08$$

$$\chi^2_{obs} = \frac{2,3026 \left[(n - k) \log_{10} s^2 - \sum_{j=1}^k (n_j - 1) \log_{10} s_j^2 \right]}{1 + \frac{1}{\sum_{j=1}^k (k-1)} \sum_{j=1}^k \frac{1}{n_j - 1} - \frac{1}{n - k}}$$

$$\chi^2_{obs.} = \underline{14,98^{**}}$$

$$\chi^2_2 ; 0,95 = 5,99$$

$$\chi^2_2 ; 0,99 = 9,21$$

$\chi^2_{obs.} > \chi^2_2 ; 0,99$: Différence hautement significative

On rejete donc l'hypothèse d'égalité des variances. Il serait dangereux de réaliser une analyse étant donné que l'échantillon le plus petit correspond à la variance maximale.

Cependant, si les analyses statistiques ne peuvent être réalisées, l'observation des accroissements moyens par espèce permet malgré tout de tirer certaines conclusions.

ESPECE	! Accroissement moyen ! ! observé en essais non ! ! arrosés - Sept - Mars ! ! (cm) !	! Accroissement moyen ! ! le plus élevé ! ! observé sur les ! ! mêmes essais (cm) !	! Accroissement moyen ! ! calculé sur les essais ! ! arrosés (cm) !
Acacia nilotica	23,98	28,76	64,97
Acacia senegal	12,16	14,93	52,03
Balanites aegyptiaca	-	<u>1,62</u>	<u>16,67</u>
Bauhinia rufescens	31,65	36,28	118,18
Jatropha curcas	34,65	<u>41,25</u>	<u>39,17</u>
Parkinsonia aculeata	46	46,91	70,03
Prosopis juliflora	24,34	25,58	60,88
Zizyphus mauritiana	16,28	16,36	20,33

Tableau II-10 Accroissement comparé des espèces reproduites en pots arrosés et non arrosés - Mars 1984.

En général, l'arrosage a contribué à doubler ou même tripler la croissance chez de nombreuses espèces, sauf chez *Balanites a.*, *Jatropha c.* et *Zizyphus m.* Pour ces dernières, les différences d'accroissement entre les plants soumis aux deux traitements sont insignifiantes (*Zizyphus m.*) ou même sont à l'avantage des plants non arrosés (*Jatropha c.*). Ces écarts sont essentiellement dus aux conditions de sols (texture argileuse) qui font que malgré l'arrosage, la croissance reste plus faible en essais arrosés.

Le cas de *Balanites a.*, même s'il n'avait pas été brouté en partie dans les essais non arrosés, n'aurait pas échappé aux conditions générales.

3.2.2. COMPARAISON DES ESPECES

A défaut donc de pouvoir comparer sur la base d'analyses statistiques, les différents résultats des deux traitements (arrosés et non arrosés), il serait intéressant, néanmoins, de faire une évaluation des hauteurs ou des accroissements pour les espèces des essais non arrosés en Mars 1984. Cette évaluation permettra de comparer les moyennes selon les écartements afin d'endégarer des différences éventuelles, puis de classer les espèces selon le critère de croissance.

Ainsi, le cheminement de l'analyse sera le suivant :

1°) La première opération consistera à tester l'égalité des variances (Test F de SNEDECOR) entre les écartements 30 et 50 pour une même espèce.

2°) Si l'égalité des variances est vérifiée, la seconde opération portera sur le test d'égalité des moyennes observées sur les écartements 30 et 50 (Test t de STUDENT).

3°) Nous procéderons enfin à une analyse de variance à un critère de classification en regroupant les observations sur les écartements 30 et 50, permettant de comparer l'ensemble des espèces entre elles. Si une différence existe, nous classerons ces espèces selon une échelle décroissante, grâce à la méthode de la plus petite différence significative.

.../...

3.2.2.1. LA HAUTEUR MOYENNE

a) Test d'égalité de variance

Exemple d'Acacia nilotica

	Ecartement 50 cm	Ecartement 30 cm
n_j	8	8
T_j	580,52	651,71
$\sum X_{ij}^2$	42 624,87	54 602,18
\bar{X}_j	72,57	81,46
S	8,45	14,20
SCE_j	499,44	1411,44
S_j^2	71,35	201,63

Test d'égalité des variances

$$F_{\text{observé}} = \frac{S_1^2 \text{ max}}{S_2^2 \text{ min}} = \frac{201,63}{71,35} = 2,83$$

La table des F. donne pour $F_{n_1-1 ; n_2-1 , 1-\alpha/2}$:

$F_{7 ; 7 , 0,975}$	= 4,99	} pour le cas où $n_1 = n_2 = 7$ (Acacia senegal)
$F_{7 ; 7 , 0,995}$	= 8,89	
$F_{6 ; 6 , 0,975}$	= 5,82	
$F_{6 ; 6 , 0,995}$	= 11,1	

$$F_{\text{obs}} < F_{n_1-1 ; n_2-1 , 1-\alpha/2} \quad (\alpha = 5 \%)$$

$$F_{\text{obs}} < F_{n_1-1 ; n_2-1 , 1-\alpha/2} \quad (\alpha = 1 \%).$$

L'hypothèse de l'égalité des variances entre les écartements 30 et 50 cm est donc vérifiée.

De même, le Test F donne pour les autres espèces les résultats suivants :

F.observé

Acacia nilotica	2,83	
Acacia senegal	1,02	(n ₁ = n ₂ = 7)
Balanites a.	1,29	
Bauhinia r.	2,88	
Jatropha c.	1,80	
Perkinsonia a.	2,30	
Prosopis j.	1,56	
Zizyphus m.	1,42	

F.obs < F_{n₁-1 ; n₂-2 ; 1 - α/2} : l'hypothèse d'égalité des variances est vérifiée, ce qui nous permet de faire le test d'égalité des moyennes.

b) Test d'égalité des moyennes

Il s'agit de vérifier si l'hypothèse Ho : m₁ = m₂, où m₁ et m₂ sont les moyennes respectives des 2 populations observées, est vraie ou fausse.

Si Ho est vraie, alors.

$$\frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}} = t \text{ suit la loi du } t \text{ de STUDENT, à } n_1 + n_2 - 2 \text{ ddl,}$$

où

$$S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{(\sum x_1^2 + \sum x_2^2) (n_1 + n_2)}{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}}$$

En calculant la quantité $t_{\text{obs}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{SCE_1 + SCE_2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$,

il y a 95 % de chances pour que $-t_{0,975} < t_{\text{obs}} < t_{0,975}$

et il y a 99 % de chances pour que $-t_{0,995} < t_{\text{obs}} < t_{0,995}$,

les valeurs $t_{0,975}$ et $t_{0,995}$ étant prises à $n_1 + n_2 - 2$ ddl.

Lorsque les deux échantillons sont de même effectif n (notre cas), l'expression de t observé devient

$$t_{\text{obs}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\frac{SCE_1 + SCE_2}{n(n-1)}}}$$

On rejette l'hypothèse H_0 lorsque $t_{\text{obs}} > t_{n_1+n_2-2; 1-\alpha/2}$

Les calculs de t_{obs} ont donné dans notre cas, les résultats suivants :

	<u>t.obs.</u>	<u>\bar{X}</u>	<u>\bar{Y}</u>	<u>$n_1+n_2 - 2 = 2 (n-1)$</u>
Acacia nilotica	-1,52	72,57	81,46	14
Acacia senegal	0,07	60,60	60,34	12
Balanites a.	-0,46	22,83	24,05	14
Bauhinia r.	0,72	74,43	66,43	14
Jatropha c.	1,66	65,48	55,66	14
Parkinsonia a.	-0,27	129,01	130,81	14
Prosopis j.	-0,51	81,08	85,81	14
Zizyphus m.	-0,72	42,33	44,47	14

$$t_{n_1+n_2-2} \quad , \quad 0,975$$

$$-''- \quad , \quad 0,995$$

sont donnés par les tables de t :

$$t_{14} ; 0,975 \quad = \quad 2,145$$

$$t_{14} ; 0,995 \quad = \quad 2,977$$

$$t_{12} ; 0,975 \quad = \quad 2,179$$

$$t_{12} ; 0,995 \quad = \quad 3,055$$

Il n'existe donc aucune différence significative, ce qui nous permet de conclure à l'égalité des hauteurs moyennes observées sur les écartements 30 et 50 cm. Ceci nous autorise à procéder à une analyse de variances en regroupant les valeurs moyennes observées par espèce.

c) L'analyse de variance

L'analyse de la variance à un critère de classification (ou à un facteur) a pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normales et de même variance (notre cas), à partir d'échantillons aléatoires simples et indépendants les uns des autres. Pour tester l'hypothèse d'égalité des moyennes de p. populations : on pose donc l'hypothèse $H_0 : m_1 = m_2 = \dots = m_p$.

La moyenne des p échantillons aléatoires et la moyenne générale de l'ensemble des observations permettent de définir deux types de variations ou d'écarts : les variations existent entre les différents échantillons (ici les espèces) ou variations factorielles (dus au facteur contrôlé) et les variations existant à l'intérieur des échantillons ou variations résiduelles.

Ces deux sources de variations sont mesurées par deux quantités appelées carrés moyens ou variances : le carré moyen factoriel (entre échantillons) défini à partir des écarts entre les moyennes des échantillons et la moyenne générale, et le carré moyen résiduel (dans les échantillons) ; qui lui est fonction des écarts existant entre les valeurs observées et la moyenne de l'échantillon correspondant.

Le rapport du carré moyen factoriel au carré moyen résiduel est une mesure observée du degré de fausseté de l'hypothèse H_0 . Le rejet de l'hypothèse d'égalité des moyennes doit correspondre aux valeurs élevées de ce rapport des carrés moyens. En effet lorsqu'il existe des différences importantes entre les moyennes des populations (μ_i), on doit s'attendre à ce qu'il en soit de même pour les échantillons d'où on doit s'attendre à observer un carré moyen factoriel élevé par rapport au carré moyen résiduel.

Le tableau de l'analyse de variance pour les hauteurs moyennes observées en Mars 1984 se présente comme suit :

.../...

	Acacia n.	Acacia s.	Balanites a.	Bauhinia r.	Jatropha c.	Parkinsonia a.	Prosopis j.	Zizyphus m.
n_j = nombre d'observations	16	14	16	16	16	16	16	16
T_j = total des observations	1232,33	846,58	375,02	1126,87	969,17	2078,56	1335,16	694,42
\bar{X}_j = moyenne par espèce	77,01	60,47	23,44	70,43	60,57	129,91	83,45	43,40
$\sum X_{ij}^2$ = somme des carrés	97127,05	51750,62	9193,77	86615,13	61 047,86	272 472,79	116 333,43	30 649,48
$\frac{T_j^2}{n_j}$	94 899,42	51 192,69	8 790	79 364,75	58 705,66	270 025,73	111 415,76	30 138,7
$SCE_j = \sum X_{ij}^2 - \frac{T_j^2}{n_j}$ (Somme Carrés Ecart)	2227,63	557,93	403,77	7251,38	2342,2	2447,06	4917,67	510,78
$S_j^2 = \frac{SCE_j}{n_j - 1}$ (variance)	148,51	42,92	26,92	483,43	156,15	163,14	327,84	34,05
S_j (écart type)	12,19	6,55	5,19	21,99	12,5	12,77	18,11	5,84

n = nombre total d'observations = 126

k = nombre d'espèce = 8

$T = \sum T_j = 8658,11$

$C = \frac{T^2}{n} = 594 943,4$

Somme des Carrés Factorielle (SCF) = 109 589,31

Somme des Carrés Résiduelle (SCR) = 20 658,42

Somme des Carrés Totale (SCT) = 130 247,73

.../...

Variation	Somme des Carrés (SC)	d.d.l.	Carrés Moyens (CM)
Factorielle	109 589,31	k-1 = 7	15,655
Résiduelle	20 658,42	n-k = 118	175,07
$F_{obs.} = \frac{CM_F}{CM_R} = \frac{15,655}{175,07} = 89,42^{**}$			

Les tables donnent

$$\begin{aligned} \text{à } P = 0,95 & \quad F_{7;118} = 2,10 \\ P = 0,99 & \quad F_{7;118} = 2,82 \end{aligned}$$

$F_{obs.} = 89,42^{**}$: différence hautement significative.

Il y a donc une différence hautement significative entre les hauteurs moyennes des différentes espèces.

CLASSIFICATION DES ESPECES SELON LEUR HAUTEUR MOYENNE : METHODE DE LA PLUS PETITE DIFFERENCE SIGNIFICATIVE

si
$$T_{\alpha} = (t_{n-k; 1-\alpha/2}) \sqrt{CM_R \left(\frac{1}{n_j} + \frac{1}{n_{j'}} \right)}$$
 avec $\alpha = 5\%$ et $\alpha = 1\%$

où n_j et $n_{j'}$ représentent les effectifs des échantillons (espèces) à comparer, la comparaison entre T_{α} et la différence des hauteurs moyennes de ces espèces permet de conclure sur l'égalité de celles-ci ou sur l'existence d'une différence entre elles.

Ainsi, nous obtenons le tableau suivant :

.../...

ESPECES EN COMPARAISON	T_{α}		DIFFERENCE DES HAUTEURS MOYENNES ($H_2 - H_1$)
	$\alpha = 5 \%$	$\alpha = 1 \%$	
Parkinsonia a. - Prosopis j.	9,2812	12,284	46,46**
Prosopis j. - Acacia nilotica	"	"	6,44
Prosopis j. - Bauhinia r.	"	"	13,02**
Acacia n. - Bauhinia r.	"	"	6,58
Acacia n. - Jatropha c.	"	"	16,44**
Bauhinia r. - Jatropha c.	"	"	9,86*
Jatropha c. - Acacia senegal	9,606	12,71	0,1
Jatropha c. - Zizyphus m.	9,2812	12,284	17,17**
Acacia s. - Zizyphus m.	9,606	12,71	17,07**

* : Différence significative

** : Différence hautement significative

Classement, par ordre décroissant, des hauteurs moyennes

Parkinsonia a.	Prosopis j.	Acacia nil.	Bauhinia r.	Jatropha c.	Acacia sen.	Zizyphus m.	Balanites a.
129,91	83,45	77,01	70,43	60,57	60,47	43,40	23,44

N.B. Le trait reliant deux valeurs signifie qu'il n'y a pas de différence significative entre elles

.../...

3.2.2. L'ACCROISSEMENT

L'analyse statistique permettra de comparer l'accroissement moyen des espèces reproduites en pots et non arrosées entre Septembre et Mars, selon les écartements. La comparaison étant devenue impossible pour Balanites pour les raisons évoquées plus haut (broutage et accroissements négatifs), cette espèce est exclue des tests.

a) Test d'égalité des variances

Les résultats du test obtenus sont les suivants.

	Fobs.	$n_1 = n_2$
Ac. nilotica	4,598	8
Ac. senegal	2,73	7
Bauhinia r.	9,531**	8
Jatropha c.	1,0517	7
Parkinsonia a.	1,068	8
Prosopis j.	1,231	7
Zizyphus m.	1,166	8

$$F_{n_1 - 1 ; n_2 - 2 ; 1 - \alpha/2} \text{ donne : } \begin{array}{l} F_{7,7} \quad 0,975 \quad = \quad 4,99 \\ F_{7,7} \quad 0,995 \quad = \quad 8,89 \\ F_{6,6} \quad 0,975 \quad = \quad 5,82 \\ F_{6,6} \quad 0,995 \quad = \quad 11,1 \end{array}$$

Seul Bauhinia r. présente ^{une} différence de variances hautement significative.

.../...

b) Test d'égalité des moyennes

Les résultats obtenus sont les suivants :

	t obs.	\bar{x} (écartement 50)	\bar{y} (écartement 30)	$n_1 + n_2 - 2$
Acacia nilotica	1,28	19,19	28,76	14
Acacia senegal	2,29*	14,95	9,4	12
Bauhinia rufescens	1,12	36,28	27,02	14
Jatropha curcas	3,12**	41,25	28,05	12
Parkinsonia aculeata	0,18	46,91	45,22	14
Prosopis juliflora	0,31	25,58	23,1	12
Zizyphus mauritiana	-0,04	16,21	16,36	14

$$t_{14} ; 0,975 = 2,145 \quad t_{12} ; 0,975 = 2,179$$

$$0,995 = 2,977 \quad ; 0,995 = 3,055.$$

Il y a donc une différence significative entre les accroissements moyens des écartements 50 cm et 30 cm chez *Acacia senegal*. Cette différence est seulement significative, et dans la suite des analyses nous n'en tiendrons pas compte.

Par contre, la différence entre les accroissements moyens des deux écartements est hautement significative chez *Jatropha curcas*. Ceci s'explique par le fait que :

- sur les répétitions n° 4, 7 et 8, les essais en écartement 30 cm ont été installés sur des sols argileux inondés où l'eau stagne après les pluies. ce qui a limité la croissance des plants.

Dans l'analyse de variance, nous distinguerons donc les deux écartements pour cette espèce, tout en regroupant les moyennes observées pour les autres espèces.

.../...

	Ac. nilotica	Ac. senegal	Bauhinia	Jatropha écartement- 50	Jatropha écartement -30	Parkinsonia	Prosopis	Zizyphus
n_j	16	14	16	7	7	16	14	16
T_j	383,6	170,28	506,42	288,73	196,33	736,06	340,77	260,52
\bar{X}_j	29,98	12,16	31,65	41,25	28,05	46	24,34	16,28
$\sum X_j^2$	12 696,02	2423,47	20 214,04	12 276,84	5893,05	38821,09	10 925,56	5017,82
T_j^2	9196,81	2071,09	16 028,83	11909,29	5506,50	33861,52	8294,59	4241,92
n_j								
SCE_j	3499,21	352,38	4185,21	367,55	386,55	4959,57	2630,97	775,90
S_j^2	233,28	27,11	279,01	61,26	64,43	330,64	202,38	51,73
S_j	15,27	5,21	16,70	7,83	8,03	18,18	14,23	7,19

$n = 106$

$k = 8$

$T = 2882,71$

$C = 78396,39$

$SCF = 12714,16$

$SCR = 17157,44$

$SCT = 29871,5$

Variation	SC	ddl	CM
Factorielle	12714,16	7	1816,31
Résiduelle	17 157,44	98	175,08
Fobs. = $\frac{CMF}{CM_R}$	= 10,37**		

$F_{7 ; 98} : 0,95 = 2,10$

$0,99 = 2,82$

Il y a donc une différence hautement significative entre les accroissements moyens des différentes espèces :

Classification selon l'accroissement moyen : méthode de la plus petite différence significative

ESPECES COMPAREES	T		Δ ACCROISSEMENT	CONCLUSION
	5 %	7 %		
Parkinsonia - Jatropha - 50	11,9	15,76	4,75	égalité des accroissements
Jatropha - 50 - Bauhinia	11,9	15,76	9,60	"-"
Parkinsonia - Bauhinia	9,28	12,28	14,35**	rejet de l'égalité
Bauhinia - Jatropha - 30	11,9	15,76	3,60	égalité des accroissements
Jatropha - 30 - Prosopis	12,15	16,08	3,71	égalité
Bauhinia - Prosopis	9,61	12,71	7,31	égalité accroissements
Prosopis - Ac. nilotica	9,61	12,71	0,36	"-"
Jatropha - 30 - Ac. nilotica	11,9	15,76	4,07	"-"
Bauhinia - Ac. nilotica	9,28	12,28	7,67	"-"
Bauhinia - Zizyphus	9,28	12,28	15,37**	rejet égalité
Ac. nilotica - Zizyphus	9,28	12,28	7,7	égalité
Jatropha 30 - Zizyphus	11,9	15,76	11,77	égalité
Acacia nilotica - Ac. senegal	9,61	12,71	11,82*	rejet de l'égalité
Jatropha 30 - Ac. senegal	12,15	16,08	15,89*	"-"
Zizyphus - Ac. senegal	9,61	12,71	4,12	égalité

Le classement est donc le suivant :

Parkinsonia	Jatropha-50	Bauhinia	Jatropha 30	Prosopis	Ac. nilotica	Zizyphus	Ac. senegal
46	41,25	31,65	28,05	24,34	23,98	16,28	12,16

.../...

3.2.3. LES ESSAIS BRISE-VENT

Suite aux dégâts causés par les lièvres sur les essais avec Albizzia lebeck, les mesures de hauteur n'ont été poursuivies que sur Azadirachta indica en Mars 1984. Ces mesures, prises sur un échantillon de 30 individus uniformément répartis dans l'ensemble des essais, ont permis de calculer l'accroissement de l'espèce entre Septembre 1983 et Mars 1984 :

Azadirachta indica	Hteur. moy. sept. 83	Hteur. moy. Mars 84	Accroissement
	55,63 cm	108,03 cm	52,4 cm

Compte tenu de l'extrême simplicité du protocole sur les brise-vent mis en place en 1983, et compte tenu aussi du fait qu'un rideau brise-vent ne devient fonctionnel qu'au bout de plusieurs années, les seules mesures que l'on pouvait effectuer sur ces essais se limitaient aux pourcentages de reprise et à la croissance. Nous reviendrons en détail sur ce protocole plus tard.

3.3. LA RAMIFICATION ET LE RECOUVREMENT

3.3.1. LE PROTOCOLE D'EVALUATION

Il est très important d'insister sur le fait que l'efficacité d'une haie vive, si elle n'est pas toujours liée à la vitesse de croissance des espèces utilisées, est conditionnée à tout moment par les capacités de celles-ci à développer une ramification abondante et inextricable. La présence d'épines ou d'aiguillons capables de repousser les animaux constitue un avantage supplémentaire. Dans ce sens, plusieurs types de mesures ont été effectuées sur toutes ou partie des espèces en essai haies vives :

Outre la croissance en hauteur, des mesures portant sur le diamètre de la couronne, dans le sens perpendiculaire à celui de la haie, la hauteur de la première ramification, le nombre de rameaux par pied situés en dessous et au dessus de 50 cm de hauteur (niveau 1 et niveau 2) et éventuellement le nombre de rameaux dépassant une envergure donnée, de part et d'autre de la haie, ont été réalisées.

Les données sont consignées dans les fiches conçues à cet effet (Fiches d'évaluations n° 1 et 2 en annexe).

Le diamètre de la couronne de chaque pied donne une idée du recouvrement de l'espèce à un moment donné et permet, en connaissant l'écartement, de situer l'interpénétration des branches d'un pied à l'autre. Ce facteur, associé au nombre de rameaux par pied, permet d'apprécier les capacités de l'espèce à former, à un écartement donné, un alignement dense avec une ramification plus ou moins impénétrable.

La hauteur de la première ramification et le nombre de rameaux par pied en dessous de 50 cm de hauteur permettent cette fois de situer le type de ramification de l'espèce par rapport à un des critères d'efficacité de la haie qui est une ramification basse et abondante. Lorsqu'elle est haute ou peu nombreuse dans les 50 premiers cm, la ramification laisse toujours des passages pour le petit bétail. Ces deux paramètres, que l'on peut toujours suivre après les essais de taille, permettront de vérifier l'effet de celle-ci sur l'évolution de chaque espèce.

Le nombre de rameaux dépassant une certaine envergure de part et d'autre de la haie s'apparente quelque peu au calcul du diamètre de la couronne ; cependant, il permet également, lorsque la taille est pratiquée, de se faire une idée du volume de matière végétale qui peut être enlevé ; on rappelle que le produit de cette taille peut constituer une nourriture d'appoint, dans le cas des espèces fourragères.

Ce protocole très minutieux constitue une opération délicate et nécessite de longues heures d'observation.

Les premiers résultats enregistrés à la mi-Mars 1984 sur la ramification et le recouvrement ont fait l'objet d'une interprétation plus ou moins complète présentée dans les pages qui suivent.

3.3.2. ANALYSE DES RESULTATS

Pour les mêmes raisons que celles évoquées pour l'analyse des résultats des mesures de croissance, la comparaison, sur la base d'analyses statistiques entre les essais arrosés et non arrosés, reste pratiquement impossible en ce qui concerne la ramification et le recouvrement. Néanmoins, des observations directes permettront de bien situer les différences réelles qui existent entre ces deux traitements.

Tous ces résultats enregistrés ici concernent aussi uniquement les essais à partir de plants en pots sauf Balanites a. qui visiblement ne se prête pas pour l'instant à ce genre de mesures.

3.3.2.1. LA HAUTEUR DE LA PREMIERE RAMIFICATION

a) Les Essais Arrosés

Ici encore, des valeurs anormales ont été observées sur *Acacia nilotica* dont la deuxième répétition constitue un cas à part. Dans l'ensemble, la ramification est basse, sauf pour Parkinsonia a. qui, avec une croissance rapide, présente une ramification suffisamment haute pour permettre le passage des animaux. Quant à *Zizyphus m.*, c'est une espèce qui développe dès le collet ou même avant, un système multicaule dont les nombreuses tiges se ramifient abondamment à leur tour, formant un buisson épais.

b) Les Essais Non Arrosés

Là aussi, *Parkinsonia* se distingue nettement des autres, avec une ramification très haute. Il n'existe aucune différence sensible entre les résultats observés sur les deux écartements (30 et 50 cm), ce qui tendrait à prouver que ce caractère soit lié à l'espèce même et se manifeste de la même manière quelque soit l'écartement auquel les individus sont plantés (cf. tableau III-6 a) et b) en annexe).

c) Comparaison des Espèces

E S P E C E	! ESSAIS ARROSES		ESSAIS NON ARROSES	
	!Hauteur 1er ra- !meau moyenne. (cm)	!Rang dans le !classement quali- !tatif	!Hauteur 1er ra- !meau (moyenne) (cm)	!Rang dans le !classement !qualitatif
Acacia nilotica	5,13	4è	5,65	4è
Acacia senegal	<u>3,85</u>	3è	<u>7,1</u>	5è
Bauhinia rufescens	1,53	2è	1,2	2è
Jatropha curcas	6,23	5è	8,62	6è
Parkinsonia a.	27,62	7è	31,34	7è
Prosopis juliflora	<u>7,88</u>	6è	<u>2,43</u>	3è
Zizyphus m.	0	1è	0,12 20	1è

Tableau II-11 : tableau comparatif, hauteur de la première ramification - Mars 1984.

La première remarque à faire concerne *Acacia senegal* dont l'arrosage semble avoir modifié le comportement : la ramification est sensiblement plus basse dans les essais arrosés que dans les essais "à sec".

La seconde remarque a trait à la différence observée chez *Prosopis juliflora*. Cet écart est lié à la différence des **variétés** utilisées dans les deux cas.

Dans l'ensemble, toutes les espèces, en dehors de *Parkinsonia*, présentent des dispositions favorables au regard de ce critère.

3.3.2.2. LE NOMBRE DE RAMEAUX PAR PIED

Le comptage de la ramification totale par pied n'a pu être effectué que sur trois espèces (*Acacia nilotica*, *Parkinsonia a.* et *Prosopis j.*) qui, au moment de la mise en œuvre du protocole d'évaluation, répondaient aux conditions de hauteur et de ramification suffisantes pour permettre la distinction de deux niveaux (0 à 50 cm et au dessus de 50 cm de hauteur). De plus, le comptage s'effectuant sur les rameaux bien individualisés qui atteignent au moins 10 cm de long, certaines espèces comme *Zizyphus m.* ou *Acacia senegal* s'y prêtaient moins. En tout état de cause, la comparaison qui est faite entre ces trois espèces a une valeur d'exemple et vise à montrer la diversité des caractères existant au niveau des espèces utilisées et qui doivent être pris en compte dans l'évaluation de l'efficacité d'une haie.

Avec l'évolution des essais, cette comparaison pourra s'étendre à l'ensemble des espèces et permettra d'apprécier leurs aptitudes respectives.

a) Nombre de Rameaux par Pied entre 0 et 50 cm de Hauteur

Espèce	ESSAIS NON ARROSÉS		
	Essais arrosés	Ecartement 50 cm	Ecartement 30 cm
<i>Acacia nilotica</i>	25,7*	33,53	23,04
<i>Parkinsonia aculeata</i>	4,7	3,35	2,5
<i>Prosopis juliflora</i>	12,8	8,58	8,46
	!	!	!
	!	!	!
	!	!	!

Tableau II-12 a) Nombre moyen de rameaux par pied entre 0 et 50 cm de hauteur - état comparatif des traitements et écartements.

b) Nombre de Rameaux par Pied au dessus de 50 cm de Hauteur

E S P E C E	ESSAIS ARROSES	ESSAIS NON ARROSES	
		Ecartement 50 cm	Ecartement 30 cm
Acacia nilotica	50,7*	12,33	13,58
Parkinsonia aculeata	10	7,53	8,67
Prosopis juliflora	28,5	5,18	4,92

Tableau II-12 - b) Nombre de rameaux/pied au dessus de 50 cm de hauteur ; état comparatif des traitements et écartements.

* NB : Acacia nilotica : la moyenne a été calculée à partir des répétitions n° 1 et 3.

Ces résultats permettent de faire les observations suivantes :

- en considérant la ramification basse (niveau 1), l'effet de l'arrosage ne se fait pas très bien sentir. Le nombre plus élevé de rameaux chez Acacia nilotica en essais non arrosés s'explique par la différence des variétés utilisées dans les deux types de traitements : la variété tomentosa au port flexueux présente nécessairement le plus grand nombre de rameaux près du sol, même si les plants ne sont pas arrosés. Le contraire se produit lorsqu'il s'agit de la ramification au dessus de 50 cm de hauteur parce que la variété adansonii, plus haute, possède à ce niveau le plus grand nombre de rameaux.

- la différence entre les deux variétés (ou provenances) de Prosopis juliflora apparaît encore plus nettement ici lorsque l'on considère le nombre total de rameaux par pied. En effet la différence très nette entre les deux moyennes ne s'explique pas seulement par l'arrosage, mais aussi par les caractéristiques mêmes des variétés (ou provenances) utilisées. Sur essais non arrosés, la variété utilisée possède une ramification peu abondante mais très longue et flexible, alors que l'autre sur essais arrosés a une ramification plus dense et plus courte.

- enfin, la tendance normale à l'élaguage naturel s'observe par les différences entre le nombre de rameaux par pied observé au niveau 1 et celui du niveau 2 ; la subdivision du niveau 2 en deux autres niveaux (50 à 100 cm et au delà de 100 cm) permet, dans les essais arrosés avec Parkinsonia a. et Prosopis j. avec lesquels cela a été fait, de confirmer quelque peu cette hypothèse (voir tableau n° III-8 a) en annexe).

Le maintien de la hauteur de chaque pied à 1,0 m au maximum par la taille devrait permettre d'accroître la ramification basse et de résoudre le problème d'élaguage excessif. C'est ce que les essais de taille devront chercher à prouver.

c) Comparaison des Espèces

Nous comparerons ici le nombre moyen de rameaux aux niveaux 1 et 2 entre les écartements 30 et 50 cm des essais non arrosés. Pour cela, un test t d'égalité des moyennes a été réalisé dont les résultats suivent :

Nombre De Rameaux Par Pied Entre 0 Et 50 Cm De Hauteur

	tobs.	\bar{x}	s^2
Ac. nilotica	2,17*	33,53	23,04
Parkinsonia a.	0,92	3,35	2,50
Prosopis j.	0,13	8,58	8,46

Nombre De Rameaux Par Pied Au Delà De 50 Cm De Hauteur

	tobs.	\bar{x}	s^2
Ac. nilotica	-0,42	12,33	13,58
Parkinsonia a.	-0,82	7,53	8,67
Prosopis j.	0,20	5,18	4,92

Les valeurs de $t_{n_1 + n_2 - 2 ; 1 - \alpha/2}$ sont :

$$t_{14 ; 0,975} = 2,145$$

$$0,995 = 2,977.$$

Moyennes significativement différentes pour Ac. nilotica au niveau 1 mais pas au niveau 2.

.../...

Ce résultat tendrait à montrer que l'écartement le plus élevé entre les plants favorise chez cette espèce le développement de la ramification à la base. Cela pourrait bien être le cas dans la mesure où l'accroissement de la concurrence entre individus, par une réduction de l'écartement, peut entraîner une accélération de l'élaguage naturel.

Si cette tendance était constatée chez la même espèce après la taille de la haie, cela pourrait prouver que l'écartement 50 cm entre les plants convient mieux à *Ac. nilotica* dans ce genre de formation, sans pour autant signifier son efficacité.

En tout état de cause, il sera intéressant d'approfondir la question pour toutes les espèces dans la mesure où ce type de mesure pourra toujours être effectué même après la taille des haies.

Il est évident, au vu de ces résultats, qu'entre les trois espèces ayant fait l'objet de ces comptages de rameaux, *Acacia nilotica* est de loin la plus densément ramifiée. Cependant si les mêmes mesures avaient été appliquées à d'autres espèces comme *Acacia senegal* et surtout *Bauhinia rufescens*, le classement aurait été plus nuancé. En effet ces deux dernières espèces présentent une ramification très dense à la base - Surtout *Bauhinia rufescens* au stade actuel -, pouvant même dépasser celle d'*Acacia nilotica*. Eventuellement, la prochaine série d'observations permettra de nous situer par rapport à la question.

3.3.2.3. LE DIAMETRE DE LA COURONNE

Ce paramètre n'a pu être mesuré sur *Jatropha c.* défeuillé au moment du comptage, tout au moins pour les essais non arrosés.

E S P E C E S	ESSAIS ARROSES	ESSAIS NON ARROSES	
		Ecartement 50 cm	Ecartement 30 cm
<i>Ac. nilotica</i>	150,35*	110,16	120,86
<i>Ac. senegal</i>	107,13	72,88	65,61
<i>Bauhinia r.</i>	146,83	75,50	67,93
<i>Jatropha curcas</i>	49,10	-	-
<i>Parkinsonia a.</i>	113,63	83,72	83,76
<i>Prosopis juliflora</i>	140,97	151,16	148,35
<i>Zizyphus m.</i>	46,23	47,09	48,73

Tableau II-13 Diamètre de la couronne - tableau comparatif selon les traitements.

*NB : *Acacia nilotica* essais arrosés : moyenne calculée sur les répétitions n° 1 et 3 seulement.

a) Les Essais Arrosés

En général, la croissance latérale de l'appareil végétatif suit la même évolution que l'accroissement en hauteur, à tel point que ces essais nécessiteront sous peu une taille de forme ou éventuellement l'arcure de certains rameaux afin de favoriser le développement d'une ramification basse et impénétrable. Malgré la différence de port entre les deux variétés d'*Acacia nilotica*, l'arrosage a permis à la variété *adansonii* de prendre plus d'envergure que la variété *tomentosa* non arrosée ; les résultats aberrants continuent d'être observés au niveau de la 2^e répétition à partir de cette espèce (cf. tableau III-7 a) en annexe).

Chez *Prosopis j.*, l'effet de l'arrosage n'a pas tout à fait réussi à éclipser la prédominance de la variété (ou provenance) rampante aux branches longues et flexueuses, même si elle n'a pas été arrosée. *Bauhinia r.*, *Acacia senegal* et *Parkinsonia a.* montrent une nette différence suivant les traitements, au bénéfice des essais arrosés, tandis que pour *Zizyphus m.*, aucune influence n'a pu être observée.

b) Les Essais Non Arrosés

Comme pour les mesures d'accroissement en hauteur, nous avons comparé les moyennes, pour déceler un effet éventuel dû au traitement. Une classification des espèces selon ce critère a été rendue possible par l'analyse de variance (résultats de Mars 1984).

Le procédé adopté plus haut permet également de conclure

- à l'égalité des variances
- à l'égalité des moyennes entre les écartements 50 et 30 cm
- à une différence hautement significative entre les différentes espèces.

.../...

Test d'égalité des variances :

	Fobs.	
Ac. nilotica	1,50	
Ac. senegal	1,99	(n ₁ = n ₂ = 7)
Bauhinia rufescens*	1,77	
Parkinsonia a.	1,60	
Prosopis j.	1,46	
Zizyphus m.	1,68	

$F_{n_1 - 1 ; n_2 - 1 ; 1 - \alpha/2}$ donne :

$$F_{7 ; 7 ; 0,975} = 4,99 \quad F_{6 ; 6 ; 0,975} = 5,82$$

$$0,995 = 8,89 \quad 0,995 = 11,1$$

On conclut donc à l'égalité des variances, nous permettant de faire un test t pour comparer les 2 moyennes aux écartements 30 et 50 cm.

Les résultats du test t se présentent comme suit :

	<u>t obs</u>	<u>\bar{x}</u>	<u>\bar{y}</u>
Ac. nilotica	-1,41	110,16	120,86
Ac. senegal	1,24	72,88	65,61
Bauhinia rufescens	1,45	75,5	67,93
Parkinsonia a.	-0,0044	83,72	83,76
Prosopis j.	0,11	151,16	148,35
Zizyphus m.	-0,30	47,09	48,73

$t_{n_1 + n_2 - 2}$ donne :

$$t_{14 ; 0,975} = 2,145 \quad t_{12 ; 0,975} = 2,179$$

$$0,995 = 2,977 \quad 0,995 = 3,055$$

Conclusion : égalité des moyennes des écartements 30 et 50 cm.

.../...

Analyse de variance à 1 critère - diamètre de la couronne - Mars 1984.

	!Ac. nilotica!	!Ac. senegal!	!Bauhinia r.!	!Parkinsonia a!	!Prosopis j.!	!Zizyphus m!
n_j = nombre d'observations	16	14	16	16	16	16
T_j = total observations	1949,17	969,47	1147,41	1339,85	2396,11	766,56
\bar{X}_j = moyenne	115,51	69,25	71,71	83,74	149,76	47,91
$\sum X_{ij}^2$ = somme des carrés	217'192,66	66'756,48	84'047,53	116'454,64	398'498,3	38'386,28
$\frac{T_j^2}{n_j}$	213'483,27	67'133,72	82'284,36	112'199,88	358'833,95	36'725,89
SCE_j = somme des carrés des écarts.	3709,39	1622,76	1763,17	4254,76	39 664,35	1660,39
S_j^2 = variance	247,29	124,83	117,54	283,65	2644,29	110,69
S_j = écart type	15,73	11,17	10,84	16,84	51,42	10,52

n = 94

k = 6

$$T = \sum T_j = 8467,57$$

$$C = \frac{T^2}{n} = 762'763,21$$

SCF = 107'897,86

SCR = 52'674,82

SCT = 160'572,68

Variation	SC	ddl	CM
factorielle	107 897,86	5	21579,57
résiduelle	52 674,82	88	598,58

$$F_{obs.} = \frac{CMF}{CM_R} = 36,05^{**}$$

$F_{k-1 ; n-k ; 1-}$ donne

$$F_{5 ; 88 ; 0,95} = 2,33 \text{ à } 2,31$$

$$0,99 = 3,26 \text{ à } 3,21$$

il y a donc une différence hautement significative entre les espèces.

.../...

Méthode de la Plus Petite Différence Significative

$$T_{\alpha} = (t_{n-k} ; 1-\alpha/2) \sqrt{CMR (1/n_j + 1/n_{j'})}$$

Espèces à Comparer	T		Diamètre Couronne	Conclusion
	$\alpha = 5\%$	$\alpha = 1\%$		
Prosopis j. - Ac. nilotica	17,2	22,8	34,25**	rejet égalité
Ac. nilotica - Parkinsonia a.	"-	"-	31,77**	"- "-
Parkinsonia a. - Bauhinia r.	"-	"-	12,03	égalité
Parkinsonia a. - Ac. senegal	17,8	23,6	14,49	égalité
Ac. senegal - Zizyphus m.	"-	"-	21,34*	rejet de l'égalité
Bauhinia r. - Zizyphus m.	17,2	22,8	23,8**	rejet égalité

Le classement obtenu est donc le suivant :

Prosopis j.	Ac. nilotica	Parkinsonia a.	Bauhinia r.	Ac. senegal	Zizyphus m.
149,76	115,51	<u>83,74</u>	<u>71,71</u>	<u>69,25</u>	<u>47,91</u>

3.4. APPRECIATION DU COMPORTEMENT DES ESPECES

Cette appréciation consiste, à la suite des différentes analyses faites sur les premiers résultats obtenus, à juger, sur la base des critères définis plus haut mais aussi sur la base d'autres observations plus ou moins subjectives ou empiriques, chaque espèce et ses capacités à former une haie vive efficace dans les conditions de temps et de lieu propres aux milieux de vulgarisation. Cette appréciation débouchera sur un classement des espèces selon leurs aptitudes et le mode de propagation le plus approprié.

3.4.1. LES ESPECES EN HAIES VIVES

Acacia nilotica :

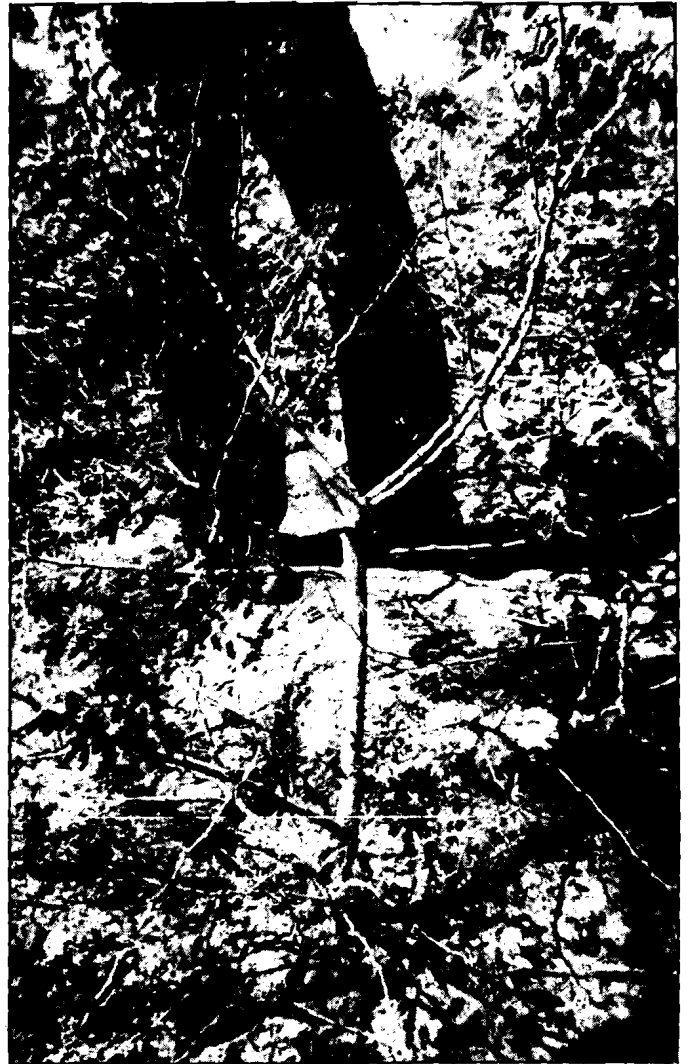
C'est une espèce dont la croissance est assez satisfaisante pendant la saison sèche (30 à 40 cm en moyenne entre Septembre et Mars, atteint 110 cm en essais arrosés dans les mêmes délais).

Elle présente deux variétés adaptées à des conditions de biotope différentes (voir en annexe). - La variété adansonii à caractère anthropophile a un port érigé dès le jeune âge et des capacités de croissance en hauteur élevées.



Acacia nilotica var tomentosa

remarquer l'importance de la ramification et des épines



Acacia senegal

détail d'un pied
remarquez la ramification
basse et robuste



Vue d'ensemble d'une ligne de haie vive associée
à une ligne de brise-vent (avec *Albizzia lebbbeck*)
au 1er plan, haie d'*Acacia senegal*

Bauhinia rufescens
détail de la ramification



- La variété tomentosa, adaptée aux sols hydromorphes, se distingue de l'autre par son port flexueux au jeune âge. Sa faible croissance en hauteur est compensée par une ramification dense et étalée, et des épines longues.

Comme pour de nombreux Acacia et autres espèces telle Bauhinia rufescens, Acacia nilotica pose beaucoup de problèmes en semis direct et la propagation à partir de plants en pots semble la meilleure solution.

Les différences morphologiques entre les deux variétés pourraient être mises en valeur par leur association ligne à ligne dans le cadre des haies vives pour la protection des jardins maraîchers. (Sols hydromorphes temporairement inondables).

Acacia senegal :

Utilisée indifféremment avec Acacia laeta (tous deux des gommiers), cette espèce a une bonne reprise à partir de plants en pots, mais demeure difficile en semis direct. Sa croissance est moyenne au cours de la première saison et elle a atteint des hauteurs supérieures à 70 cm au mois de Mars 1984 après 6 mois de saison sèche, contre 25 à 30 cm à la sortie de pépinière.

Elle présente une ramification basse et robuste, avec des épines accrochantes. C'est l'une des espèces qui peuvent convenir à la réalisation des haies vives dans les régions arides et semi-arides auxquelles elle est particulièrement adaptée.

Balanites aegyptiaca

S'il résiste très bien à la sécheresse, Balanites a. a une croissance très réduite, voire nulle pendant la première année de plantation au moins. Mais son avantage se situe dans la facilité de propagation par semis direct. Les années suivantes permettront d'apprécier davantage ses capacités.

Bauhinia rufescens

Espèce difficile à reproduire en semis direct, elle présente la particularité d'une ramification dense et symétrique par rapport à un plan passant par l'axe de la tige, surtout dans les 100 premiers cm. A croissance généralement rapide (40 cm en moyenne de Septembre à Mars, elle atteint 120 cm lorsque les plants sont arrosés), l'espèce nécessite actuellement (Fin Avril), tant pour les essais arrosés que ceux non arrosés, une intervention (essais de taille).



Haie de bauhinia rufescens
6 mois après plantation



Jatropha curcas
à partir de plants en pots
à l'âge de 6 mois



Essai de *Jatropha c.* en boutures
remarque la faible reprise

Jatropha curcas
détail



Elle peut former en un temps record, une haie dense et efficace : un exemple observé à la pépinière forestière de Djibo (Sahel) est très significatif.

Jatropha curcas

Il se rencontre aux abords des cours d'eau et des bas-fonds, mais aussi sur les collines (au Sud-Ouest du pays) ; il se défeuille facilement lorsque l'alimentation en eau est insuffisante (sur sols argileux compacts notamment). De plus, le manque d'épines, associé à une ramification faible, font qu'à elle seule, l'espèce peut constituer difficilement une haie vive efficace. Cependant, sa facilité de reproduction (semis direct, pots, bouturage) et sa toxicité vis-à-vis du bétail en font une espèce intéressante, surtout lorsqu'elle peut être associée à d'autres dans la formation de la haie. Il faut souligner que les boutures résistent peu à une mise en jauge prolongée ; les pourritures observées cette année à Gampèla en attestent.

Parkinsonia aculeata :

Elle semble l'espèce la mieux adaptée aux conditions difficiles, avec des taux de survie de l'ordre de 100 % jusqu'à la fin du mois de Mars. Sa croissance est très rapide (50 à 80 cm en essais non arrosés et 80 à 100 cm lorsqu'ils sont arrosés, entre Septembre 1983 et Mars 1984).; visiblement plastique vis-à-vis des sols, son principal défaut est une ramification haute et peu abondante qui laisse la base des plants dégarnie. Les essais de taille permettront sans doute d'apprécier ses réactions.

Dans tous les cas, une association de cette espèce avec d'autres à ramification basse devrait parfaire les qualités d'une haie, d'autant plus qu'elle présente des épines suffisamment robustes et longues.

Si l'espèce réagit de façon satisfaisante au semis direct, on retiendra qu'elle craint les attaques de pucerons et son association avec *Zizyphus m.* serait déconseillée s'il y a des risques d'attaques.

Prosopis juliflora :

Il a une croissance rapide mais est fortement attaqué par les termites (qui sont devenus très dangereux pour l'espèce dans les essais non arrosés, alors qu'aucune manifestation de ce genre n'a été observée en essais arrosés). En semis direct, l'espèce peut donner des résultats satisfaisants. Si les précautions sont prises au moment de la mise en terre (ne pas trop enfoncer les graines).



Parkinsonia aculeata
haute taille, mais base peu ramifiée



Prosopis juliflora
(provenance Djibo)
remarquer l'importance de la ramification laterale.



Zizyphus mauritiana

détail d'un pied peu parasité au premier plan
(en bas à gauche) individu parasité

Arrière plan essai brise-vent avec *azadirachta indica*.
au premier plan *zizyphus mauritiana*



Au cours des essais, nous avons constaté qu'il en existait deux variétés (ou provenances tout au moins) dont l'une a de longues branches flexibles et des épines très robustes pendant que l'autre, au port plus érigé, possède un feuillage plus dense. L'impossibilité de les identifier et la difficulté d'en faire la différence en pépinière, appelle une sélection des graines et provenances afin de faciliter son utilisation pour les haies vives.

Zizyphus mauritiana :

Les attaques de pucerons ont considérablement gêné l'appréciation de son comportement. Néanmoins lorsqu'on observe les populations naturelles avoisinantes, on est en droit d'espérer des résultats satisfaisants si les dispositions sont prises pour lutter contre le parasite. Espèce buissonnante et fortement ramifiée, son utilisation dans la mise en place des haies vives ne devrait poser aucun problème majeur. Cependant, son association avec d'autres espèces doit tenir compte des facteurs phytosanitaires.

La reproduction en mottes est pour l'instant la forme de propagation la mieux réussie.

Commiphora africana :

L'espèce est très utilisée en zone soudano-sahélienne pour la confection de haies vives plus ou moins denses. Dans ce cas, les boutures utilisées sont surtout des rameaux suffisamment gros (diamètre \geq 4 cm). Si la taille des boutures utilisées cette année pour nos essais a pu influencer leur reprise (petits rameaux de diamètre au plus égal à 1 cm), leurs conditions de stockage et la date de mise en place ont pu aussi en affecter la vitalité.

Euphorbia balsamifera :

Tout comme *Commiphora africana*, la méthode de reproduction de cette espèce est le bouturage. Mais au cours de nos essais, les résultats obtenus ne permettent pas d'apprécier à sa juste valeur, dans les conditions de GAMBELLA, une espèce qui est cependant très utilisée au Nord du pays où elle constitue de véritables réseaux de haies vives et de brise-vent. Néanmoins, une observation faite sur les essais de bouturage de cette espèce nous a permis de supposer l'existence d'un lien entre la taille des boutures plantées et leur taux de reprise.

En effet lors de la mise en place des boutures d'*Euphorbia b.*, nous avons été amenés à en planter deux tailles différentes, pour des raisons de disponibilité.



Euphorbia balsamifera (en bouture)

6 mois après la mise en place

Utilisant au départ des boutures ramifiées de 50 à 60 cm de long, nous avons jugé nécessaire de réduire la taille de ces dernières, avec moins de rameaux et une longueur de 25 à 30 cm. Les résultats furent sensiblement différents. Ainsi, le 8 Septembre, soit environ 2 mois après la mise en place de ces essais, nous obtenions les taux de reprise suivants :

Répétition n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nombre de boutures vivantes	35	43	39	36*	non installée	36*	43	43	22	32	22

N.B. : total des boutures plantées par répétition = 53

22 et 32 : petites boutures dont les plus longues et les plus ramifiées sont les mieux réussies

36* : dont 32 grandes et 4 petites, toutes les grandes plantées ayant repris.

De plus, la période optimale de plantation de ces boutures n'est pas connue et fait l'objet d'avis contradictoires, de sorte que nos résultats seront testés par des essais de date de plantation (dont le premier a été mis en place le 26/04/1984). Enfin, il serait indiqué d'associer *Euphorbia b.* à des espèces épineuses afin d'améliorer la qualité de la haie. Cela est d'autant plus nécessaire que *Euphorbia b.* constitue l'espèce la plus utilisée dans le Sahel Voltaïque pour ce type de protection.

3.4.2. LES ESPECES UTILISEES EN BRISE-VENT

Albizzia lebeck et Azadirachta indica sont deux espèces qui croissent et se développent aisément dans notre sous région, la seconde y étant devenue sub-spontanée. Leur choix pour ces essais est basé essentiellement sur leur morphologie, la densité de leur feuillage et surtout leur facilité de reproduction en pépinière. D'autres espèces existent et pourraient servir au même titre, comme *Eucalyptus camaldulensis*, *Prosopis juliflora*...

Cependant, les deux espèces ont en général un port caractéristique : ce sont des espèces de haut jet au tronc bien marqué et sans ramification ni feuillage sur une hauteur variable selon l'âge et la taille des individus, laissant un vide plus ou moins important sous le houppier. Cette caractéristique les rend difficile à utiliser seules pour la réalisation des brise-vent. Nous y reviendrons dans les chapitres suivants.

3.4.3 CLASSEMENT DES ESPECES

Les critères de classement sont principalement ceux qui ont été définis plus haut. Il intéresse principalement les espèces reproduites en mottes, les autres pouvant être classées à part. Pour chaque critère, un classement est opéré sur la base des analyses statistiques effectuées ou d'appréciations plus ou moins subjectives et empiriques à la fin d'Avril 1984 (exemple de la facilité de reproduction en semis direct ou en boutures.

ESPECES	Reprise	Facilité de reproduction en semis direct ou bouturage	Croissance	Hauteur du tronc	Nombre de ramifications en dessous de 50 cm	Recouvrement
Ac. nilotica	3	5	2	4	2	2
Ac. senegal	4	5	3	5	3	3
Balanites a.	6	1	4	7	8	5
Bauhinia r.	3	5	2	2	1	3
Jatropha c.	5	2	1	6	7	3
Parkinsonia a.	2	3	1	8	6	3
Prosopis j.	8	4	2	3	4	1
Zizyphus m.	7	5	3	1	5	4

Tableau II-14 : classement des espèces pour haies vives selon les différents critères d'appréciation : Avril 1984 - chaque nombre représente le rang occupé dans la classification.

Pour les espèces reproduites en boutures, Euphorbia balsamifera se classe en tête à cette date, suivi de Jatropha curcas et de Commiphora africana.

N.B. : Le présent classement est sujet à modification parce qu'il s'agit des premières observations sur toutes ces espèces, après une saison sèche, qui inévitablement sont appelées à évoluer.

En outre il serait dangereux de considérer les classements ci-dessus comme représentant la vérité absolue car certains critères (croissance et facilité de reproduction en semis direct par exemple) ne sont pas toujours indispensables à la formation d'une haie vive efficace.

De même, certaines espèces comme *Acacia senegal* qui actuellement se situent quelque peu en queue de liste, présentent des dispositions favorables à une évolution positive (ramification abondante et robuste, port équilibré) dont il faut tenir compte.

.../...

CHAPITRE 4.-

PERSPECTIVES ET SUITE DE L'ETUDE

4.1. REMARQUES ET DISCUSSIONS

Les remarques et discussions portent essentiellement sur le protocole d'essai mis en place en 1983 et sur les perspectives définies pour les activités du projet.

4.1.1. LE PROTOCOLE

Celui qui a été exécuté en 1983 à Gampèla est basé sur des essais en une ligne de plants, tant pour les haies vives que pour les brise-vent. Les observations sur le comportement des espèces nous amènent à un certain nombre de remarques :

- Quelques-unes des espèces utilisées en haies vives ne sont pas épineuses ou ne présentent pas une ramification suffisante, alors que ces caractères sont hautement appréciables pour une haie.

- D'autres, bien qu'épineuses, possèdent une ramification haute ou sont très appréciées du bétail.

- D'autres enfin ont une croissance lente les premières années de plantation, ou sont sujettes à des attaques parasitaires pouvant entraîner des mortalités élevées.

Dans ces conditions, si les essais portant sur une ligne de plants permettent d'observer le comportement des espèces, la mort d'un ou de plusieurs plants successifs provoquerait une ouverture dans la haie accessible au petit bétail. Par ailleurs, l'insuffisance de la ramification chez certaines espèces est un facteur qui limite leur utilisation en ligne unique.

Ces observations nous obligent à rechercher un protocole plus approprié aux caractéristiques des lieux et des espèces (nous y reviendrons plus loin).

Concernant les brise-vent, on peut conclure que le protocole mis en place ne permettra pas, à moyen terme, d'obtenir des effets significatifs sur la vitesse du vent. Tout au plus, il permet de suivre la croissance des espèces et d'apprécier leurs capacités à former en association avec d'autres, un rideau plus efficace.

.../...

Néanmoins il faut remarquer que la limite entre un brise-vent et une haie-vive n'est pas toujours bien définie, la seconde pouvant jouer dans certaines conditions le rôle du premier. C'est ce qui explique le développement fait précédemment sur le brise-vent.

4.1.2. LA PROTECTION ET LE CADRE DES ESSAIS

Dans la mesure où le rôle d'une haie vive est de protéger un champ ou une plantation contre l'invasion des animaux, il semble quelque peu contradictoire que des essais portant sur leur mise en place soient strictement protégés : faudra-t-il à l'utilisateur protéger ses installations pendant deux à trois ans, le temps que la haie devienne fonctionnelle ? Dans l'affirmative, les problèmes liés aux autres méthodes de protection ne sont qu'en partie résolus !.

Certaines des espèces utilisées sont effectivement appréciées surtout par les caprins en saison sèche lorsque le fourrage vert se fait rare. Il est donc entendu, que des haies faites à partir de ces espèces, si elles ne sont pas protégées - comme c'est le cas dans nos campagnes -, ne peuvent faire exception.

Cependant, toutes les espèces ne réagissent pas de la même manière au broutage et dans la région sahélienne la prolifération de certaines d'entre elles malgré l'action des petits ruminants est une preuve de leur adaptation au système. Dans ce sens, et pour prendre tous ces facteurs en compte, le protocole des essais à venir devra permettre de tester la réaction des formations denses à partir de ces espèces, au milieu libre, et de sélectionner celles qui répondent le mieux à l'ensemble des conditions matérielles d'utilisation.

Par ailleurs, deux autres caractéristiques des espèces utilisables en haie vive sont l'adaptation aux conditions locales et la facilité de reproduction par les paysans eux-mêmes. Dans le cas présent, les espèces locales en essai ne sont pas toutes utilisées de façon traditionnelle dans ce but, encore moins celles qui sont introduites. Même si leur production en pépinière ne pose pas de problème majeur aux Services Forestiers, il est difficile à nos agriculteurs, sans une formation appropriée, de reproduire en pépinière, voire en semis direct, des espèces comme *Acacia* sp.p, *Bauhinia rufescens* et *Prosopis juliflora*.

Il est donc nécessaire, avant la vulgarisation des résultats qui pourront être obtenus des essais de Gampèla, de tester le comportement des espèces selon les conditions écologiques et micro-climatiques des différentes régions du pays, et d'apprécier leur degré d'acceptabilité par les paysans eux-mêmes.

4.2. NOUVELLES PROPOSITIONS : LE PROGRAMME 1984

Le programme d'activités du projet prévoit pour la deuxième (1984) et la troisième année, de poursuivre les essais entrepris la première année en tenant compte des modifications rendues nécessaires par les observations déjà faites.

Dans cette optique, la suite de la présente étude devrait permettre de combler les lacunes observées çà et là dans l'exécution du travail, de corriger les erreurs d'appréciation et surtout de compléter le protocole de mise en place des essais. Elle devra permettre aussi d'élargir les possibilités d'intervention du projet à travers le pays et dans le domaine de la recherche appliquée, le but visé étant de mettre sur pied une méthodologie définitive, et la plus appropriée possible, dans l'étude et la mise en place des haies vives et brise-vent, et de façon générale d'obtenir des informations de base sur les systèmes de production mixtes (agro-forestiers).

Ainsi, pour la campagne 1983-1984, nous avons proposé un protocole qui s'articule autour de deux axes .

- La poursuite des essais sur les haies vives et brise vent à GAMPÈLA,
- La préparation des conditions de vulgarisation.

4.2.1. LES ESSAIS SUR LES HAIES VIVES ET BRISE VENT À GAMPÈLA

Les propositions consistent essentiellement à faire une sélection qualitative des espèces et de leurs mode de propagation, tout en élargissant leur nombre.

- à mettre en place de façon systématique deux lignes parallèles et voisines dont les plants sont disposés en quinconce d'une ligne à l'autre, pour tout essai en haie vive,

- à renforcer la ligne de haie vive à partir d'une espèce non épineuse ou à ramification haute et insuffisante, par une seconde ligne d'une espèce à ramification basse et robuste (éventuellement épineuse). La position extérieure ou intérieure de l'une des lignes par rapport à l'autre pourra être dictée par le degré de palatabilité de chacune des espèces associées,

- à améliorer l'efficacité potentielle des essais brise-vent de 1983 et à rechercher progressivement une méthodologie conséquente pour leur mise en place.

Ainsi, le protocole proposé se résume comme suit :

a) Les Essais Haies Vives

Chaque essai portera sur une portion de 10 mètres à écartement fixe, en deux lignes parallèles distantes au plus de 50 cm et dont les plants sont disposés en quinconce d'une ligne à l'autre. Le nombre d'espèces en essai passera de 8 en pots à 11, de 4 par bouturage à 1, de 8 par semis direct à 3. La sélection imposée aux espèces à reproduire en boutures et en semis direct a été nécessaire suite aux résultats obtenus cette année sur leur facilité de reproduction par ces procédés, sur la résistance des jeunes pousses à la sécheresse et leur disponibilité dans le pays.

Le nombre d'espèces à reproduire en pots a été augmenté afin d'offrir un éventail de choix plus large aux différents utilisateurs des régions de notre pays.

On distinguera à ce niveau, 3 sous programmes :

a.1 Sous-programme 1 : les essais haies vives pour pépinières et jardins maraîchers : essais arrosés pendant au moins une partie de la saison sèche

a.1.1. à partir de plants en pots : 1 espèce par essai

10 espèces :	Acacia nilotica	Bauhinia rufescens
	Acacia senegal	Combretum aculeatum
	Acacia seyal	Parkinsonia aculeata
	Acacia gourmaensis	Prosopis juliflora
	Balanites aegyptiaca	Zizyphus mauritiana.

1 écartement : 50 cm

3 répétitions par essai

soit 300 mètres de haie.

a.1.2. : A partir de plants en pots : 2 espèces associées par essai

5 espèces : Acacia nilotica (2 variétés)
 Acacia senegal
 Acacia gourmaensis
 Parkinsonia a.
 Jatropha curcas.

8 types d'associations :

- Acacia nilotica - Acacia senegal : ligne à ligne.
(c'est-à-dire que chaque ligne comporte une seule espèce).

- Acacia nilotica var. adansonii - A. nilotica var. tomentosa :
 ligne à ligne.

- Acacia nilotica - A. senegal : plant à plant (chaque ligne
comporte les deux espèces dont les plants alternent).

- Acacia nilotica - Jatropha curcas : ligne à ligne

- Acacia senegal - Jatropha curcas : "- "-

- Parkinsonia a. - A. nilotica "- "-

- Parkinsonia a. - Acacia gourmaensis : ligne à ligne.

2 répétitions par type d'association }
1 écartement : 50 cm } soit 160 mètres

a.1.3. : A partir de semis direct : Deux espèces associées par essai

3 espèces : Balanites a.
 Parkinsonia a.
 Jatropha c.

3 types d'association : Balanites a. - Jatropha c. : ligne à ligne
 Jatropha c. - Parkinsonia a. "-
 Parkinsonia a. - Balanites a. "-

2 répétitions }
1 écartement : 50 cm } soit 60 m.

a.2. : Sous-Programme 2 : essais haies vives "à sec" (non arrosés en dehors de la saison des pluies)

a.2.1. A partir de plants en pots : 1 espèce par essai

10 espèces (cf. a.1.1.)
2 écartements : 30 et 50 cm
4 répétitions par essai

} soit 800 m.

a.2.2. A partir de plants en pots : 2 espèces associées par essai

6 espèces : A. nilotica ; A. senegal, Jatropha curcas,
Parkinsonia a. ; A. gourmaensis ; Euphorbia
balsamifera (boutures).

10 types d'associations: les 8 types d'associations de a.1.2.
plus - Euphorbia b. - A. nilotica : ligne à ligne
- Euphorbia b. - A. senegal : -"-

2 écartements : 30 et 50 cm
4 répétitions par type d'association

} soit 800 m.

a.2.3. A partir de boutures

1 espèce : Euphorbia balsamifera
2 écartements : 30 et 50 cm
4 répétitions

} soit 80 m.

a.3. Sous-Programme 3 : essais haies vives non protégés

Cette série d'essais non protégés qui seront installés à Gampèla, doivent permettre l'étude des réactions des espèces, appetées ou non, à l'action du bétail (petits ruminants).

Ils portent sur 11 espèces :

- les 10 espèces de a.1.1. plus Jatropha curcas
- 2 écartements : 30 et 50 cm
- 1 répétition

} soit 220 m.

b.) LES ESSAIS BRISE-VENT

L'une des caractéristiques des espèces utilisées en 1983 est leur port en haut-jet lors de la première croissance, avec un fût bien marqué et dégarni, qui ne permet pas, même en plantation sur deux lignes parallèles, de former un rideau brise-vent régulier. Ce caractère est moins marqué lorsque les arbres sont récépés.

Dans ces conditions, les essais ultérieurs devraient viser à mettre sur pied un protocole sérieux qui réponde aux normes réelles des brise-vent efficaces. A cet effet, ils devraient permettre d'assurer au rideau brise-vent une structure homogène du bas en haut, par l'association d'espèces de comportements différents : des espèces de haut jet (Neem, Eucalyptus, Albizzia...) à élagage naturel assureront la protection haute par leur houppier, tandis que la base sera couverte par des arbustes buissonnants ou des rejets sur souches d'arbres récépés (Eucalyptus par exemple), qui en même temps créeront une rampe d'élévation pour le vent incident.

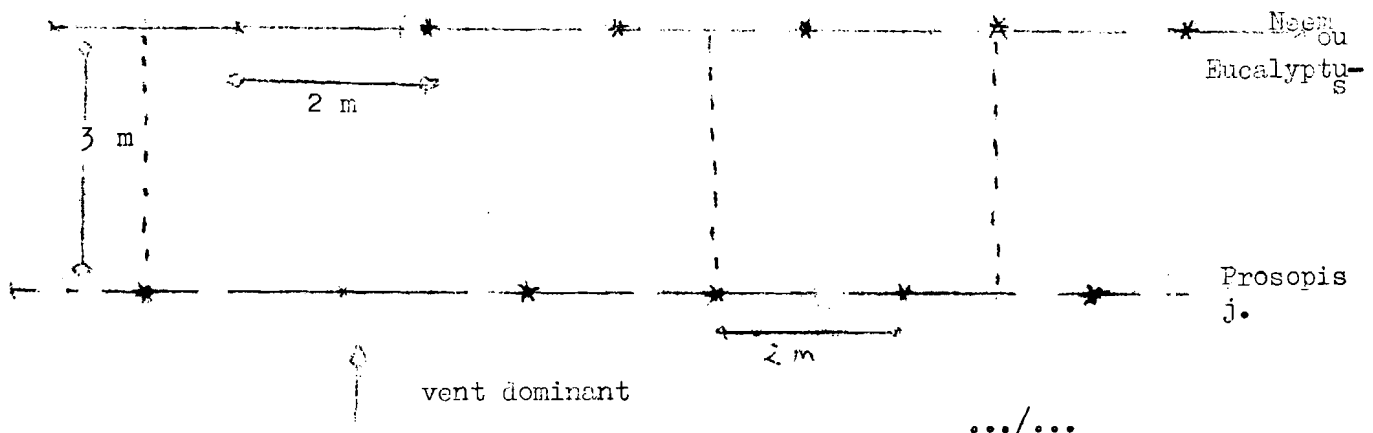
Les propositions portent donc sur la mise en place sous forme d'essai, de 400 mètres de brise-vent à partir de trois espèces :

- Prosopis juliflora (arbustif)
 - Azadirachta indica
 - Eucalyptus camaldulensis
- } haut jet

Ces brise-vent seront constitués des associations suivantes :

- Prosopis j. - Eucalyptus c. : 200 m
- Prosopis j. - Azadirachta indica : 200 m.

L'association consiste en la plantation de 2 lignes parallèles, l'une de Prosopis j. (côté au vent), à écartement de 2 m, l'autre de l'espèce de haut jet (côté sous le vent) à écartement de 2 m aussi. La distance entre les deux lignes est de 3 mètres.



4.2.2. LES ESSAIS HAIES VIVES DANS LES PROVINCES

L'extension des études sur les haies vives à plusieurs régions du pays est non seulement dictée par la nécessité de tester les espèces dans les différentes conditions écologiques ou micro-climatiques, mais aussi et surtout par le souci de préparer la phase de vulgarisation des résultats à obtenir.

En effet, outre les observations "sur le terrain" qui pourront être faites, ces essais, de par leur caractère démonstratif, susciteront davantage d'intérêt de la part des populations rurales et simplifieront ainsi le travail d'approche lors de la vulgarisation des résultats.

Des propositions ont été faites à six Directions Provinciales de l'Environnement et du Tourisme (ex. Inspections Forestières) pour la mise en place dans leurs zones respectives, d'essais haies vives. Ce programme s'articule autour de deux axes :

- définir dans chaque localité un certain nombre d'espèces susceptibles de convenir à la réalisation des haies, en se basant sur la connaissance des espèces locales et exotiques et surtout sur les pratiques traditionnelles dans ce domaine.

- mettre au point un protocole pouvant permettre, en conditions normales, d'obtenir des résultats significatifs et aussi rapidement que possible.

Le protocole, basé sur les essais en double ligne de plants, sera exécuté si possible à deux niveaux :

1°) Dans un village de chaque secteur, il sera installé à l'intérieur des parcelles de reboisement ou en collaboration avec des paysans volontaires, un certain nombre d'essais à partir des espèces définitivement choisies en accord avec les intéressés. A ce propos, il est bon de signaler une expérience en cours dans la région de Koudougou avec la participation de groupements de maraîchers.

2°) Dans chaque pépinière dirigée par un agent des Eaux et Forêts, les mêmes types d'essais seront mis en place le long du grillage périphérique et des allées principales. Ces essais seront arrosés dans la mesure du possible pendant les quatre premiers mois de la saison sèche au moins, et serviront en même temps à la protection de ces pépinières.

Les essais porteront sur chaque espèce prise individuellement et sur les associations d'espèces deux à deux, selon les caractéristiques de chacune d'elles et le principe des essais de GAMPELA.

Ainsi, les espèces suivantes seront utilisées dans les localités ci-après : (tableau page suivante).

Ces propositions constituent un programme dont la réalisation nécessite un appui et un suivi continus de la part du projet "Haies Vives", compte tenu de leur importance et des activités propres aux Inspections elles-mêmes : (appui matériel et financier pour la mise en place, suivi régulier d'un responsable des essais au niveau du projet). Elles ne doivent pas constituer "des essais comme tant d'autres, imposés d'en haut", mais doivent plutôt retenir l'attention et susciter l'intérêt de tous ceux qui s'intéressent au problème de la protection des exploitations en Haute-Volta. C'est à cette seule condition que des résultats positifs pourront être obtenus.

4.2.3. LE CALENDRIER DE TRAVAIL

Comme pour toutes les campagnes de reboisement, le programme "haies vives" se prépare au moins dès le début de l'année, en pleine saison sèche. Nous avons remarqué que l'un des facteurs ayant limité la réussite de certains de nos essais est la quantité de pluie reçue avant la saison sèche. Cette quantité est liée en temps normal à la date de mise en place et par conséquent au respect d'un calendrier qui devrait être établi dès le départ. En 1983, des problèmes liés à l'encadrement des équipes de travail n'ont pas permis de respecter scrupuleusement ce calendrier, ce qui s'est traduit par les résultats que l'on connaît.

.../...

LOCALITE	GAMPELA	KAYA	OUAHIGOUYA	DEDOUGOU	BADA	DJIBO	KOUDOUGOU
ESPECES							
PLANTS EN POTS							
<i>Acacia nilotica</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acacia senegal</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acacia seyal</i>	X		X	X			X
<i>Balanites aegyptiaca</i>	X	X	X	X			
<i>Acacia gourmaensis</i>	X				X		X
<i>Bauhinia rufescens</i>	X	X	X	X		X	X
<i>Combretum aculeatum</i>	X						
<i>Jatropha curcas</i>	X	X			X	X	X
<i>Jatropha gossypifolia</i>			X				
<i>Lawsonia inermis (henné)</i>			X				
<i>Parkinsonia a.</i>	X	X	X	X	X		X
<i>Prosopis juliflora</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Zizyphus mauritiana</i>	X	X	X	X	X		X
BOUTURES							
<i>Euphorbia balsamifera</i>	X	X	X			X	
<i>Commiphora africana</i>		X					
SEMIS DIRECT							
<i>Balanites a.</i>	X	X	X	X	X		
<i>Jatropha gossypifolia</i>		X	X				
<i>Jatropha curcas</i>	X	X	X		X		
<i>Parkinsonia aculeata</i>	X				X	X	

.../...

Pour situer chaque action dans le programme annuel et éviter les écarts temporels dans son exécution, les principales tâches pour Gampèla peuvent se répartir de la façon suivante :

2ème Trimestre de l'année : Avril à Juin 1984

- 3è série d'évaluation des essais 1983
- Nettoyage et sarclage des essais 1983
- Essais de taille et autres traitements (arcure par exemple) sur les essais 1983
- Préparation du terrain pour les essais 1984
- Mise en place de boutures (Euphorbia b.)

3ème Trimestre : Juillet - Septembre 1984

- Mise en place des nouveaux essais (1984)
- Regarnissage des essais 1983 (sous forme d'essais)
- Entretien des essais 1983 : regarnissage , sarclages...
- Surveillance phyto-sanitaire continue des essais 1983 et 1984
- Dans les Provinces, contrôle de la mise en place effective des essais proposés.

4ème Trimestre : Octobre - Décembre 1984

- Première série d'évaluation des essais 1984 (tant à Gampèla que dans les Provinces).
- Entretien des essais arrosés
- Evaluation des essais de taille effectués sur les plantations 1983.

.../...

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Préparation du terrain	-----								
essais de bouturage									
3è série de mesures									
Essais de taille									
Mise en place des essais 1984									
Entretiens : regarnissage - sarclages -									
Surveillance phytosanitaire									
Première série d'évaluation : Gampèla -									
Provinces									
Evaluation essais de taille :									
Arrosage essais pour pépinières									

.../...

CONCLUSION GENERALE

Les conditions climatiques que nous avons connues au cours de la saison pluvieuse 1983 ne permettait pas au départ d'espérer les résultats observés à l'issue de cette première année d'essais sur les haies vives, et qui somme toutes peuvent être jugés satisfaisants. Cependant, il y a lieu de souligner certaines imperfections qui ont pu être constatées.

Tout d'abord, quelques défauts d'organisation liés à l'insuffisance des moyens matériels et humains (pour l'encadrement de la main-d'œuvre surtout) n'ont pas permis, au démarrage des activités, d'exécuter dans les délais voulus l'ensemble du protocole proposé.

Ensuite, en ce qui concerne les essais irrigués, un manque de rigueur dans la façon d'arroser a conduit souvent à "noyer" les placeaux deux fois par semaine, plutôt qu'à rechercher, en même temps qu'une économie d'eau, l'efficacité du traitement. Il serait donc intéressant de reprendre entièrement ce protocole pour les années à venir, en se donnant les possibilités d'un contrôle plus strict des quantités d'eau à utiliser.

Enfin, il est regrettable que le volet brise-vent ait été quelque peu négligé malgré son importance dans le contexte général de l'agro-foresterie et les espoirs que ces formes d'aménagement des terres peuvent susciter pour l'agriculture sahélienne. L'objectif n'était peut-être pas clair au départ, ce qui a conduit à mettre en place des essais plutôt démonstratifs.

L'extension des essais sur les haies vives à plusieurs provinces du pays témoigne de l'importance accordée à ce programme et permet d'espérer le succès de l'œuvre de vulgarisation à venir. Néanmoins, il serait souhaitable que cette action soit le point de départ d'une série de recherches qui permettront d'obtenir des informations scientifiquement valables sur l'ensemble des systèmes agro-sylvo-pastoraux applicables à la Haute-Volta et qui pratiquement, à travers les projets "Bois de Villages" ; connaissent déjà une vulgarisation plus ou moins poussée.

A cet effet, un développement du volet brise-vent et plus généralement des essais agro-sylvicoles déjà entrepris dans le cadre du projet "Haies Vives", serait appréciable.

Enfin, la particularité de cette recherche est qu'elle vise à répondre le plus rapidement possible aux problèmes qui se posent sur le terrain dans l'exécution du programme du Ministère de l'Environnement et du Tourisme.

Elle constitue à ce titre une forme de recherche appliquée dont les objectifs déclarés sont connus. Dans ce domaine d'ailleurs, la Haute-Volta semble parsemée de nombreux essais peu exploitables, soit parce qu'ils sont trop compliqués et font intervenir trop de facteurs à la fois, soit parce que l'on manque d'informations à leur sujet. Cette méconnaissance des résultats existants conduit parfois à recommencer dans le même secteur une expérience déjà faite. Cet état de choses est accentué par l'absence au niveau national d'une structure chargée de collecter et de diffuser les informations en la matière, de coordonner les actions sur le terrain et d'orienter la recherche afin de parvenir à l'élaboration d'une politique commune. L'existence d'une telle politique est d'autant plus nécessaire que l'Agro-foresterie est considérée en Haute-Volta comme l'un des moyens privilégié qui devrait permettre aux populations rurales la satisfaction de leurs besoins agricoles et énergétiques.

.../...

ANNEXE I.-

GRANULOMETRIE DES SOLS DE L'ENCEINTE DE L'I.S.P

N° Placeau	Argile %	Sable %	Limon %	Type de texture	Espèce Plantée
1	35,9	37,4	26,7	A.S.L	Balanites (P) + Bauhinia (P)
2	21,8	54,6	23,6	S.A.L	Zizyphus (S) - Jatropha (S)
3	22	52,6	25,4	"-	A. nilotica (P) - Parkins. (S)
4	23,6	53,6	22,8	"-	Balanites (S)
5	22,8	53,8	23,4	"-	A. nilotica (S)
6	30,4	46,4	23,2	A.S.L	Bauhinia (S) - Parkins. (P)
7	30	45,9	24,1	A.S.L	Prosopis (P) - Jatropha (P)
8	31,6	43,8	24,6	A.S.L	Zizyphus (P) - A. senegal (P)
9	23,9	47,3	28,8	S.A.L	A. senegal (S) Prosopis (S)
10	34,7	40,8	24,5	A.S.L	Jatropha (P) - Balanites (P)
11	27,8	49,6	22,6	"-	Bauhinia (P) - A. senegal (S)
12	25,8	52,5	21,7	"-	Zizyphus (P) - Balanites (S)
13	37,3	38,6	24,1	"-	A. senegal (P) - Prosopis (P)
14	32,3	43,6	24,1	"-	Parkinsonia (P). A. nilotica (S)
15	31,4	43,7	24,9	"-	A. nilotica (P) - Jatropha (S)
16	33,7	42,8	23,5	"-	Parkinsonia (S) - Bauhinia (S)
17	30,5	42,3	27,2	"-	Prosopis (S) - Prosopis (P)
18	32,4	42,3	25,3	"-	Balanites (P)
19	32,9	40	27,1	"-	Parkinsonia (P) - Jatropha (P)
20	31,1	40,7	28,2	"-	Bauhinia (P) . Zizyphus (P)
21	31,1	43,7	25,2	"-	-
22	34,2	34,5	31,3	I.A.S	A. senegal - A. nilotica (P)
23	33,7	40,1	26,2	A.S.L	Zizyphus (S)

N.B. : A S.L. = Argilo-sablo-limoneux P = pots
 S L. = Sablo-limoneux
 A.L. = Argilo-limoneux S = semis direct.

.../...

ANNEXE I.- GRANULOMETRIE DES SOLS DE GAMFIA

N° Echantillon	Argile %	Sable %	Limon %	Nature du Sol	Espèce Plantée
1	27,3	48,4	24,3	A.S.L	
2	33,2	44,1	22,7	A.S.L	
3	32,7	46,7	20,6	A.S.L	
4	28,7	49,2	22,1	"	
5	31,5	47,1	21,4	"	
6	24,6	51,7	23,7	S.A.L	
7	18,7	53	28,3	S.A.L	
8	25,6	46,4	28	A.S.L	
9	24,6	49,1	26,3	S.A.L	
10	29,9	47,2	22,9	A.S.L	
11	21,7	48,6	29,7	S.A.L	
12	21	48,9	30,1	L.S.A.	
13	24,2	48,2	27,6	S.A.L	
14	18,9	51,6	29,5	S.A.L	
15	18,4	48,5	33,1	L.S.A	
16	23,9	48,6	27,5	S.A.L	
17	37,8	38,5	23,7	A.S.L	
18	42,7	33,3	24,0	A.L	
19	38,6	39,6	21,8	A.S.L	
20	33,8	42,6	23,6	A.S.L	
21	34,6	41,4	24	A.S.L	
22	31,4	43,7	24,9	A.S.L	
23	33,3	41,6	25,1	"	
24	27,4	42,7	29,9	"	
25	26,0	43	31	L.S.S	

.../

26	!	29,3	!	42,8	!	27,9	!	A.S.L	!
27	!	26,2	!	48,6	!	25,2	!	A.S.L	!
28	!	24,3	!	51,4	!	24,9	!	S.A.L	!
29	!	19,5	!	59,7	!	26,8	!	S.A.L	!
30	!	20,7	!	50	!	29,3	!	-"-	!
31	!	16,1	!	49,4	!	34,5	!	L.S.A	!
32	!	24,4	!	46,1	!	29,5	!	S.A.L	!
33	!	13,9	!	52,7	!	33,4	!	L.S.A	!
34	!	14,8	!	52,1	!	23,1	!	L.S.A	!
35	!	21,0	!	51,4	!	27,6	!	S.A.L	!
36	!	30,3	!	41,9	!	27,8	!	A.S.L	!
37	!	26,6	!	39,2	!	34,2	!	L.A.S	!
38	!	22,8	!	41,6	!	35,6	!	L.S.A	!
39	!	25,4	!	37,8	!	36,8	!	L.A.S	!
40	!	26,7	!	37,0	!	36,3	!	L.A.S	!
41	!	28,3	!	35,7	!	36	!	L.A.S	!
42	!	31,1	!	36,3	!	32,6	!	L.A.S	!
43	!	18,4	!	50,5	!	31,1	!	L.S.A	!
44	!	23,2	!	44,5	!	32,3	!	L.S.A	!
45	!	23,2	!	43	!	33,8	!	L.S.A	!
46	!	22,9	!	45,4	!	31,7	!	L.S.A	!
47	!	22,9	!	47,6	!	29,5	!	S.A.L	!
48	!	33,0	!	41,2	!	25,8	!	A.S.L	!
49	!	30,5	!	37,2	!	32,3	!	L.A.S	!
50	!	23,9	!	37,9	!	36,2	!	L.S.A	!
51	!	21,7	!	39,6	!	38,7	!	L.S.A	!
52	!	17,1	!	47,2	!	35,7	!	L.S.A	!

.../...

53	! 12,9	! 45,1	! 42	! L.S.A	!
54	! 18,1	! 46,5	! 35,4	! L.S.A	!
55	! 12,2	! 50,1	! 37,7	! L.S.A	!
56	! 9,6	! 49,7	! 40,7	! L.S.	!
57	! 10	! 56	! 34	! L.S.	!
58	! 23,9	! 53,2	! 22,9	! S.A.L	!
59	! -	! -	! -	! -	!
60	! -	! -	! -	! -	!
61	! 39,0	! 33,2	! 27,8	! A.S.L	!
62	! 34,3	! 41	! 24,7	! A.S.L	!
63	! 27,8	! 46,8	! 25,4	! A.S.L	!
64	! 31,5	! 39,9	! 28,6	! -"-	!
65	! 22,6	! 50,8	! 26,6	! S.A.L	!
66	! 26,5	! 45,2	! 28,3	! A.S.L	!
67	! 25,5	! 45,7	! 28,8	! A.S.L	!
68	! 28,9	! 45,7	! 25,7	! A.S.L	!
69	! 34,0	! 43,2	! 22,8	! A.S.L	!
70	! 35,6	! 41,3	! 23,1	! A.S.L	!
71	! 36,1	! 41,3	! 22,6	! -"-	!
72	! 31,9	! 42,4	! 25,7	! -"-	!
73	! 33,1	! 42,2	! 24,7	! -"-	!
74	! 21,6	! 51,6	! 26,8	! S.A.L	!
75	! 24,6	! 47,8	! 27,6	! -"-	!
76	! 29,6	! 48,6	! 21,8	! A.S.L	!
77	! 40,3	! 39,6	! 20,4	! A.L	!
78	! 30,8	! 47,8	! 21,4	! A.S.L	!
79	! 24,4	! 50,2	! 25,4	! S.A.L	!

.../...

80	22,6	52,6	24,8	S.A.L
81	25,8	49,9	24,3	A.S.L
82	32,0	53,4	14,6	"
83	20	48,8	31,2	L.S.A
84	36,2	38,7	25,1	A.S.L
85	25,1	44,1	30,8	L.A.S
86	25,3	40,9	33,8	L.A.S
87	28,3	59,5	12,2	A.S.L
88	22,2	44,0	22,8	S.A.L
89	32,7	47,6	19,7	A.S.L
90	22,6	56,1	21,3	S.A.L
91	17,7	68,6	13,7	S.A.L
92	12,9	69,6	17,5	S.A.L
93	14,5	67,0	18,5	S.A.L
94	23,3	55,6	21,1	S.A.L
95	25,9	52,8	21,3	A.S.L
96	36,3	44,4	19,3	"
97	37,3	42,2	20,5	"
98	34,1	46,4	19,5	"
99	27,7	49,3	23	"
100	26,3	45	28,7	"
101	22,6	55,4	22	S.A.L
102	26,3	51,1	22,6	A.S.L
103	28,4	51,1	20,5	"
104	23,4	52,1	24,5	S.A.L
105	37,4	49,8	12,7	A.S.L
106	24,3	47,4	28,3	S.A.L

.../...

107	20,5	48,3	31,2	L.S.A
108	12,8	60,2	27	S.A.L
109	29,8	59,3	10,9	A.S.L
110	18,7	53,6	27,7	S.A.L
111	24,3	41,0	34,7	L.S.A
112	21,0	39,9	39,1	L.S.A
113	09,4	71,5	19,1	S.L
114	12,3	66,1	21,6	S.A.L
115	13,8	63,9	22,3	S.A.L
116	29,8	51,2	19,0	A.S.L
117	22,8	55,4	21,8	S.A.L
118	29,3	57,9	12,8	A.S.L
119	16,8	58,1	25,1	S.A.L
120	21,4	56,4	22,2	S.A.L
121	10,0	59,9	30,1	L.S.
122	12,2	57,9	29,9	S.A.L
123	20,6	52,6	26,8	S.A.L
124	24,2	50,4	25,4	S.A.L
125	21,9	54,2	23,9	-"-
126	21,6	57,7	20,7	-"-
127	11,6	63,3	25,1	S.L
128	16,7	64,2	19,1	S.A.L
129	19,4	62,0	18,6	S.A.L
130	19,6	59,9	20,5	S.A.L
131	17,5	62,3	20,2	S.A.L
132	17,5	55	27,5	S.A.L
Moyenne	26,36	48,98	26,26	A.S.L.

.../...

ANNEXE 1.-

PLUVIOMETRIE DECADEAIRE DE GAMPELA - 1983

JOURS	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE
1		19,1				
2						
3				1		
4			24,2	36,2		
5			2,0			
6	0,9				8,4	
7			1,4	0,5		
8				25,4		
9				14,2		
10					11,6	
Total période	0,9	19,1	27,6	77,3	20	-
11		38,8			22	
12				6		
13						
14			24		1,3	
15		6,8		12	5,3	
16					3,4	
17	24,2					
18			27,5		1,4	
19		34,1		1,5		
20						
Total période	24,2	79,7	51,5	19,5	33,4	
21	19,8			5,5		
22		32,2			7,7	
23						
24						
25			30,2			
26				19,5		
27	8,3		49,5	0,5		
28		24				
29			1,0			
30						
31			71,5	4,20		
Total période	28,1	56,2	152,2	29,70	7,7	
Total mois	53,2	155	231,3	126,50	61,1	
Total cumulé	53,2	208,2	439,5	566,00	627,1	
Jours cumulés	4	10	19	31	41	

ICHE DE MESURES N° 1

Sous-Programme : Mode De Reproduction (Pots, Semis, Direct, Boutures) Ecartement :
 Espèce : Nombre De Pieds Vivants : Répétition n° :

Mesure demandée (en cm)	N° du Pied																																	Moyenne	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33		
Hauteur	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!
- Diamètre du houppier dans le sens I au sens de la ligne	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	
Diamètre-circonférence de la tige à la base (1)	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	
Hauteur de la première ramification	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	
- Observations particulières	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	

(1) : Diamètre-circonférence : rayer la mention inutile

N.B. : - Le n° du pied correspond au rang du plant sur la ligne de haie constituée par chaque portion de 10 m
 - Chaque mesure sera exprimé au mm près (1 chiffre après la virgule).

.../...

ICHE DE MESURES N° 2.-

Date et Lieu : Espèce : Mode de Reproduction (Pots - Semis - Boutures)
Sous-Programme : Répétition n° : Ecartement :

Picé n°	! Nombre de rameaux I ! entre _____ cm et _____ cm ! de hauteur (niveau 1)	! Nombre de rameaux ! entre _____ cm et _____ cm ! de hauteur (niveau 2)	! Nombre de rameaux au ! dessus de _____ cm ! (niveau 3)	! Nombre de rameaux dépassant ! _____ cm de part et d'autre de ! la haie	
				<u>Côté 1</u>	<u>Côté 2</u>
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!
	!	!	!	!	!

ANNEXE III : RESULTATS DES MESURES SUR LES HAIES VIVES
AOUT 1983 - MARS 1984

.../...

TABLEAU : A.III 1 HAUTEUR MOYENNE DES ESPECES EN HAIES VIVES A PARTIR DE PLANTS EN POTS ARROSES.
SEPTEMBRE 1983 ET MARS 1984 (CM)

	Acacia Nilotica		Acacia senegal		Balanites a.		Bauhinia r.		Jatropha c.		Parkinsonia a.		Prosopis j.		Zizyphus m.	
	Sept.	Mars	Sept.	Mars	Sept.	Mars	Sept.	Mars	Sept.	Mars	Sept.	Mars	Sept.	Mars	Sept.	Mars
Répétition n°																
1	74,3	14,1	45,3	79,1	24,3	45,2	48,3	178,15	22,3	48,3	93,3	193,05	106,7	156,45	31	44,65
2	<u>57</u>	<u>72,3</u>	33	63,4	7,7	25,3	51,7	169,8	21,7	62,85	85	163,55	85	133,05	8,33	40,50
3	44,7	157,6	37,7	129,6	27,7	39,2	42,3	148,9	32,3	82,65	80	<u>111,80</u>	82,7	167,55	25	40,16
X	58,7	123,63	38,58	90,7	19,91	36,57	47,45	165,62	25,45	64,6	86,11	156,13	91,47	152,35	21,44	41,77
S	14,9	45,22	6,22	34,59	10,71	10,21	4,75	15,07	5,96	17,24	6,79	41,13	13,24	17,61	11,75	2,50
Cv (%)	25,38	36,57	16,08	38,14	53,79	27,92	10,01	9,1	23,42	26,68	7,81	26,34	14,47	11,56	54,8	5,98
	Acacia nilotica		Acacia senegal		Balanites a.		Bauhinia r.		Jatropha c.		Parkinsonia a.		Prosopis j.		Zizyphus m.	
Répétition n°																
1	66,7		33,8		20,9		129,85		26		99,75		49,75		13,65	
" 2	<u>15,3</u>		30,4		17,6		118,1		41,15		78,55		48,05		32,17	
" 3	112,9		<u>91,90</u>		11,5		106,6		50,35		<u>31,8</u>		84,85		15,16	
X	64,97		52,03		16,67		118,18		39,17		70,03		60,88		20,33	
S	48,82		34,57		4,77		11,63		12,3		34,77		20,77		10,28	
Cv (%)	75,14		66,44		28,67		9,84		31,4		49,65		34,12		50,57	

Tableau A III-2 Accroissement moyen : essais arrosés à partir de plants en pots : Septembre 1983 - Mars 1984 (cm).

.../...

ESPECE Répétition	Acacia n.		Acacia s.		Balanites a.		Bauhinia r.		Jatropha c.		Parkinsonia a.		Prosopis j.		Zizyphus m.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ECARTEMENT	50 cm	30 cm	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30
n° 1	57,3	50,33	51,7	67,3	26,3	24,3	32	28,7	23,3	29,3	99,3	87,7	55,3	60	31,3	30,7
n° 2	47,7	45,3	47,7	37,7	31,6	15,7	34,7	42,3	32,7	28,3	95,3	98,7	50	68,3	23	31,3
3	59,3	60	50,3	52,3	24,6	25,3	96,7	32	25,6	37,3	79,3	87,3	49,7	73,7	23,3	21,7
4	44	44,3	50	47	20,3	21,7	35,7	32	16,3	16	89	94,7	54,7	57,3	26	26
5	52,3	50	45,3	38,7	29,7	29	24,3	24	31,3	35,7	87,3	92,7	79,3	80	29,7	24,6
6	48,3	55	40	48,3	29,7	23	35,7	58,3	-	-	181,3	187,3	66,7	55,7	23	27,3
7	51,7	35	46,7	50,7	24	15,7	53,3	50,7	31,3	34,3	72,3	78	63,3	73,3	16,7	34
8	66,7	81,7	33,3	53,3	26	24,7	53,3	47,3	21,7	16,3	53	58,3	55	53,3	36	29,3
9	50	50,7	30,7	51,7	16	20,7	43	44	26,7	27,3	75,7	86	74	86	29,7	25,7
10	44	53	55	41,3	19,3	20,3	24	25,7	31	22,7	71,7	72,3	68,3	63,3	25	34,7
11	38,3	42,5	17,3	36,7	16	25,7	39,7	43,3	33	28	82,7	74,3	-	-	23,7	18,7
\bar{X}	50,87	51,62	42,55	47,73	23,95	22,37	38,40	38,94	27,29	27,52	80,63	83,39	61,63	67,09	26,13	27,64
S	7,97	12,03	11,29	8,97	5,44	4,12	10,06	11,13	5,57	7,41	12,73	11,70	10,26	11	5,23	4,97
Cv (%)	15,66	23,29	26,53	18,79	22,71	18,42	26,2	28,6	28,58	26,92	15,75	14,03	16,65	16,4	20,01	17,98

Tableau n° A III-3 : S/Programme II et III (b-1 et c-1) Hauteur moyenne des espèces par écartement et par répétition - Août 1983 (cm)

NB. \bar{X} = moyenne arithmétique ; S = écart. type ; Cv = coefficient de variation = $\frac{S}{\bar{X}} \times 100$

ESPECE Répétition	Acacia n.		Acacia s.		Balanites a.		Bauhinia r.		Jatropha c.		Parkinsonia a.		Prosopis j.		Zizyphus m.	
	Ecartement (cm)		50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30
1	81,1	90,42	62,63	72,88	29,35	28,87	59,74	54,1	73,95	66,53	135,78	143,94	87,89	96,77	51,16	48,66
2	68,47	63,64	62,45	56,52	25,17	27,17	54,15	62,52	74,20	62	128,75	143,09	77	73,65	43,35	49,53
3	70,10	71,67	67,70	59,33	25,4	26,15	46,75	46,12	75	164,45	144,5	122,53	97,78	79,39	49,88	52,2
4	64,45	76,42	64,85	53,47	18,81	21,16	64,1	66,16	57,06	34,55	124,05	153,55	66,67	72,97	37,57	39,11
5	63,4	75,76	-	-	20,88	28,39	58,8	53,03	75,2	172,79	124,4	112,38	92,92	102,58	38,45	33,73
6	86,15	72,38	60,84	62,61	24,47	20,40	107,20	92,91	52,94	51,77	120,05	121,84	101,21	84,97	40,94	40,96
7	67,60	104,97	59,44	54	13,15	12,63	82,10	83,67	60,85	53,79	114,65	112,52	74,6	119,67	38,2	42,12
8	79,25	96,45	46,30	63,56	25,42	27,3	122,58	72,94	54,67	39,42	139,89	136,64	50,59	56,50	39,12	49,44
\bar{X}	72,57	81,46	60,6	60,34	22,87	24,05	74,43	66,43	65,48	55,66	129,01	130,81	81,08	85,81	42,33	44,47
S	8,45	14,20	6,85	6,78	4,94	5,61	27,24	16,04	10	13,40	10,26	15,57	17,18	19,86	5,39	6,43
Cv (%)	11,64	17,43	11,3	11,24	21,60	23,33	36,60	24,14	15,27	24,07	7,95	11,90	21,19	23,14	12,97	14,46

Tableau A-III-4 : S/Programme II et III (b-1 et c-1) Hauteur moyenne des espèces par répétition et par écartement (cm) Mars 1983.

N.B. : A cette date, la hauteur moyenne de chaque espèce a été estimée à partir de mesures exhaustives sur un échantillon de 8 répétitions sur 11 (contrairement aux mesures de Août 1983).

.../...

	A. nilotica		A. senegal		Balanites a.		Bauhinia r.		Jatropha c.		Parkinsonia a.		Prosopis j.		Zizyphus m.	
ECARTEMENT	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30
Répetition n° 1	123,8	140,09	110,93	15,58	13,05	14,57	127,74	125,4	150,65	137,23	136,48	156,24	132,59	136,77	119,86	17,96
" 2	20,77	18,34	14,75	18,82	-6,43	11,47	20	20,22	41,5	33,7	33,45	44,39	27	5,35	20,35	18,23
" 3	10,8	11,67	17,4	7,03	0,8	1,15	10,05	14,12	49,4	27,15	65,2	35,23	48,08	5,69	26,58	30,5
" 4	20,45	32,12	14,85	6,47	-1,49	-0,54	28,4	34,16	40,76	18,55	35,05	58,85	11,97	15,67	11,57	13,11
" 5	11,4	25,76	-	-	-8,82	-0,61	34,5	29,03	43,9	37,09	37,10	19,68	13,62	22,58	8,75	9,13
" 6	37,85	17,38	20,84	14,31	-5,23	-2,6	71,5	34,61	-	-	38,75	34,54	34,51	29,27	17,94	13,66
" 7	15,9	69,97	12,74	3,3	-10,85	-3,07	28,8	32,97	29,55	19,49	42,35	34,52	11,30	46,37	21,5	8,12
" 8	12,55	14,75	13	10,26	-1,42	2,6	69,28	25,64	32,97	23,12	86,89	78,34	-	-	3,12	20,14
\bar{X}	19,19	28,76	14,93	9,4			36,28	27,02	41,25	28,05	46,91	45,22	25,58	23,1	16,21	16,36
S	8,94	19,17	3,31	5,47			22,29	7,22	7,83	8,03	19,08	18,46	13,96	15,49	7,72	7,15
Cv (%)	47	67	22,17	58,19			61,44	26,72	18,98	28,63	40,67	40,82	54,57	67,06	47,62	43,7

Tableau A-III-5 : Accroissement moyen (Août -1983 - Mars 1984) Essais non arrosés à partir de plants en pots - (cm)

.../...

ESPECES Répétition	Ac. nilotica	Ac. senegal	Bauhinia r.	Jatropha c.	Parkinsonia a.	Prosopis j.	Zizyphus m.
	1	3,8	3,35	3,95	6	30,5	7,5
2	8,7	3,9	1,25	6	25,25	8,75	0
3	2,9	4,3	1,8	6,7	27,10	7,40	0
\bar{X}	5,13	3,85	1,53	6,23	27,62	7,88	0
S	3,12	0,48	0,39	0,4	2,66	0,75	0
Cv (%)	60,82	12,46	25,5	6,42	9,63	9,52	0

Tableau n° A-III.6 a) Essais arrosés à partir de plants en pots. Hauteur moyenne du premier rameau (cm). Mars 1984.

.../...

ESPECES Répétitions	Ac. nilotica		Ac. senegal		Bauhinia r.		Jatropha c.		Parkinsonia a.		Prosopis j.		Zizyphus m.	
	50 cm	30 cm	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30
1	4,2	6,45	4,74	6,15	1,58	1,87	9,83	10,55	29,61	30,15	2,58	3,32	1,06	0,28
2	4,05	6,68	8	5,58	0,43	0,73	9,4	10,32	27,45	28,91	2,95	3,42	0	0
3	10,15	6,73	11,10	8,94	0,6	0,68	10,85	11	17,9	39,06	2,33	2,64	0,12	0,08
4	5,35	4,27	8,35	7,63	0,18	0,39	7	9,64	28,45	21,09	1,12	1,5	0,07	0,16
5	4,3	5,03	6,1	5,85	1,13	1,21	7,95	13,57	31,95	36,38	5,5	2,88	0	0,23
6	3,1	4,88	6,05	6,52	2,25	2,03	6,78	8,31	34,05	34,69	1,95	1,67	0	0
7	5,35	8,77	7,06	9,63	1,85	1,3	5,75	6,04	33,05	35,81	2,07	1,87	0	0
8	3,6	7,58	5,25	6,72	1,16	1,79	6,56	4,4	18,21	24,76	2,12	1,04	0	0
\bar{X}	5,01	6,3	7,08	7,13	1,15	1,25	8,02	9,23	31,33	31,36	2,58	2,29	0,16	0,09
S	2,22	1,5	2,05	1,48	0,72	0,61	1,81	2,91	8,31	6,23	1,29	0,89	0,37	0,12
Cv (%)	44,3	23,8	28,95	20,76	52,6	48,8	22,57	31,5	26,5	19,87	50	38,86	231,25	133,3

fig. A III-6-b) Essais non arrosés à partir de plants en pots - Hauteur moyenne du premier rameau - (cm) Mars 1984.

.../...

Répétition	Nombre de rameaux par pied entre 0 et 50 cm de hauteur	Nombre moyen de rameaux par pied au dessus de 50 cm de hauteur	Nombre de rameaux/pied dépassant 30 cm de part et d'autre de la haie
1	20,6	37,8	13,20
2	-	-	-
3	30,80	63,6	19,9
\bar{X}	25,7	50,7	16,55
S	7,21	18,24	4,74
Cv (%)	28,05	35,97	28,64

Tableau A III-7 a) Acacia nilotica : essais arrosés. Décompte de la ramification (moyennes) Mars 1984.

Répétition	Nombre de rameaux par pied entre 0 et 50 cm de hauteur		Nombre de rameaux par pied au dessus de 50 cm de hauteur		Nombre de rameaux par pied dépassant 30 cm de part et d'autre de la haie	
	50 cm	30 cm	50	30	50	30
1	38	29,63	20,8	23,88	12,3	10,32
2	49	15,13	12,4	9,13	8,84	4,44
3	8,6	20,38	7,80	8,13	3,4	5,54
4	37,8	14,75	10,6	17,38	7,9	5,36
6	41,2	25,38	11,6	7,75	12,1	9,44
7	29,4	25,00	2,8	16,5	8,6	12,2
8	37,2	32,38	17,8	18,13	9,3	9,46
9	27	21,63	14,8	7,75	5,7	5,22
\bar{X}	33,53	23,04	12,33	13,58	8,52	7,75
S	12,14	6,33	5,64	6,18	2,99	4,93
Cv (%)	36,2	27,47	45,74	45,5	35,1	37,8

Tableau A. III-7-b) Acacia nilotica : essais non arrosés.

Décompte de la ramification : moyennes observées en Mars 1984.

.../...

Répétition	!Nombre de rameaux par! !pied entre 0 et 50 cm! !de hauteur	!Nombre de rameaux/ !pied entre 50 et 100 !cm de hauteur	!Nombre de rameaux/ !pied au dessus de 100 !cm de hauteur	!Nombre de rameaux/ !pied dépassant 30 !cm de part et !d'autre de la haie
1	3,6	5	2,4	2,6
2	5,8	7,2	4,2	5,5
3	4,6	8,4	3	2,1
\bar{X}	4,67	6,87	3,20	3,4
S	1,10	1,72	0,92	1,84
Cv (%)	23,55	25	28,75	54,12

Tableau A-III-7-c)

Parkinsonia aculeata : décompte de la ramification - moyennes observées en essais arrosés, Mars 1984.

Répétition	!Nombre de rameaux par! !pied entre 0 et 50 cm! !de hauteur		!Nombre de rameaux/ !pied entre 50 et 100 !cm de hauteur		!Nombre de rameaux/ !pied au dessus de 100 !cm de hauteur		!Nombre de rameaux !par pied dépassant !30 cm de part et !d'autre de la haie	
	50 cm	30 cm	50	30	50	30	50	30
1	5,2	1,56	6	8,13	2,4	3,38	3,48	5,46
2	5,2	4,88	5,2	7,13	2,2	2,5	4,1	3,36
3	1	1,88	6,2	6,38	2,4	2	1,8	3,18
4	3	3,75	6,2	7,13	2,4	6	2,9	3,5
5	7,20	2,63	4,80	5,5	1,4	1,5	3,3	2,88
6	2,4	2,38	7,8	6,6	3,6	2,88	2,9	3,48
7	2,4	1,5	6	5,25	1	1,88	3,24	3
11	0,4	1,38	2,2	2,63	0,4	0,5	2,42	1,7
\bar{X}	3,35	2,5	5,55	6,09	1,98	2,58	3,02	3,32
S	2,32	1,24	1,61	1,68	1	1,64	0,7	1,04
Cv (%)	69,25	49,6	26,43	27,58	50,5	63,56	23,2	31,32

Tableau A-III-7-d) Parkinsonia a. essais non arrosés. Décompte de la ramification - Mars 1984.

.../...

	!Nombre de rameaux par !pied entre 0 et 50 cm !de hauteur	!Nombre de rameaux / !pied entre 50 et 100 !cm de hauteur	!Nombre moyen de ra- !meaux par pier au !dessus de 100 cm de !hauteur	!Nombre de rameaux/ !pied dépassant 30 !cm de part et !d'autre de la haie
1	13	14,2	13,7	12
2	10,4	16,4	13,2	8,7
3	15,2	11	17	12
\bar{X}	12,8	13,87	14,63	10,9
S	2,51	2,7	2,06	1,91
Cv (%)	19,6	19,47	14,08	17,52

Tableau A III-7-e) Prosopis juliflora (variété à port érigé). Décompte de la ramification - moyennes observées en essais arrosés - Mars 1984.

Répéti- tion	!Nombre moyen de ra- !meaux/pied entre 0 et !50 cm de hauteur		!Nombre de rameaux/ !pied au dessus de 50 !cm de hauteur		!Nombre moyen de rameaux par pied dé- !passant 50 cm de part et d'autre de la !haie	
	50 cm	30 cm	50	30	50	30
1	9,2	10,75	5,6	7,63	5,3	4,26
2	10,4	6,63	3	2,38	4,6	1,22
3	8,2	5,63	9,6	4,13	6,6	3,82
4	8,6	7,5	3,8	3,25	2,22	1,94
5	10	10,13	7,6	5,6	1,54	0,82
6	9,20	9,13	6	6,5	4,5	3,88
7	7,6	10,75	4	8,25	2,64	4,78
8	5,4	7,13	1,8	1,63	0,33	1,1
\bar{X}	8,58	8,46	5,18	4,92	3,43	2,73
S	1,57	1,99	2,56	2,45	2,19	1,62
Cv (%)	18,3	23,52	49,42	49,8	63,84	59,34

Tableau A III-7-f) Prosopis juliflora - Décompte de la ramification - moyennes observées en essais non arrosés - Mars 1984 (variété "rampante")

.../...

ESPECES Répétitions	Ac. nilotica	Ac. senegal	Bauhinia r.	Jatropha c.	Parkinsonia a.	Prosopis j.	Zizyphus m.
	1 . .	144	91,8	129,20	34,4	106,8	145,2
2	<u>65,9</u>	82	167,70	52,2	148,5	123,6	45,5
3	156,70	147,6	143,6	60,7	<u>85,6</u>	154,1	40,95
\bar{x} = moyenne	122,2	107,13	146,83	49,1	113,63	140,97	46,23
S	49,17	35,39	19,45	13,42	32	15,68	5,68
Cv (%)	40,24	33,03	13,25	27,33	28,16	11,12	12,28

Tableau n° A III-8-a) Essais arrosés à partir de plants en pots. Diamètre moyen de la couronne (cm). Mars 1984.

.../...

Répétition Espèces	Acacia nilotica		Acacia senegal		Bauhinia r.		Parkinsonia a.		Prosopis j.		Zizyphus m.	
	50 cm	30 cm	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30
1	99,6	128,06	75,05	85,12	62,95	71,47	91,66	84,58	147,58	160,97	53,13	59,63
2	105,26	97,45	72,2	72,45	77	72,42	88,12	166,32	96,92	62,24	62,24	56,63
3	87,2	97,94	85,9	72,42	60	57,03	55,9	56,75	205,89	180,55	57,88	61,84
4	119	129,52	76,5	48,93	78	60,58	70,8	101,39	129,41	157,10	46	43,16
5	123,7	117,82	-	-	79,6	68,97	77,6	54,69	<u>84</u>	<u>71,38</u>	41,6	39,15
6	118	116,44	63,47	68,79	98,9	83,21	88,8	89,38	218,95	207,73	49	43,93
7	102,4	140,71	77,67	54,94	75,2	71,76	90,2	82,38	180,67	209	22,4	38
8	126,1	138,97	59,40	56,63	72,32	58	106,21	108,79	<u>76,47</u>	<u>93,17</u>	44,44	47,53
\bar{X}	110,16	120,86	72,88	65,61	75,5	67,93	83,72	83,76	151,16	148,35	47,09	48,73
S	13,63	16,69	8,95	12,63	11,84	8,89	15,3	19,33	52,39	53,94	12,15	9,38
Cv (%)	12,37	13,8	12,28	19,25	15,68	13,08	18,26	23,07	34,66	36,36	25,8	19,24

Tableau n° A. III-8-b) Essais non arrosés à partir de plants en pots - Diamètre moyen de la couronne (cm) - Mars 84.

.../...

ANNEXE IV.-

DESCRIPTION DES ESPECES UTILISEES EN
HAIES VIVES ET BRISE-VENT

1.- ACACIA NILOTICA (FAMILLE DES MIMOSACEES)

Acacia nilotica est un arbre de dimensions moyennes, ne dépassant pas 12 à 13 m de haut et 60 cm de diamètre à la base. Cependant dans les meilleures stations, il peut atteindre 18 m de hauteur dont 4 m de fût libre.

La cime est généralement arrondie, assez épaisse et formée de branches ascendantes dont les rameaux portent plusieurs paires de longues épines stipulaires blanchâtres (3 à 4 cm) formant un angle voisin de 110 degrés. Sur les vieilles branches, ces épines sont réduites à de petits ergots. L'écorce brun-foncée, profondément fissurée et crevacée, exude une gomme rougeâtre.

Les feuilles groupées en fascicules de 2 à 3, sont alternes, bipennées avec 3 à 6 paires de pinnules et 10 à 30 paires de foliolules. L'inflorescence en boule jaune-dorée est formée de glomérules axillaires. C'est un Acacia commun en Afrique Tropicale sèche, en Arabie et dans la Péninsule indienne. On distingue 2 variétés : la variété Adansonii (O. Ktze) et la variété Tomentosa (A.F. Hill)

La variété adansonii : elle est caractérisée par des gousses grisâtres à maturité, formées de 8 à 12 segments peu étranglés contenant les graines (5.000 environ au kg). Cette variété présente en Haute-Volta un caractère anthropophile et se rencontre donc sur les sols argileux ou silico-argileux des champs de case autour des villages ainsi que dans les villages abandonnés. Dès que l'absence de l'homme se prolonge, elle se raréfie.

La variété tomentosa : elle est caractérisée par un port flexueux au jeune âge et des rameaux de couleur violacée qui portent des épines généralement plus robustes que celles de la variété adansonii et persistant sur les branches âgées. Les gousses sont composées de 4 à 6 segments fortement étranglés contenant les graines (7.000 env. au kg). Elle se rencontre sur les sols hydromorphes temporairement inondés (3 à 4 mois/an) et par conséquent le long des cours d'eau où elle forme des peuplements monospécifiques plus ou moins fermés (cf. forêt du barrage à Ouagadougou).

Acacia nilotica se reproduit très bien en pépinière par un semis dans des pots plastiques de graines préalablement soumises à un trempage dans l'eau bouillante suivi de refroidissement pendant 15 à 20 heures, ou alors à une immersion dans l'acide sulfurique concentré pendant quelques dizaines de minutes. La croissance des jeunes plants en pots est bonne dans les conditions normales.

Les feuilles des jeunes rameaux et les fruits verts non encore chargés de tanins seraient appréciés par les ovins et caprins, mais modérément par les bovins. A défaut d'autre nourriture, les chèvres consomment les vieilles feuilles et les gousses sèches tombées à terre.

La paroi de la gousse contient 20 à 22 % de tanin (Aubreville) et est utilisée traditionnellement pour le tannage en Afrique Tropicale sèche. Les gousses cueillies vertes sont de qualité supérieure à celle des gousses sèches parce qu'elles contiennent beaucoup plus de tanin.

En Haute-Volta, on trempe le cuir pendant quelques minutes dans un mélange aqueux de gousses égrenées et broyées pour le rendre plus souple et plus clair. Dans certaines régions du pays (Sud-Ouest notamment), les gousses ou l'écorce sont utilisées avec de la vase humide pour teindre le tissu ou le cuir. En pharmacopée, les bouillons d'écorce et de feuilles sont utilisés en lavement contre les coliques et constipations des nouveaux-nés.

2.- ACACIA SENEGAL Willd

Nom vulgaire = Gommier

Acacia senegal et *Acacia laeta* (R. BROWN) sont deux mimosacées voisines, toutes deux productrices de gomme arabique. Ce sont des arbres de petite taille, dépassant rarement 6 m de haut et 30 cm de diamètre à la base. Les branches, très ramifiées sont ascendantes puis étalées et généralement très rameuses dès la base. L'écorce des jeunes sujets est blanchâtre chez *Ac. senegal* et gris-verdâtre chez *Ac. laeta*. Le thytidome devient rugueux, crevassé et noirâtre avec l'âge.

La distinction du point de vue botanique est très difficile : les feuilles composées bipennées de couleur gris-vert sont groupées en fascicules de 2 à 5. Chez *Ac. senegal*, elles présentent 2 à 6 paires de pinnules et 6 à 15 paires de foliolules larges de 1 à 2 mm et longues de 3 à 6 mm. Chez *Ac. laeta*, les foliolules, au nombre de 3 à 5 paires, sont beaucoup plus larges, elliptiques ou obovées. Mais l'existence de formes transitoires entre les deux espèces complique davantage leur différenciation, faisant parler à certains moments d'hybridations possibles (Aubreville 1950).

Les fleurs sont groupées en épis axillaires denses, long de 5 à 8 cm. Elles sont très odorantes et mellifères.

Les épines, petites et noirâtres, sont groupées par trois à la base des fascicules foliaires. Recourbées en forme de crochets aigus, l'épine médiane est dirigée vers le sol tandis que les deux latérales divergent.

Le fruit est une gousse déhiscente oblongue et droite, jaune paille à maturité. Longue de 8 à 10 cm et large d'env. 2 cm, elle renferme 3 à 8 graines plates et lenticulaires, d'un diamètre d'environ 6 mm, qui restent fixées à la valve pendant plusieurs semaines après ouverture de la gousse. On compte 10 à 12.000 graines au kg pour *Ac. senegal* et 10.000 graines au kg pour *Ac. laeta*.

Les gommiers sont des arbres caractéristiques du Sahel, qu'on rencontre également en Arabie et dans le désert du *Sind* en Inde. En Afrique, ils occupent une large bande au Sud du Sahara qui va de l'Océan Atlantique à la mer Rouge. Leur aire de dispersion en Haute-Volta se situe entre le 10^e et le 16^e parallèle. Les peuplements les plus denses sont cantonnés entre les 13^e et 14^e parallèle où ils couvrent environ 20.000 à 30.000 km² répartis sur tout le Nord du pays. Cette aire est comprise entre les isohyètes 250 et 750 mm, avec des préférences où les précipitations atteignent 300 à 400 mm, réparties entre Juin et Septembre.

Leurs exigences vis-à-vis du sol ne présentent pas une règle absolue. Cependant, *Acacia senegal* habite de préférence les terrains sablonneux et les sols steppiques à dominance de sable grossier, à faible teneur en argile et limon ; l'infiltration y est plus rapide.

Acacia laeta lui, semble avoir une prédilection pour les sols rocheux des plateaux et montagnes où la vitesse d'infiltration est plus faible.

La régénération naturelle des gommiers est difficile du fait que les conditions nécessaires à leur propagation sont rarement réunies dans leur aire de distribution (conditions climatiques et biologiques). Leur reproduction en pépinière est par contre assez aisée, mais les graines doivent, avant le semis, être soumises à un ébouillantage suivi d'une macération dans cette eau pendant 20 à 24 heures. Un simple trempage durant 24 à 30 heures dans de l'eau tiède donnerait également de bons résultats. Mais dans nos pépinières, le trempage dans l'acide sulfurique constitue le meilleur traitement.

La plantation classique en mottes, de plants élevés en pots, aux écartements 5 x 5 m a été adoptée en Haute-Volta (Djibo-Dori) et donne de très bons résultats.

Les animaux mangent les feuilles au fur et à mesure qu'elles tombent, puis les gousses.

L'importance des gommiers réside dans l'utilisation de la gomme arabique obtenue par exsudation naturelle ou provoquée. Cette gomme, dont les usages remonteraient à la préhistoire, est composée de sels de potassium, de calcium, de magnésium et d'acide arabe ainsi que d'impuretés à base de sucres et d'enzymes (oxydases). Les populations nomades la consomment grillée et pilée avec du beurre et du sucre. En médecine traditionnelle, elle est utilisée sous diverses formes pour soigner la migraine, la furonculose ou les fractures, pendant que l'artisanat africain la recherche pour la préparation de colles, encres, teintures et pomades. Les industries alimentaires absorbent actuellement environ 70 % des tonnages de gomme arabique importés, dans la confiserie, la pharmacie et la fabrication de bière. Le plus grand exportateur africain était le Soudan entre 1960 et 1970, avec 45.900 tonnes par an. Les importateurs sont la CEE, les USA.

3.- BALANITES AEGYPTIACA Del. Famille des Zygophyllacées

Il s'agit d'un arbre de 6 à 7 m de hauteur et 40 cm de diamètre à la base, dépassant parfois 9 m.

Le tronc couvert d'une écorce grise et lisse chez les jeunes individus, devient écaillé et crevasé chez les plus âgés.

Le houppier, peu dense, est formé d'un enchevêtrement de branches plus ou moins retombantes, fortement armées d'épines vertes puis grises, robustes et longues d'environ 8 cm.

Les feuilles sont alternes, bifoliolées, oblongues et obtuses au sommet. Pubescent au jeune âge puis glabre, le limbe, coriace et d'un vert grisâtre, est porté par un pétiole de 1 cm env. et peut atteindre 5 cm de long sur 4 de large dans les stations très favorables.

Les fleurs sont groupées en racèmes à l'aisselle des feuilles et donnent naissance à des drupes ovoïdes, vertes pendant la maturation et jaunes à maturité. L'épicarpe, mince et cirieux, entoure un mésocarpe charnu à saveur sucrée avec un arrière goût amer, et un endocarpe ligneux. On compte environ 4.500 graines au kg. La fructification intervient en début de saison sèche, au moment de la récolte des céréales et de l'arachide.

Balanites a. est un arbre commun dans le domaine Soudanien et Sahélien, depuis l'Océan Atlantique jusqu'à la mer Rouge. Son aire se prolonge en Egypte puis en Asie, le long du golfe persique. On le signale aussi de l'autre côté du sahara, dans le Sud Marocain et en Tanzanie. Il se développe sur tous les types de sols, en particulier sur les terrains argilo-siliceux et dans les terrains de défriche à la faveur de la protection dont il bénéficie de la part des paysans, et aussi parce qu'il résiste mieux aux feux que la plupart des autres espèces de la zone.

De régénération naturelle assez importante, Balanites a. est aisé à reproduire en pépinière dans les pots plastiques et même en semis direct pendant l'hivernage. Si aucun traitement particulier n'est indispensable sur les graines avant le semis, un trempage dans l'eau froide pendant 10 heures environ en accélère la germination.

Balanites a. joue un rôle dans l'alimentation des populations rurales du secteur Soudano-Sahélien qui en apprécient les fruits. La pulpe, généralement mangée fraîche, peut, être conservée et malaxée avec de la gomme arabique. Les fruits de Balanites a. sont consommés dans les campagnes et les villes de Haute-Volta (surtout du plateau-central et du nord), mais sont rarement vendus. Le bétail apprécie aussi les fruits dont les graines sont rejetées dans les crotins par les petits ruminants.

Il serait possible après broyage des noyaux, d'extraire une huile qui, décantée pour éliminer la balantine (principe amer), serait très intéressante, en raison de sa composition équilibrée et de son taux élevé en acides insaturés (CHAZTAGREL 1961, cité par GIFFARD).

4.- BAUHINIA RUFESCENS Lam. (Famille des Caesalpiniacées)

C'est un petit arbre de 5 à 6 m de hauteur, au port buissonnant et dont les rameaux perpendiculaires aux branches sont lignifiés et transformés en aiguillons.

Les feuilles longuement pétiolées et orbiculaires ont environ 2 cm de large. Elles tombent pendant la saison sèche, sauf en station humide.

Les fleurs blanches ou blanc-verdâtres sont groupées en racèmes. Les fruits sont rassemblés en paquets de gousses falciformes, brun foncé et coriaces mesurant env. 7 cm de long sur 1 cm de large. Ils demeurent longtemps sur l'arbre et contiennent 6 à 8 graines dont on compte environ 9.000 par kilogramme.

Espèce sahélienne, *Bauhinia rufescens* est présente depuis l'Océan Atlantique jusqu'à l'Océan Indien, sur les sols compacts. En pépinière, la reproduction se fait à partir de semis dans des pots. Les graines doivent subir au préalable un traitement identique à celui qui est appliqué aux *Acacia*.

Les feuilles, les fruits verts et les gousses sèches sont recherchés par les ovins et caprins et par les chameaux.

L'écorce fibreuse du genre *Bauhinia* (aujourd'hui *Piliostigma*) peut être utilisée pour la fabrication de cordages.

5.- PROSOPIS CHILENSIS Stuntz (Famille des Mimosacées)

Prosopis chilensis est un arbre de grandeur moyenne. Le tronc est rugueux et crevassé ; les branches évasées forment une cime assez dense, souvent aplatie. Mais la rareté des individus âgés en Haute-Volta ne permet pas toujours d'observer ces caractères.

Les feuilles alternes, d'un vert bleuté, sont persistantes. Elles sont bipennées avec généralement 3 paires de pinnules et 10 à 15 paires de foliolules. A la base du pétiole, on trouve une paire d'épines droites dont la longueur semble liée à l'aridité de la station.

Les fleurs, d'un blanc-crème, sont groupées en épis axillaires de 7 cm environ de long, avec un pédoncule pouvant atteindre 3 cm. Le fruit est une gousse atténuée aux extrémités, longue de 10 à 15 cm, jaune et pendante à maturité. Elle est indéhiscente, cloisonnée entre les graines et contient une pulpe riche en matières amylacées. On compte environ 35.000 graines au kg.

Originnaire d'Amérique tropicale et sub-tropicale, *Prosopis c.* a dû être introduit dès le 18^e siècle en Afrique francophone sahélienne par les militaires français (AUBREVILLE). L'absence de vieux arbres est dû au déséquilibre entre un système racinaire traçant et une cime fortement développée qui entraîne fréquemment le renversement de ces sujets par les vents dès que le sol est détrempé.

Supportant assez bien la sécheresse et rejetant de souche, *Prosopis chilensis* se régénère naturellement par semis dans de nombreuses stations.

Sur sols fertiles, l'arbre, dont la croissance est rapide, peut atteindre 12 m de hauteur et 1 m de diamètre (GILFARD) ; mais sur terrains pauvres, le développement est lent et le port reste buissonnant.

Bien que pouvant se régénérer naturellement, on entreprend rarement des plantations de *Prosopis c.* par semis direct car les jeunes plants sont sensibles à la concurrence herbacée. Aussi, on emploie des plants en mottes de 3 à 4 mois, éduqués dans des pots ou alors des stumps préparés avec des plants de 2 ans ayant 1,5 à 2,5 cm de diamètre au collet. (Cas rare en Haute-Volta). Les semences étant difficiles à extraire des gousses, on trempe des fragments de gousses dans l'eau portée à ébullition puis on laisse refroidir pendant 8 à 10 heures.

En Haute-Volta, dans les Centres urbains, *Prosopis ch.* est surtout utilisé en haies pour entourer les jardins et les villas. Son utilisation timide pour les reboisements en font une espèce quelque peu inconnue dans les campagnes. Il est employé aussi pour la création de lignes brise-vent autour des pépinières forestières. En Amérique Latine, les peuplements naturels seraient exploités pour la petite menuiserie et les traverses de chemin de fer...

En Afrique Sahélienne, *Prosopis c.* a servi aussi à fixer les sols érodés (Niger).

Les jeunes feuilles et surtout les gousses sont très appréciées du bétail.

Il faut remarquer enfin que l'origine de la provenance propagée en Afrique est inconnue et les hybridations possibles ont pu se produire, de sorte qu'en Haute-Volta, l'espèce présentement utilisée est généralement appelée *Prosopis juliflora* dont nous avons distingué deux variétés (ou provenances) au cours de nos essais. Pour de nombreux auteurs, *Prosopis juliflora* et *Prosopis chilensis* constituent une seule et même espèce.

6.- ZIZYPHUS MAURITIANA Lam (Famille des Rhamnacées)

C'est un arbuste buissonnant, aisément reconnaissable à ses rameaux blancs retombants et ses feuilles blanches tomenteuses sur la face inférieure.

Les épines sont groupées par paires, l'une dressée en aiguillon, l'autre recourbée. Les feuilles simples, alternes, sont trinervées à la base et les rameaux changent de direction à chaque nœud.

L'inflorescence est axillaire et produit des drupes jaunes dorées à maturité, d'environ 5 mm de diamètre. On compte environ 3.600 graines au kg (GIFFARD).

Espèce panafricaine du secteur soudano-sahélien et surtout sahélo-saharien, elle se rencontre sur tous les types de sols, et en bordure des cours d'eau temporaires il peut atteindre 7 à 8 m de haut, formant un petit arbre à la cime touffue.

Très peu utilisé pour les reboisements, *Zizyphus m.* rejette fortement de souche. En pépinière, son élevage se fait en pots. Ces semences au préalable trempées dans l'eau froide pendant 10 à 15 heures donneraient de bons résultats.

Zizyphus m., à l'instar des nombreuses espèces de ce genre est utilisé dans les zones rurales de la région soudano-sahélienne pour la confection des clôtures et enclos à partir de branches mortes ; ce qui soumet l'espèce à une exploitation intense dans certaines régions de Haute-Volta.

Les feuilles vertes sont puisées par les moutons, les chèvres et les chameaux tandis que les fruits mûrs sont disputés par le petit bétail et l'homme.

7.- EUPHORBIA BALSAMIFERA

(Famille des Euphorbiacées)

C'est une Euphorbiacée sahélo-saharienne pouvant atteindre 2 m de hauteur, aux rameaux flexibles, épais et charnus, de couleur blanchâtre, gorgés de latex.

En Haute-Volta, l'espèce est répandue dans toutes les régions nord, centre-nord et sahéliennes.

Euphorbia b. se multiplie naturellement par bouturage de rameaux brisés et la mise en place de boutures non enracinées est très facile : on obtient rapidement des touffes denses et ramifiées dès la base, qui se rejoignent et constituent ainsi un brise-vent efficace, même en saison sèche lorsque l'espèce est entièrement défeuillée. Cette capacité de ramification importante est utilisée par les paysans sahéliens qui établissent des haies d'*Euphorbia b.* pour protéger les cultures contre l'ensablement et les animaux.

Euphorbia b. aurait des usages dans la pharmacopée sénégalaise : pour favoriser la lactation des femmes allaitantes, on leur fait absorber de la farine de petit mil grossièrement écrasé et délayée dans de l'eau ayant contenu de l'écorce de racine d'*Euphorbia b.* (GIFFARD).

8.- COMMIPHORA AFRICANA Engl. (Famille des Burseracées)

Commiphora a. est un arbuste de 3 à 4 m de hauteur, au fût court et droit, à la cime arrondie et formée de branches tortueuses, garnies de petits rameaux lignifiés en forme d'aiguillons. L'écorce brune se desquamme par lamelles et exsude après incision une résine aux nombreux usages.

Les feuilles, gris-verdâtres, sont cireuses et brillantes et comportent 3 folioles dont la terminale est plus grande que les 2 latérales. Elles mesurent environ 4 cm de long et 2 à 3 cm de large. Le limbe, légèrement denté, est recouvert de poils courts sur la face inférieure. Le feuillage tombe au cours de la saison sèche.

Les fleurs sont rougeâtres, groupées en panicules axillaires. Elles apparaissent avant la feuillaison et donnent naissance à de petites baies sphériques d'abord verdâtres puis rougeâtres à maturité. Elles apparaissent pendant la saison sèche, avant la reprise de la feuillaison.

Le genre *Commiphora*, fortement représenté en Afrique Orientale par une centaine d'espèces, compte au plus une dizaine dans l'Ouest africain. La plus connue de ces espèces, *Commiphora africana*, se propage à travers le sahel et les zones soudano-sahéliennes, depuis l'Océan Atlantique jusqu'en Ouganda. On la rencontre sur divers types de sols, des sables aux cuirasses, en passant par les argiles.

Sa propagation (artificielle) se fait surtout par bouturage de rameaux. Mais les branches moyennes sont les plus utilisées en Haute-Volta pour soutenir ou renforcer les clôtures, en même temps que l'on crée une haie vive pouvant atténuer les effets du vent ou empêcher le passage des animaux.

Le feuillage est mangé par le petit bétail (chèvres et chameaux surtout) avant sa chute et dès les premières pluies après le débourrement.

La résine obtenue par exsudation de l'écorce serait utilisée en aromathérapie et aurait une grande réputation d'antiseptique, d'insecticide et d'anti-migraineux (GIFFARD).

9.- ALBIZZIA LEBBECK Bent. (Famille des Mimosacées)

Dans nos contrées à longue saison sèche, l'arbre atteint une douzaine de mètres de hauteur et présente un port relativement bas et branchu. Dans les forêts de Malaisie, son aire de dispersion naturelle, il présente un fût long et droit.

L'écorce, rugueuse, est de teinte gris-foncée.

Les feuilles, sont composées pennées, avec des folioles oblongues et opposées dont la face intérieure est glabre.

Les inflorescences en capitules sub-globuleux sont groupées en panicules à l'extrémité des rameaux ; elles donnent naissance à des gousses plates et généralement droites, couleur de paille. Ces gousses, peu déhiscentes, demeurent longtemps sur les branches et font beaucoup de bruit au moindre souffle de vent. On compte environ 8.000 graines/kg.

Originnaire donc de Malaisie, Albizzia lebeck aurait été propagé dans l'Ouest africain par les troupes coloniales qui l'introduisirent dans les bases militaires dispersées à travers les zones soudaniennes et sahéliennes.

Espèce rustique et plastique, elle rejette bien de souche et lorsque le milieu est favorable, la multiplication par semis naturel crée des boisements denses (Forêt du CNRST Ouagadougou). Cependant, l'espèce craint le feu dont on doit la protéger pendant plusieurs années après la plantation.

Sa reproduction en pépinière est aisée : les graines, trempées dans l'eau portée à ébullition puis laissées à refroidir pendant 6 à 12 heures, germent assez rapidement.

Les usages d'Albizzia lebeck sont peu connus mais il faut signaler l'attrait exercé par l'écorce des jeunes pieds, plantés cette année (83) à Gampèla, sur les lièvres qui ont littéralement détruit tout l'essai.

10.- AZADIRACHTA INDICA Juss (Famille des Méliacées)

Azadirachta indica ou Neem est une méliacée des savanes sèches de l'Inde et de Birmanie qui peut atteindre 20 m de hauteur et 50 cm de diamètre à la base.

La cime, arrondie et toujours verte, est couverte de feuilles composées paripennées avec 5 à 8 paires de folioles longues de 7 à 10 cm et larges de 2 à 3 cm ; aux bords crénelés.

L'écorce, gris-foncée, est crevasée longitudinalement et obliquement. Les fleurs, groupées en panicules axillaires, blanches, courtes et ramifiées, sont très odoriférantes. Elles donnent naissance à des drupes ovoïdes jaunes de 1,5 à 2 cm de longueur, renfermant une graine riche en lipides. On compte environ 1.800 fruits au kg.

Le neem est sans doute l'espèce exotique la mieux adaptée à la Haute-Volta, et de loin la plus répandue, à tel point que certains oublient qu'elle a été introduite. En effet, ses capacités, de régénération naturelle en font une espèce sub-spontanée ; le transport des graines par les oiseaux et les roussettes, lié à sa facilité de germination et au nombre de fructifications par an (2), en font un arbre "envahissant" vis-à-vis des formations naturelles.

La sylviculture du neem est l'une des plus développées en Haute-Volta : en pépinière, on l'élève en pots, ou en planches pour une plantation à racines nues en haute tige. Sa croissance varie considérablement selon les sols. Sur certains sols favorables, il peut atteindre plus de 2 m de hauteur en un an (GAMPELA). Alors qu'isolé il accepte des terrains assez superficiels, secs, pierreaux argileux ou latéritiques, il est exigeant sur la qualité des sols lorsqu'il est planté serré. Il ne supporte pas les bas-fonds inondables et a une tolérance limitée vis-à-vis du calcium et du sodium (GIFFARD).

Utilisé pendant longtemps comme arbre d'avenue en Inde (puis en Afrique où il a été introduit), on reproche au neem d'appauvrir les sols qu'il contribuerait à rendre stériles.

Cependant, une étude menée au Nord-Ouest du Nigéria (800 mm de pluie/an) entre 1937 et 1960 par S. RADWANSKI, dans une plantation monospécifique de neem, démontre que cette espèce a une action améliorante sur les sols acides.

.../...

Ainsi, 200 ha environ de plantation à écartement voisin de 2 x 2 m (soit environ 2.700 arbres à l'hectare) ont été réalisés entre 1937 et 1945 sur des terres agricoles en friche.

Des analyses de sols faites vers la fin de 1960 ont donné les résultats suivants :

	Plantation de Neem sur ex-terres agricoles.	Terres agricoles en friche depuis 1930.
pH	6,8	5,4
Carbone (%)	0,57	0,12
Azote total (%)	0,047	0,013
Total cations (meq/100 g)	2,4	0,39
Saturation en bases (%)	98	28

Les sols sous neem sont devenus presque neutres, contiennent plus de matière organique et sont plus fertiles (Une jachère sous neem serait donc une façon de restaurer les sols).

Bien que très répandu dans les régions arides d'Inde et d'Afrique et qu'il fournisse du bois de feu en abondance (ainsi que du bois de service), le neem demeure l'un des arbres tropicaux les moins exploités par rapport à son potentiel. En effet les autres usages faits du neem en dehors du bois se limitaient, dans la pharmacopée, à la lutte contre de nombreuses maladies dont principalement différentes formes de fièvres, les infections cutanées et les ulcères. Ce n'est que récemment que la recherche scientifique a commencé à entrevoir la possibilité de tirer plus grand parti de l'arbre : là où l'énergie et le milieu naturel posent des problèmes d'une acuité particulière, le neem devient intéressant parce qu'il fournit des produits naturels que l'on peut substituer à des produits chimiques.

.../...

Ainsi, l'huile extraite de ses graines serait efficace dans la lutte contre les ravageurs de cultures et le tourteau, mélangé avec un engrais, fournirait un fertilisant de qualité exceptionnelle. Selon des essais menés en laboratoire et sur le terrain, l'huile de graines de neem est un moyen efficace de lutte contre la sauterelle brune (*Nilaparvata lugens*), ennemie de la riziculture asiatique, et permet de protéger effectivement le grain engrangé pendant 10 mois.

Le tourteau, utilisé comme fumure organique, a permis d'augmenter les rendements de coton de 37 % et ceux du Pady de 19 % . Mélangé à l'urée, ce tourteau a permis de réduire considérablement les coûts des engrais azotés, tout en améliorant les rendements (accroissements de 2,2 tonnes/ha sur la canne à sucre avec un mélange de 140 kg de tourteau de neem et 300 kg d'urée. Padegaon - INDE).

Ses feuilles sont refusées par le bétail, mais les chèvres les mangent volontiers pendant la saison sèche, quand le fourrage vert fait défaut.

En somme le neem, reste donc une espèce à potentiel élevé pour la foresterie et l'économie de l'Afrique tropicale.

.../...

BIBLIOGRAPHIE

- ARNOLD, J.E.M. et JONGMA J, 1978
Bois de feu et charbon de bois dans les pays en développement. Etude économique présentée au 8è Congrès forestier mondial, Djakarta pp.9
- BARBIER, C., 1978.
Les brise-vent. Séminaire forestier CILSS/DS, OUAGADOUGOU. pp. 7
- BERG, M. Van den, 1982.
Rapport sur les haies vives au Niger. CARE, Niger pp. 24
- BOGNETTEAU - VERLINDEN , Els, 1980.
Study of impact of windbreaks in MAgGIA valley. Niger. pp. 81
- BOULET-GERCOURT, B, 1982-
Statistiques pour l'ingénieur forestier. ISP, département des Eaux et Forêts. pp. 82
- BUDOWSKI, G, 1981
Quantification of current agroforestry practices and controlled research plots in Costa Rica. C.A.T.I.E. Turrialba, Costa Rica pp. 24.
- CARE - NIGER, 1982.
Projet de diversification agricole et de haies vives de Baleyara. Niamey pp. 25
- COMBE, J. et G. BUDOWSKI, 1978.
Classification of agroforestry techniques CATIE
- 17 - 48 -
- COMBE, J, 1982.
Les techniques agroforestières dans les pays tropicaux : possibilités et limitations. Publié en Anglais dans Agroforestry systems vol 1. pp. 15
- C.T.F.T., Ministère de la Coopération, 1979.
Conservation des sols au sud du sahara, 2è ed. 181-204
- C.T.F.T., 1972.
Note sur les haies vives et les brise-vent dans le Dallol Maouri, Niger. 18 p.
- D.A.F.R.- PAS/C, 1984.
- Colloque national sur l'agro-foresterie, (communications et documents de synthèse. Ouagadougou.
- DAGNELIE P, 1973.
- Théorie et méthodes statistiques - Applications agronomiques, vol II. pp 463

F.A.O., 1960.

- La défense contre l'érosion éolienne. Rome
pp.99

FAO-SIDA, 1978

Le rôle de l'arbre dans le développement des
collectivités rurales. Rome - pp. 121

FAO-SIDA, 1981

Agroforesterie africaine pp. 44

FAO-UNESCO,

La végétation naturelle et ses modifications
en vue de l'utilisation rationnelle des terres.
18 p

FILIUS, A. M, 1982.

Economic aspects of agroforestry. in
Agroforestry systems 1. PP. 29 - 49

GEOMETRE (Revue).

n° 3, mars 1975. PP 11-58 et 61-67.

GIFFARD, P.L, 1974.

L'arbre dans le paysage sénégalais. CTFT
Dakar. 429 P.

HUXLEY, Peter A,

Woody plants and land use. ICRAF-Nairobi 11 p.

I.D.F.

La réalisation pratique des haies brise-vent
et bandes boisées. Par un groupe de travail
sous la direction de C. GUINAUMEU. 132 p.

JENSEN, A. Martin, 1983.

Les effets des brise-vent en zones tempérée
et tropicale. Série IDRC manuscript report,
CRDI-Canada 68 p.

KELL, Cyrus M. Mc.,

Shrubs, a neglected resource of arid lands

LINGANI, J, 1982.

Cultures associées aux reboisements villageois
dans la région du Centre. Rapport de stage 2è
année ITDR. ISP. Ouagadougou.

MAYDELL, H.J. von, 1978.

Tree and shrub species for agroforestry
systems in the sahelian zones. in plant
Research and Développement vol 7. 44-59

NAIR, P.K.R, 1980.

Agroforestry species - A crop sheet manual.
ICRAF-NAIROBI 16-59.

SECID, 1983.

Comptes rendus du séminaire sur l'agroforeste-
rie au sahel. (Niamey : 23 mai - 11 Juin
1983).

Vol 1 : Syllabus et documents d'appui.

Vol 2 : Background papers ("Exposés d'introduc-
tion").

.../...

3 pages

10/10/83

PROJET "BOIS DE VILLAGES" - M.E.T., 1982.

Fiche technique n° 2 : les techniques d'intervention pour l'action "bois de villages".
OUAGADOUGOU.

ROCHE, L., 1978.

* The practice of agri-sylviculture in the tropics, with special reference to Nigeria.

SAMYN J.M.-ZONGO A.

* Séminaire sur l'agroforesterie : Niamey 23-05 au 11-06-83 quelques applications possibles sur l'agroforesterie en Haute-Volta. pp. 33

SOLTNER, D. 1980.

* L'arbre et la haie 6è édition, collection S.T.A pp. 112

SOME, L. M., 1982.

* Protection individuelle et collective des arbres. (rapport de stage 3è année IDR) - ISP - Ouagadougou.

TERRASSON et G. TENDRON, 1975.

Evolution et conservation des bocages européens. Collection sauvegarde de la nature n° 8. Conseil de l'Europe, Strasbourg. pp. 47.

WASSINK, J.T., 1977.

Agroforestry, interaction of agriculture and forestry for the benefit of man and his environment. Royal Tropical Institute - ICRRAF Nairobi.

ZIMMERMANN R.C, PH. D, 1983.

Introduction aux systems agro-sylvicoles. Parution intermittente n° 1. ARD, Inc. Burlington, USA. pp. 33.

.../...