



Photo Goés.

*Sur sol sableux, dans une zone de plaine, plantation âgée d'un an. Méridès.
District de Setúbal (Portugal).*

APERÇU DE QUELQUES DONNÉES TECHNIQUES DU COLLOQUE DE LISBONNE SUR LA PRODUCTION ET LA TRANSFORMATION INDUSTRIELLE DE L'EUCALYPTUS (JUN-JUILLET 1970).

J. GROULEZ

*Directeur des Recherches Forestières
au Centre Technique Forestier Tropical.*

SUMMARY

SOME TECHNICAL DATA REVEALED AT THE LISBON COLLOQUIUM ON THE PRODUCTION AND INDUSTRIAL PROCESSING OF EUCALYPTUS (JUNE-JULY 1970)

It is estimated that the deficit of the timber industry in Europe in 1975 will be around 53 million cubic metres, including 20 million cubic metres of hardwood for pulping. Eucalyptus plantations in the Mediterranean regions would enable this deficit to be covered. In five countries (Spain, Israel, Italy, Portugal and Turkey) about 1,050,000 acres are planted. Extensions are

planned, but the expected production (2 to 3 million cubic metres between 1975 and 1980) remains far less than the predicted deficit.

The two species most commonly planted are *Eucalyptus globulus* (Spain, Portugal and Italy) and *Eucalyptus camaldulensis* (Israel and Turkey).

RESUMEN

COMPENDIO DE ALGUNOS DATOS TÉCNICOS DEL COLOQUIO DE LISBOA ACERCA DE LA PRODUCCION Y LA TRANSFORMACION INDUSTRIAL DEL EUCALIPTO (JUNIO-JULIO DE 1970)

Se estima que el déficit de madera de industria en Europa en 1975, será del orden de 53 millones de m³ de los cuales 20 millones de m³ de maderas frondosas de trituración. Las plantaciones de eucalipto permitirán, en las regiones mediterráneas, colmar este déficit. Para cinco países (España, Israel, Italia, Portugal y Turquía) las superficies plantadas son de unas 420.000 ha aproximadamente. Se han proyectado sendas ampliaciones, pero la producción con que se cuenta (2 a 3 millones de m³ entre 1975 y 1980) sigue estando muy por debajo del déficit previsto.

Las dos especies plantadas más corrientemente, son el *Eucalyptus globulus* (España, Portugal, Italia) y el *Eucalyptus camaldulensis* (Israel y Turquía).

Lors du Colloque de Lisbonne, réuni en juin-juillet 1970 sous l'égide du Comité du Bois de la Commission Economique pour l'Europe, la question de la production et de l'utilisation de l'*Eucalyptus* a surtout été traitée dans le cadre géographique de l'Europe, et même des pays du pourtour méditerranéen. On y a donc parlé principalement de ces pays, Portugal, Israël, Italie, Espagne, Turquie, et de l'*Eucalyptus globulus*.

Cependant, l'intérêt de la réunion dépassait largement ce cadre restreint, pour deux raisons principales. La première est que le Portugal est un pays où les problèmes de la production et de l'utilisation

industrielle de l'*Eucalyptus* sont quotidiennement vécus. La seconde, c'est que savoir où en sont les choses en Europe en matière de techniques de plantation et en matière de transformation et de placement de l'*Eucalyptus* ne peut laisser indifférents les pays en voie de développement, soit qu'ils disposent de sources de bois à fibres courtes, soit qu'ils créent actuellement ou envisagent de créer des boisements d'*Eucalyptus*.

A ces égards, le Colloque a donné l'occasion de réunir quelques informations que nous nous proposons de résumer ici.

OFFRE ET DEMANDE EN BOIS EN EUROPE. PERSPECTIVES

Bois toutes catégories.

Les chiffres étant exprimés en millions de m³ d'équivalent matière première bois, la consommation de bois d'industrie en Europe est passée de 246 en 1959/60 à 325 en 1969, et on estime qu'elle sera de 377 en 1975 et de 430 en 1980. Les disponibilités correspondantes sont de 226, 285, 324 et 364. On pense donc que le déficit qui était de 20 en 1959/61 et de 40 en 1969 passera à 53 en 1975 et 66 en 1980.

Bois de trituration en général.

Ce terme englobe les bois fournissant pâte à papier ou à dissoudre et panneaux de fibres ou de particules. La consommation en Europe est passée de 108 en 1959/61, à 162 en 1969 et est estimée à 202 en 1975 et 248 en 1980. Il semble donc que la balance entre la demande et l'offre qui était à peu

près équilibrée en 1959, montre en 1969 un déficit de l'offre européenne de l'ordre de 14 millions de m³ ; on pense que ce déficit sera de l'ordre de 24 en 1975 et de 38 en 1980.

Bois feuillus de trituration.

Les chiffres ci-dessus concernent à la fois les conifères et les feuillus. L'examen des données indique que le pourcentage de feuillus consommés dans ce genre d'utilisation s'accroît ; il est passé de 18 % en 1964 à 22 % en 1968. On estime que si les tendances actuelles se maintiennent, il y aura en 1975 un déficit des disponibilités de l'ordre de 20 millions de m³ en bois feuillus de trituration, pour l'Europe de l'Ouest seulement. Il faut noter que l'utilisation croissante des feuillus vient souvent de leur prix plus bas, c'est le cas pour les panneaux de fibres et de particules ou pour la pâte à dissoudre. Mais elle est également expliquée par une amélio-

ration de la qualité du produit, dans le cas des papiers d'écriture et des ondulés.

Il apparaît que l'évolution de l'utilisation de feuillus à fibres courtes dépendra beaucoup du prix auquel ils seront proposés. A partir d'une enquête menée selon une méthode mise au point en Suède, il semble que pour une région donnée le prix maximum que puisse payer une usine moderne non intégrée pour le bois rendu usine varie beaucoup d'un genre de produit à l'autre : on a cité pour des usines non intégrées situées en Allemagne de l'Ouest des prix au m³ de 32 Deutschmark (48 FF) pour les ondulés semi-chimiques, 36 D. M. (54 FF) pour les panneaux de fibres, 45 D. M. (68 FF) pour la pâte kraft blanche (usine de 100.000 t), 56 D. M. (85 FF) pour la pâte à dissoudre, 70 D. M. (106 FF) pour les panneaux de particules.

Il existe en Europe des réserves de feuillus, mais leur situation est telle que les frais d'exploitation, de façonnage et de transport amèneraient ce bois à l'usine à un prix que l'usine ne pourrait payer. Ces réserves sont donc sous-exploitées, et il s'avère plus économique de combler le déficit de l'offre en bois de trituration par des importations.

Le remède à cette situation peut être recherché dans des plantations d'essences à croissance rapide dans des sites choisis, par exemple dans des plantations d'Eucalyptus, pourvu que le bois soit techniquement convenable et d'un prix de revient acceptable.

Bois d'Eucalyptus.

Les pays européens producteurs d'Eucalyptus sont pour des raisons écologiques, des pays bordant la Méditerranée, et ce sont aussi les pays utilisateurs, les exportations se faisant sous forme de produits semi-finis ou finis et non de bois.

Pour cinq pays européens méditerranéens (Espagne, Israël, Italie, Portugal, Turquie), la consommation de bois d'Eucalyptus est estimée pour 1969 à environ 1.850.000 m³, soit 45 % de plus qu'en 1965. Le Portugal et l'Espagne ont consommé à eux seuls environ 1.764.000 m³ soit 95 % du total. D'autre part, 65 % de la consommation 1969 intéressent le secteur de la pâte de bois (environ 1.200.000 m³) ; 268.000 m³ sont allés aux usines de sciage, contreplaqués et placages, et 350.000 m³ aux bois de mine, surtout en Espagne ; les panneaux de fibres et de particules ont utilisé 26.500 m³, dont une proportion notable de résidus de transformation.

C'est donc dans le domaine des bois de trituration et plus spécialement des bois à pâte que l'Eucalyptus trouve en Europe son utilisation la plus courante.

L'augmentation de la consommation de bois d'Eucalyptus en Europe paraît être un critère assez net des possibilités de cette essence dans le secteur de la pâte et des papiers, d'autant plus que les pro-

duits, par exemple la pâte, ne sont pas réservés à l'usage exclusif du pays producteur mais font l'objet d'exportations. Au Portugal, la CELBI a exporté, en 1969, 120.000 t de pâte, soit 98 % de sa production (1).

Les prix actuellement payés pour le bois d'Eucalyptus sont, selon les pays utilisateurs, les suivants : (au m³) :

— Rendu usine, écorcé :

- Israël = 44-45 \$ IL, soit 70 FF (*E. camaldulensis*) ;
- Portugal = 378,5 Esc., soit 72 FF (*E. globulus*) ;

- Sur pied :

- Espagne = 270 Pta., soit 21 FF (*E. camaldulensis*) ;
370 Pta., soit 29 FF (*E. globulus*).

On prévoit une augmentation de la consommation dans les dix prochaines années, importante dans le secteur de la pâte de bois (Portugal, Espagne, Turquie) (2), notable en ce qui concerne les panneaux de particules (Israël, Italie, Espagne).

Face à cette demande qui s'accroît, les cinq pays méditerranéens disposent actuellement d'environ 420.000 ha de plantations d'Eucalyptus de valeur et d'âges divers, et prévoient des programmes de plantations. Israël manque de terrains appropriés et son programme ne dépasse pas 200 à 500 ha/an. L'Italie (50.000 ha actuellement) prévoit 4.000 ha/an.

Le Portugal (129.000 ha actuellement) a inscrit à son 3^e Plan un programme de 15.000 ha/an. D'ores et déjà l'industrie portugaise actuelle connaît un problème d'approvisionnement en bois d'Eucalyptus. L'Espagne (142.000 ha) prévoit 27.000 ha/an au cours des prochaines années. La Turquie (7.600 ha) a un plan de 1.000 ha/an pendant 10 ans. Dans ces pays, les perspectives d'exploitation comprennent en principe toute la possibilité des surfaces actuelles augmentée de la possibilité des surfaces en cours de plantation, selon les programmes. C'est ainsi que l'on prévoit, pour l'ensemble des cinq pays, une exploitation de 2.390.000 m³ écorcés en 1975, et de 3.021.000 m³ écorcés en 1980. La durée de la rotation des coupes étant souvent d'une dizaine d'années, il est probable que les possibilités augmenteront encore après 1980, mais leur estimation est encore très en dessous du déficit prévu pour l'offre en feuillus de trituration.

(1) Dont 32 % à destination des pays de l'Association Européenne de libre échange et 62 % à destination des pays de la C. E. E.

(2) La Turquie envisage de mettre en service en 1971 une usine de pâte et papiers à Mugla-Dalaman qui utilisera en 1980 20 à 25 % d'*Eucalyptus camaldulensis* en mélange avec du Pin (*P. brutia* et *P. nigra*).

LES PEUPELEMENTS D'EUCALYPTUS EN EUROPE

Espèces.

Les deux espèces les plus couramment plantées sont *Eucalyptus globulus*, surtout en Espagne, au Portugal et en Italie, et *Eucalyptus camaldulensis* (= *Eucalyptus rostrata*) utilisé en Israël et en Turquie, mais aussi dans les autres pays. Citons encore *Eucalyptus maideni*, *Eucalyptus gomphocephala* et *Eucalyptus occidentalis*.

De nombreuses autres espèces existent mais ne donnent pas lieu à des plantations étendues.

Etat actuel des peuplements.

AGES, ESPACEMENTS.

Sur les 420.000 ha d'Eucalyptus se trouvant dans les pays méditerranéens d'Europe, on peut estimer que 13.000 ha environ sont des peuplements de moins de 5 ans ; 120.000 ha ont de 5 à 10 ans, 90.000 ha de 10 à 20 ans.

Ces peuplements sont de nature et de valeur très diverses, soit purs (les plus jeunes), soit en mélange avec d'autres essences. Les moins jeunes ont souvent été mis en place dans des conditions reconnues maintenant peu satisfaisantes (sols, méthodes).

Les espacements sont aussi assez variables, de 2×2 m à 4×4 m selon les cas. Par exemple, Israël indique des espacements de 2×2 pour la production de bois de trituration et 3×3 dans les autres cas : les forestiers turcs indiquent qu'après avoir utilisé 2×2 , ils utilisent maintenant $3,5 \times 3,5$, et au Portugal, on a abandonné l'écartement 2×2 pour 3×3 en sol plat alors que dans les peuplements sur courbes de niveau on utilise des espacements voisins de 2×4 . L'espacement actuellement adopté est fonction de la topographie du terrain, des possibilités d'entretien mécanique et des facilités d'exploitation et de débusquage.

ROTATIONS, PRODUCTIVITÉ.

D'une façon générale, la durée de la rotation entre les coupes est comprise entre 7 et 15 ans et en moyenne elle est de 10 ans.

La productivité, au terme de la première rotation d'une dizaine d'années, peut varier selon les cas de 2 à 50 m³/ha/an. Israël, pour *Eucalyptus camaldulensis*, cite 30 à 50 m³/ha/an dans la vallée de l'Hula, sur sédiments et terrains alluviaux, ce qui est assez exceptionnel, 10 à 20 m³/ha/an pour la plaine côtière, 5 à 10 m³/ha/an en région montagneuse, et 2 à 5 m³/ha/an dans le Sud sur limons éoliens. L'Italie indique, pour *Eucalyptus camaldulensis* et pour *Eucalyptus globulus*, un accroissement annuel moyen de 5 à 15 m³/ha, qui dans les cas très favorables peut atteindre 20 à 25 m³/ha. L'Espagne cite 15 m³/ha/an à Santander avec des maxi-

ma de 35 m³, 6 m³ à Badjoz, 2 à 3 m³ dans le Sud-Ouest. En Turquie, on obtient 15 m³/ha/an dans le plus beau peuplement, à Tarsus-Karabucak.

Au Portugal, on estime qu'avec une rotation moyenne de 10 ans, la productivité varie de 4 à 25 m³/ha/an, avec des stations où elle atteint parfois 40 m³. Dans les calculs de la rentabilité on prend actuellement comme critères de productivité les chiffres de 6,3 m³/ha/an en conditions écologiques pauvres, 8,4 en conditions moyennes, 10,5 en conditions convenables. Mais, pour les peuplements actuellement exploités, 65 % de la superficie produisent une moyenne d'environ 6 m³/ha/an et 20 % ont une productivité de 7 m³. Les forestiers portugais distinguent les peuplements âgés de plus de 10 ans (40 % de la superficie actuelle), qui ont été plantés dans de mauvaises conditions, mal entretenus, et dont la productivité moyenne est faible, des peuplements plus jeunes mis en place avec des techniques améliorées et sur des terres marginales pour l'agriculture mais convenables pour l'Eucalyptus.

Les forestiers portugais ont choisi, pour les nouvelles plantations d'*Eucalyptus globulus*, quatre zones écologiques dont ils attendent des rendements supérieurs et où la productivité des peuplements plantés sur des sols acceptables, avec des méthodes convenables de mise en place et d'entretien pourrait atteindre des valeurs plus élevées :

Zone 1 : La plus favorable, zone côtière Centre et Nord sous influence atlantique, pluviométrie supérieure à 850 mm : 10 à 20 m³/ha/an pouvant atteindre parfois 35 à 40 m³.

Zone 2 : Sols sableux des bassins du Tage et du Sado et zone côtière Centre et Sud, climat sub-méditerranéen, pluviométrie 600-800 mm = 12 à 17 m³/ha/an.

Zone 3 : Régions plus élevées à l'intérieur du pays, dans le Sud = 8 à 12 m³/ha/an.

Zone 4 : Région des montagnes proches de la côte dans l'extrême Sud sous influence atlantique : 10-20 m³/ha/an (1).

En ce qui concerne le nombre de rotations techniquement et économiquement possibles, on avance souvent le chiffre de 4 rotations (Portugal, Espagne), mais on dit aussi couramment que la productivité baisse au-delà de la 3^e (soit après la 2^e coupe de rejets). E. GOES, dans son livre « Os Eucaliptos em Portugal », citant G. GONÇALVES, note qu'en sol sableux de la Charneca Ribatejana où se trouvent les peuplements d'Eucalyptus aménagés les plus

(1) D'après E. Goes.

anciens on a procédé à 4 coupes avec les rendements suivants : (1) 8 à 13 m³, (2) 11 à 16 m³, (3) 9 à 11 m³, (4) 7 à 9 m³. Pour les peuplements de moins de 20 ans, qui représentent au Portugal environ 70 % de la superficie totale des forêts d'Eucalyptus de ce pays, on ne peut évidemment avoir d'informations sûres au-delà de la 1^{re} coupe si la rotation est de 10 ans. On estime cependant qu'il y aura 4 rotations de 10 ans et que les rendements de la 2^e coupe seront légèrement supérieurs, ceux de la 3^e identiques et ceux de la 4^e légèrement inférieurs à ceux de la 1^{re} coupe, la productivité moyenne par ha et par an sur 40 ans étant égale à la productivité à 10 ans.

PRIX SUR PIED DU BOIS D'EUCALYPTUS (1). ÉLÉMENTS DE RENTABILITÉ.

En fonction de la nature du terrain, de la méthode d'afforestation employée, de la productivité atteinte, le prix de revient du bois varie dans un même pays selon le cas. A ces causes de variation s'ajoute le

(1) Les prix donnés sont convertis de la monnaie nationale en FF au cours actuel.

coût du matériel et de la main-d'œuvre d'un pays à l'autre.

Le coût des plantations varie, selon les indications fournies par les pays à l'enquête F. A. O./C. E. E., de 1.400 à 5.400 FF l'ha, mais il est difficile de savoir exactement ce que ces chiffres recouvrent. Israël indique 1.400 à 1.760 FF comprenant plantations, soins, surveillance et prix de location des terres. L'Italie, 3.600 à 5.400 FF, l'Espagne 1.300 FF, la Turquie 2.480 FF. Au Portugal, le coût de la plantation et des soins pendant 2 ans varierait de 400 FF sur des sols plats sablonneux et nus à 1.200 FF sur sols montagneux à végétation arbustive, et dans les conditions moyennes il semble qu'on puisse admettre 800 FF à 1.000 FF ; à cela il convient d'ajouter la location du terrain (1.000 à 3.400 FF l'ha, en moyenne 2.000, soit à 6 %, 120 FF par ha et par an), les frais de gardiennage, d'entretien, et d'aménagement estimés à 40 FF par ha et par an (2).

Les prix moyens du mètre cube de bois d'Eucalyptus vendu sur pied pour la trituration varieraient

(2) D'après S. CABRAL.

Plantation d'Eucalyptus âgée de 4 ans. (Rio Frio, district de Setúbal - Portugal).

Photo Goes.





Plantation d'Eucalyptus âgée de plus de 90 ans. La hauteur est supérieure à 50 m (Ponte Nova, district de Leiria).

Photo Goes.

Méthodes d'afforestation.

Les méthodes d'afforestation n'ont été examinées que brièvement au cours de ce colloque, et presque uniquement en ce qui concerne le Portugal.

D'une façon générale, là où il s'agit de créer des boisements industriels d'Eucalyptus, on tend maintenant à utiliser des méthodes basées sur les principes suivants :

- Choix de zones écologiques favorables et de stations convenables pour assurer une productivité rentable.

- Préparation du sol et entretiens les plus soignés qu'il est possible, mécanisés à chaque fois que cela est possible, avec élimination complète de la concurrence herbacée pendant deux ans.

- Techniques de pépinière soignées ayant pour but la production de plants vigoureux et sains. L'utilisation de sachets de polyéthylène se généralise.

- Choix des époques de mise en place.

- Amélioration du matériel végétal planté.

- Mise en place à des densités avoisinant 1.100 à 1.600 à l'ha, écartements permettant la mécanisation des soins culturaux.

- Utilisation d'engrais.

Ces principes généraux, qui sont ceux qui guident classiquement maintenant les Eucalypticulteurs, doivent être adaptés à la nature des sols ; en particulier les méthodes varient selon qu'il s'agit de terrains plats ou de zones de montagne.

Au Portugal par exemple, où la topographie est diverse, on peut trouver schématiquement quatre ou cinq méthodes de préparation du sol et d'entretiens, selon l'importance des pentes et la profondeur du sol :

- Terrains relativement plats et assez profonds : labour profond continu, mécanisation poussée sont possibles ; on n'utilise en général pas d'engrais. Ecartement 3 × 3 recherché.

- Terrains profonds à pentes de moins de 50 % : ouverture de sillons profonds et façonnage de bourrelets selon les courbes de niveau à la charrue réversible tractée par chenillard de 75/100 CV. Ces charries (Almansor fabriquée au Portugal, Sogema fabriquée en Italie) ont deux socs alignés qui ouvrent un fossé de 50 à 70 cm et font un bourrelet ; on plante au milieu de la pente du bourrelet (sauf dans les conditions très sèches où l'on plante au fond) et on rebouche le fossé à la fin du printemps pour conserver l'humidité. Les sillons sont ouverts à 4 m les uns des autres. L'écartement est généralement 4 × 2.

- Terrains à sol superficiel et pentes de moins de 50 % : les travaux précédemment indiqués sont précédés d'un sous-solage.

- Terrains à pentes fortes de 50 à 70 % ou terrains très pierreux : sous-solage de la ligne de plantation selon courbe de niveau à l'aide d'un ripper à

de 21 à 35 FF le mètre cube ; 28, 62 en Israël, 27 en Italie, 27 à 35 au Portugal, 21 à 29 en Espagne.

Les économistes forestiers portugais ont calculé que, dans le cas d'un peuplement d'Eucalyptus produisant en 4 coupes espacées de 10 ans, 250 m³ de bois à l'ha (faible productivité de 6,3 m³/ha/an), il fallait dans certaines conditions vendre le bois sur pied 28 FF le stère (39 FF le m³) pour obtenir un taux de placement de 5 %. A 22 FF le stère sur pied (31 FF le m³), on obtiendrait 1,5 %. Par contre, si la productivité est améliorée, si par exemple le peuplement produit 10 m³/ha/an, la vente des bois sur pied à 28 FF le stère rapporterait 9 %. A l'inverse, une productivité de 5 m³ ne rapporte pratiquement rien si le bois est vendu sur pied moins de 28 FF le stère (1).

(1) 1 stère = 0,7 m³.

une dent tiré par un tracteur de 120-180 CV. Mise en place dans la raie — Fertilisation souhaitable.

— Terrains à pentes supérieures à 65-70 % : mise en place dans les trous de 50 × 50 × 50 ouverts à la main, avec fertilisation.

Pour une information plus détaillée concernant le Portugal, on peut se reporter au livre de l'Ingénieur en sylviculture Ernesto GOES « Os Eucalyptos em Portugal », qui fait pendant au livre du forestier brésilien Navarro de ANDRADE « O Eucalipto ».

Recherches forestières.

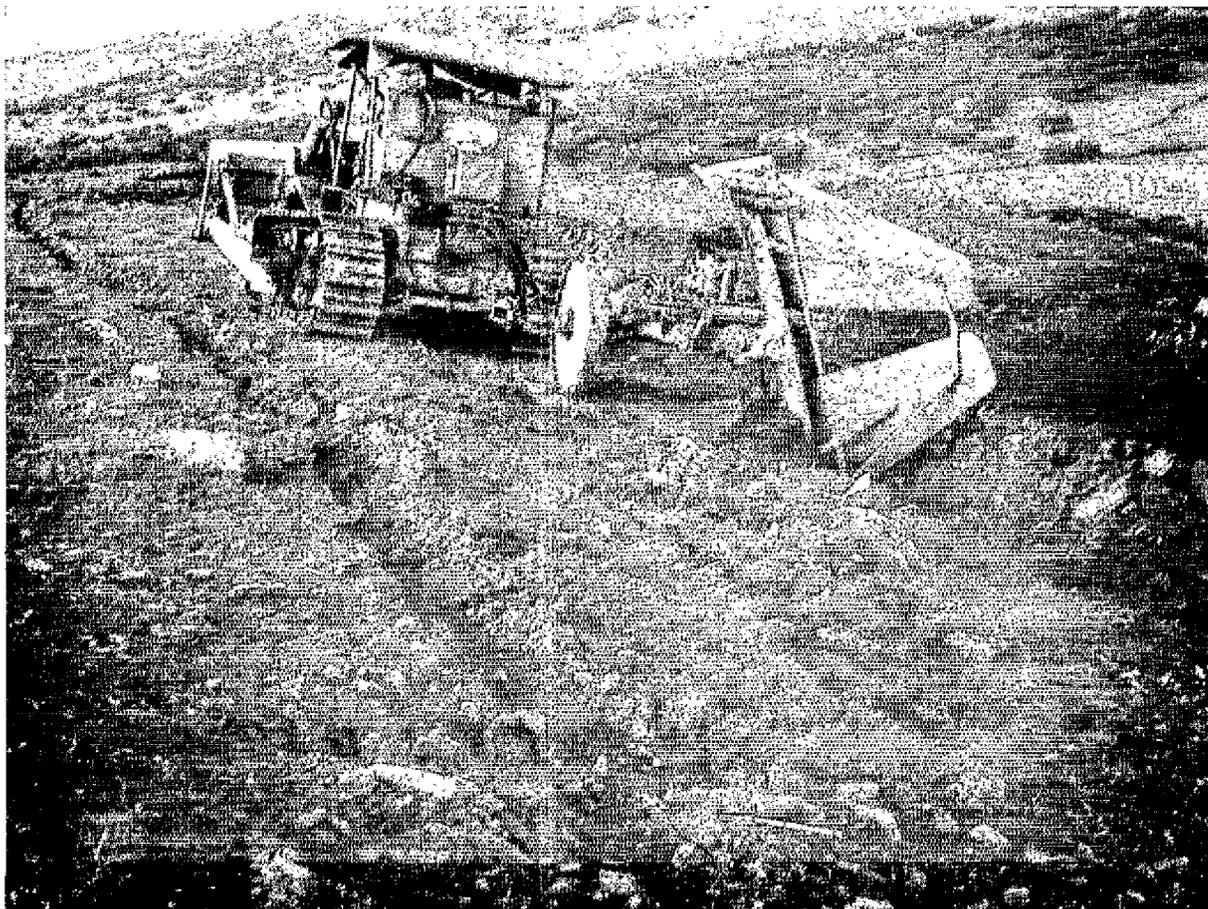
Des recherches sont poursuivies pour améliorer la production. Elles concernent principalement la sélection des sites, le choix des espèces, la recherche d'écotypes appropriés, l'éducation des plants, l'amélioration génétique des arbres, la préparation des sols, l'espacement des plantations, les entretiens, la fertilisation, l'irrigation, le traitement sylvicole des peuplements, etc...

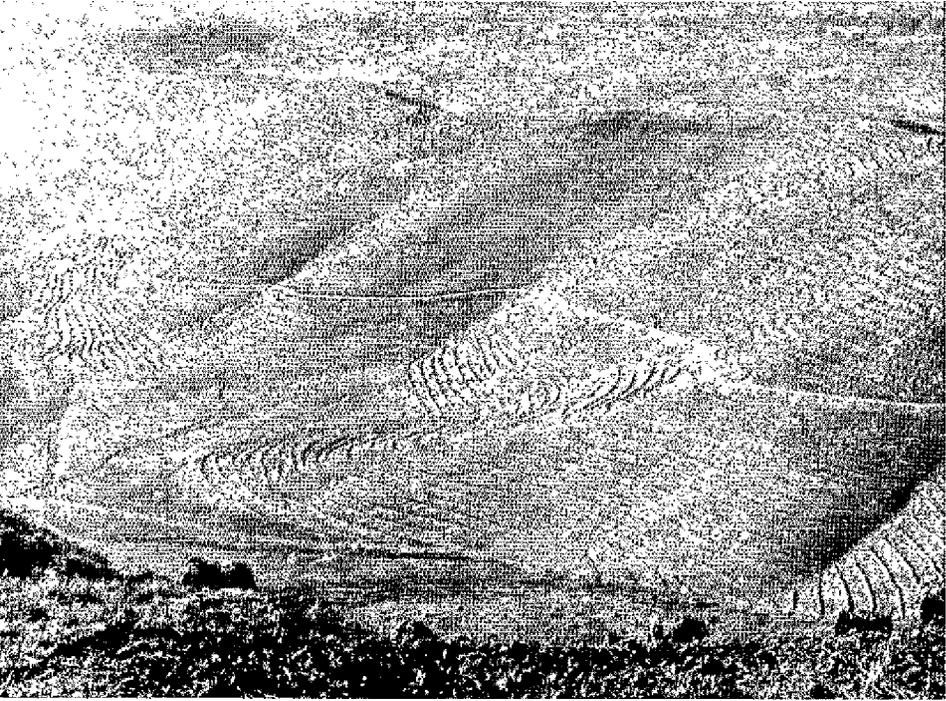
Les essais pour le choix des espèces se poursuivent, bien que certains pays aient déjà largement adopté certaines espèces (*camaldulensis* et *globulus*) ; le Portugal, à côté du *globulus*, paraît actuellement augmenter son intérêt pour le *maideni* ; le Maroc

recherche des espèces convenant en régions très sèches (*E. torquata*, *salmonophloia*, *astringens*, *gomphocephala*, par exemple). A un autre échelon, on fait des recherches sur les provenances et on recherche des écotypes, en particulier sur *E. Camaldulensis*, pour lequel la F. A. O. a favorisé une étude à partir de provenances certifiées, qui se poursuit dans plusieurs pays. (Signalons que le Congo-Brazzaville participe à cette étude.) Des programmes de sélection d'arbres « plus » et d'amélioration d'arbres sont développés dans plusieurs pays. On peut en donner brièvement un exemple : Au Portugal, la Société Cellulose Billerud met en route un programme sur *Eucalyptus globulus*, visant à la sélection d'arbres à densité élevée et à haute teneur en cellulose. On a choisi d'abord dans les peuplements grainiers sélectionnés des arbres « plus » sur leur phénotype ; on a analysé des échantillons de ces arbres « plus » et on a constaté une grande variabilité de la teneur en cellulose et de la densité ; on a éliminé tous les arbres dont le bois contient moins de 270 kg de cellulose par m³ ; on recherche actuellement sur dispositif statistique des indications sur l'héritabilité des qualités du bois dans des descendance de ces arbres-mères « plus » obtenues par pollinisation libre ; en même temps, on étudie

Labour du sol en vue de la plantation d'Eucalyptus (Serra d'Ossa, district de Evora). Portugal.

Photo Goes.





Plantation récente d'Eucalyptus. Plantation après labour du sol à la charrue, en courbes de niveau dans les zones les plus basses. Plantation en trous dans les zones plus élevées et plus rocheuses. (Odemira, district de Beja, Portugal).

Photo Goes.

On fait remarquer, sur le plan économique, que si, au lieu d'avoir besoin de 3 m³ de bois pour faire une tonne de pâte blanchie, comme c'est le cas actuellement, on n'avait plus besoin que de 2,700 m³, soit une amélioration de 10 %, une usine de 150.000 t/an de capacité de production économiserait annuellement plus de 550.000 dollars.

Dans un autre ordre de recherches, il a été noté que les études faites jusqu'à maintenant sur l'influence des plantations d'Eucalyptus sur le sol ne semblent pas avoir montré que celles-là occasionnent une baisse de fertilité ; cependant des recherches se poursuivent sur les rapports entre les plantations d'Eucalyptus et l'eau du sol (Israël en particulier).

les possibilités de greffage pour créer des vergers qui d'une part permettront de poursuivre ces études par fécondation contrôlée et qui, d'autre part faciliteront la production de graines pour les plantations. Il semble que la seule technique de greffage ayant jusqu'à maintenant donné des résultats prometteurs soit la « greffe en bouteille ».

UTILISATION INDUSTRIELLE DE L'EUCALYPTUS EN EUROPE

Transformation industrielle. Pâte et papiers.

Les communications faites en ce domaine à la réunion de Lisbonne sont peu nombreuses et presque toutes d'origine portugaise. A l'exception d'une communication de R. OYE (Japon) sur l'influence des extraits sur les cuissons d'Eucalyptus, les autres informations proviennent des usines portugaises et en particulier de celle de la Companhia Portuguesa de Celulose à Cacia, de la Sociedade Industrial de Celuloses (SOCEL) à Setubal et de la Celulose Billerud à Figueira da Foz. Cependant un document du Secrétariat F. A. O./C. E. E. résumant une enquête récente sur l'utilisation de l'Eucalyptus en Europe a donné d'intéressants renseignements. On a vu plus haut que la principale utilisation de l'Eucalyptus en Europe est le bois de trituration, surtout le bois à pâte. En Espagne, plusieurs usines de pâte utilisent l'Eucalyptus. Les pâtes blanchies au sulfate d'*Eucalyptus globulus* du Portugal sont concurrentielles sur le marché avec les autres pâtes de feuillus. En Italie, la pâte d'Eucalyptus est presque uniquement utilisée pour la production textile (*E. camaldulensis*).

Les études effectuées au Portugal sur le comportement à la cuisson au sulfate de plusieurs espèces d'Eucalyptus semblent avoir montré la supériorité générale de *E. globulus* sur *E. maideni*, *E. saligna*,

E. camaldulensis, *E. botryoïdes*, *E. viminalis*, *E. rudis* et *E. alba*. Deux espèces, *E. saligna* et *E. maideni*, semblent aussi, quoique dans une moindre mesure, d'un grand intérêt papetier. Il semble que la première usine en Europe à produire de la pâte d'Eucalyptus au bisulfite ait été la Caima Pulp Mill, à Albergaria-à-Nova, en 1922, et que la première usine à produire de la pâte d'Eucalyptus au sulfate ait été la Companhia Portuguesa de Celulose, en 1956, suivie par SOCEL en 1964 et par Celulose Billerud en 1967. La C. P. C. paraît avoir trouvé dans l'utilisation de l'Eucalyptus pour la pâte à la fois un intérêt technique (cuisson et blanchiment aisés, augmentation de qualité) et un intérêt économique (augmentation de rendement, diminution de consommation de produits chimiques). Dans les papiers fins d'impression, la pâte blanchie d'*Eucalyptus globulus* a remplacé la pâte d'Alpha et peut entrer pour 80 % dans la fourniture de fibres ; pour le papier d'impression magazine un pourcentage allant jusqu'à 30 % de pâte d'Eucalyptus semi-blanchie ou blanchie améliore la formation du papier, la régularité d'épaisseur, l'opacité, le bouffant et les qualités d'impression. La proportion de 15 à 30 % de pâte kraft d'Eucalyptus pour les papiers kraft permet une amélioration, de couleur et de formation. La pâte à dissoudre (à utilisation textile) produite à Leirosa par la CELBI à partir d'*Eucalyptus globulus* donne également toute satisfaction.

Rentabilité.

Les économistes portugais ont communiqué au Colloque de Lisbonne un très intéressant document qui contient quelques estimations concernant la transformation industrielle du bois d'*Eucalyptus globulus* en pâte dans les conditions du Portugal. Ils se placent dans l'hypothèse d'une usine produisant 150.000 t par an de pâte blanchie, ayant nécessité un investissement initial de 267.300.000 francs actuels (1) dont 25 % correspondent à des constructions; cet investissement est obtenu pour 69.300.000 F par autofinancement et pour 198.000.000 F par emprunt au taux de 8 % ; l'amortissement de l'équipement est calculé sur 12 ans, celui des constructions sur 20 ans soit un amortissement annuel moyen de 19.800.000 F ; le temps de vie de l'équipement est de 15 ans. Les coûts directs sont calculés à partir d'une consommation moyenne de 4 stères $\frac{1}{2}$ de bois par tonne de pâte (environ 3 m³), et on estime que la production d'une tonne de pâte nécessite

(1) Les prix en francs français sont obtenus à partir des Escudos au taux de change de 1 Escudo : 0,198 FF.

environ 34 F de produits chimiques, 50 F de carburants, force, etc... et 39 F de personnel. On se place dans trois hypothèses de prix d'achat du bois rendu usine : 40 FF le stère (57 F/m³) — 46 FF le stère (65 F/m³) — 50 FF le stère (71 F/m³) — et dans deux hypothèses de prix de vente de la pâte : 634 F/t qui est le cours moyen de 1969, et 772 F/t qui est une estimation du prix qu'on supposait qu'atteindrait la tonne de pâte blanchie en 1970 (2). On notera que, selon le prix d'achat du bois, les coûts directs à la tonne de pâte varient de 301 à 345 F, dans lesquels le bois entre pour 60 à 65 %.

Dans ces conditions, et compte tenu des coûts administratifs et des charges fiscales, il semble qu'une usine de 150.000 t connaîtrait un rapport de 3 % si le bois est acheté rendu usine 46 F le stère (65 F/m³) au niveau du prix de vente de la pâte de 634 F et de 11 % au niveau de 772 F. Au prix du bois rendu usine de 50 F le stère (71 F/m³), ces rapports seraient de 1,5 % et 10 %.

(2) En fait, une forte hausse a été enregistrée en avril 1970, portant en France le prix de la tonne C. I. F. Rouen à 955 FF (cf. J. DOAT, le blanchiment des pâtes chimiques de bois tropicaux, *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 132).

Régénération naturelle par rejets, 6 mois après la coupe (Zambujal, district de Setúbal. Portugal).

Photo Goes.

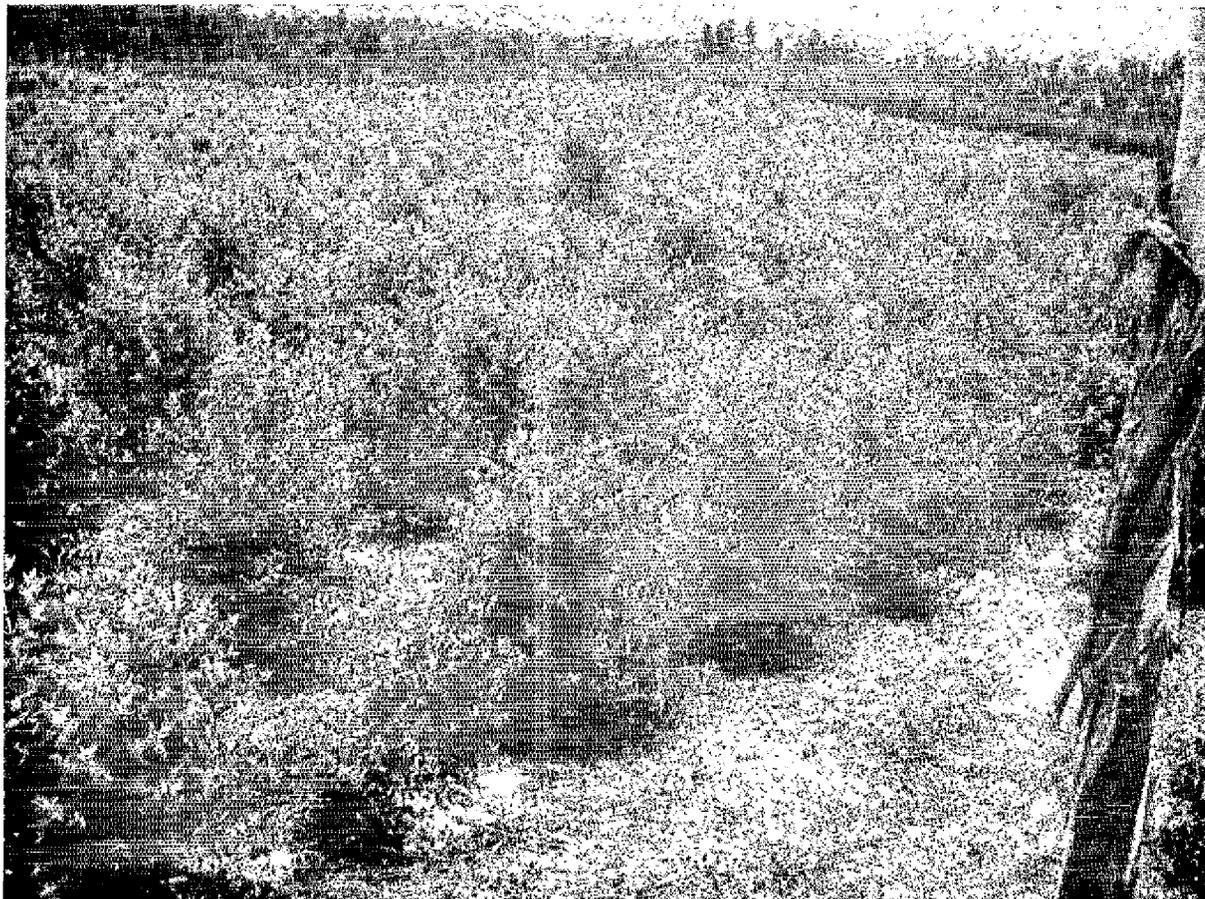




Photo Goes.

Plantation récente d'Eucalyptus suivant les courbes de niveau, après labour du sol à la charrue ; des chênes lièges dispersés ont été maintenus à la demande du propriétaire (Odemira, district de Beja).

Il semble que la production de pâte d'Eucalyptus soit, dans les conditions du Portugal, beaucoup plus profitable que celle de la pâte de pin maritime, mais on fait remarquer que l'offre d'Eucalyptus est insuffisante en quantité.

Les conditions de production ont évidemment une influence primordiale sur la rentabilité de transformation. Si l'on se place dans l'hypothèse de plantations à faible rendement, caractérisées par exemple par une productivité moyenne de 5 à 6 m³/ha/an, on doit vendre le bois sur pied à plus de 39 F le m³ pour tirer de la plantation un revenu ; si on le vend à ce prix, et si l'on estime à 26 F le coût de l'abattage, du façonnage, des manutentions et du transport, le bois rendu usine est à 65 F le m³ et le revenu est estimé à 2 % pour le planteur et 3 % pour l'industriel ; si le bois sur pied est vendu à 45 F le m³, le bois rendu usine revient à 71 F le m³, et les revenus sont respectivement 4 % et 1,5 % pour un prix de la pâte de 634 F. Par contre, si la productivité croît, ce qui permet au producteur de bois plus de liberté quant au prix de vente du bois sur pied, les taux de rapport sont meilleurs et peu-

vent être mieux équilibrés entre le producteur de bois et l'industriel. Avec un rendement de 8 à 9 m³/ha/an par exemple, le bois vendu sur pied 31 F le m³ rapporterait au planteur 6,5 %, ce bois pourrait être vendu rendu usine 57 F le m³ et le rapport pour l'industrie serait de 4,5 % pour un prix de pâte de 634 F. Avec une productivité de 10 à 11 m³/ha/an, le bois sur pied vendu 31 F le m³ rapporterait 9 % au forestier, le bois rendu usine à 57 F le m³ rapporterait 12 % à l'industriel au bout de la chaîne.

Les Portugais, qui se sont livrés à cette étude, sont très conscients de l'intérêt qu'il y a à améliorer les conditions de production, ce qui peut être fait, comme il a été dit plus haut, sans augmentation déraisonnable des coûts de plantations, au contraire, puisque l'on tend à utiliser, pour les plantations d'Eucalyptus, des terres de valeur marginale pour l'agriculture, et que la mise en place de peuplements sur ces sols coûte moins cher. Il est évident d'autre part qu'une attention particulière doit être accordée au coût des opérations intermédiaires, entre la plantation et l'usine, principalement à l'amélioration des transports.

Il convient de noter que les usines de pâte portugaises, dont certaines semblent avoir eu quelques problèmes concernant la régularité de l'approvisionnement en bois d'Eucalyptus, ont mis en route leurs propres programmes d'afforestation. Elles achètent ou louent des terres sur lesquelles elles établissent des plantations.

Par exemple, Celulose Billerud (CELBI) disposait fin 1969 de 4.660 ha en propriété et de 5.833 ha en location ; le programme de plantation pour 1969-1970 est de 1.000 ha, la pépinière 1969 a produit 1.700.000 plants, et approvisionne à la fois les plan-

tations de l'usine et des propriétaires privés ; des recherches concernant la multiplication et l'amélioration du matériel végétal sont engagées. La Sociedade Industrial de Celuloses (SOCEL) a déjà planté, en cinq campagnes, 7.000 ha, dont 3.000 à Serra d'Ossa et 4.000 à Odemira/Serra de Monchique, et son programme est de 20.000 ha en dix ans.

Les usines travaillent en contact étroit et en harmonie avec le Service Forestier de l'Etat. Cette intégration partielle (les particuliers continuent à contribuer à l'approvisionnement) devrait permettre une grande souplesse.

* * *

Le Colloque de Lisbonne n'a pu recueillir de données concernant d'importantes réalisations effectuées dans certains pays d'Amérique (Brésil, Argentine par exemple) et dans certains pays d'Afrique. Son but d'ailleurs n'était pas de se substituer aux grands congrès internationaux sur l'Eucalyptus dont le dernier s'est tenu en 1961 à São Paulo au Brésil, sans oublier toutefois le Colloque de Canberra en 1967 sur les forêts créées par l'homme. Comme le faisait remarquer M. P. FERREIRINHA dans une communication à Lisbonne, la coopération internationale et les échanges d'informations ont fait faire de rapides progrès à la

production et à l'utilisation de l'Eucalyptus à travers le monde. Depuis 1961, un grand pas a été franchi, et il paraît souhaitable qu'un nouveau Congrès international fasse le point de la question à l'échelon mondial.

Cependant, un des intérêts du Colloque de Lisbonne a été la participation remarquable de nombreux représentants du secteur économique et du secteur industriel. Le forestier n'ignore pas que ce sont ces secteurs qui justifient et valorisent les efforts poursuivis dans le domaine de la sylviculture.

* * *

LISTE DE RÉFÉRENCES

1. F. A. O./C. E. E. — European Timber trends and prospects (C).
 2. F. A. O./C. E. E. — Enquête sur la production et l'utilisation de l'Eucalyptus (C).
 3. H. TYDEN. — Will there be enough broadleaved pulpwood available in Western Europe by 1975 (C) ?
 4. E. da SILVA REIS GOES. — Eucalyptus cultivation in Portugal (C).
 5. S. CABRAL. — Forest production and the supply of wood to the Cellulose industry (C).
 6. H. SEREN. — Les plantations d'*Eucalyptus camaldulensis* et l'utilisation du bois d'Eucalyptus en Turquie (C).
 7. C. M. ALMEIDA AMARAL et M. de LURDES P. PISSARRA. — Considérations sur la production de l'*Eucalyptus globulus* (C).
 8. M. P. FERREIRINHA. — The role of research and development in promoting the production and utilisation of fast-growing species, namely Eucalyptus (C).
 9. F. M. V. BRITO. — Réponse de l'Eucalyptus à la fumure N. P. K. et au chaulage. Résultats d'essais en pots (C).
 10. R. KARSHON et K. TISCHLER. — Research to promote the production and utilisation of *Eucalyptus camaldulensis* Dehu in Israël (C).
 11. B. DILLNER, A. LJUNGER, O. A. HERUD et THUNE-LARSEN. — The breeding of *Eucalyptus globulus* on the basis of wood density, chemical composition and growth rate (C).
 12. M. G. QUEIROZ. — The behaviour of several species of Eucalyptus in sulphate pulping (C).
 13. Carlos ALVES VALENTE. — Production of Eucalyptus pulp at Cacia (C).
 14. C. P. C. — Note d'information générale sur Cacia.
 15. SOCEL. — Note sur les plantations d'Eucalyptus de Serra D'Ossa.
 16. CELBI. — Document d'information.
 17. ERNESTO GOES. — Os Eucalptos em Portugal.
- N. B. 1. — (C) Communication au Colloque.
 N. B. 2. — Les photos du Portugal sont dues à l'amabilité de M. E. GOES.

QUELQUES RÉFLEXIONS SUR LES ABUS AUXQUELS PEUVENT CONDUIRE LES FORMULES D'ÉVAPOTRANSPIRATION RÉELLE OU POTENTIELLE EN MATIÈRE DE SYLVICULTURE ET DE BIOCLIMATOLOGIE TROPICALE

par A. AUBREVILLE
Membre de l'Institut

« Bois et Forêts des Tropiques » a publié successivement dans les 2 derniers numéros de 1970, n° 133 et 134, 2 articles sur l'évapotranspiration dans les régions forestières tropicales, le premier de M. SARLIN intitulé « Evaporation et végétation forestière tropicale », l'autre de M. CRUIZIAT du département de bioclimatologie de l'Institut National de la Recherche Agronomique, sous le titre « Contribution à l'utilisation de la notion d'E. T. P. en sylviculture et écologie forestière ». J'ai quelques réflexions à présenter sur les erreurs qui peuvent être commises en matière de détermination de l'évapotranspiration réelle ou de l'évapotranspiration potentielle (E. T. P.), et sur les conséquences que l'on peut tirer de l'interprétation de ces notions en matière d'écologie forestière tropicale.

M. SARLIN a donné dans un tableau les chiffres de l'évaporation mesurée et de l'évaporation calculée pour un assez grand nombre de stations forestières tropicales des anciens territoires français. Les mesures d'évaporation sont faites en utilisant l'évaporomètre Piche sous abri. L'évaporation calculée est obtenue par l'emploi d'une formule où interviennent la température moyenne annuelle et le déficit hygrométrique avec emploi de coefficients empiriques choisis de façon que les valeurs calculées se rapprochent le mieux possible des valeurs mesurées.

En consultant ce tableau on ne peut manquer d'être surpris de la très faible évaporation de la plupart des stations situées en forêt tropicale humide. Pour l'évaporation mesurée les valeurs les plus basses sont par exemple : 456 mm à Makokou (Gabon), 440 mm à Eséka (Cameroun). Elles sont généralement notablement inférieures à 1.000 mm.

BERNARD (1) avait calculé approximativement l'évaporation réelle du vaste bassin du fleuve

Congo connaissant le débit à la sortie du bassin et la quantité totale des pluies reçues. L'évaporation est égale à la quantité de pluies diminuée du débit du fleuve. D'après BERNARD, la moyenne du bassin serait de 1.173 mm, à rapprocher d'une pluviométrie moyenne de 1.510 mm. Il estimait que l'évaporation réelle était de 1.395 mm pour les forêts congolaises proprement dites et de 1.025 mm pour la savane, à l'intérieur du bassin congolais.

L'apport océanique dans les précipitations ne serait donc que de $1.510 - 1.173 = 337$ mm. Le rapport débit/pluviométrie qui exprime l'apport d'eau océanique dans la lame d'eau pluviale reçue par le bassin serait, dans le bassin du Congo, seulement de 22 %. Le cycle intérieur de l'évaporation apparaît donc de beaucoup le plus important pour l'alimentation des précipitations atmosphériques. Evidemment un tel calcul n'est valable que pour un bassin fermé c'est-à-dire sans échange d'humidité avec les régions limitrophes.

Il existe d'autres méthodes pour mesurer l'évaporation d'un type déterminé de couverture végétale.

Des expériences au principe ingénieux (1), furent entreprises à Yangambi au Congo ex-Belge pendant une année ; observations comparatives : sous forêt, sous des gazons de Paspalum, exposés à la pluie ou arrosés, ou sur sol nu. A très peu près le gazon de Paspalum évaporait journellement autant d'eau que la forêt, environ 3 mm. Les expérimentateurs évaluèrent l'évapotranspiration réelle annuelle de la forêt de Yangambi à 1.433 mm, de la pelouse à Paspalum à 1.370 mm et du sol nu à 1.145 mm, l'indice pluviométrique moyen étant de 1.859 mm. L'évaporation totale de la forêt, 1.433 mm, se répartit entre l'évaporation

(1) BERNARD. Le climat écologique de la cuvette centrale congolaise. *Bibl. I. N. E. A. C.* (1945).

(1) A. FOCAN et J. J. FRIPIAT. Une année d'observation de l'humidité du sol à Yangambi. *Bull. Séc. Inst. Roy. Gl. Belge* (1953).

proprement dite 1.066 mm, et l'évaporation de l'eau interceptée par la forêt avant d'atteindre le sol ou évaporée dès qu'elle atteint la surface du sol surchauffé, 367 mm.

La mesure de l'évapotranspiration de la forêt à Yangambi est donc proche des chiffres cités par BERNARD pour la moyenne de la forêt congolaise. Celle-ci serait sensiblement égale à l'évaporation d'une nappe d'eau libre à Yangambi, estimée à 1.416 mm. Au cœur de la forêt congolaise, la forêt évaporerait donc au total, un peu plus qu'une égale surface d'eau libre.

BERNARD dans le même ouvrage a cité un certain nombre d'autres chiffres d'évaporation dans les pays tropicaux comparables à ceux établis au Congo.

Il est bien connu qu'il est très difficile de mesurer l'évaporation avec des appareils car mesurée sur de petites surfaces l'évaporation dépend de la forme et des dimensions de la surface évaporante. Elle diffère de l'évaporation naturelle d'une grande nappe d'eau libre.

De multiples formules ont donc été établies dans l'espoir de calculer l'évaporation plus exactement et plus facilement à partir des données climatiques classiques. M. SARLIN s'est servi de l'une d'elles.

En examinant son tableau on constate immédiatement que si dans de nombreux cas il y a une concordance acceptable, entre l'évaporation mesurée et l'évaporation calculée, dans d'autres cas l'écart entre les 2 valeurs n'est pas admissible. Par exemple à Makokou (456 mm et 720 mm) l'écart est de 57 %, à Eséka dans la forêt camerounaise (440 et 750) l'écart atteint 70 %, à Adiaké en basse Côte-d'Ivoire (505 et 750) l'écart est de 48 %. Si l'on considère d'autre part la figure 2 où sur un graphique sont portées un certain nombre de stations d'après leurs coordonnées d'évaporation mesurée et d'évaporation calculée on constate par exemple que l'évaporation mesurée de 1.000 mm correspondrait à une évaporation calculée pouvant varier entre 620 et 1.400 mm. La coordination entre les mesures et le calcul est loin d'être suffisante. Sur la figure 3 on peut constater qu'une évaporation mesurée de 1.000 mm peut correspondre à une pluviométrie allant de 200 mm à 2.900 mm.

Je conclurai que ni les méthodes expérimentales ni les méthodes de calcul ne sont suffisantes pour déterminer l'évaporation réelle dans les régions de forêts tropicales qui sont ici en cause et qu'il serait imprudent d'en tirer des conséquences au point de vue de la productivité des forêts.

Il n'y a, à mon avis, qu'une méthode expérimentale valable de mesure de l'évapotranspiration d'un type de végétation c'est l'emploi de lysimètres d'assez grandes superficies, ou encore d'expériences sur un bassin versant fermé dont on peut déterminer le débit à la sortie de l'exutoire.

Evapotranspiration potentielle (E. T. P.).

La notion a été définie en 1948 par THORNTHWAITE. C'est la quantité d'eau qui pourrait être transpirée par la végétation et évaporée par le sol si l'alimentation en eau du sol était constamment suffisante. Ce sont des conditions très différentes de celles de l'évapotranspiration réelle. L'E. T. P. est difficilement mesurable directement. Elle dépend de la température et de la latitude suivant les uns, ou de la température seule selon d'autres.

Il est certain qu'elle mesure le maximum possible d'activité physiologique de la végétation laquelle est en rapport avec l'énergie maximum mise à sa disposition, celle-ci disposant toujours, par définition, de toute l'eau requise pour une évapotranspiration et une croissance maximum. L'E. T. P. est donc un véritable indice climatique qui peut être utilisé pour une division en zones thermiques.

De multiples formules ont surgi pour calculer cette E. T. P. La notion peut avoir un intérêt pratique agronomique puisque dans les cultures les plantes peuvent être artificiellement placées grâce à l'irrigation dans les conditions optima de végétation définies par l'E. T. P. et donc d'efficacité de croissance et de production pour une région déterminée. La connaissance de l'E. T. P. peut donc théoriquement permettre de calculer la quantité d'eau nécessaire aux irrigations pour mettre les plantes dans les meilleures conditions possibles de croissance, en évitant par ailleurs les excès et les pertes d'eau.

Nous percevons immédiatement l'inutilité de tels calculs lorsqu'il s'agit de sylviculture car les forestiers ne peuvent compter que sur l'eau du ciel et il n'est évidemment pas question pour eux de songer à irriguer leurs périmètres de reboisement. Il est donc a priori inutile aux sylviculteurs de risquer de s'égarer dans les calculs très compliqués par l'emploi de multiples formules auxquelles s'exerce la sagacité des écologistes spécialisés.

En ce qui concerne la classification qui intéresse les bioclimatologistes j'ai déjà eu l'occasion de montrer que cette notion d'E. T. P. n'avait pas de valeur bioclimatologique véritable au moins quand elle est appliquée dans la zone intertropicale (1). La meilleure démonstration de cette inefficacité a été fournie involontairement — et je l'ai signalée autrefois — par la publication d'une carte bioclimatologique en couleur de l'Afrique publiée par la F.A.O. (2). La considération de l'E.T.P. a dans ce cas abouti à la division de l'Afrique en zones climatiques aberrantes parce qu'elles ne

(1) AUBREVILLE. *Adansonia* 5,3 : 297-306. Conceptions modernes en bioclimatologie et classification des formations végétales (1965).

(2) *Unasylva* 9, (1955).

correspondent que de loin à la répartition des types de végétation.

Les climatologues lorsqu'ils veulent négliger le rythme des saisons pluviométriques et celui du déficit de saturation, ce qui est généralement le cas, aboutissent inévitablement à de telles erreurs.

Dans la conception de cette E. T. P. la végétation est considérée comme un mécanisme physique par lequel l'eau est transportée du sol dans l'atmosphère. Mais les plantes ne sont pas des machines. Par exemple lorsqu'il y a un déficit d'eau constaté cela correspond à un ralentissement fonctionnel de la végétation (défeuillaison) qui est une période de repos de cette végétation laquelle peut être aussi une nécessité de son rythme vital. En apportant tout le complément de l'eau qui lui manque (d'après le calcul de l'E. T. P.) pendant cette période il est douteux qu'une végétation habituée à ces périodes de dormance puisse en bénéficier et revenir instantanément à un développement maximum.

L'E. T. P. ne peut être un indice écologique de la formation végétale en place, laquelle est en équilibre avec le milieu réel et ses éventuelles insuffisances temporaires en eau. Les déficits définis par le calcul de l'E. T. P. sont des déficits virtuels théoriques mais non des déficits biologiques réels susceptibles de troubler la vitalité de la végétation adaptée au bioclimat existant.

L'observation a souvent été faite que des espèces d'arbres issues d'une région à climat comportant une saison sèche durant laquelle elles perdent leurs feuilles et qui viennent, par plantations de main d'homme où par suite du hasard des disséminations de leurs graines, s'installer dans les régions nettement plus humides, y conservent leur rythme biologique en dépit d'une saison sèche devenue moins aride et même absente et que notamment elles continuent à se défeuiller durant une certaine période de l'année.

Les végétaux s'adaptent à des variations de la ressource en eau, ces adaptations font partie de leur écologie. Chaque espèce a aussi son propre système de contrôle de sa transpiration.

Notre écologie forestière n'est pas seulement à la recherche des conditions climatiques favorables au développement maximum des arbres mais également à celle des conditions limites (minimum) ou ordinaires de leur existence faites par la nature.

M. CRUIZIAT a reproduit un tableau (1) où un certain nombre de stations de la Côte-d'Ivoire sont indiquées ; les évapotranspirations potentielles mensuelles et annuelles. Le total de l'E. T. P. pour 8 stations situées en forêt dense humide ne varie qu'entre 1.312 et 1.627 mm soit 1.504 en moyenne. Les variations n'ont aucune signification ni pour l'écologie forestière, ni pour la sylviculture.

En ce qui concerne les stations de la zone des savanes du nord de la Côte-d'Ivoire l'écart est de 1.572 à 1.847. Il n'a pas non plus grande signification. La carte de la Côte-d'Ivoire jointe, établie, on ne sait comment, d'après les zones d'égale E. T. P. mensuelle, n'apporte rien à une simple carte de la pluviométrie, surtout corrigée par celle de la répartition de la saison sèche écologique. Même pour les planteurs de la Côte-d'Ivoire je ne vois pas l'utilité de ces données calculées. Rares sont ceux qui auront l'opportunité d'irriguer leurs plantations de caféiers, de cacao, de palmier à huile, etc.

L'écologie est une science à la mode, comme « l'environnement », depuis peu. Depuis un demi-siècle peut-être, bien avant l'Université, l'écologie a été enseignée aux promotions de forestiers par le Directeur de l'École Nationale des Eaux et Forêts, GUINIER, Membre de l'Académie des Sciences. A cette époque on ne parlait pas d'« environnement » (2) mais de « milieu », ce qui est la même chose, mais en mieux. Aujourd'hui, il y a des excès de formules mathématiques qui ne correspondent pas nécessairement à des progrès de l'écologie, laquelle est essentiellement une science d'observation et d'expérimentation.

A. AUBREVILLE.

(1) Tiré de ELDIN et DAUDET. 1967. Etude de reboisement et de protection des sols. O. R. S. T. O. M. Adipopodoumé.

(2) Le terme anglais d'« environnement » employé depuis une vingtaine d'années par les écologistes anglais a une origine française, mais il nous est revenu francisé très récemment en écologie et en politique de conservation de la nature.

† ENVIRONNEMENT, s. m. Action d'environner ; résultat de cette action.

— HIST. XVI^e s. Et ne scauroit on faire une lieue au travers qu'elle n'en monte à plus de six, à cause des environnements (= circuits) qu'il faut faire pour en sortir, PALISSY, 255.

— ETYM. Environner.

(Extrait de : E. LITTRÉ, Dictionnaire de la langue française, éd. 1, 2 : 1448 (1873). Le signe † concerne les mots absents du Dictionnaire de l'Académie).

Cité par J. RAYNAL.