

L'IMPORTANCE DU CLIMAT  
DANS L'ÉCOLOGIE DES ARBRES FORESTIERS  
AU SENE GAL

Fierre-Louis GIFFARD  
Conservateur des Eaux & Forêts  
Directeur du C. T. F. T / Sénégal

Le Professeur AUBREVILLE a été l'un des premiers à mettre en évidence l'étroite dépendance qui existe dans les régions tropicales entre le climat et les formations forestières, insistant en particulier sur le rôle de la répartition des précipitations au cours de l'année et sur la longueur de la saison sèche - (1). En 1949, à la suite d'une étude statistique, il a établi une classification des climats écologiques forestiers et divisé le continent africain en zones où, à quelques variantes près, liés essentiellement au substratum et au relief, on rencontre des peuplements forestiers identiques ou comparables.

" La climatologie forestière comparée, écrivait-il, est indispensable dans les pays tropicaux au forestier sylviculteur qui introduit et cherche à acclimater des espèces exotiques, sans bénéficier le plus souvent de traditions nées des expériences de ses devanciers... Combien d'échecs de plantations d'essences étrangères auraient pu être évités sous les tropiques par la connaissance du milieu de l'habitat naturel de ces essences et de celui des pays où les introductions ont été tentées " (2).

Bien que ces lignes aient été publiées il y a plus de 20 ans, les sylviculteurs continuent à essayer dans de nombreux pays des échecs dans les pépinières et dans les reboisements par méconnaissance des paramètres du climat autres que la température et la pluviométrie. La bioclimatologie forestière demeure une discipline rudimentaire surtout dans les régions tropicales semi-arides. En Afrique de l'Ouest francophone ce n'est que depuis cinq ans, après l'installation du C.T. F. T. au Niger, en Haute-Volta et au Sénégal que les premières observations ont été consignées sur les relations existant entre les arbres, le sol et le climat. Elles ont déjà permis de faire progresser la sylviculture et de rendre possible des plantations dans des districts considérés jusqu'alors comme ne présentant aucun intérêt pour les forestiers à moins d'engager des dépenses disproportionnées par rapport aux résultats escomptés.

Nous allons tenter d'analyser les principaux facteurs climatiques et leur répercussion au Sénégal sur l'écologie des essences forestières locales et exotiques. *Nous ne sommes ni météorologiste, ni bioclimatologiste, nous ne vous recommandons donc que quelques observations de terrain.*

## 1. LES VENTS

Le Sénégal, de par sa situation géographique à la pointe occidentale de l'Afrique, est soumis à un régime des vents différent de celui qui règne, à latitude égale, à l'intérieur du continent.

De novembre à mai, l'alizé maritime rafraîchit l'atmosphère et entraîne des condensations nocturnes dans la bande littorale nord autorisant le maintien du Palmier à huile entre Dakar et Lompoul, dans un district où les précipitations annuelles sont inférieures à 600 mm. En Basse Casamance, bien que soufflant en altitude, il permet la régénération d'une flore à affinité guinéenne qui, d'après son écologie, devrait recevoir 500 mm d'eau supplémentaire par an.

L'action de la mousson se traduit non seulement par l'intensité de la pluviométrie mais également par la diminution du déficit de saturation qui se manifeste 2 à 3 mois avant le début des pluies, entraînant le débouillage des arbres. Si les précipitations tardent à venir par suite d'un arrêt dans la progression du FIT, phénomène plus fréquent à l'ouest du continent qu'à l'intérieur, les bourgeons et les jeunes pousses sèchent ; parfois même les arbres dont l'alimentation hydrique est déséquilibrée meurent.

L'influence de l'harmattan, néfaste sur la végétation forestière puisqu'elle se traduit par une accélération de la transpiration, est beaucoup moins sensible sur la partie occidentale du pays que dans la portion continentale. Les arbres s'habituent rapidement à cette situation privilégiée. C'est ainsi qu'à Dakar, chaque fois que l'harmattan prend le dessus sur l'alizé en mars ou avril, on enregistre une chute brutale du feuillage, aussi bien chez les essences étrangères que chez des espèces locales, comme le Caïcédrot, qui résistent bien à la sécheresse de l'air à l'intérieur du pays.

Le vent est un facteur écologique de premier ordre par les effets qu'il exerce sur les arbres. Il contribue à limiter le volume végétal, pouvant même interdire le développement des plantes.

Dès que sa vitesse dépasse 2 m/sec, il accélère la transpiration à un degré tel que les stomates doivent se fermer, même en milieu humide, réduisant l'assimilation chlorophyllienne, déséquilibrant la croissance. Cette action eût très accusée dans les régions tropicales sèches, surtout lorsque le bilan de l'eau dans le sol est déficitaire. L'élongation des tissus est entravée. . . des caractères de nanisme ou de xérophormie apparaissent dans tout l'organisme. C'est pourquoi il est toujours nécessaire de protéger les pépinières forestières par des alignements d'arbres périphériques et souvent d'établir un cloisonnement d'écrans intérieurs orientés perpendiculairement aux vents dominants.

On enregistre aux très grandes vitesses des effets mécaniques comme des déchirures macroscopiques des feuilles et des altérations des cellules des jeunes tissus qui se traduisent par des phénomènes de traction orientant la croissance du tronc et des branches dans une direction privilégiée. Ceci est visible à Saint-Louis sur le rideau de Filao planté sur la Langue de Barbarie et encore plus net sur les dunes qui surplombent les dépressions des Niayes où la végétation arborée présente une cime déséquilibrée avec un port " en drapeau " ou en " corde de chasse ", devenant même rampante dans les districts les plus exposés à l'alizé.

Dans les secteurs épargnés par les vents violents et constants, des souffles d'air brutaux et subits sont toujours possibles. Ils entraînent d'importants dégâts dans les plantations équiennes en déracinant ou en cassant quelques arbres puis en s'engouffrant dans la trouée. Le phénomène est assez fréquent en Basse Casamance au début de la saison des pluies lorsque la mousson s'oppose à l'harmattan.

Le sylviculteur ne peut se prémunir contre les chablis qu'en maintenant les peuplements à la densité optimale afin que les cimes soient équilibrées et que le sol demeure couvert par la végétation ligneuse.

**Les particules solides transportées par le vent peuvent avoir des effets nocifs.** Les plantations de Filao réalisées dans la bande littorale, entre Malika et Kayar, n'ont pu être menées à bien qu'en protégeant au départ les plants par des claies de branchage et de feuilles de palmier pour freiner le bombardement des grains de sable entraînés depuis le rivage. Les lignes d'arbres les plus proches de l'océan ont ensuite joué le rôle d'écran vis-à-vis de celles situées en arrière si bien qu'aujourd'hui le peuplement présente un profil dio symétrique.

**L'action des embruns est manifeste sur la végétation en bordure de mer.** Elle s'ajoute à l'effet du vent en vaporisant le feuillage avec des gouttelettes d'eau salée qui nécrosent les tissus déjà blessés. Rares sont les espèces forestières qui résistent. **L'influence des embruns est encore sensible à plusieurs centaines de mètres du littoral on le constate à Dakar où des Neem, plantés depuis plusieurs années à proximité de l'autoroute, n'arrivent pas à former une cime, les rameaux qui se développent pendant la saison des pluies séchant dès l'apparition du vent du Nord-Ouest qui vient de l'océan.** Dans les districts soumis à l'alizé, seul le Filao parvient à pousser et ce n'est qu'à la faveur de son abri qu'ultérieurement d'autres essences peuvent être installées.

## 2. LA TEMPERATURE

**La température représente un facteur de différenciation écologique car elle agit sur toutes les phases de développement des plantes. Un optimum correspond à chaque espèce et ces optima mettent en évidence une coupure très nette entre la flore des régions tropicales et celle des moyennes latitudes, permettant de donner une explication à de nombreux échecs d'acclimation en Afrique d'essences forestières originaires des zones tempérées.**

**Il semble qu'une variation de quelques degrés dans les températures moyennes n'ait aucune action sur la répartition et la composition de la végétation naturelle car on trouve les mêmes formations dans les savanes boisées intertropicales d'un côté à l'autre de l'Afrique. La pluviométrie, son importance et surtout sa répartition saisonnière sont beaucoup plus décisives sur la constitution des domaines forestiers**

---

sur l'endémisme spécifique, sur les affinités floristico-sociologiques des groupements climatiques. Il n'en est pas de même en sylviculture quand on fait appel à des essences exotiques.

On constate dans les essais d'élimination d'Eucalyptus que mène le C. T. F. T. au Sénégal que certaines espèces se maintiennent dans l'ouest du pays, tempéré par l'influence maritime, alors qu'à l'intérieur, sous une pluviométrie supérieure, elles disparaissent rapidement. A M' BAO et à ROSS-BETHIO, une comparaison entre 8 provenances d'Eucalyptus camaldulensis a également mis en évidence, dès les premières années, l'infériorité de l'origine tunisienne, la seule qui provienne d'une zone où les températures sont nettement plus faibles que dans les stations d'introduction (7).

JACQUIOT ( 1950 ) a démontré que dans les régions tempérées l'activité de l'assise cambiale des arbres diminuait sérieusement au dessous de  $17^{\circ}\text{C}$ , (9) Il semble que, dans les zones inter-tropicales à longue saison sèche, les températures minimales jouent un rôle comparable dans le cycle de la végétation. On note en effet que la défoliation des essences forestières locales se situe en novembre lorsque le thermomètre baisse brusquement et que le débourrage commence en avril quand les minima de température deviennent moins importants .

A ZIGUINCHOR, une étude sur l'accroissement saisonnier du Teck a mis en évidence que les arbres commencent à se développer en juin, avant les premières pluies, et qu'ils cessent d'augmenter de circonférence fin octobre, près de trois mois avant la chute des feuilles. Pendant la période d'activité cambiale, les températures minimales moyennes sont supérieures à  $22^{\circ}\text{C}$  ; pendant l'arrêt de croissance elles sont inférieures à ce chiffre, (8). On remarque également dans les pépinières que la croissance en hauteur des plants d'essences introduites comme le Filao, le Niaouli ou l'Eucalyptus est très faible entre décembre et mai puisqu'elle s'accélère dès que les nuits deviennent moins fraîches.

La connaissance des températures absolues susceptibles d'être enregistrées dans une station est importante pour les forestiers car elles peuvent entraîner la mort des arbres à partir d'un certain seuil, minimum ou maximum. La limite inférieure est loin d'être atteinte au Sénégal ; par contre les maxima sont beaucoup plus à redouter car ils accusent fréquemment  $46$  et même  $48^{\circ}\text{C}$ , seuil considéré comme léthal par les bioclimatologistes pour une végétation non acclimatée ou pour de jeunes plants dont les tissus sont insuffisamment lignifiés.

---

**L'élévation de la température active la respiration et, au delà d'une certaine limite, entraîne une consommation totale des produits élaborés par la synthèse chlorophyllienne. Ensuite la transpiration croît à un point tel que, malgré la régulation stomatique, l'arbre épuise le stock d'eau contenu dans le sol puis ses propres réserves en liquide. La période chaude coïncidant avec le repiquage des Eucalyptus, il est indispensable non seulement d'arroser en abondance et fréquemment mais d'opérer sous des ombrières et de ne travailler que tôt le matin ou assez tard dans la soirée car les moments les plus torrides se situent entre 10 et 16 heures.**

### **3. LA PLUVIOMETRIE**

**Les pluies sont régies au Sénégal par la remontée du Front intertropical, ligne de contact entre les masses d'air boréal et austral qui se trouve en permanence au sud du 12° parallèle entre les mois de novembre et de mai. Issu de l'anticyclone de Sainte-Hélène, l'alizé austral se transforme en pseudo-mousson en se réchauffant et en se chargeant d'humidité puis il s'enfonce en coin sous les courants aériens d'origine septentrionale, les rejetant en altitude, les repoussant en latitude. La progression est toutefois beaucoup plus lente vers la côte atlantique que dans l'intérieur du continent à cause de la résistance offerte par l'alizé des Açores.**

**La mousson pénètre par le Sud-est du pays. La transition est brutale en Haute Casamance et dans la région orientale entre la saison brûlante et aride qui caractérise les mois de mars à mai et la période pluvieuse plus fraîche. Elle est progressive sur le reste du territoire où le temps devient chaud et humide, où le ciel demeure couvert mais où les précipitations sont sporadiques et irrégulières. Le recul du F. 1. T commence en septembre. Il se produit par paliers au sud du 14° parallèle, il est par contre rapide dans le Nord-est et beaucoup plus lent en bordure du littoral septentrional.**

**La masse d'air constituée par la mousson est d'autant moins épaisse que l'on se rapproche des tropiques. Le nord du Sénégal, même au cours de la saison pluvieuse, n'est recouvert que par un matelas de 1000 à 2000 m d'air chaud et humide, souvent insuffisant pour engendrer des pluies de convection, aussi la zone est-elle soumise à des grains orageux, brefs et violents, alors que dans le Sud les formations nuageuses, fortement développées en altitude, sont la source de précipitations abondantes et régulières. La pluviométrie annuelle décroît rapi-**

---

dement depuis la frontière guinéenne et le nombre de jours pluvieux qui est de 100 à Ziguinchor n'atteint plus que 27 à Dagana.

A latitudes égales, la répartition des pluies et leur intensité sont plus sensibles sur la végétation forestière qu'à l'intérieur du continent. Le domaine guinéen, composé d'essences ubiquistes à grande amplitude biologique, propres à la Côte d'Ivoire et même à l'Angola, se maintient à l'ouest d'une ligne joignant Bathurst à Kolda. Le secteur soudano-guinéen du domaine soudanien s'étend jusqu'au 14° parallèle, c'est-à-dire sensiblement jusqu'à l'isohyète 900 mm tandis que le secteur soudano-sahélien, caractérisé par une forêt claire xérophile modelée par les feux, remonte jusqu'à l'isohyète 600 mm. Au delà on trouve le domaine sahélien dont les arbres sont adaptés pour résister à la longue saison sèche et à l'extrême siccité de l'air.

L'expérience de 5 années de reboisements expérimentaux, effectués par le C. T. F. T. à Ross-Béthio, a prouvé que, dans le nord-ouest du pays, il était préférable d'attendre la période pluvieuse de fin août, parfois même de début septembre, pour mettre les arbres en place. Les risques de sécheresse sont moindres, les plants profitent d'une humidité relative moyenne plus forte résultant d'un relèvement des minima, d'une température minimale plus élevée, d'une évapo-transpiration encore réduite, éléments qui sont tous favorables à la reprise. L'apport des premières pluies est cependant loin d'être négligeable dans un district aussi peu arrosé, à condition de pouvoir stocker l'eau dans les trous de plantation par un travail approprié du sol. Nous en avons eu confirmation en 1968 où, avec 188,2 mm de précipitations dont seulement 46,5 mm après la complantation, les arbres réussirent à survivre puis à se développer sans aucun arrosage dans les parcelles où le terrain avait été travaillé en profondeur dès juin alors que la totalité des plants disparut en novembre dans celles préparées au dernier moment selon la méthode traditionnellement employée par le Service Forestier (9).

Le facteur pluviosité moyenne ne représente qu'une valeur statistique qui masque les années déficitaires et qui est sujette dans les zones intertropicales sèches à des variations telles que le sylviculteur doit en tenir compte et s'en méfier quand il établit un programme de reboisement, surtout s'il utilise des essences qui n'ont pas encore fait leur preuve dans le secteur. En 1968, par exemple, les précipitations furent inférieures aux moyennes de la décennie 1949/1958 de 46,5% à Ziguinchor, de 42,5% à Kaolack, de 57,8% à Bambey et de 35,3% à Saint-Louis. Or, plus le total annuel des moyennes s'amenuise, moins les normales sont significatives ; plus

les chutes d'eau sont modestes, moins elles sont assurées.

Les rares ondées qui peuvent intervenir en saison sèche, soit entre novembre et février sous forme d'un crachin, soit en avril ou mai sous l'aspect d'une fine averse matinale, n'ont d'autre influence sur la végétation forestière que celle provoquée par le type de temps dont elles sont la résultante. La première doit être bénéfique au bilan hydrique des plantes ; la seconde n'exerce sans doute aucune action, pas même sur les températures qui sont en voie de progression.

#### 4. L' HUMIDITE ATMOSPHERIQUE

L'humidité relative de l'air exerce une influence directe sur la vitesse d'évaporation de l'eau et sur les phénomènes biologiques, corrélatifs à la transpiration végétale. Les variations quotidiennes et annuelles constituent un fait écologique dont la répercussion est sensible sur la répartition des espèces forestières.

Le déficit de saturation se traduit par des modifications physiologiques et anatomiques très visibles sur la végétation forestière de la zone sahélienne, en particulier sur le développement disproportionné du système racinaire par rapport à l'appareil aérien, sur la lignification plus poussée des tiges, sur le plus fort diamètre des vaisseaux conducteurs, sur la réduction du feuillage, sur le renforcement du parenchyme pallissadique et de la cuticule épidermique, sur l'augmentation du nombre des stomates. Il semble également que dans les régions tropicales, le déficit de saturation intervienne dans le cycle végétatif car le débouillage des feuilles se produit en mai dans le domaine soudanien, en juin dans le domaine sahélien, lorsqu'il diminue et la défoliation coïncide, en octobre ou novembre, avec son ascension rapide.

Connaître l'humidité relative minimale absolue qui peut être enregistrée dans une station constitue une donnée climatique indispensable pour l'élevage des arbres en pépinière car, au dessous d'un certain seuil, les végétaux jeunes et non lignifiés se déshydratent et flétrissent. Au Sénégal, les minima qui peuvent être inférieurs à 10% en Casamance maritime, à 57°0 dans les autres domaines, même en bordure de l'océan, imposent des précautions pour éviter la mort des plants, d'autant que l'abaissement de l'hygrométrie se produit en général à l'heure la plus chaude de la journée.

---

## 5. LA ROSEE

Les renseignements que nous possédons sur la fréquence de la rosée au Sénégal sont réduits. Il semble qu'elle soit variable d'une année à l'autre, limitée à la période sèche sur le littoral, répartie en toutes saisons dans le sud du pays. Nous n'avons également aucune donnée sur son intensité mais, certaines nuits, surtout dans l'ouest, elle est capable d'influencer les pluviomètres.

MONOD ( 1962 ) pense que, dans les zones arides, <sup>la rosée</sup> elle possède une importance écologique non négligeable si elle se produit fréquemment ( 12 ). Son action est certaine sur les végétaux au lever du soleil car elle s'oppose à la transpiration jusqu'au moment où elle a disparu. Son influence est probable dans l'alimentation en eau des arbres à système racinaire traçant lorsqu'elle imprègne les horizons superficiels d'un sol travaillé qui, d'après MASSON, peut, dans la presqu'île du Cap-Vert être mouillé jusqu'à 10 cm de profondeur (II). Par contre la pénétration de la rosée dans les plantes qui ne disposent pas d'organes spéciaux destinés à absorber l'eau demeure discutée bien que certains physiologistes affirment que le liquide traverse la membrane cellulaire avec une vitesse variable selon l'espèce, l'âge du sujet, la période de sécheresse qui a précédé, puis qu'il peut descendre des feuilles vers les racines par un courant d'inversion.

en 4 Alluvions  
Lacina

A Dakar, les condensations nocturnes sont parfois tellement importantes qu'un apport complémentaire d'eau matinal sur des semis d'Eucalyptus ou de Niaouli provoque la fonte des jeunes plants, DEACON, PRIESTLEY et SWINBANK ( 1958 ) assignent au dégagement de rosée une valeur comprise entre 0,5 et 1 mm en se basant sur le rayonnement émis par unité de surface de la projection horizontale de la surface considérée, sur la température, sur l'humidité et sur la chaleur propagée à travers le sol (5). Ces principes ne sont peut-être pas applicables à des arbres plus ou moins isolés par pieds ou par bouquets au milieu d'une étendue de sol dénudé, ce qui est le cas dans les régions tropicales semi-arides, parce que le flux de rayonnement n'est pas de forme unidimensionnelle et que les plantations, en offrant une diffusivité thermique moindre et en se refroidissant davantage que le milieu, attirent à elles la rosée sans modifier la quantité globale émise dans le district.

## 6. L' INSOLATION

**Le rayonnement solaire constitue la seule source d'énergie utilisée directement ou indirectement par les organismes végétaux. ELHAI ( 1958 ) estime que l'énergie solaire qui parvient au sol est formée pour  $4/10^{\circ}$  d'énergie lumineuse et pour  $6/10^{\circ}$  d'énergie calorifique mais que moins de  $2/10^{\circ}$  sont employés dans la photosynthèse, le reste étant réfléchi ou transmis à travers les feuilles, transformé en chaleur diffusée et utilisé pour la transpiration (6).**

**Dans les zones intertropicales où la durée du jour subit de faibles variations au cours de l'année, toutes les composantes du climat susceptibles d'agir sur la diffusion du rayonnement jouent un rôle prépondérant sur le développement des arbres. C'est ainsi qu'en Casamance maritime où, de juin à octobre, les heures ensoleillées ne représentent que 25 à 44% du temps où le soleil pourrait être visible, la croissance en hauteur d'Eucalyptus hybride de Mysore, essence de pleine lumière, est deux fois moins importante qu'à Bambey, malgré une pluviométrie supérieure et un bien meilleur bilan hydrique dans le sol au cours des premiers mois de la saison sèche.**

## 7. EVAPOTRANSPIRATION

**L'évapotranspiration potentielle ( E. T. P. ) est un facteur climatique correspondant à l'énergie disponible pour la vaporisation qui dépend du rayonnement net, du déficit de saturation de la température et du vent, L'évapotranspiration réelle ( E. T. R. ) ne suit pas E. T. P. sinon, surtout dans les contrées tropicales sèches ou arides, on arriverait à un dessèchement absolu du sol et à l'impossibilité de trouver une végétation pérenne.**

**Deux éléments interviennent dans cette réduction, le freinage de l'évaporation dans les horizons supérieurs du sol qui résulte de l'écran formé en surface par les pertes d'humidité et la fermeture des stomates des feuilles qui restreint la diffusion de la vapeur d'eau. Il en résulte toutefois une diminution de l'activité photosynthétique qui limite la croissance des arbres.**

**L'évapotranspiration réelle présente des différences assez sensibles selon les paramètres du climat, le sol et les plantes.**

Selon BONFILS - CHARREAU et MARA ( 1962 ), elle est influencée par le déficit de saturation de l'air, la température moyenne, les radiations globales, l'agitation de l'air, la différence de température entre l'air et le sol. Elle dépend de la couleur et de la chaleur spécifique du sol, de son état de fissuration, de la profondeur de la nappe phréatique, de la concentration des sels solubles, de la porosité et de la structure qui commandent les états de l'eau et ses degrés de disponibilité pour les végétaux. Certains facteurs sont spécifiques au sujet comme la résistance à la sécheresse, le type et l'importance du système racinaire, le degré de turgescence, le stade de développement et la quantité de matière sèche déjà formée (3).

Le sylviculteur cherchant à obtenir la plus grande production possible en bois, son souci sera de diminuer l'écart pouvant exister entre E. T. R et E. T. P. Il peut difficilement agir sur le climat aussi doit-il s'efforcer d'influencer les paramètres qui commandent le volume de liquide mis à la disposition des arbres. Il éliminera la concurrence des plantes herbacées et des végétaux arbustifs parasites dont, d'après DANCETTE ( 1970 ), les besoins en eau correspondent en zone tropicale sèche à la quasi-totalité des précipitations enregistrées au cours de la saison des pluies (4). Il augmentera les réserves hydriques du sol en travaillant le terrain en profondeur avant la période pluvieuse, favorisant en même temps le développement ultérieur des racines latérales et pivotantes des arbres qu'il introduit.

## CONCLUSIONS

Toutes les enquêtes prospectives montrent qu'en raison de l'accroissement démographique et de la progression de la technologie, les besoins en bois iront en augmentant dans le monde au cours des prochaines décennies et que, simultanément, les superficies réservées aux formations forestières diminueront, en particulier dans les pays en voie de développement et d'industrialisation. Il est donc nécessaire que les forestiers envisagent, dès à présent, d'aménager leur domaine et que, dans les régions tropicales sèches, ils intensifient leurs travaux de recherches en vue d'acclimater et de multiplier les espèces qui sont susceptibles de procurer du bois en quantité ou en qualité. La sylviculture deviendra dans ces contrées une véritable culture industrielle et elle sera associée à l'agricul-

ture dans l'aménagement du paysage rural pour modérer les facteurs climatiques qui freinent la production agricole. Agroclimatologie et sylvoclimatologie sont deux disciplines complémentaires dont la connaissance est indispensable à tous Les techniciens travaillant en milieu rural.

oo oo

oo

---

BIBLIOGRAPHIE

- (1) A. AUBREVILLE " **La Forêt Coloniale - Les forêts d'Afrique occidentale française** "  
Société d'Editions Géographiques, Maritimes  
**et Coloniales - PARIS - 1938**
- (2) A. AUBREVILLE " **Climats, Forêts et Désertification de l'Afrique  
Tropicale** "  
Société d' **Editions Géographiques, Maritimes  
et Coloniales - PARIS - 1949.**
- (3) P. BONFILS " **Études lysimétriques au Sénégal** "  
C. CHARREAU L'Agronomie **Tropicale** -  
MARA, **PARIS - octobre 1962**
- (4) C. DANCETTE " **Quelques Aspects de l'Alimentation hydrique  
du Mil Souma** "  
I.R.A.T. /Sénégal - **BAMBEY - 1970**
- (5) E.L DEACON " **Evaporation et Bilan hydrique**  
C.H.B FREISTLEY **Recherches sur la zone aride : climatologie** "  
W.C SWINBANK **UNESCO - PARIS -- 1958**
- (6) H. ELHAI " **Biogéographie** "  
Ar mand Colin - **PARIS - 1962**
- (7) P. L GIFFARD " **Essai de Procvnanceo d'Eucalyptus camaldulensis**  
C. T. F. T. /Sénégal - **DAKAR - 1970**
- (8) P. L GIFFARD " **Etude de l'Accroissement saisonnier du Teck** "  
C. T. F. T. /Sénégal - **DAKAR - 1970**
- (9) P. L GIFFARD " **Etude des Possibilités de Reboisement dans le  
Delta**  
**Synthèse des recherches effectuées de 1965 à 1969**  
C. T. F. T. /Sénégal - **DAKAR - 1970**
- (10) C. JACQUIOT " **Contribution à l'étude des facteurs dkterminant  
le Cycle d'activité du Cambium chez quelques  
Arbres forestiers** "  
**Revue Forestière Française - NANCY - Nov, 1950.**
- (II) H. MASSON " **La Rosée et les Possibilités de son utilisation** "  
**Annales de l'Ecole Supérieure des Sciences**  
**Institut des Hautes Etudes - DAKAR - 1954.**
- (12) Th. MONOD " **Exposé Liminaire** "  
**Symposium ou desert Research:biological section**  
**JERUSALEM - 1962.**
-