

Photo Barbier.

Illustration classique du problème du bois de feu en zone soudano-sahélienne. Collecte du bois par les femmes.

LES PROBLÈMES DE LA SATISFACTION DES BESOINS EN BOIS EN AFRIQUE TROPICALE SÈCHE

CONNAISSANCES ET INCERTITUDES

par C. BAILLY, C. BARBIER, J. CLÉMENT,
J. P. GOUDET, O. HAMEL

*Ingénieurs de Recherche au
Centre Technique Forestier Tropical*

SUMMARY

THE PROBLEMS OF MEETING WOOD REQUIREMENTS IN DRY TROPICAL AFRICA

In dry tropical Africa, the Sahelian and Sudanese zones, wood resources are derived mainly from natural forests. In most cases they are inadequate to meet the needs of the population in respect of both firewood and wood for other purposes. It is therefore necessary to improve the supply and put the wood to more efficient use.

The improvement of natural forests is an economic but inadequate solution. Plantations of the industrial type are an expensive, and hence limited, solution.

The introduction of order into this rural landscape is the most worth-while solution in the long term. It enables natural balance to be maintained and wood requirements to be satisfied.

Additional solutions, in many cases of a « one-off » nature, can also be adopted : better yields of traditional fireplaces, the use of substitute sources of energy in towns, and the importing of charcoal or wood whenever possible.

The combination of all these technical and social measures will make it possible to ensure a normal supply for the peoples concerned.

Success can be achieved only with the support of local populations, which must participate in these different measures.

RESUMEN

PROBLEMAS DERIVADOS DE LA SATISFACCION DE LAS NECESIDADES EN CUANTO A MADERA EN AFRICA TROPICAL SECA

Los recursos en cuanto a productos leñosos de Africa tropical seca, zona saheliana y zona gabonesa, proceden principalmente de las formaciones naturales. En la mayor parte de los casos, estos recursos son insuficientes para hacer frente a las necesidades de las poblaciones, tanto en madera de construcción como en madera para obtención de energía. Por consiguiente, es preciso mejorar los aprovisionamientos y asimismo, utilizar dichos recursos de la mejor forma posible.

La mejora de las formaciones naturales constituye una solución económica, pero insuficiente. Las plantaciones de tipo industrial representan una solución cara, y, por consiguiente, limitada.

La introducción de cierto orden en este paisaje rural constituye, a largo plazo, la solución que presenta mayor interés, ya que permite simultáneamente el mantenimiento de los principales equilibrios naturales y la satisfacción de las necesidades en cuanto a madera.

También cabe tener en cuenta diversas soluciones complementarias : mejores rendimientos de los hogares de consumo tradicionales, utilización de energías de sustitución en las ciudades, importaciones de maderas o de carbón vegetal, en todos los casos en que así sea posible.

La conjunción de todas estas medidas de carácter técnico permitirá garantizar un aprovisionamiento normal de las poblaciones.

El éxito apetecido únicamente se podrá lograr si se cuenta con la colaboración de la población local, la cual deberá participar en las distintas intervenciones.

La végétation forestière surtout dans les milieux difficiles joue plusieurs rôles, dont l'importance relative est variable selon la situation. Elle participe en effet :

- à la satisfaction des besoins des hommes (bois, produits autres que ligneux, environnement...),
- au maintien des équilibres du milieu naturel (maintien de la fertilité et protection des sols, pâturage

d'appoint, conservation des espèces...).

Dans cet article, nous n'abordons le problème que sous l'angle de la satisfaction des besoins en bois.

Le maintien des équilibres écologiques relève de données multiples et complexes, mais il ne pourra trouver de véritable solution que lorsque le premier volet sera lui-même résolu.

GÉNÉRALITÉS

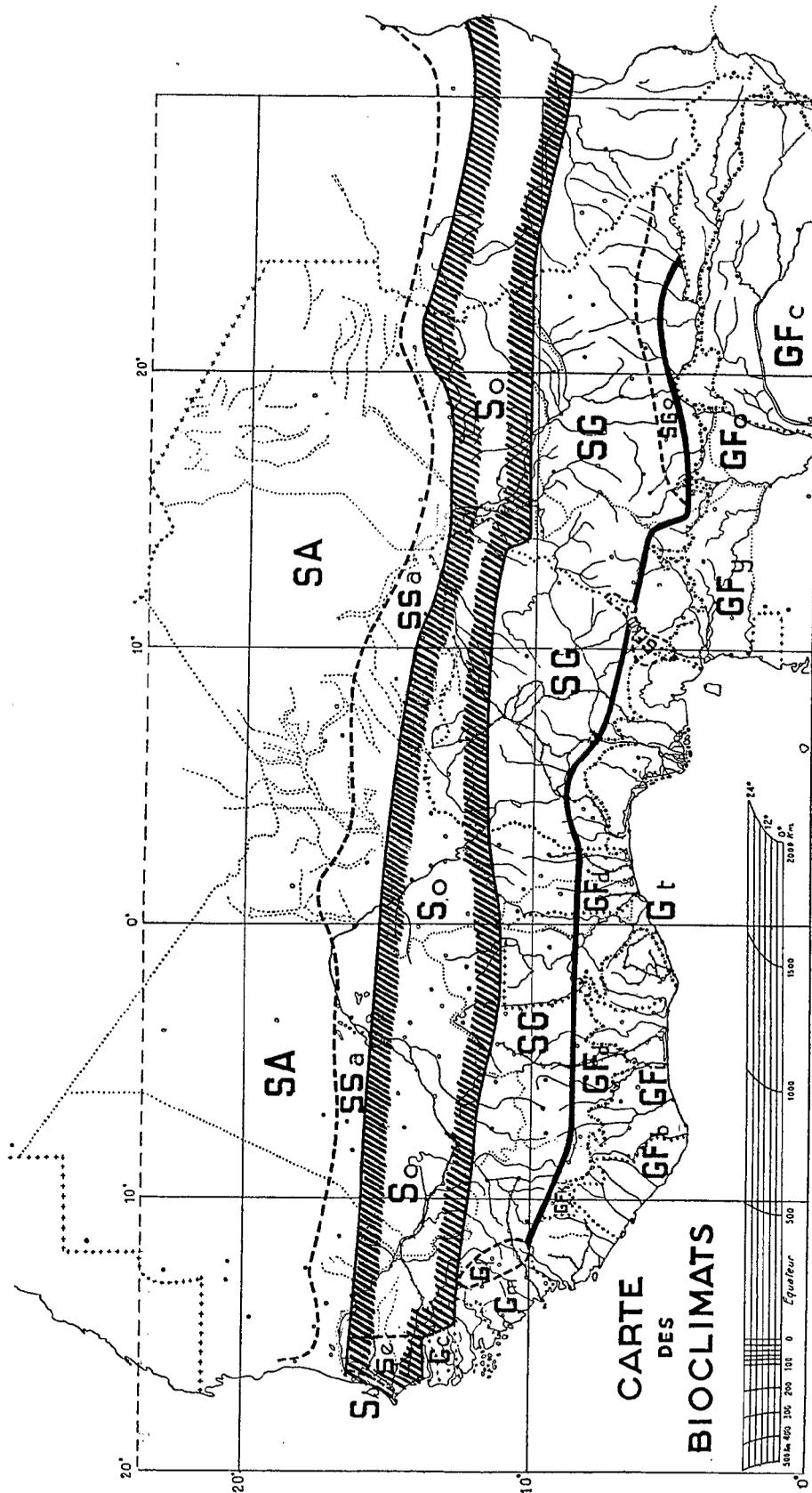
La zone climatique considérée

Elle se rapporte au climat tropical sec, on y distingue :

- Le domaine sahélien :
 - sahélo-saharien, 150 à 300 mm de pluviométrie

annuelle,

- sahélo-soudanien, 300 à 600 mm de pluviométrie annuelle.
- Le domaine soudanien :
 - soudano-sahélien, 600 à 900 mm de pluviométrie annuelle,



D'après AUBREVILLE.

- soudano-guinéen, 900 à 1.200 mm de pluviométrie annuelle.

Il faut noter également que très généralement ces climats se caractérisent par :

- 6 à 8 mois secs,
- des températures élevées et grandes amplitudes,
- un déficit de saturation moyen élevé avec valeurs excessives en saison sèche.

En bordure de la mer, il faut ajouter un bioclimat côtier caractérisé par une hygrométrie élevée et assez constante malgré une faible pluviométrie (côte sénégalaise).

Rappelons que depuis les années 1970, on observe une période de déficit hydrique en de nombreuses régions qui se poursuit actuellement.

La zone géographique concernée

C'est une bande de 3 à 4° de large en latitude au Nord du parallèle 10° (voir carte).

La spécificité des zones sèches au Sud du Sahara

Par rapport aux zones sèches méditerranéennes et aux zones arides d'Amérique Centrale ou du Sud, cette zone est bien spécifique (déficit hydrique, E.T.P.-P., plus important, rythmes saisonniers différents). Il est nécessaire d'en tenir compte si l'on veut éviter les échecs de l'extrapolation de résultats obtenus dans d'autres zones arides du monde.

Il faut bien se rappeler que cette région présente des caractères particuliers qui la rendent différente des autres zones arides et semi-arides.

BILAN DE LA SATISFACTION DES BESOINS EN PRODUITS LIGNEUX

LES RESSOURCES

Les ressources actuelles en produits ligneux et autres produits forestiers divers proviennent essentiellement des formations naturelles car les plantations sont encore trop récentes et de superficie limitée.

La productivité des formations forestières climaciques est assez mal connue car peu d'études précises ou suffisamment suivies existent dans ce domaine. Les niveaux de productivité généralement admis sont :

- 0,05 à 0,1 m³/ha/an pour les savanes et steppes buissonnantes (domaine sahélo-saharien),
- 0,1 à 0,5 m³/ha/an pour les savanes et steppes arborées (domaine sahélo-soudanien) (couvert forestier ≤ 40 %),
- 0,5 à 1,0 m³/ha/an pour les savanes boisées et

forêts claires (domaine soudano-sahélien) (couvert 40 à 80 %),

— 1,0 à 1,5 m³/ha/an pour les forêts claires et forêts denses sèches (domaine soudano-guinéen) (couvert ≤ 80 %).

Il faut signaler qu'aujourd'hui l'ensemble des formations forestières existantes a été largement modifié par l'exploitation humaine, le pâturage et les feux et que les valeurs ci-dessus constituent des maxima (avec mise en défens et aménagement simple).

Enfin, une importante ressource ligneuse est constituée par les jachères agricoles dont la productivité, bien que généralement ignorée, est certainement loin d'être négligeable.

LES BESOINS

Les besoins sont les suivants :

- Bois énergie : bois de feu et charbon de bois.
- Bois de service : perches et piquets de construction et clôtures, poteaux, outils et ustensiles.
- Produits divers : gommés, résines, fruits, graines, écorces, fourrages aériens, ...

Le bois d'œuvre n'est que très localement produit à partir de quelques essences bien connues et cette production représente moins de 0,5 % du prélèvement global.

L'estimation du niveau des besoins en bois énergie qui représentent 90 à 95 % des extractions totales a été approchée par de nombreuses enquêtes de consommation. Beaucoup d'enquêtes se sont intéressées à la consommation des centres urbains, de moins nombreuses enquêtes ont étudié les consommations des populations rurales.

On estime à la suite d'études récentes (F.A.O.-C.T.F.T. 1979-80) que le niveau des besoins varie en milieu rural de :

0,5 m³/hab./an pour les zones sahéliennes (domaine sahélien)

à 1,2 m³/hab./an pour les zones soudaniennes (domaine soudanien).

Dans les zones rurales, les plus peuplées, une partie des besoins en combustibles peut être couverte par des

résidus agricoles. Il faut noter que ces derniers servent aussi à l'alimentation des animaux.

En ville, les consommations sont généralement moindres par suite de la plus grande difficulté d'approvisionnement (un seul repas cuit par jour), mais on y consomme du charbon de bois à faible coefficient de transformation.

BILAN DE LA SATISFACTION DES BESOINS

Au niveau régional, tous les états sahéliens sont importateurs de bois d'œuvre (sciages, contre-plaqués) et de produits énergétiques fossiles essentiellement sous forme de carburants automobiles et industriels, mais 90 à 95 % de leur besoin en énergie sont satisfaits par le bois, sauf dans quelques pays.

Au niveau national, les problèmes sont différents selon les zones. On distingue le cas des zones à fortes concentrations urbaines, des zones rurales. Il conviendrait encore de distinguer dans ce dernier cas les zones à tendance soudanaise pour lesquelles les problèmes sont sensiblement différents au vu de leur potentialité naturelle et de leur démographie.

D'une manière globale, le **bilan de la satisfaction des besoins en bois des populations est aujourd'hui forte-**

ment négatif, ce qui signifie que les besoins ne sont satisfaits qu'au prix d'une surexploitation et donc d'une dégradation des formations naturelles. Si le problème reste assez peu visible dans la plupart des zones pastorales et agricoles, il est spectaculaire dans les zones à fortes concentrations urbaines où le bois est l'objet d'un commerce intense et profitable. Le bois restera à long terme un combustible irremplaçable pour la majeure partie de la population sahélienne, mais il conviendra dans un programme énergétique d'envergure nationale de traiter le cas des zones urbaines en priorité.

Jean GORSE, dans un document récent, a précisé les courbes d'évolution des besoins et des effets des mesures mises en œuvre pour réduire le déficit.

L'EXPLOITATION DES PRODUITS LIGNEUX

La forêt est l'objet d'une exploitation de type cueillette, avec une **légalisation forestière souvent inadaptée et inappliquée** :

- taxes de coupe trop faibles,
- anarchie des coupes dans le domaine forestier protégé,
- aucune maîtrise de l'exploitation par les villageois pour leurs propres besoins.

Les circuits de commercialisation lourds, complexes et souvent dominés par quelques transporteurs ou commerçants sont à l'origine des coûts très élevés du bois au détail : souvent le prix du bois est multiplié par 10 entre la zone de production et le marché du détail !

Très généralement, il est difficile d'agir sur ces circuits d'où les problèmes de commercialisation des produits de plantation type industriel.

LES SOLUTIONS POSSIBLES

Elles doivent concerner simultanément l'amélioration de l'approvisionnement et la réduction de la demande en bois. Cinq grandes voies sont alors possibles :

- l'amélioration de la productivité des formations naturelles,
- la réalisation de plantations et l'agro-sylvo-

pastoralisme,

- l'importation de bois ou charbon de bois à partir des pays humides,
- l'amélioration du rendement énergétique des foyers utilisés,
- la substitution d'énergie.

LE RÔLE DES FORMATIONS NATURELLES POUR LA SATISFACTION DES BESOINS EN PRODUITS LIGNEUX

LA CONNAISSANCE DES SUPERFICIES ET DE LA RÉPARTITION DES DIFFÉRENTES FORMATIONS NATURELLES

La répartition de ces formations peut être précisée :
— au niveau d'un Etat : Ex. Méthodologie de l'étude réalisée au Sénégal (Plan de Développement Forestier Sénégal, 1981, réalisé grâce à un financement français). Il faut noter l'intérêt de l'utilisation des images satellites pour une telle étude débouchant sur des cartes de végétation aux échelles du 1/250.000 au 1/1.000.000 ;

— au niveau régional : Ex. Méthodologie d'inventaire d'un massif de 4.000 ha au Nord Cameroun. **A noter l'importance des études au niveau régional** en vue de l'aménagement des formations naturelles : ces actions mériteront, à l'avenir, d'être développées dans le cadre de projets régionaux intégrés.

L'ÉVALUATION DE LA PRODUCTIVITÉ DES FORMATIONS NATURELLES

On doit rappeler les connaissances très insuffisantes en ce domaine, venant essentiellement de la difficulté à suivre suffisamment longtemps des parcelles d'observation avec protection contre les feux, animaux, etc..., et de la difficulté de dater les peuplements dont on connaît le potentiel ligneux (par coupe à blanc de placeaux en

particulier). On ne dispose que de résultats très ponctuels et souvent peu fiables pour les plus anciens.

Actuellement, on s'efforce de mettre au point une méthodologie pour développer ces investigations à l'occasion de la mise en place de programmes de recherches sur les formations naturelles.

LES POSSIBILITÉS D'AMÉNAGEMENT — COMMENT AMÉLIORER LA PRODUCTION DES FORMATIONS NATURELLES EN ASSURANT LEUR PÉRENNITÉ

Les lignes directrices des méthodes d'aménagement sont assez bien définies et simples : essentiellement traitement en taillis avec des durées de révolution variables suivant les formations, conditions du sol et le climat (schématiquement de 15 à 20 ans). La majorité des espèces du domaine soudanien rejettent de souche, drageonnent ou fructifient abondamment.

Toutes les expériences de « mise en défens » de ces types de formations prouvent que le milieu est très dynamique et que l'on peut espérer des augmentations notables de productivité (de 50 à 100 %) (ex. périmètre d'Abéché au Tchad). Si les bases techniques de l'aménagement semblent acquises, il n'en est pas de même au niveau de l'application.

*Végétation de savane arborée dans un bas-fond.
Haute-Volta.*

Photo Sarlin.



Contraintes et limites

Les formations forestières de zones sèches sont des milieux ouverts où se développe annuellement une forte production herbacée. Une des premières contraintes à leur aménagement forestier sera donc les feux de brousse. Dans les zones d'élevage les surfaces boisées constituent des pâturages d'appoint en saison sèche. Si la pression est trop forte, le potentiel forestier se dégrade par l'abrutissement permanent des arbustes par les animaux et le développement de pratiques destructives par les éleveurs (abattages, émondages).

Les formations forestières sont enfin des réserves de terres agricoles très convoitées et dont la pénétration est déjà très avancée dans les zones à forte densité de population.

Il convient encore de distinguer les formations forestières en zones rurales et les formations situées en zones périurbaines. Si en zone rurale les formations sont restées assez intactes, il n'en est pas de même dans les zones périurbaines souvent très dégradées et dont l'aménagement, outre le peu d'impact qu'il pourra avoir sur l'amélioration de la productivité, sera toujours compromis dans un environnement aussi agressif.

Enfin, il reste la difficulté de la gestion de ces formations boisées par suite de l'implantation très lâche des Services Forestiers, de la faiblesse de leurs moyens et du faible degré de motivation des populations.

Perspectives de développement

Du point de vue économique il a été bien montré que l'aménagement des formations naturelles était la voie la plus intéressante dans la recherche de l'accroissement de la production ligneuse des Etats sahéliens. Il est donc prioritaire d'en définir le cadre opérationnel avant tout lancement de programme d'application.

Ce n'est que par l'action simultanée des services techniques spécialisés (élevage, agriculture, forêt) et des populations concernées que peut être envisagée une véritable gestion des espaces forestiers et c'est essentiellement en milieu rural, dans le cadre des projets de développement intégrés, que leur aménagement peut donner les meilleurs résultats.

On peut concevoir, dans la majorité des pays concernés que les communautés rurales soient elles-mêmes (avec l'aide technique du service forestier) les gestionnaires de leur domaine forestier afin qu'elles s'en sentent réellement responsables.

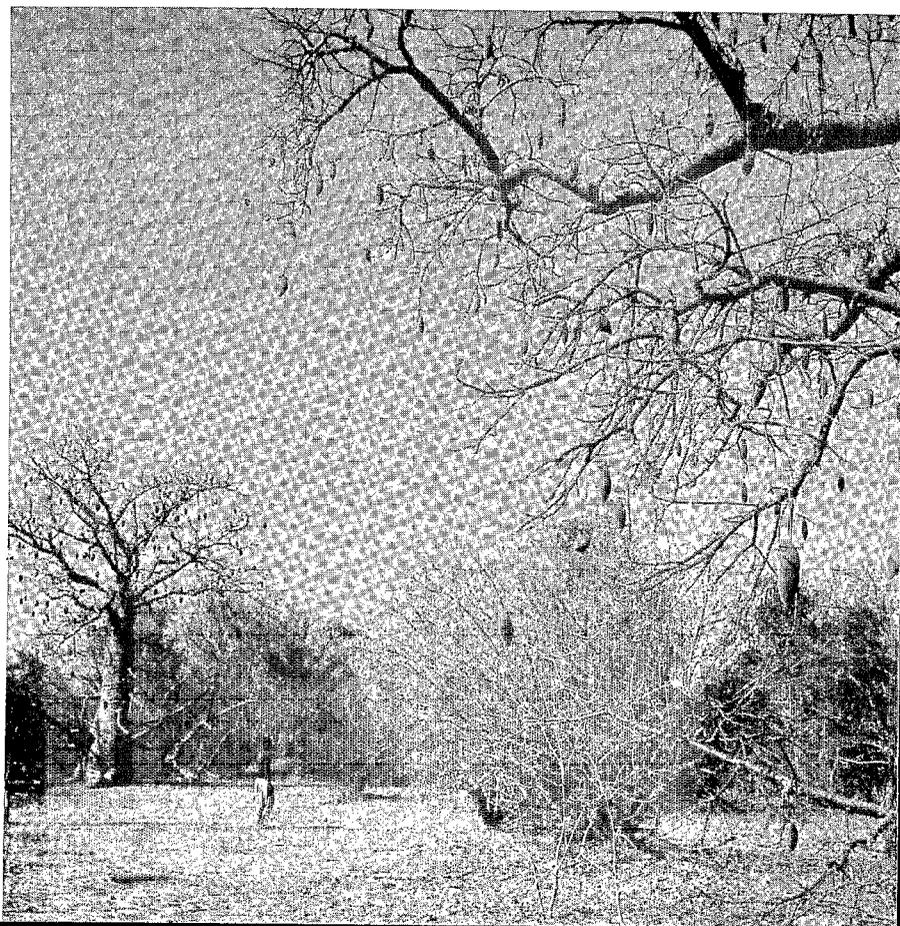
Savane boisée - Ferlo (Sénégal).

Photo Sarlin.

Les zones situées à la périphérie des villes importantes devront cependant être en grande partie l'objet d'une gestion directe par le service forestier national ou régional ceci dans l'optique d'un aménagement rationnel des ressources en vue de l'approvisionnement de ces centres urbains.

Dans la mesure où les Etats lanceront ou poursuivront en les étendant des actions visant à l'amélioration de la gestion des formations forestières, on peut envisager à moyen terme (10 à 15 ans) une amélioration sensible de la productivité en combustible ligneux. Si cette action est menée en liaison avec une intensification et une sédentarisation de l'agriculture réduisant l'importance des surfaces annuellement défrichées, la disponibilité annuelle en matière ligneuse s'en trouvera substantiellement augmentée. Une augmentation de 25 % de la productivité estimée des formations ligneuses de zones accessibles (forêts claires, savanes boisées et arborées) dans les pays du C.I.L.S.S. correspondrait à un gain annuel d'environ 2 millions de m³, soit l'équivalent d'un minimum de 500.000 ha de plantations produisant une moyenne de 4 m³/ha/an. Ceci est considérable et montre bien que cette solution est la plus efficace bien que malheureusement assez difficile à mettre en œuvre.

Il faut bien également noter que, même avec un meilleur aménagement, la production des formations naturelles ne pourra à elle seule résoudre le problème, par suite de l'augmentation exponentielle de la population. Il n'en demeure pas moins que dans l'avenir tous les projets forestiers devraient faire une large part à des actions agro-sylvo-pastorales intégrées.



LES PLANTATIONS FORESTIÈRES À BUT DE PRODUCTION

RAPPEL DES CONTRAINTES EN MATIÈRE DE REBOISEMENT PLUVIAL. CONSÉQUENCES SUR LES TECHNIQUES D'INSTALLATION À METTRE EN ŒUVRE

Les conditions écologiques et tout particulièrement le climat et les sols sont souvent peu favorables aux plantations dans les zones tropicales sèches. Il paraît en effet évident que là où les formations naturelles sont déjà en situation d'équilibre précaire, les plantations artificielles sont soumises à des facteurs écologiques très sévères et souvent imprévisibles qui en limitent fortement la productivité et la longévité.

La pluviométrie, par sa faible hauteur annuelle et sa variabilité tant interannuelle que saisonnière, est reconnue comme le facteur limitant principal dans la réussite d'une plantation. De plus sa très courte durée impose de fortes contraintes au niveau de la réalisation des travaux.

L'économie de l'eau est l'argument prioritaire du reboiseur. Elle nécessite :

- de favoriser au maximum l'infiltration des eaux par des façons superficielles du sol (ameublissement, petits ouvrages anti-ruissellement),
- de favoriser au maximum le stockage en eau du sol et la pénétration racinaire des arbres (sous-solage — grande trouaison),
- de réduire au maximum la concurrence herbacée (sarclages).

L'importance du terrain a été longtemps sous-estimée, l'effet « sol » étant au départ beaucoup moins perceptible que l'effet pluie dans la réussite d'une plantation. Ainsi de nombreuses plantations dont la croissance au cours de la première année était spectaculaire, ont déperî au cours des deux suivantes parce que les capacités hydriques des sols n'étaient plus suffisantes pour assurer l'alimentation en eau d'un peuplement adulte. Les sols les meilleurs étant par tradition réservés à l'agriculture, l'idée est encore difficilement admise qu'un boisement de production puisse être envisagé sur un sol « agricole ».

Dans les zones « réservées » aux forestiers, une reconnaissance et un choix des meilleurs sols doivent donc être soigneusement faits afin d'augmenter les chances de

succès et d'accroître la productivité des plantations.

Dans l'élaboration d'un programme de reboisement, la cartographie des sols doit être faite sur la base de critères essentiellement physiques tels la texture des horizons de surface, la compacité globale, la présence d'horizons indurés, la profondeur de la dalle latéritique...

L'écartement des plants à la plantation est en relation inverse avec la pluviométrie et ne doit pas être inférieur à 4 m × 4 m.

Les techniques d'élevage des plants de pépinière doivent être soigneusement étudiées de façon à mettre en place des plants vigoureux bien conformés et capables de rapidement s'installer. Une sélection sévère doit être faite à la sortie de pépinière et l'attention doit être portée spécialement sur la conformation racinaire.

Une fois installée, la plantation doit être entretenue et protégée. Une plantation non désherbée est une plantation vouée à l'échec. Qu'il soit mécanique ou manuel, l'entretien doit consister en un sarclage total, au moins les 2 années suivant la plantation, nécessitant souvent 2 passages par an au minimum.

Il faut bien noter que la lutte contre les graminées pose un problème grave. Si l'on utilise des tracteurs, il faut beaucoup de tracteurs pour détruire l'herbe à la bonne période, si l'on veut utiliser de la main-d'œuvre il en faut beaucoup alors qu'elle n'est pas disponible.

En effet, les travaux forestiers entrent très fortement en compétition avec les travaux agricoles en terme de sol et de main-d'œuvre, ce qui explique souvent les échecs subis dans le domaine de la foresterie rurale.

La majorité des essences utilisées en reboisement seront exploitées en taillis à courte révolution. Celle-ci peut être de l'ordre de 5 ans. Pour l'*Eucalyptus camaldulensis* notamment, on observe une nette chute de productivité si l'on allonge cette durée. On admet également que l'on peut faire trois coupes mais après la deuxième coupe, on peut craindre la mort de certaines souches et une baisse de productivité.

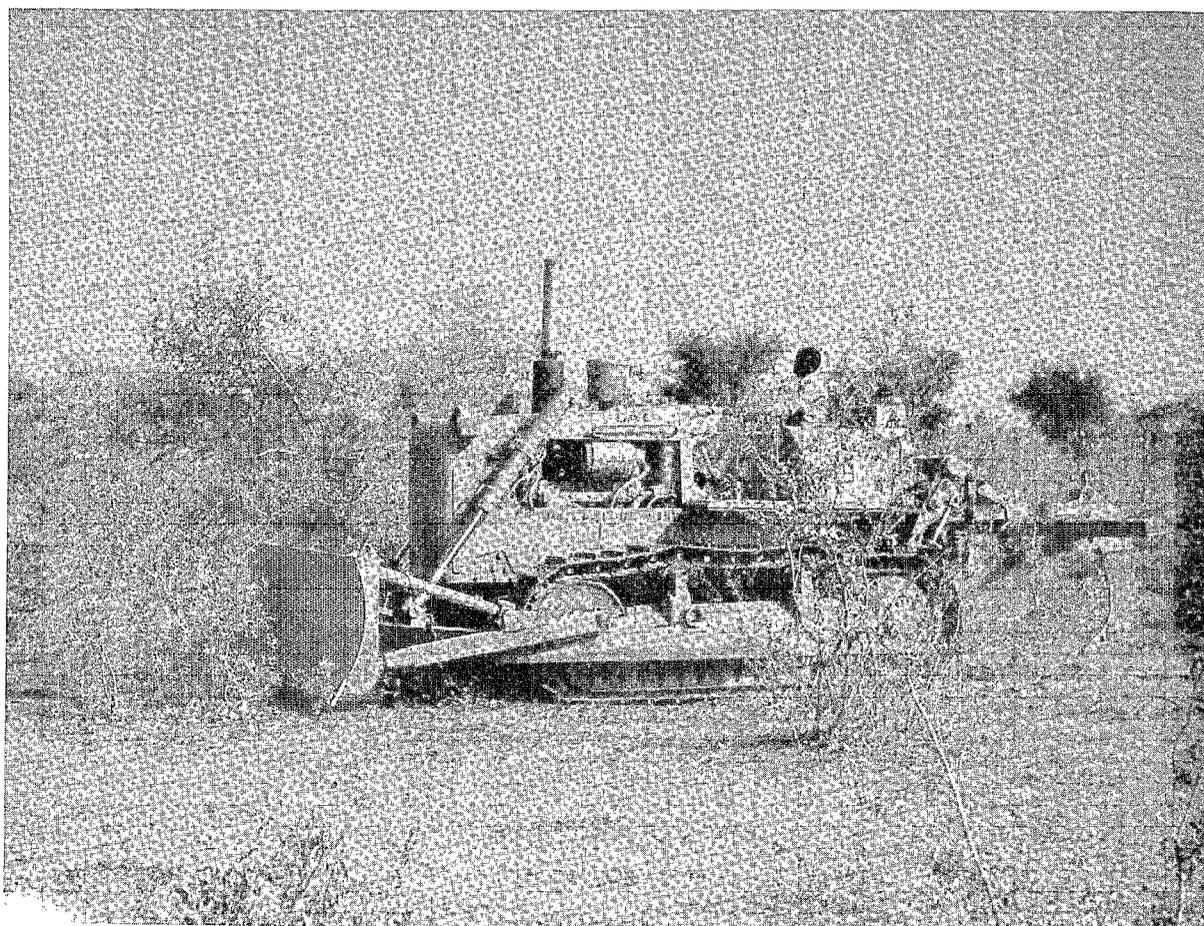
LE CHOIX DES ESPÈCES

De nombreux essais de comportement ont été réalisés. On peut considérer que l'on connaît à peu près les espèces susceptibles d'être utilisées en zone sèche. De nombreux articles et publications font le point ; il paraît peu probable que l'on trouve « une espèce nouvelle mira-

cle ».

Par contre, le matériel végétal peut faire l'objet de travaux d'amélioration (voir p. 39 et 40).

Une importance très grande doit être accordée à l'origine des provenances. Dans ce domaine les résultats sont



Défrichage motorisé au Bulldozer 6 (Togo).

Photo Barbier.

acquis pour les principales espèces de reboisement. Il est certain que, les techniques de sylviculture étant au point, un nouveau gain de productivité ne pourra être obtenu que par une recherche génétique soutenue (amélioration clonale).

Il faut évoquer le problème du choix entre l'utilisation d'espèces exotiques ou d'espèces autochtones, souvent à l'ordre du jour (Haute-Volta, Niger, Sénégal, etc...) : c'est un faux problème. Tout dépend des objectifs : une plantation en plein à haute productivité sous l'isohyète 900 mm par exemple, devra être réalisée à partir d'espèces exotiques (*Eucalyptus camaldulensis*, *Gmelina arbo-*

rea, etc...) pour avoir la productivité maximum.

Une plantation en alignement sous le même isohyète pourra être faite à partir d'espèces locales (*Khaya senegalensis*), mais attention aux attaques d'insectes.

Les espèces autochtones, à croissance relativement lente, sont mal adaptées aux boisements à objectif principal de production. Mais en dessous de l'isohyète 600 mm et de 600 à 800 mm, dans des conditions particulières de milieu, elles peuvent être avantageusement substituées aux exotiques pour satisfaire des objectifs mixtes (*Acacia gommier*, *Acacia nilotica*...).

LA PRODUCTIVITÉ ET LE COÛT DES PLANTATIONS PLUVIALES

Les programmes de type industriel étant encore assez récents, les résultats généralement cités concernent le plus souvent des plantations expérimentales, bénéficiant de soins particuliers et de conditions de stations privilé-

giées.

Les premières observations obligent à réviser sensiblement la valeur des productivités de plantations réalisées à grande échelle (hétérogénéité des sols).

On peut se baser, à titre indicatif, sur l'échelle suivante :

— Isohyète 600 mm : productivité de 1,5 à 3 m³/ha/an (cette dernière valeur doit être considérée comme exceptionnelle).

— Isohyète 800 mm : productivité de 3 à 5 m³/ha/an (même remarque).

— Isohyète 1.000 mm : productivité de 6 à 10 m³/ha/an (même remarque).

Rappelons qu'en zone côtière (ex. Sénégal), on obtient à pluviométrie égale des chiffres de productivité plus élevés.

LIMITES AU DÉVELOPPEMENT DES PLANTATIONS PLUVIALES DE TYPE INDUSTRIEL EN ZONE TROPICALE SÈCHE

La réalisation de plantations forestières peut paraître une solution assez facile à mettre en œuvre et à réussir. Cependant quatre facteurs importants en limitent l'efficacité ou la faisabilité.

→ Les conditions écologiques et tout particulièrement le climat (pluviométrie et hygrométrie) et les sols sont souvent peu favorables aux plantations dans les zones à déficit en bois. Là où les formations naturelles trouvent avec difficulté un équilibre biologique qui d'ailleurs est fragile, les plantations artificielles sont soumises à des facteurs écologiques souvent défavorables et imprévisibles qui en limitent fortement la longévité. Il est relativement facile de réussir une plantation pendant les 3 premières années, mais plus difficile de la maintenir en état de productivité satisfaisante jusqu'à son terme prévu.

Dans de trop nombreux projets, on a eu tendance à extrapoler à des réalisations en grand des résultats obtenus dans des parcelles de recherche de superficie réduite, bénéficiant de soins particuliers et résultant de choix stationnels bien contrôlés.

On doit donc être attentif à ces problèmes et envisager les plantations forestières avec la même optique que les autres cultures agricoles. Il s'agit d'une **culture d'arbres** demandant un choix de stations (climat — sol — exposition — pente) et suivi des actions (plantation, entretiens, protection contre les animaux, soins sanitaires).

Très schématiquement, **il paraît nécessaire de limiter le programme de reboisements pluviaux de type industriel aux zones où la pluviométrie annuelle est égale ou supérieure à 800 mm.**

Cette règle indicative peut être transgressée lorsque l'humidité atmosphérique (zone côtière au Sénégal) ou les conditions édaphiques particulièrement favorables peuvent compenser le facteur pluviométrie. Sous des pluviométries inférieures à 700-800 mm, il vaut certainement mieux abandonner l'idée de reboisements de type industriel au profit de l'aménagement des formations naturelles et de l'agro-sylvo-pastoralisme au vu de leur trop faible rendement matière et des contraintes supplé-

mentaires (clôtures, protection contre le bétail) qui s'imposent.

En outre, la sélection des espèces, provenances et clones adaptés est primordiale.

→ Dans certaines régions fortement peuplées se pose le problème de la disponibilité en terres favorables aux plantations forestières. Deux solutions sont souvent mises en œuvre :

- installer les plantations forestières dans des zones « marginales » en leur assignant un double but de reboisement de terres dénudées et de production ce qui s'avère souvent un échec au niveau de la productivité ;
- installer les plantations forestières en zone forestière après défrichement de la végétation naturelle préexistante.

Cette solution, souvent onéreuse, par suite du coût du défrichement, ne peut se justifier que lorsque la végétation naturelle est réellement dégradée et sous-productive et si les conditions de sol permettent d'espérer une production raisonnable.

Une troisième solution doit être développée : **l'intégration de l'arbre** dans l'agriculture : l'agroforesterie et ses multiples possibilités : cultures simultanées des arbres et des plantes agricoles ou cultures successives. Le conflit entre l'agriculture, l'élevage et la forêt doit se résoudre par la fusion des intérêts dans les mains des populations locales.

→ Le désintéressement des populations locales vis-à-vis des plantations forestières est en effet le troisième obstacle à leur faisabilité. Lorsque les plantations forestières sont réalisées par le service forestier (ou son sous-traitant) sous forme de blocs d'une certaine dimension, les populations locales considèrent cette réalisation comme leur étant totalement étrangère. N'ayant généralement pas été consultées, n'ayant aucun droit à court ou à long terme sur les produits de ces plantations, elles n'en ressentent ni l'intérêt, ni l'importance et sont peu disposées à les respecter et les faire respecter, d'où des coupes illicites et des dégradations (feu, animaux, etc...).

Il est donc indispensable que les services forestiers transforment totalement leur façon d'agir vis-à-vis des populations en les informant, en les sensibilisant et en



Photo Bianchi Coll. C.T.F.T.

Lossa (Niger). Irrigation localisée sur Eucalyptus de 3 mois.

les intéressants. Il n'y a généralement pas de participation sans intérêt et puisqu'en fin de compte le but de ces plantations est la satisfaction des besoins domestiques, il n'y a aucune raison pour que les populations aient le sentiment de ne pas en être les réels et seuls bénéficiaires.

Au-delà de la satisfaction de leurs propres besoins, la prise de conscience par les populations du problème au niveau national de l'approvisionnement en bois de feu, charbon de bois et bois de service est une condition majeure de la réussite de la politique de reboisement.

→ Enfin, le dernier obstacle à la faisabilité des plantations forestières est leur coût de réalisation. Deux voies sont couramment utilisées par les Etats :

— obtenir des financements extérieurs (aide multilatérale ou bilatérale),

— obtenir le concours des populations locales.

Dans le premier cas, il est nécessaire de bien étudier le projet et de veiller à son adaptation aux besoins et aux conditions locales afin de rentabiliser au mieux les moyens financiers consacrés à ces opérations, qui demeurent toujours chères.

Dans le second cas, on retrouve le problème de la sensibilisation des populations. Sans des mesures d'incitation et un réel appui technique, l'impact de telles opérations de plantation reste insignifiant par rapport aux ambitions initiales et les bilans de réalisation annoncés ne sont trop souvent que de dangereuses tromperies.

LES PLANTATIONS IRRIGUÉES

Depuis peu, au Sahel, (1974) la réalisation de périmètres irrigués en vue de la production forestière a été envisagée. A ce jour, les réalisations pilotes et *a fortiori* industrielles sont encore très peu nombreuses (Niger, Mali, Sénégal).

L'expérimentation en petites parcelles a montré l'intérêt de cette pratique pour une production ligneuse intensive (20 à 25 m³/ha/an) dans laquelle la part des bois de service serait très importante.

En passant au stade pilote, un certain nombre de con-

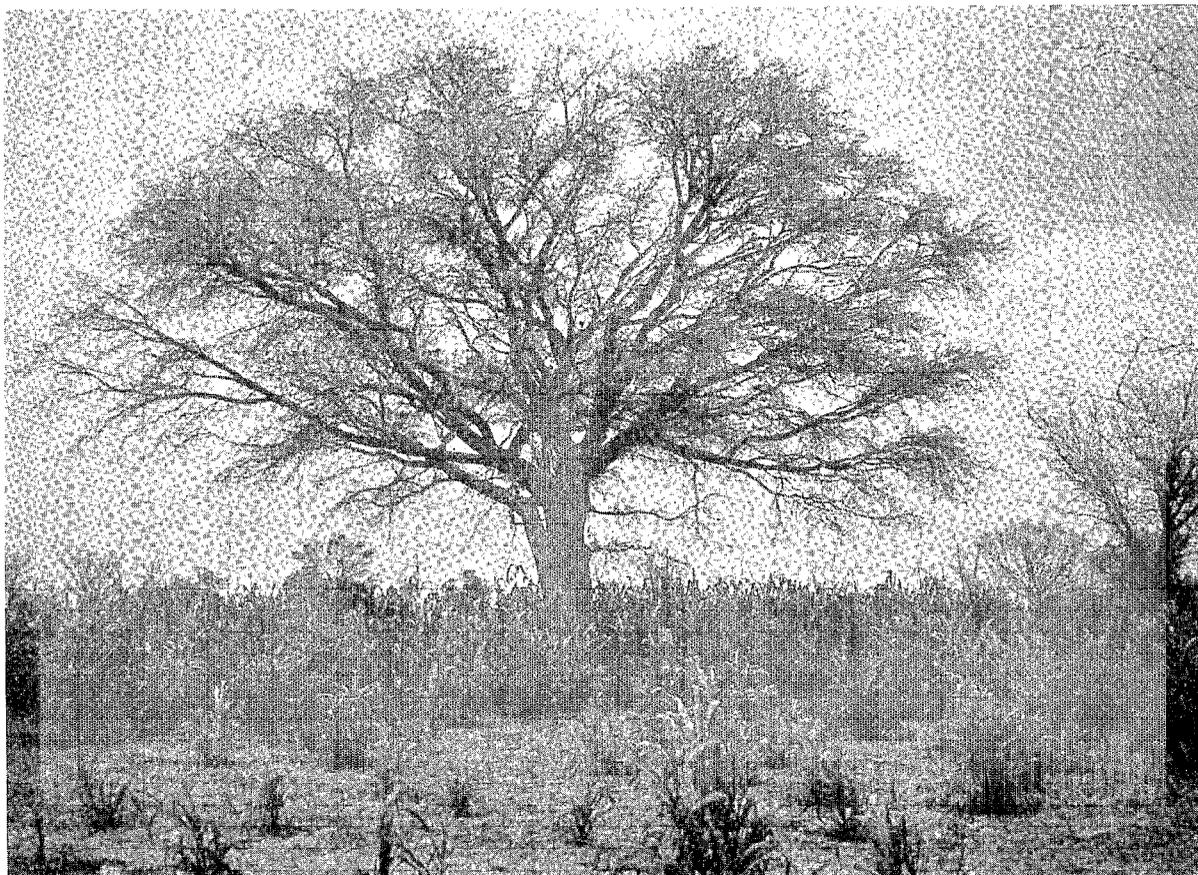


Photo Barbier.

Faidherbia albida en début de cycle. Défolié.

traintes ont été mises en évidence :

- l'importance très grande des caractéristiques du sol et de sa préparation sur la réussite des plantations et leur rendement,

- la méthode d'irrigation pour son interférence avec les pratiques sylvicoles,

- l'adaptation des taux de rationnement à la physiologie des espèces,

- le coût très élevé des infrastructures d'irrigation (30.000 FF/ha au Niger) et celui du pompage, si celui-ci est nécessaire,

- la nécessité de disposer des espèces, provenances et types végétaux les plus performants pour valoriser de tels investissements.

Il semble donc que la réalisation en grand de planta-

tions irriguées par pompage soit encore, pour l'instant, très difficilement envisageable au Sahel.

Tout pourrait être remis en question dans le cas de la réalisation de grands barrages (Niger, Sénégal) qui permettraient d'irriguer par gravité.

Il semble qu'il soit préférable actuellement d'envisager les plantations dans le cadre des périmètres irrigués à but agricole (il faudra dans ce cas faire attention au choix des essences et éviter l'invasion des oiseaux mangeurs de mil ou de riz). Les plantations seront réalisées soit en alignement, soit en plein sur les zones délaissées, en utilisant les infrastructures en place et en irriguant au coût marginal de l'eau.

Ce type d'intervention peut d'ailleurs se rattacher aux systèmes d'agro-sylvo-pastoralisme.

LES ACTIONS FORESTIÈRES EN MILIEU RURAL

L'intégration de l'arbre dans le paysage rural revêt une importance considérable en Afrique tropicale sèche,

tant pour assurer la satisfaction des besoins fondamentaux (nourriture des hommes, des animaux ; fourniture



Photo Barbier.

Faidherbia albida sur culture de mil, après récolte. En foliation.

de bois...) que pour maintenir l'équilibre du milieu naturel.

Depuis quelques années, on a tendance à regrouper sous le terme d'agroforesterie tous « systèmes de techniques d'aménagement des terres impliquant l'association d'arbres forestiers, soit avec des cultures, soit avec l'élevage, soit avec les deux réunis ». Ce terme nouveau désigne en fait un ensemble de techniques très variées dont certaines, en zone sèche, sont connues et pratiquées depuis très longtemps (*Faidherbia albida*, Baobab, jachères arbustives).

Une attention toute particulière, sinon la priorité, doit être accordée à cette « foresterie rurale », qui seule, parce que mise en œuvre par les populations pour leur propre bénéfice, peut prétendre résoudre à long terme le double problème de la satisfaction des besoins en bois et du maintien des équilibres naturels.

Il faut bien noter que les systèmes traditionnels de culture itinérante, lorsque la densité de population est faible (< 25 habitants au km²) et n'augmente pas, constituent, lorsqu'ils sont bien contractés, d'excellents systèmes agro-sylvo-pastoraux en équilibre.

L'ARBRE EN MILIEU AGRICOLE

Il peut s'intégrer dans de nombreuses situations et être utilisé sous les formes les plus diverses. Parmi elles on trouve :

— L'association de l'arbre au niveau individuel et des cultures pour optimiser la production par unité de surface et maintenir la fertilité des sols. Deux des meilleurs exemples sont constitués par *Faidherbia albida* (le cadde ou le gao) déjà largement vulgarisé au Sénégal et

au Niger par des projets de reboisement et de sauvetage des régénérations naturelles et les espèces fruitières (Baobab, Karité, Ronier, Parinari, Cordyla).

— La création de bandes boisées dans le cadre d'un compartimentage du paysage en culture intensive. De tels exemples existent depuis longtemps au Nord Cameroun et plus récemment dans d'autres pays (Niger, Vallée de la Maggia).



Photo Barbier.

Gabions de protection de jeunes plants de Neem en alignement le long d'une route.

fisamment informées et concernées (dévolution des produits mal définie).

Les reboisements de production en zone rurale ne pourront être repris que sous la forme de « bois de famille » réalisés par les paysans eux-mêmes à leur profit.

On peut observer que le déboisement est un phénomène qui découle de l'accroissement de la population, il ne pourra se régler qu'avec et par les individus eux-mêmes. D'où l'intérêt des opérations de « mini-pépinières » très enfoncées dans le milieu rural (exemple du Niger).

— Au niveau de l'environnement du village de nombreuses actions collectives ou individuelles peuvent être menées : plantations d'alignement le long des rues et des routes, boisement des écoles, les marchés, plantations dans les concessions et les enclos de cases. L'intérêt du Neem (*Azadirachta indica*) dans ce domaine n'est plus à démontrer pour de nombreuses régions d'Afrique de l'Ouest.

— Il faut évoquer aussi l'intérêt de la méthode des plantations avec cultures associées (méthode taungya) dans certains cas particuliers (régénération de la rônraie au Dallol Maouri au Niger). Mais cette méthode est souvent source de conflits au moment de la restitution des terres et devra rester très limitée.

— Enfin, il faut noter l'importance que doit revêtir l'examen du problème de la conservation d'un couvert forestier dans les projets de mise en valeur de zones nouvelles. Dans ces projets, il est nécessaire de prévoir et de localiser, à l'occasion des études préalables à l'aménagement, les zones qui doivent être impérativement conservées sous couvert forestier pour répondre aux objectifs de maintien de l'équilibre naturel et de satisfaction des besoins (actions intégrées).

Les brise-vent sur les aménagements hydroagricoles procèdent du même esprit.

Toutes les observations à ce sujet montrent bien l'intérêt de ces techniques, conçues en premier lieu comme des actions de protection, pour la production de bois.

— Le développement des opérations « bois de village » est actuellement assez unanimement remis en cause. Ces opérations se sont généralement soldées par des échecs dès lors que les populations n'étaient pas suf-

L'ARBRE EN ZONE PASTORALE

Le problème de la satisfaction des besoins en bois ne se pose pas de la même manière en zone pastorale où les éleveurs trouvent le plus souvent les quantités nécessaires sans difficultés.

Le cas des arbres n'y est pas pour autant résolu en ce qui concerne leur contribution à l'alimentation du bétail (pâturage d'appoint à forte valeur azotée) mais dépasse ici le cadre de notre étude.

PERSPECTIVE DE DÉVELOPPEMENT DE L'AGRO-SYLVO-PASTORALISME

L'agroforesterie est certainement la voie la plus difficile aujourd'hui à mettre en œuvre mais également aussi la plus économique et à long terme la plus sûre. Son développement suppose d'abord une prise de conscience et une sensibilisation effective des populations rurales et des autorités administratives et techniques. Il est indis-

pensable en particulier que les services forestiers transforment d'une manière radicale leur approche des problèmes forestiers en milieu aride, notamment en ce qui concerne leur relation avec les hommes et les autres Services du Développement Rural, et réadaptent les législations à cet effet.

En conclusion, il paraît indispensable que l'aménagement global des terres tienne compte de l'arbre et l'y intègre selon des formes (agrosylviculture, bandes boisées, bandes abris, boisements) variables selon les types de paysage.

La tendance générale des forestiers en zone aride et semi-aride de ne s'occuper que du domaine forestier, doit être maintenant dépassée et il est nécessaire d'intégrer la sylviculture dans l'aménagement de tout le territoire. Il ne faut plus reléguer la sylviculture à une simple forme d'utilisation des terres marginales mais en faire

une **composante obligatoire de tout aménagement permettant le maintien des facteurs de production et la satisfaction de besoins indispensables à la vie des populations.** Mais alors intervenant au sein des structures locales, le forestier doit pouvoir, pour réussir, obtenir la participation de la population aux activités forestières. Ceci nécessite, en plus des connaissances techniques intéressant la stabilisation de l'agriculture et la production ligneuse, un dialogue avec les collectivités rurales et une connaissance des structures sociales et économiques.

L'IMPORTATION DE BOIS À PARTIR DES PAYS HUMIDES

Cette solution peut être une alternative pour les pays arides situés à proximité de zones humides où les potentiels forestiers sont énormes.

Trois études ont été effectuées à ce sujet par la F.A.O. en 1980. L'une d'elles concerne l'approvisionnement de Ouagadougou à partir de la Côte-d'Ivoire.

La Côte-d'Ivoire dispose de ressources très importantes en bois de chauffage qui ne sont pas utilisées, et dépassant de beaucoup un million de tonnes. La présence d'un excellent réseau routier et d'une liaison ferroviaire entre les deux pays permet d'envisager le ravitaillement de Ouagadougou à partir de ces ressources. Le bois ne pouvant supporter le coût du transport, c'est sous la forme de charbon de bois qu'il faudra effectuer l'apport.

Les études effectuées montrent que le charbon de bois fabriqué en Côte-d'Ivoire au moyen de fours métalliques peut être livré ensaché à Ouagadougou, pour un

prix s'échelonnant de 35 à 50 F C.F.A./kg, selon le lieu d'origine et le mode de transport. Le prix de vente au détail sur le marché de Ouagadougou atteint actuellement 65 F C.F.A./kg.

Toutefois, l'opération n'est envisageable qu'avec une stricte organisation de la production, des transports et de la commercialisation. Un effort de diffusion de l'emploi du charbon de bois doit également être fait.

Le problème de briquetage de copeaux de bois est encore mal connu et suppose des investissements. L'avenir de cette solution dépendra essentiellement de l'évolution des technologies mais il est vraisemblable qu'on aboutira dans le meilleur des cas à des conclusions semblables à celles de l'utilisation du charbon de bois.

La carbonisation du bois dans les Etats eux-mêmes ne peut être économiquement envisagée que s'ils disposent de vastes zones forestières ou favorables au reboisement à des distances supérieures à une centaine de kilomètres

Paysage type de la grande zone pastorale sahélienne.

Photo Barbier.



(cas de la Casamance au Sénégal).

Le bilan énergétique d'une telle solution pourra être amélioré au niveau des techniques de carbonisation.

Il semble donc que l'importation de bois ou de charbon de bois à partir de zones humides, dans l'état actuel des infrastructures de transport pourrait être envisagée pour la Haute-Volta (à partir de la Côte-d'Ivoire) ou le Sénégal (à partir de la Casamance ou de la Guinée) mais ne pourrait y concerner que les marchés les plus importants.

Les deux autres études concernent l'approvisionnement de Lima à partir de l'Amazonie péruvienne et celui de Djakarta à partir du Kalimantan.

Pour l'approvisionnement de Lima, on constate que toute tentative d'apporter de l'énergie d'origine ligneuse sur le marché consommateur de la province de Piura au Pérou est vouée à un échec en raison de l'incidence beaucoup trop grande du coût des transports : ceux-ci devant franchir la barrière des Andes et s'effectuer sur des routes en mauvaises conditions.

Dans le cas de l'Indonésie, la possibilité d'utiliser les transports maritimes, et la présence de quantités importantes de déchets d'industries forestières à proximité de lieux d'embarquement, permettent d'envisager un apport de ces déchets vers les centres de consommation. Par contre, les déchets d'exploitation forestière ou le bois de chauffage spécialement récolté donnent lieu à des frais de ramassage et de transport jusqu'au rivage beaucoup trop élevés : leur transformation en charbon de bois serait nécessaire pour supporter ces frais. Mais le pétrole, même après une suppression éventuelle de la subvention gouvernementale dont il fait l'objet, produirait une énergie à bien meilleur coût. Il y aurait donc lieu d'examiner plus avant les avantages et les inconvé-

nients de sa promotion sur la préparation des aliments en remplacement du bois et du charbon de bois.

En conclusion, l'approvisionnement en bois de chauffage ou en charbon de bois destinés à la préparation des aliments à partir des ressources lointaines ne peut se concevoir que pour un marché important, milieu urbain, agglomérations ou fortes concentrations de population.

Il ne peut se réaliser que lorsqu'un réseau de voies de communication efficace existe entre les zones productrices et consommatrices. Ce réseau de communication peut comprendre éventuellement des sections fluviales ou maritimes.

D'une façon générale, le transport du bois de chauffage sur de longues distances n'est pas praticable économiquement. Les distances de 80 à 100 km considérées par de nombreuses études comme un maximum, sont toujours valables.

Par contre, le charbon de bois peut supporter des distances de transport bien supérieures : jusqu'à 800 et 1.000 km. Toutefois, il demande dans la plupart des cas une adaptation des véhicules aux transports volumineux. La perte d'énergie au cours de la carbonisation n'entre pas en considération lorsque le charbon est fabriqué à partir de déchets destinés à être brûlés ou abandonnés.

Quelles que soient les possibilités d'approvisionner un marché déficitaire à partir des régions excédentaires en bois de chauffage, le succès de cet approvisionnement dépend de nombreux facteurs et exige une bonne organisation ainsi qu'un contrôle très strict, aussi bien de la production que des transports et de la commercialisation. Ces trois phases de l'opération doivent faire l'objet d'études détaillées afin d'appliquer les systèmes ou les méthodes les plus appropriés.

L'AMÉLIORATION DU RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE DES FOYERS

Si on admet que les foyers traditionnels du type 3 pierres ont un rendement énergétique de 5 %, on conçoit vite l'intérêt que peut avoir leur amélioration dans la résolution du problème du bois de feu au Sahel.

Le principe en est de fermer le foyer pour réduire au maximum la déperdition calorifique. Il semble que l'on puisse arriver assez rapidement à un doublement de ce rendement et donc espérer réduire de moitié les besoins familiaux.

Les foyers améliorés ont déjà fait l'objet de plusieurs

projets de développement (Haute-Volta, Sénégal) dont plusieurs paraissent hasardeux, mais cette solution, après avoir été convenablement testée et les foyers mis définitivement au point, pourra être largement vulgarisée et avoir un impact notable sur le niveau de la demande en bois. Elle constitue une base primordiale dans la résolution du problème énergétique en milieu sahélien. Son avenir reste malgré tout encore largement tributaire de l'évolution des habitudes et des traditions alimentaires.

LES SUBSTITUTIONS D'ÉNERGIE

LES ÉNERGIES TRADITIONNELLES

Cette solution est assez récente et n'a guère reçu d'application suivie (gaz butane au Sénégal).

Les contraintes d'utilisation paraissent en effet très fortes, malgré d'évidents avantages.

Les contraintes essentielles résident, au niveau domestique, dans la modification des habitudes alimentaires et dans le coût d'investissement du matériel de base et au niveau national dans le financement des importations des produits énergétiques (sauf dans le cas où les pays disposent de réserves exploitables, comme du charbon au Niger, du lignite au Sénégal).

Les avantages les plus directs sont, au niveau domestique, le meilleur rendement calorifique des foyers donc un coût d'utilisation moindre que celui du bois et au niveau national la sauvegarde et la régénération du potentiel forestier avec toutes ses retombées écologiques.

Il nous paraît que cette solution ne doit pas être écar-

tée pour les milieux urbains où la modification des habitudes alimentaires pourra se faire plus facilement, et qui posent le principal problème en matière de dégradation de l'environnement forestier dans les pays sahéliens.

Il est certain qu'à ce niveau, des financements à des conditions très légères devraient être acquis tant pour aider les Etats à faire face aux importations nécessaires que pour subventionner l'achat du matériel par les familles.

Les Etats qui pourront bénéficier de grands barrages à vocation d'irrigation (Niger, Sénégal) pour produire de l'électricité, devront se saisir de cette occasion pour développer l'utilisation de cette énergie à des fins domestiques.

LES ÉNERGIES NOUVELLES

L'énergie solaire représente une solution élégante dans les pays du Sahel qui bénéficient d'un ensoleillement important. Malheureusement, malgré quelques tentatives (cuisinière solaire de l'O.N.E.R.S.O.L. au Niger) la mise au point d'un matériel rustique et peu onéreux paraît très délicate et semble encore loin d'être résolue.

Une autre voie est apparue avec le biogaz (gaz de fermentation méthanique). Là encore les techniques sont

trop expérimentales pour pouvoir recevoir un début de vulgarisation.

Enfin, il nous faut signaler ici tous les risques que représentent les solutions énergétiques par l'utilisation de résidus agricoles, ces résidus constituant souvent un fourrage d'appoint en saison sèche (paille de riz, sorgho) et un élément indispensable au maintien de la fertilité et de la protection des sols en milieu sahélien.

LES EFFORTS DE RECHERCHE A POURSUIVRE

Si un certain nombre de résultats sont déjà acquis, il n'en demeure pas moins indispensable qu'à l'occasion de tout projet de développement, un certain nombre de mises au point, tenant compte des conditions écologiques locales, sont nécessaires. Il s'agit là de recherches

d'accompagnement sur lesquelles nous n'insisterons pas.

En dehors de ces recherches d'accompagnement, les principaux domaines sur lesquels un effort est nécessaire dans les prochaines années seraient les suivants :

ÉCOLOGIE

Corrélation croissante des espèces et paramètres climatiques et édaphiques. On doit viser à mieux connaître les exigences des principales espèces :

- sur le plan climatique,
- sur le plan édaphique : relation sol-croissance.

Etude des systèmes racinaires en fonction des caractéristiques physiques et du travail du sol,

- corrélativement économie de l'eau dans le sol.
- Influence du travail du sol, des écartements, des méthodes d'entretien, ...

SYLVICULTURE, CONDUITE DES PEUPELEMENTS ARTIFICIELS

- Amélioration des techniques de pépinière et plantation : diminution des coûts.
- Adaptation de ces techniques aux plantations irri-

guées.

- Mise au point des techniques d'entretien : manuel, mécanisé, chimique et intervention du pâturage. Asso-

ciation des espèces.

- Etude des 2^e et 3^e rotations, pérennité des peuplements, fertilisation minérale, étude des rejets, méthode

d'exploitation à la récolte.

- Etude de production et règles d'aménagement des plantations.

AMÉLIORATION DU MATÉRIEL VÉGÉTAL

Un certain nombre d'espèces et de provenances ont été sélectionnées pour les zones sèches. Cette action (sélection interspécifique) doit être poursuivie pour des espèces encore mal connues (Prosopis, espèces fourragères, etc...). Il est nécessaire en outre de développer les études de sélection individuelle en vue de la production de graines sélectionnées (développement des program-

mes de mise en place de vergers à graines). Cela doit concerner tant les espèces exotiques que locales. Parallèlement, mise au point des techniques de multiplication végétative pour les principales espèces utilisées.

Par ailleurs l'effort de recherche entrepris sur les associations symbiotiques doit être poursuivi.

FORMATIONS NATURELLES

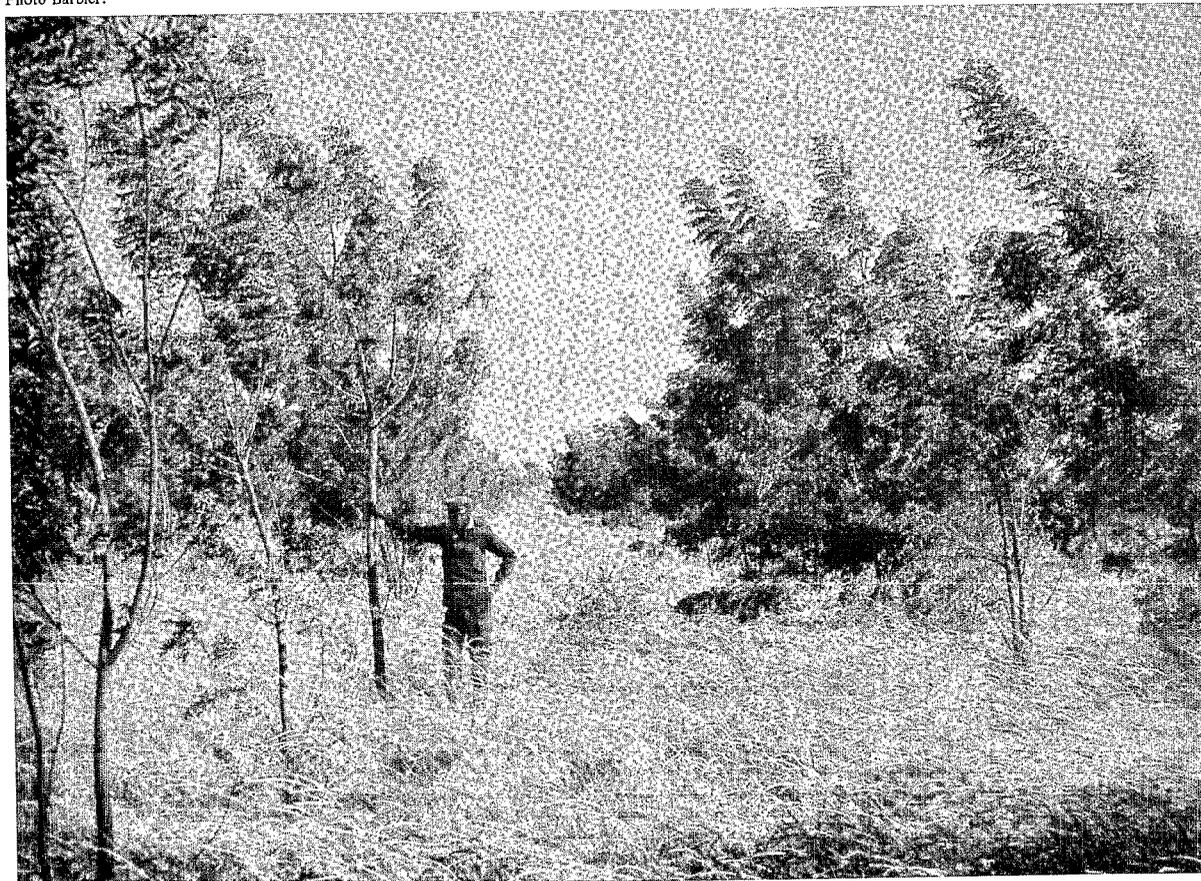
- Poursuite de l'étude de la croissance et productivité des principales formations.
- Méthodologie de mesure de la biomasse en zone sèche.
- Amélioration des connaissances sur la phénologie

des espèces, leur mode de dissémination, leur aptitude à rejeter, etc...

- Définition d'aménagements pilotes : rôle de la protection contre le feu et le pâturage dans l'amélioration de la productivité.

Neem après 3 saisons de pluies. Un désherbage aurait sans doute encore été nécessaire pour favoriser la croissance des arbres et éviter un risque de feu de brousse.

Photo Barbier.



FORESTERIE RURALE - INTERACTION HOMME-FORÊT

Adaptation des techniques sylvicoles aux actions en milieu rural. Actions pilotes dans l'association arbre-cultures :

- au niveau individuel : ex. *Faidherbia albida* ;

- au niveau des aménagements cultureux : bandes boisées, brise-vent, haies vives ;
- au niveau régional : environnement et taux de couverture forestière.

ÉCONOMIE FORESTIÈRE

- Poursuite des études de coût de production.
- Etudes de commercialisation des produits.
- Adaptation des législations forestières aux besoins de production.

UTILISATION DES PRODUITS

• Préservation des bois de service (ex. perches d'Eucalyptus).

• Amélioration des rendements de la carbonisation au niveau des techniques traditionnelles, par introduction de techniques différentes (fours métalliques, fours en maçonnerie, procédés semi-industriels ou industriels)

et par la récupération des pyroligneux (comme source d'énergie ou de produits de préservation).

- Participation aux études de foyers améliorés.
- Vulgarisation de l'emploi des déchets ligneux ou des poussières de charbon, conditionnement de ces déchets (agglomérés divers, briquettes).

CONCLUSION

En conclusion on peut dire que pour la satisfaction des besoins en bois en Afrique tropicale sèche :

— l'amélioration des formations naturelles constitue une solution très économique mais qui a ses limites, et sans un effort intense et urgent de mise en œuvre sera de moins en moins efficace ;

— les plantations de type industriel demeurent une solution chère, plus difficile à réussir qu'il ne semble et qui n'aura jamais qu'un impact très limité sur le niveau global de la demande ;

— l'agro-sylvo-pastoralisme est à coup sûr, malgré des difficultés certaines d'application, la solution qui présente le plus d'intérêt à long terme. Son mérite essentiel étant de traiter à la fois les problèmes de maintien des grands équilibres naturels et ceux de la satisfaction des besoins en bois ;

— l'importation de bois ou de charbon de bois à partir des pays humides ne peut se concevoir que pour des marchés importants, dans les pays disposant avec eux

des liaisons les plus faciles ;

— l'amélioration des foyers constitue une base essentielle dans l'approche du problème ;

— les énergies de substitution ne pourront prendre une réelle importance que s'il s'agit d'énergies traditionnelles, dans des conditions financières fortement subventionnées et uniquement dans les villes ;

— de gros efforts doivent être faits au niveau de la recherche tant en matière de plantation forestière qu'aménagement des formations naturelles ainsi que dans le domaine de l'économie forestière au sens large.

Il n'y a pas de solution unique au problème du bois en Afrique tropicale sèche, la satisfaction des besoins des populations ne pourra être résolue que par la conjonction d'un ensemble de mesures techniques et sociales complexes.

La prise en charge par les populations elles-mêmes de la plupart des actions en sera le meilleur facteur de réussite.

BIBLIOGRAPHIE

1 — GÉNÉRALITÉS SUR LES PROBLÈMES FORESTIERS EN AFRIQUE TROPICALE SÈCHE

- AUBRÉVILLE (A.). — Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale, 1949.
- BANQUE MONDIALE. — Foresterie, Politique sectionnelle, févr. 1978.
- CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — Contribution à l'étude de la désertification de l'Afrique tropicale sèche, 1973.
- C.I.L.S.S. — Consultation C.I.L.S.S./U.N.S.O./F.A.O. sur le rôle de la foresterie dans un programme de réhabilitation du Sahel. Rapport final, C.I.L.S.S. — Dakar, mai 1976.
- C.R.D.I. — Le rôle des arbres au Sahel — Compte rendu du colloque tenu à Dakar (1979). C.R.D.I., Ottawa, 1980.
- DELWAULLE (J. C.). — Le rôle du forestier dans l'aménagement du Sahel. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 160, 1975.
- GIFFARD (P.). — L'arbre dans le paysage sénégalais. C.T.F.T. — Sénégal 1974.
- GORSE (J.). — Energy and environmental crisis in developing countries. The case of fuelwood in the Sahel. Working Paper I.B.R.D./B.I.R.D., 1982.
- I.B.R.D. — Forests and fuelwood. The Sahel's Ecological Dilemma 1982. World Development Report I.B.R.D. (Box 6.1).
- M.A.B. — Aménagement des ressources naturelles en Afrique : stratégies traditionnelles et prise de décision moderne. Note technique du M.A.B. 9, 1978.
- MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION. — La lutte contre la désertification dans les pays du Sahel. L'expérience française. Etudes et Documents n° 3, nov. 1980.
- MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION. — Nature et effets de la désertification au Sahel : L'action de la France — Document du Service des Etudes Economiques et Questions Internationales, janv. 1980.

2 — REBOISEMENTS ET TECHNIQUES SYLVICOLES

- ANONYME. — Firewood crops, Shrub and tree species for energy production. National Academy of Sciences, Washington, 1980.
- BARBIER (C.); HASSANE; ATTAO. — Essai d'interprétation des conditions de croissance et de production d'*Eucalyptus camaldulensis* au Niger. C.T.F.T. — I.N.R.A.N., août 1981.
- C.I.L.S.S. — D.S.E. — Reboisements et pratiques de plantations forestières dans les zones sahélienne et soudano-sahélienne. Séminaire forestier de Ouagadougou, févr. 1978.
- DELWAULLE (J. C.). — Plantations forestières en Afrique tropicale sèche — Techniques et espèces à utiliser. C.T.F.T. — Nogent, 1979.
- F.A.O. — Boisement des savanes en Afrique. Conférence de Kaduna, Nigeria. F.A.O. 1976.
- F.A.O. — Ressources génétiques d'essences arborées des zones arides et semi-arides. F.A.O., 1980.
- FERLIN. — Techniques de reboisement dans les zones subdésertiques d'Afrique. C.R.D.I. — Ottawa, 1981.
- GOUDET (J. P.). — Mise en œuvre d'un programme de recherches forestières dans les zones arides et semi-arides du Venezuela. C.T.F.T., 1978.
- HAMEL (O.); BAILLY (C.). — Premières observations sur les potentialités de l'*Eucalyptus* au Sénégal. I.U.F.R.O. — Tokyo, 1981.
- HAMEL (O.); MALAGNOUX (M.). — Essai d'enrichissement en layons d'une forêt guinéenne sèche. I.U.F.R.O. — Tokyo, 1981.

- LOUPE (D.). — Les essais d'introduction et de sylviculture de l'*Eucalyptus* en sec au Niger. C.T.F.T., 1981.
- MAHEUT (J.); DOMMARGUES (Y.). — Fixation des dunes dans la presqu'île du Cap Vert. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 63, 1959.
- POUPON (J.). — Fixation des dunes au Sud de Madagascar. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 55, 1957.
- VOLUNTEERS IN TECHNICAL ASSISTANCE. — Reboisement des terres arides. Peace Corps. V.I.T.A. — Publication U.S.A.

3 — AMÉNAGEMENT DES FORMATIONS FORESTIÈRES NATURELLES ET DE L'ESPACE AGRO-PASTORAL

- AGRIPROMO. — Attention aux feux. Agripromo n° 4, 1974.
- ANONYME. — *Leucaena leucocephala* — Promising forage and tree crop for the tropics. National Academy of science, Washington 1977.
- BARBIER (C.), QUIDEAU, BOGNETTEAU. — Bilan des interventions forestières sur l'unité expérimentale de cultures irriguées de Lossa (Niger). I.N.R.A.N. — C.T.F.T., 1981.
- BOGNETTEAU. — Les brise-vent dans la Maggia (Niger). CARE, Eaux et Forêts, 1981.
- BOUDET. — Rapport sur la situation pastorale des pays du Sahel. F.A.O. — I.E.M.V.T., 1974.
- CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — *Acacia albida*. Note de synthèse et bibliographie (en préparation).
- CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — Projet d'aménagement des savanes de Bambari (R.C.A.) pour la production de bois de feu, déc. 1980.
- DELWAULLE (J. C.). — Définition de programmes forestiers dans les projets de développement au Nord Cameroun, mai 1978.
- DEPIERRE (D.); GILLET (H.). — Désertification de la zone sahélienne au Tchad. Bilan de dix années de mise en défens. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 139, sept.-oct. 1971.
- F.A.O. — Conservation des ressources naturelles en zone aride et semi-aride. Cahier F.A.O., Conservation des sols, 3, Rome 1980.
- F.A.O. — L'aménagement écologique des parcours arides et semi-arides d'Afrique et du Moyen-Orient. Réunion d'experts, F.A.O. — Rome, mai 1974.
- F.A.O. — Le rôle des forêts dans le développement des collectivités locales. Document Etude F.A.O. : Forêts n° 7 — Rome, 1978.
- F.A.O. — *Prosopis tamarugo* — Arbuste fourrager pour zones arides. Etude F.A.O., Production végétale et protection des plantes n° 25, F.A.O. 1981.
- GOUDET (J. P.). — Aspects forestiers de l'aménagement sylvo-pastoral du massif de la Palé (Nord Côte-d'Ivoire). C.T.F.T., 1977.
- GOUDET (J. P.). — Aménagement de la Vallée du Namiélé (Nord Togo) — Aspects forestiers. C.T.F.T., avr. 1979.
- GOUDET (J. P.). — Application de la recherche à la mise en valeur des ressources forestières en R.C.A. (volet savane). C.T.F.T., avr. 1980.
- GROSMAIRE. — Les centres sylvo-pastoraux du Nord Sénégal. C.T.F.T., 1961.
- GUELLEC (J.). — Possibilité d'utilisation d'images Landsat améliorées à l'échelle 1/200.000^e pour la connaissance des forêts. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 193, 1980.
- GUISCAFRE (J.). — Protection des cultures par bande brise-vent au Nord Cameroun. C.T.F.T., 1961.
- GUISCAFRE (J.). — Restauration des sols en pays Kapsiki (Nord Cameroun). C.T.F.T., 1961.

- HAMEL (O.). — Préalable aux aménagements forestiers et agro-sylvicoles. I.U.F.R.O. — Tokyo, 1981.
- LESCANNE. — Le secteur de modernisation du Nord Togo. C.T.F.T., 1961.
- M.A.B. — Le Sahel : bases écologiques de l'aménagement. Note technique du M.A.B. 9. U.N.E.S.C.O. — Paris, 1974.
- MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION. — Conservation des sols au Sud du Sahara. C.T.F.T., 1980.
- MULARD. — Périmètre de lutte contre l'érosion de Ouahigouya. C.T.F.T., 1961.
- O.R.S.T.O.M. — Problèmes de conservation des sols dans la région Mandara au Nord Cameroun. O.R.S.T.O.M.
- PARÉ. — Propositions pour la mise en valeur de l'unité écologique expérimentale de Maradi (Niger). G.E.R.D.A.T. — I.N.R.A.N., 1980.
- PIOT (J.). — La protection des sols en zone sahélienne, cas de la Haute-Volta. C.T.F.T., 1981.
- PIOT (J.). — Utilisation des ligneux sahéliens par les herbivores domestiques. C.T.F.T., déc. 1980.
- WHITE (R.). — A handbook for village woodlot planning and management in Botswana.
- DOAT (J.). — Le pouvoir calorifique des bois tropicaux. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 172, mars-avr. 1977.
- DOAT (J.); PETROFF (G.). — La carbonisation des bois tropicaux. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 159, janv.-févr. 1975.
- DOAT (J.). — Les bois tropicaux, source potentielle d'énergie. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 181, sept.-oct. 1978.
- PETROFF (G.); DOAT (J.). — Pyrolyse des bois tropicaux. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 177, janv.-févr. 1978.
- DOAT (J.). — Les foyers améliorés. Une solution possible pour atténuer la pénurie en bois de feu dans les pays du tiers monde. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 197, 1982.
- EARL (D. E.). — Charcoal and forest management. University of Oxford, 1973.
- F.A.O. — La carbonisation du bois par fours transportables et installations fixes. F.A.O., mai 1955.
- F.A.O. — Carte de la situation du bois de feu dans les pays en développement. F.A.O., 1981.
- GERES ; GRET. — Le bois de feu cellule. Compte rendu de la réunion de Chamarande, déc. 1981.
- KIZERBO (M.). — Approvisionnement des familles sahéliennes en énergie domestique. Solutions envisagées et contraintes socio-économiques. F.A.O. — S.I.D.A. — Kaolak, 1981.
- MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION. — Evaluation des énergies nouvelles pour le développement des états africains. Ministère de la Coopération, Série Technologie et Développement n° 1, 1977.
- TROPICAL PRODUCTS INSTITUTE. — Charcoal production using a transportable metal kiln. Tropical Products Institute — Rural Technology guide 12, 1980.
- UNASYLVA. — Le bois source d'énergie. Unasyuva, édition spéciale, vol. 33, n° 131, 1981.
- UNU ; CEGET. — Collecte du combustible et équilibre des relations avec le milieu naturel dans les communautés villageoises du département de Maradi (Niger). Unu/Ceget, Bordeaux, 1980.
- VENNETIER. — La consommation de l'énergie traditionnelle en milieu africain, l'exemple de N'Gaoundéré (Cameroun). C.N.R.S., 1980.
- VENNETIER. — Les problèmes du bois de feu et du charbon de bois en Afrique tropicale. C.N.R.S., 1980.
- 4 — BOIS ÉNERGIE — CONSOMMATION — AMÉLIORATION DES CONDITIONS D'UTILISATION — SUBSTITUTION
- ASSOCIATION POUR L'ARBRE AU SAHEL. — Contribution à l'étude de la consommation de bois de feu en zone rurale au Sahel. Association « Pour l'arbre au Sahel », 1980.
- ASSOCIATION POUR L'ARBRE AU SAHEL. — Les foyers améliorés au Sahel. Association « Pour l'arbre au Sahel », 1980.
- BANQUE MONDIALE. — L'énergie dans les pays en développement. Banque Mondiale, août 1980.
- BERTRAND (A.). — Besoins en bois de feu, charbon de bois et bois de service à Ndjamena. C.T.F.T., 1976.
- BERTRAND (A.). — Consommation — Utilisation des combustibles ligneux en Afrique. C.T.F.T. — F.A.O., 1979.
- CAILLIEZ (F.) ; DOAT (J.). — Rapport de mission d'appui au programme de recherches forestières. République du Sénégal. C.T.F.T. — I.S.R.A., juin-juillet 1982.
- CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — Manuel for use of Magnein type metal Kiln for the production of charcoal in Sudan. C.T.F.T., sept. 1964.
- CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — Etude des possibilités de fourniture de charbon de bois pour la sidérurgie en République du Niger. C.T.F.T., mars 1964.
- CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL. — F.A.O. — Possibilités de production de certaines forêts du Tchad en bois de feu, charbon de bois et autres produits. Projet CHD 720009, C.T.F.T. — F.A.O., avr.-juill. 1975.
- C.E.R.E.R. — Les cuisinières « Ban Ak Suuf ». C.E.R.E.R. — Sénégal.
- C.I.L.S.S. — L'énergie dans la stratégie de développement du Sahel. C.I.L.S.S., Club du Sahel, 1978.
- C.I.L.S.S. — Mise en œuvre d'une stratégie de l'énergie dans les pays du Sahel. C.I.L.S.S., Club du Sahel, 1979.
- DELWAULLE (J. C.) ; ROEDERER (Y.). — Le bois de feu à Niamey. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 152, 1973.
- 5 — DOCUMENTS RELATIFS À DES PROJETS DE DÉVELOPPEMENT FORESTIER
- ANONYME. — Projet forestier Niger 1^{re} phase. Rapports annuels d'activité 1979 à 1981.
- BAILLY (C.). — Note technique sur le projet forestier 2^e phase du Niger. C.T.F.T., 1980.
- DELWAULLE (J. C.). — Etude de factibilité du projet de développement intégré de Dosso — Niger. C.T.F.T., 1977.
- DELWAULLE (J. C.) ; BERTRAND (A.). — Aménagement des Vallées des Volta. Etudes techniques et économiques du projet de reboisement de Wayen. C.T.F.T., 1976.
- I.D.A. : C.C.C.E. ; F.A.C. — Rapports d'évaluation des projets forestiers, Mali, Haute-Volta, Sénégal, Niger.
- MONNIER. — Aménagement des Vallées des Volta. Rapport de gestion de la campagne 1980 du projet de reboisement de Wayen. C.C.C.E.
- MOREL ; PAJOR. — Le coût des projets forestiers en zone sahélienne. C.I.L.L.S. (en préparation).

Dans le fascicule « Les forêts tropicales et l'énergie » :