Chapitre extrait de l'ouvrage

AU SERVICE DES FORÊTS TROPICALES

Histoire des services forestiers français d'outre-mer 1896-1960

par Joanny GUILLARD

Ouvrage édité et mis en ligne par

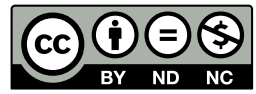
AgroParisTech

Centre de Nancy
Service des Éditions
14, rue Girardet – CS 14216
F-54042 Nancy Cedex

Avec le soutien de l'Association française des Eaux et Forêts (AFEF)

© AgroParisTech, 2014

Attribution + Pas de Modification + Pas d'Utilisation Commerciale (BY ND NC) : Le titulaire des droits autorise l'utilisation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, mais n'autorise pas la création d'œuvres dérivés.



L'autorisation d'effectuer des photocopies à usage collectif doit être obtenue auprès du Centre français d'Exploitation du droit de copie (CFC) – 20, rue des Grands-Augustins – 75006 Paris.

CHAPITRE I.3

La forêt, mère des eaux

Ses influences supposées sur le climat, ses effets sur le régime des eaux, son rôle vis-à-vis de la désertification, spécialement en Afrique de l'Ouest, sont autant d'arguments mis en avant pour la défense de la forêt, en particulier via le maintien d'un certain taux de boisement.

I.3.1 FORÊTS ET CLIMATS

I.3.1.1 Approches générales

C'est une antienne fréquemment reprise : « La forêt exerce un rôle bénéfique en matière de climat », encore plus en pays tropical qu'en pays tempéré. « Nul ne peut, en effet, méconnaître le rôle bienfaisant de la forêt, régulatrice du climat et du régime des eaux, dont dépend l'agriculture » dit en 1931 le forestier Roger Sargos [1, p. 120]. Le même dogme est repris en 1934 [2, p. 192] : « Il est démontré aujourd'hui, de la façon la plus scientifique, que la disparition de la forêt a pour conséquence la diminution des pluies, l'assèchement du sol, l'ensablement des terrains par suite de l'érosion éolienne, la disparition des sources et cours d'eau. "Les forêts précèdent les hommes, a dit Chateaubriand, les déserts leur succèdent" ». On pourrait multiplier les citations relatives à ce qu'on a longtemps appelé le rôle indirect de la forêt. Encore plus récemment, dans l'exposé des motifs du décret 55-532 du 20 mai 1955 relatif à la protection des forêts dans les territoires d'outre-mer, l'argument est repris : « Les règles de protection envisagées tendent à sauvegarder l'intérêt général, eu égard à l'influence scientifiquement reconnue du boisement sur la protection des sols contre l'érosion, sur le maintien des sources et des rivières, ainsi que sur les caractères généraux du climat, en particulier en ce qui concerne le régime des pluies. » On fait appel aux grands auteurs : Théophraste, Christophe Colomb (1540), Edmond Halley (premier à décrire le cycle de l'eau, 1687-1694), à Buffon (1739), à Duhamel du Monceau (1760). Quant à Pierre Poivre (1763), il serait à l'origine de l'ordonnance de 1769 à l'île de France

(aujourd'hui Maurice) reposant sur le lien assumé entre déforestation et modifications climatiques locales et obligeant à maintenir 25 % de toutes les propriétés en forêt, et d'un service forestier en 1775. L'évolution de la couverture boisée des îles (Tobago, Saint-Vincent, Sainte-Hélène et Maurice) et leur dessèchement, les craintes pour les Indes exprimées par les médecins, gestionnaires des jardins botaniques (Cleghorn, Gibson, Balfour, Roxburgh, etc.), nommés *Conservators of Forests* (et autres terres) rencontrent les considérations de Humboldt [5] sur les étages de végétation et l'influence des forêts sur les climats. Richard Grove [3, 4] analyse finement ces attitudes et leurs conséquences. Alors qu'en France on se soucie du « défrichement » [263], au Royaume-Uni, la *British Association for the Advancement of Science* demande, la même année, un rapport sur les conséquences physiques et économiques de la déforestation tropicale à quatre scientifiques, dont Cleghorn. Beugnot (cité par Jean-Yves Puyo [6, p. 292]) écrit : « La rareté ou l'absence de forêts, dit M. de Humboldt, augmente à la fois la température et la sécheresse de l'air, et cette sécheresse, en diminuant l'étendue des nappes d'eau évaporantes, réagit sur la chaleur du climat local. » Il cite aussi J.-L. Boussingault : « Il est constant qu'un défrichement très étendu diminue la quantité annuelle de pluies qui tombe sur une contrée. » À la même époque, Bernard Lorentz et Adolphe Parade écrivent : « Les eaux à la superficie terrestre, les lacs, les étangs, les rivières en répandant de l'humidité dans l'atmosphère, diminuent l'intensité des chaleurs. Les masses de forêts produisent des effets analogues par les exhalations aqueuses des arbres et par leur couvert qui empêche le sol de se dessécher. […] Il doit donc être de la plus haute importance pour l'état climatique d'un pays que les forêts y soient réparties d'une manière convenable. » [7, p. 47]

Frédéric Le Play écrit vers 1846 : les forêts « sont le moyen le plus puissant dont l'homme puisse disposer pour améliorer la météorologie et les climats de la planète » [8, p. 68], mais a-t-il été lu par L.F. Alfred Maury qui écrit de façon très proche en 1877 : « Les forêts exercent sur la constitution climatologique d'un pays une influence marquée, et leur disparition est toujours accompagnée de changements météorologiques, de sécheresses plus grandes ou plus fréquentes, de pluies abondantes en masse, mais plus inégalement réparties dans le cours de l'année » ? [49, p. 292]

Beaucoup d'affirmation, des témoignages subjectifs, mais pas de preuves. Il faut attendre 1865 (Matthieu, professeur à l'École impériale forestière à Nancy) et 1867 (Ebermeyer en Bavière) pour la mise en place de stations météorologiques couplées, l'une en forêt, l'autre plus ou moins éloignée en dehors. D'autres seront implantées en Europe, trois aux Indes, puis en 1899 en Afrique du Sud. Suivies pendant 35 ans, les observations de Nancy seront discutées, mais très souvent appelées en renfort de la thèse. Berthold Ribbentrop écrit : « *It can be hardly denied that the existence or non-existence of large well-wooded areas in a country naturally capable of growing forests affects its climate in a very marked degree*.[…] *Even Oskar Peschel, who questions the importance of the influence of forest growth on the climate of a whole country, perhaps more than any other writer of note, throws no doubt on the observation made by Boussingault, Humboldt and Bompland* [sic] *and acknowledges the local influence of forests on the precipitation of moisture*. » [9, p. 40]

Cependant, au début du XX^{e} siècle, des contestations s'élèvent, en particulier sur l'influence des forêts, ou plutôt de son contraire, le déboisement de grande amplitude, sur la quantité annuelle de pluie (*cf. infra*). Aussi fait-on appel à des références historico-géographiques. Ribbentrop appelle la Dalmatie, la Perse, l'Afrique du Nord…, et même le Deccan, à l'appui : « *History prove this* […] *in numerous instances where the deterioration of the climate of whole districts, and even of whole countries, has followed the destruction of forests.* » [9, p. 40] Huntington démontre que les climats de pays de civilisations jadis florissantes étaient différents de ceux d'aujourd'hui et plus propices à l'épanouissement des hommes [10]. La Chine, la Mésopotamie, les États-Unis seront évoqués encore par G. Adam en 1943 [13].

C'est que la notion de climat recouvre un complexe d'éléments divers : quantité et répartition des précipitations, humidité, vent, température, etc., affectant différemment les hommes, la faune et la végétation. En 1891, un administrateur s'intéressant aux forêts de Cochinchine [14] écrit que l'abattage des palétuviers de Dang-Trang a influé sur le climat de Saigon, mais dans quel sens ? En 1925, Édouard Herriot célèbre la forêt normande, « mère des pluies et des rosées ». [15, p. 3] Deux forestiers évoquent les problèmes énergétiques : André Consigny dit : « La forêt absorbe l'énergie calorifique du soleil pour la transformer en énergie chimique. Il en résulte un abaissement de température pouvant aller jusqu'à 3 ou 4 degrés, ce qui est vraiment très appréciable dans un climat comme celui de l'Indochine. » [199, p. 187] Et R. Lecointe (forestier métropolitain !) expose longuement en 1937 le rôle des arbres en Afrique : « Les frondaisons d'arbres se comportent, grâce à leurs feuilles, comme de véritables écrans chlorophylliens. […] La synthèse carbonique effectuée à la lumière solaire par les cellules vertes des feuilles est donc assimilable à une véritable transformation de l'énergie […]. L'énergie récupérée […] sert à l'édification progressive des troncs, comparables à des accumulateurs d'énergie solaire qu'ils thésaurisent pendant des millénaires » [17, p. 579] ; et page 582 il conclut : « Non seulement, en effet, le manteau végétal est un gigantesque accumulateur climatique et biologique, et ce rôle, qui intéresse l'existence d'étendues considérables, doit être d'autant moins sous-estimé que ces régions sont soumises à des climats plus extrêmes. » Traitant en 1957 du rôle de la forêt dans la création et la conservation du potentiel agricole de la Côte d'Ivoire, le chef du service forestier, B. Bergeroo-Campagne, énumère le rôle climatique de la forêt : la forêt régularise, plus que la savane, la température, elle atténue la sécheresse de l'air, favorise les condensations occultes et prolonge l'action de la mousson vers l'intérieur par l'humidification des courants aériens [19]. « Elle assure le maintien du microclimat qui permet seul aux cultures de caféier et de cacaoyers de prospérer. »

Cette citation permet d'aborder un problème d'apparence sémantique : la forêt agit-elle sur le climat général – ou macroclimat – ou seulement sur les conditions locales : microclimat jadis (mésoclimat aujourd'hui) ? Avec sa vigueur de plume habituelle, Louis Lavauden écrit en 1930 : « La plupart des météorologistes se refusent à étendre au climat général l'influence qu'ils ne peuvent refuser à la forêt sur le climat local […]. Si l'on réfléchit […] à l'influence de cette déforestation sur les innombrables climats locaux contigus, on sera bien, en dernière analyse, amené à se demander où cesse le climat local, où commence le climat général, et à penser que

de l'un à l'autre, il ne peut y avoir pas bien loin… » [20] Cette argumentation est reprise sous forme plus élaborée dans un ouvrage récent d'un auteur très qualifié, E.F. Brünig : « *Large scale deforestation will affect atmospheric conditions with respect to radiation balance, air humidity, sensible/latent heat ratio, mesoscale convector wind and rainfall pattern*. […] *These atmospheric change at meso-climatic scale may spawn macroclimate changes by trigerring off latent climatic trends. It has been hypothesized that deforestation may weaken the water circulation vegetation/atmosphere and consequently eventually diminish the moonsonal water transport*. » [21, pp. 29-30] Il faudra attendre les années 1980 pour que soit reprise l'idée de R. Lecointe sous la forme du rôle des arbres dans le bilan du dioxyde de carbone [22].

Au regard des témoignages, des recours à l'histoire, à l'intuition, il convient de signaler d'une part la naissance tardive de la climatologie – ce n'est qu'en 1885 que Woeïkoff aborde globalement le problème [23] et, pour les Français, la référence est M. Angot après la Première Guerre mondiale [24] –, d'autre part, le réseau d'observations météorologiques est peu développé en Afrique, un peu mieux en Indochine, jusqu'à l'arrivée des besoins de l'aéronautique, et les relevés sont souvent des plus simplifiés. James Robert Ainslie, traitant du Nigeria, écrit en 1926 qu'il n'est pas possible de prouver les effets de la déforestation sur le climat car la statistique est trop courte [25].

Les forestiers vont largement s'appuyer sur ce dogme de l'influence de la forêt sur le climat pour faire avancer leurs thèses en matière de défense des forêts. Le déboisement, la réduction des surfaces boisées auraient des conséquences sur l'« habitabilité » et seraient à l'origine des migrations de population et de la disparition de certaines faunes. La liaison climat-végétation, condition des flores et des boisements, en sort renforcée. L'argument est régulièrement utilisé pour justifier les mises en réserve forestière et serait même à l'origine du mouvement conservationiste (*cf*. en particulier [3] et [4]). Ces trois aspects seront retrouvés au cours des chapitres sur les actions forestières.

Ceci n'est pas propre aux forestiers coloniaux français. En effet, dans son grand ouvrage sur l'économie forestière publié en 1910 (2e édition), G. Huffel, professeur à l'École nationale forestière de Nancy, devenue en 1899 des Eaux et Forêts, consacre 47 pages à l'influence des forêts sur le climat, et 40 pages à la forêt et les sources, sur les 340 pages du tome I. En 1903, un jeune inspecteur-adjoint des Eaux et Forêts à Madagascar écrit : « Il n'est pas dans le cadre de ce rapport de prouver l'action bienfaisante des forêts sur le climat : elle se trouve démontrée depuis longtemps. » [26, p. 379] Au Congrès forestier international de Paris de 1913, Chaplain déclare : « Les forêts, on le sait, assurent aux pays qui savent les conserver, un régime climatique convenable. Aux colonies, plus que partout ailleurs, la conservation des forêts est l'élément principal de l'habitabilité : c'est donc, au premier chef, une question de salut public. » [255, p. 161] Un forestier d'Indochine est plus lyrique en 1918 : « L'onde crée la sylve, la sylve est la mère des eaux » [29, p. 1]. André Bertin, à la suite de ses missions en Afrique, devenu promoteur des bois tropicaux et instigateur de la création des services forestiers coloniaux, fait régulièrement appel à l'argument. Dans son gros ouvrage de 1919 sur la question forestière coloniale [30], il consacre huit pages du chapitre 2 du livre IV à l'influence bienfaisante des forêts sur les conditions climatiques d'un pays. En 1920, le même

auteur reprend le même refrain : « On peut passer rapidement sur la théorie, d'ailleurs fort judicieuse, concluant à la nécessité de protéger les forêts comme agents régulateurs du climat. » [31, p. 30] Roger Ducamp, ancien chef du service forestier de l'Indochine, que l'on retrouve en de très nombreux points de cet ouvrage, s'appuie sur les travaux de Becquerel, de Humboldt et de Boussingault pour, en 1935, affirmer les mêmes convictions : « Oui, mille fois vraie est cette affirmation que de grandes nappes sylvatiques s'imposent par le monde en des rapports qui ont été fixés par les gens du métier [1] […]. Pour certaines qu'elles soient, les réactions de la sylve vers l'extérieur – il faut le dire – sont encore peu connues. Mais l'on sait déjà combien grand est le rôle que jouent les masses boisées importantes au titre de la climatologie générale du globe. Elles demeurent comme un énorme volant régulateur des totalisations thermiques qui intéressent notre globe. Ainsi, la forêt atténue les grands phénomènes perturbateurs de l'atmosphère tels qu'orages, cataractes d'eau, grêle, sécheresses exagérées, cyclones et typhons, tous bâtards des immensités stériles d'origine anthropozoïque jusqu'à preuve du contraire. » [32, p. 3] On pourrait multiplier les citations jusqu'à l'œuvre d'Aubréville publiée en 1949 [33], retenons-en trois seulement. « La conservation des peuplements forestiers est une nécessité vitale à cause de l'action indirecte qu'ils exercent sur l'habitabilité et la productivité du pays […]. L'influence qu'exercent les massifs boisés sur les conditions physiques d'un pays est incontestable, bien qu'elle soit, en général, insuffisamment connue. En réduisant les écarts de température de l'atmosphère, les forêts régularisent le climat. Elles tendent aussi à accroître les précipitations ; surtout, les chutes de pluie sont mieux réparties au cours de l'année. La puissance évaporatrice de la forêt contribue intensément à la saturation de l'atmosphère. » Et l'auteur Louis Bégué, alors chef du service forestier de la Côte d'Ivoire, donne les résultats de mesures comparatives d'hygrométrie entre Abidjan et la forêt du Banco située à 6 kilomètres [34, pp. 338-339]. En 1935 également, Louis Lavauden, qui vient de quitter la tête du service forestier de Madagascar, écrit : « Le rôle de la forêt comme régulateur du climat, comme facteur essentiel de l'habitabilité d'un pays, est peut-être de tous le moins connu et le moins apprécié. […]. On a trop souvent vu la forêt, l'état boisé du sol, sacrifiée à des considérations soi-disant supérieures, mais qui ne recouvrent trop souvent que des intérêts ou des appétits. Alors que, dans un pays, le maintien de l'état boisé à un taux suffisant présente un intérêt économique et social absolu [souligné dans le texte]. Car, à tout prendre, je ne connais pas de pays déboisé qui soit devenu autre chose qu'un désert. » [35, p. 17] Il a déjà été fait référence aux soucis exprimés en Inde (*cf.* [4]) et dans les îles ; et les forestiers coloniaux britanniques exposent la même thèse que nos compatriotes. En 1929, un forestier du Ghana écrit : « *The protective role of the forests was recognised from the outset, and particularly its influence on local climate and hydrology, and the dependance of the major agricultural crops, especially cocoa, on the maintenance of the forest cover.* » [36] En 1931, le professeur écossais Stebbing fait un exposé au Congrès international du bois et de la sylviculture de Paris sur l'influence des forêts sur la pluie et le régime des eaux ; on le rencontrera plus loin au sujet de la controverse dessèchement/

1. Forestiers bien sûr, J.G.

désertification. En 1940, un forestier britannique bien connu, ayant longtemps servi aux Indes, R.S. Troup, la traite en appendice 1, pp. 429-438, de son ouvrage général *Forests and water supply : evidence and conclusions*. La 4e *Empire Forestry Conference*, réunissant en 1935 les forestiers britanniques, recommande que des recherches scientifiques soient entreprises sur les effets des forêts sur le climat, la conservation de l'eau et l'érosion, de façon que les forestiers aient des faits à offrir au public, au lieu de théories et d'affirmation non prouvées.

Les dogmes du début du siècle s'effritent, les rédactions deviennent plus nuancées, la discussion est ouverte. Une des premières et plus fortes controverses est menée en 1938 par un agroclimatologue et un forestier travaillant en Indochine, Paul Carton et Pierre Sallenave [38]. Faisant référence aux manuels de climatologie de l'époque – Angot, Klein et Sanson – et à des thèses sur les Indes britanniques ou néerlandaises, ils étudient la question en Indochine – mieux équipée à cet égard que les colonies africaines – et leur exposé est fort intéressant ; par exemple, page 294 : « Il y a quelque cinquante ans, cette action (des forêts sur le climat) était admise sans contestation. On la déduisait d'observations poursuivies pendant 33 ans avec une grande rigueur scientifique par la station de recherches forestières de Nancy et par diverses stations allemandes, suédoises et russes. Bien que ces observations n'intéressent que le climat local de régions de faible étendue, certains crurent pouvoir en généraliser les résultats. ». Page 297 : « Car, il faut bien le dire ici, contrairement à ce que pense généralement le public et même à ce qu'ont cru longtemps nombre de météorologistes, la cause même de la formation de la pluie, ce phénomène si courant, est loin d'être parfaitement élucidée » (publié en 1938 !). La conclusion de cette étude est nette, page 317 : « Sur ce qui concerne l'action supposée des forêts sur les climats généraux et même locaux, elle est inexistante ou, du moins, très faible. Mettre un terme à des affirmations ne reposant sur rien d'exact, à des légendes sans consistance, n'affaiblit en aucune manière la propagande qui a été entreprise et doit être intensifiée pour la protection des forêts. »

En 1957, H.G. Wilm [39] écrit : « Lorsqu'on envisage les rapports entre les forêts et l'eau, l'une des choses à laquelle on pense d'abord et le plus souvent est leur influence sur le climat. Comme on l'a déjà remarqué (*cf.* [135]), il est difficile de prouver ou de réfuter cette influence à l'échelle des climats régionaux étudiés en général […]. Cependant, au moins dans certains cas, il y a de bonnes raisons logiques de croire à un effet régional […]. Tout à fait en dehors d'hypothétiques effets régionaux, on sait que la végétation forestière a de notables effets sur le climat local de la zone qu'elle recouvre et les zones attenantes. Ce texte sera repris dans une publication de l'Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO/OAA) [40]. On retrouve les mêmes affirmations, le même dilemme méso- ou macroclimat, les mêmes incertitudes. Et, pour aller au-delà du cadre historique choisi, en dépit des progrès en nombre de chercheurs et d'années d'observation, de matériel et les avances théoriques (par exemple Thornthwaite en 1955 [132] sur le concept d'évapotranspiration), la discussion reste largement ouverte. Un spécialiste de l'écologie forestière tropicale, Duncan Poore, dit en 1976 : « Il y a peu de temps que l'on a commencé à comprendre et à apprécier ce qui fait la valeur des zones restées, ou presque, à l'état naturel » [41, pp. 125] et explicite, page 130 : « Il n'est donc pas étonnant qu'il subsiste encore autant de scepticisme quant aux effets que

des changements importants apportés à l'utilisation des terres peuvent avoir sur le climat régional ou même mondial. » Un forestier français, ayant longtemps travaillé à la FAO, René Fontaine [42, p. 1075], expose, au sujet des rôles de la forêt, « dans la mesure où on peut les qualifier, quantifier et évaluer, car une intuition, même justifiée, n'est pas suffisante pour convaincre les pouvoirs et l'opinion publique ». Enfin, pour en terminer avec cette revue générale des relations forêt-climat, le point de vue d'un hydrologue britannique, Ian R. Calder, en 1996 : « *It is part of foresters (folk) lore that "forests attract rainfall", "increase infiltration", "hold water like a sponge", "regulate flows", "reduce floods and erosion" and "protect catchments".* […] *Any question of the universal validity of these concepts is greeted with incredulity and probable disbelief.* » [43]

Au-delà de cette approche générale, il convient d'évoquer trois points plus précis :

– influences de la forêt sur les pluies et leur répartition ;
– le problème du dessèchement et de la désertification ;
– enfin les conséquences premières à tirer de ces rapports forêt-climat.

I.3.1.2 Influences des forêts sur les pluies et leur répartition

Le temps est loin où Pline écrivait : « La tête et le gosier du caméléon, brûlés avec du bois de chêne, déterminent le tonnerre et la pluie » [264, p. 29], même si les « faiseurs de pluie » existent encore un peu partout. En 1914, Yves Henry, inspecteur général de l'agriculture en AOF, signale que la diminution des pluies a été proportionnelle à l'intensité du déboisement. Elle reste inférieure à 20 % à Kayes, par exemple, où les défrichements ont été peu importants, elle a atteint 45 % à Kaedi, 38 % à Podor, 25 % à Saint-Louis, là où des massifs entiers de gonakiés ont disparu [44] (sur quelles années ?). En 1924, l'inspecteur général des Eaux et Forêts Henry Lafosse, affirme : « La pluie est plus fréquente et plus abondante dans les régions boisées que dans les localités pauvres en bois ; l'excédent des précipitations atmosphériques s'élève souvent jusqu'à 20 %. » [45, p. 103] En 1937, Jean Coudreau, traitant de Madagascar, écrit encore : « Il ressort que, toutes choses égales d'ailleurs, il tombe 20 % d'eau en plus sur la forêt que sur les territoires déboisés. » [46, p. 5] La croyance est dure à déraciner… Dans son grand ouvrage sur la climatologie africaine édité en 1949, André Aubréville y fait allusion : « Les forêts, plus que les savanes, peuvent-elles exercer un rôle utile en augmentant les chutes de pluie ? Vieilles questions, controverses passionnées et jamais épuisées où les partisans de la forêt affrontent des négateurs également véhéments de son influence climatique et où le sentiment empêche le jugement de donner leur poids vrai aux observations et aux résultats expérimentaux. » [33, p. 333] Il ajoute : « Nous ne sommes pas en mesure d'apporter de nouveaux éléments expérimentaux dans les débats. »

Progressivement, le discours va changer d'orientation. Assez caractéristique est une intervention belge à la Conférence interafricaine des sols de Goma : « L'influence de la forêt sur la quantité des pluies, qui fut longtemps accréditée, n'a plus à l'heure actuelle de défenseurs […]. Cependant, l'influence de la forêt sur la répartition des pluies semble admise […]. Une diminution des jours pluvieux pourrait avoir pour les terres de plateau de notre région, déjà physiologiquement sèches, des répercussions

néfastes […]. La présence du manteau forestier a une action certaine sur l'humidité atmosphérique et sur les précipitations occultes, sa disparition pourrait être préjudiciable aux cultures de plantes alimentaires spéciales aux régions forestières. » [47, p. 1758] Ce n'est plus la quantité annuelle de pluie qui est discutée, ce sont la répartition, l'intensité des précipitations et les périodes de sécheresse. En 1909, le problème est soulevé pour la Grande Comore : « Un pays dont on détruit la forêt voit disparaître en même temps les pluies régulières qui le fertilisent. De vieux Comoriens m'ayant appris que les périodes de sécheresse étaient beaucoup plus longues aujourd'hui qu'autrefois dans l'île, j'étendis mon enquête à la forêt. » [48, p. 36] Mais déjà, L.F. Maury en 1877 écrit sur un plan très général : « Les forêts exercent sur la constitution climatologique d'un pays une influence marquée, et leur disparition est toujours accompagnée de changements météorologiques, de sécheresses plus grandes ou plus fréquentes, de pluies plus abondantes en masse mais plus inégalement réparties dans le cours de l'année. » [49, p. 292] Roger Ducamp en 1912, dans une étude sur les saisons en Indochine et le rôle des boisements, est assez catégorique : « La mer du boisement est un vaste accumulateur récupérateur d'énergie, un régulateur de restitution à écoulement lent. » [50, pp. 4] Guillaume Grandidier le conteste en 1928 pour Madagascar : « La destruction des forêts du versant oriental, qui s'est accentuée depuis 1880, a-t-elle pour conséquence une modification du climat défavorable pour l'agriculture ? On le dit, mais dans un pays où le régime régulier des moussons domine, peut-elle avoir une influence aussi considérable que dans nos pays (la France) à vents variables ? Cela ne semble pas prouvé, l'avenir le dira. » [51, p. 100] Ce que peu après Louis Lavauden réfute : « La plaine de Moramanga forme un ressaut sur le versant oriental abrupt de Madagascar et est comprise entre deux bandes forestières, le Mandraka à l'ouest et la grande forêt de l'est. Son climat a été entièrement modifié par son défrichement. Elle éprouve une véritable saison sèche, de cinq à six mois, comme Tananarive, alors qu'à Périnet, presque à la même altitude mais en forêt, il pleut plus de 300 jours par an. » [20, p. 90, note de bas de page 4] En 1938, les Britanniques expriment le même avis sur le lien entre destruction de la forêt et durée de la saison sèche : « *The great loss of forest which Africa has sustained must therefore have led to less frequent precipitation* » [52, p. 1077]. Dans son ouvrage sur les forêts de l'Afrique-Occidentale française de 1938, Aubréville parle de l'allongement de la saison sèche et des inquiétudes des planteurs de Côte d'Ivoire et de Guinée [53, p. 142]. En 1949, il propose d'adopter comme limite du mois écologiquement sec « le chiffre de 30 mm de pluie, qui est certainement en dessous de la valeur véritable mais qui correspond à une certitude : en recevant moins de 30 mm de pluie, un mois est normalement écologiquement sec, car la végétation forestière accuse cette sécheresse par le flétrissement ou la chute des feuilles » [33, p. 69]. Ce chiffre de 30 mm de pluie sera contesté par des géographes et des météorologues, il a été largement adopté par les forestiers. Un agronome, J.-A. Mouton, étudie les variations climatiques sur 32 ans dans l'ouest de la Côte d'Ivoire, quant à la durée de la saison sèche de plus en plus sévère et de plus en plus précoce, la fréquence et l'intensité des pluies [54, pp. 229-230]. Il considère comme mois secs ceux qui ont moins de six jours de pluie de plus de 5 mm (on retrouve sous une autre forme les 30 mm d'Aubréville) et souligne que les pluies fines deviennent plus fréquentes (ce qui ne profite pas au riz car elles sont évaporées).

Ceci vient en contradiction avec une opinion fréquemment émise, il est vrai pour d'autres pays ; c'est le cas pour Madagascar du grand botaniste Henri Perrier de la Bâthie : « En saison des pluies, les averses sont plus brèves et plus violentes. […] En saison sèche, qui dure davantage, les pluies fines et les brouillards ont disparu presque complètement. » [55, p. 427] Pour la France, une synthèse récente confirme : « Il apparaît maintenant que les effets de la forêt (sur l'importance et le régime des précipitations) concerneraient essentiellement les phénomènes orageux de caractère convectif et en périodes estivales » [57, p. 12]. On retrouve des analyses anciennes sur le refroidissement de l'air au-dessus des forêts, les perturbations sur les aéronefs et la cumulification au-dessus des zones boisées.

I.3.1.3 Les forêts redistribuent l'humidité

En dehors des forêts d'altitude où le phénomène de nébulosité est bien connu, il est largement admis que la forêt, surtout la grande forêt, favorise les condensations occultes, apport d'eau à la végétation même en saison sèche, difficilement mesurable. Perrier de la Bâthie écrit en 1921 à propos de Madagascar : « Le hérika, ce brouillard et ces pluies fines d'hiver, est un phénomène d'origine essentiellement forestière, causé par les vents du sud-est venant frapper une masse très dense de végétation admirablement organisée pour emmagasiner l'humidité et pour la rendre. […] L'alizé crée ainsi, en saison froide, autour des massifs forestiers du Centre, de véritables auréoles d'humidité » [56, p. 120], *cf.* aussi [56, p. 261]. E. Uhart, forestier ayant servi à Madagascar, reprend : « Les massifs boisés augmentent aussi notablement la nébulosité de la région. Cet apport occulte est d'importance car il permet aux plantes de supporter les fortes sécheresses pendant la saison sèche. » [59, p. 31]

Mais au-delà des précipitations et des condensations occultes, on prend progressivement conscience et mesure des phénomènes d'évaporation et de transpiration des masses boisées, et par conséquent du rôle d'interface entre le sol et l'atmosphère, et des fonctions d'accumulation, répartition et restitution que ces dernières peuvent jouer. Friedrich Engels le pressent lorsqu'en 1878 il écrit : « Les gens qui, en Mésopotamie, en Grèce, en Asie Mineure et autres lieux, essartaient les forêts pour gagner de la terre arable étaient loin de s'attendre à jeter les bases de l'actuelle désolation de ces pays, en détruisent avec les forêts les centres d'accumulation et de conservation de l'humidité. » [60, p. 180] André Aubréville l'explicite en 1930 : « N'oublions pas que la grande forêt vierge a une action climatique plus intense que n'importe quelle autre formation végétale. Par l'action de ses hautes cimes sur les nuages bas provoquant des condensations et des précipitations, par la quantité de vapeur d'eau que ses masses de végétation étagées rejettent dans l'atmosphère, elle maintient cette constance de la température et du degré élevé de l'humidité atmosphérique qui est la caractéristique, propice à la végétation, du climat de la Côte d'Ivoire. » [128, p. 112] À noter qu'à cette date il emploie encore le terme de forêt vierge et qu'il ne fait aucune allusion au devenir des quantités de vapeur d'eau rejetées, pas plus qu'à la faiblesse des précipitations en savane ou à l'irrégularité interannuelle des pluies dans la zone sahélienne (qu'il n'a pas encore visitée). Peu de temps après, un scientifique britannique, Worthington, dans son panorama de la recherche scientifique en Afrique publié en 1938, en

parlant du Nigeria et des autres territoires du golfe de Guinée, avance : « Il est probable que la ceinture de forêt dense humide près de la côte a un effet considérable sur les précipitations dans les régions arides plus au nord. » [61, p. 189] Thornthwaite, pionnier en matière d'évapotranspiration, écrit encore en 1940, il est vrai au sujet des États-Unis d'Amérique : « *These observations indicate that the principal source of moisture for precipitation on the land is the ocean and continental evaporation as a source of local precipitation is negligible. They suggest that changes in vegetation cover or land use, although not denying an influence on evaporation, will not increase or decrease local precipitation in any measurable account.* » [62, p. 224] Déjà Angot, arguant de la formule : plus ici = moins ailleurs, dit : « il n'en résulterait (du changement de végétation) donc aucun changement de climat utile sur l'ensemble de la région » [24].

Cependant, Aubréville pousse plus loin sa vision des choses. Dans un panorama des forêts de l'Afrique-Occidentale française, il affirme : « La forêt dense […] a subi depuis quelques siècles un recul très important. […] Les effets ne sont pas seulement pernicieux pour ces pays déforestés, mais pour les pays de l'intérieur soumis, en dépit des distances qui les séparent, à l'action humidifiante et réfrigérante de la grande forêt du sud, relayée par les vents du S.S.W. » [63, p. 389] Il développe plus largement l'idée dans *Climats, forêts et désertification* : « L'apport d'humidité par les vents des régions forestières vers les zones périphériques de savane est un fait que nous avons constaté souvent en saison sèche dans l'Oubangui-Chari » [33, p. 335] et page 337 : « Sans la présence des forêts guinéennes, nigériennes et équatoriales […] la pluviosité des régions prédésertiques et sahélo-soudanaises serait diminuée en quantité de pluies et en durée de saison. » Il résume de façon saisissante page 340 : « La savanisation de l'Afrique, c'est l'Afrique occidentale livrée à l'harmattan ». Profitant de l'analyse d'un article du climatologue belge E.A. Bernard [64], il reprend en 1953 la même conviction : « Je maintiens donc l'hypothèse que j'ai autrefois exposée d'une forêt tropicale humide jouant au point de vue humidification le rôle de mer intérieure ou de golfe profond, prolongeant en quelque sorte l'action de l'océan Atlantique à l'intérieur de l'Afrique par un mécanisme de relais. C'est-à-dire que sans la présence de ces grandes masses forestières, la mousson perdrait son humidité dans les régions maritimes – comme elle le fait aujourd'hui –, qu'ainsi asséchée elle arroserait moins abondamment les régions de l'intérieur. La forêt réhumidifie ce courant aérien permanent, et de proche en proche l'eau océanique étant précipitée puis évaporée par la forêt, puis entraînée plus loin par la mousson, elle est transmise loin de la mer. » [65, p. 66] Cette vision de la circulation de la vapeur d'eau, et de la réinjection d'humidité dans l'atmosphère par la forêt dense, sera reprise plus récemment en Amazonie (Salati) et par Mazoyer et Roudart en 1997 : « Le déboisement ne se traduit pas seulement par une baisse de la pluviométrie locale ; il peut aussi entraîner une réduction des précipitations dans des régions éloignées de ces zones déboisées. Ainsi, les systèmes nuageux venant de l'Atlantique et qui transitent au dessus d'une forêt chaude et humide, comme la forêt guinéenne, sont d'abord alimentés par l'évaporation de l'océan, mais ils le sont aussi par l'évapotranspiration des réserves d'eau du sol et de la végétation forestière… En conséquence, la pluviométrie baisse […] dans les régions habituellement arrosées par ces nuages. » [66, p. 124]

Toutes ces considérations sur l'influence des forêts sur le climat et ses composantes vont, bien sûr, être mises en avant pour la défense des forêts denses humides et sèches, mais aussi eu égard aux régions sèches soudanaises, sahéliennes et même désertiques.

I.3.1.4 Dessèchement et désertification

Voilà un problème ancien et toujours d'actualité, qui a connu dans les années 1970-1980 un flot d'articles et de livres, d'observations, recherches et théories. Il a été posé aussi bien en Afrique du Nord qu'à Madagascar ou en Afrique du Sud, mais c'est surtout la bande des 10-20 degrés de latitude nord, du cap Vert au lac Tchad, qui a suscité le plus de discussions.

Au fur et à mesure de la pénétration coloniale, l'immensité des zones couvertes de sables et de pierres, mais dépourvues de végétation permanente (le pays sans eau : le Sahara), frappe les Européens. Progressivement, la profondeur des puits et l'abaissement de leur nappe, l'existence et le mouvement des dunes, l'analyse de chroniques historiques appuyées par le témoignage de ruines [2] [265, pp. 191-194], les traces de réseaux hydriques anciens, font prendre conscience du changement du climat et de la végétation au cours des siècles passés. Les variations du niveau, et donc de l'étendue, du lac Tchad (général Tilho, 1907), des crues et des surfaces inondables du delta intérieur du Niger, le repérage de dunes semi-fixées au Niger, ou fixées telles que le cordon dunaire du Diamaré et celles de Kalfou au Nord-Cameroun, laissent rapidement penser à d'amples fluctuations du climat et à des cycles d'expansion-régression du Sahara. Mais le constat le plus évident, car le plus cruel, est la répétition de périodes de sécheresse conduisant à des famines régionales. Avec des décalages de plus ou moins une année, on relève les dates de 1880, 1902-1903, 1913-1914, entre 1927 et 1933, 1940-1944, 1953-1954, avant celle, largement rendue publique, de 1970-1974. Amadou Hampaté Bâ [67] décrit la famine de 1914 à Mopti et Bandiagara au Soudan, qui aurait fait dans les divers territoires de l'AOF 300 000 morts (*cf.* [68, p. 9]). Phénomènes locaux et conjoncturels, ou de vaste ampleur et de relative périodicité, ces périodes de déficit pluviométrique, longtemps mal mesurées faute de réseaux et de données climatologiques historiques, font ressurgir la vieille théorie du dessèchement et du changement climatique global. Déjà proposée par Théophraste (vingt-quatre siècles av. J.-C.), exposée au XVIII^{e} siècle pour les îles puis pour les Indes britanniques et diffusée en Afrique entre 1880 et 1900, elle lie le ralentissement des pluies au déboisement (*cf.* [3 et 4]). On en trouve aussi l'écho en Afrique du Sud même plus récemment [266]. À Madagascar, Raymond Decary, dès 1930, attribue l'établissement du régime subdésertique de l'extrême Sud au dessèchement progressif avec comme conséquence directe la modification de la flore et de la faune (d'où disparition des animaux « subfossiles »), et de s professeurs du Muséum, Henri Humbert [69, 70] et H. Lecomte [71], lancent un cri d'alarme : « Tout l'ensemble du Sud est en voie de désertification rapide. »

2. Ibu Hawqual en 977, puis Al Bakai en 1609 décrivent la ville d'Aoudaghost et son commerce actif. Elle sera identifiée par Jean Devisse dans les années 1970 avec Tegdaoust entre Kiffa et Tidjika en Mauritanie.

Si, en AOF, l'accord est assez général sur la constatation des faits et des épisodes les plus douloureux, la plus grande confusion règne pendant longtemps en matière de vocabulaire. On passe de « retard des pluies », « faible durée de la saison pluvieuse », à « basse pluviométrie » et « déficit des précipitations ». On confond aridité et sécheresse (météorologique, agricole, hydrologique), prenant peu à peu conscience que les régions où le total des pluies est faible et, de plus, irrégulier, sont particulièrement vulnérables au dérèglement ou à l'accident climatique. L'ambiguïté du vocabulaire est particulièrement marquée pour la zone sahélienne ; il est traité de la dessiccation, du dessèchement, de la décadence des sols, de celle de la végétation, de l'ensablement. Lavauden écrit en 1935 : « Il vaut mieux abandonner le terme de changement de climat, qui peut prêter à équivoque, pour parler du dessèchement du Sahara – et de toute l'Afrique – en donnant à ce mot dessèchement le sens précis de diminution progressive des eaux superficielles et souterraines. » [35, p. 205] Et en 1950, Auguste Chevalier, au retour d'un périple de 8 000 kilomètres, traite du « changement de l'aspect en 50 ans » avec la même association de descripteurs [27]. Pourtant, dans son grand traité paru en 1949, *Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale*, Aubréville a commencé à proposer des précisions : mois écologiquement sec si moins de 30 mm de pluie, et à faire avancer le terme de désertification, largement vulgarisé depuis. Le mot « désertisation », impliquant les conséquences humaines, n'apparaîtra que bien plus tard.

Le désert, le Sahara, voilà la grande menace, à la fois source des maux et résultat inéluctable… Les explorateurs, les officiers en service dans les territoires militaires de l'AOF signalent le danger dès la fin du XIX^{e} siècle. Le lieutenant Jean, premier commandant du poste militaire d'Agadès de 1902 à 1905, publie en 1909 : « Le Sahara marche vers le sud à pas de géant. […] L'Azouak est entièrement dénudé entre le 16^{e} et le 17^{e} degré. […] Presque toute la région française qui limite le Nigeria est corrodée par le sable envahissant. » À la même date, l'agronome J. Vuillet écrit à propos du Sahel du Soudan : « Il est donc bien vrai : le Sahara progresse vers le sud, cela du fait des hommes », et déclare qu'il y a « urgence absolue » à lutter contre cette avancée [72, p. 65]. Le général Tilho s'intéresse en 1906-1909 à la limite steppe-désert : « Leurs divergences s'accusent moins dans les formes topographiques que dans la flore que l'on y trouve. » Un autre militaire, le colonel Maurice Abadie, écrit en 1927 : « Le désert gagne toujours du terrain vers le sud, refoulant les espèces végétales sahéliennes peu à peu remplacées par le *hâd*, le *mali*, et autres plantes particulières aux régions désertiques. » [73, p. 80] Yves Henry, chef du service de l'agriculture de l'AOF, polémique à ce sujet en 1913 : « *Le Temps* traite sur un ton badin des braves gens qui appréhendent sérieusement de voir le Sahara descendre vers le sud à grands pas et conteste le plus sérieusement du monde le reboisement naturel par la mise en défens. J'avoue que je suis de ces braves gens dont il parle et que j'en connais bien d'autres, nombre d'explorateurs, d'officiers, d'administrateurs, d'agronomes, qui, depuis douze, quinze ou vingt ans, pas davantage, assistent à la régression méthodique de la zone forestière et à la progression rapide vers le sud du régime désertique. Nous sommes des rêveurs ! peut-être, mais à coup sûr des rêveurs nombreux et bien informés. » [74, p. 519] Tout ceci rencontre, et renforce, une opinion assez généralisée sur l'extension des déserts sur le globe qui s'appuie sur l'évolution historique de l'Algérie et de la Cyrénaïque, anciens greniers de Rome,

l'altération profonde des conditions de la Mésopotamie, la progression des zones arides en Inde, voire la menace sur l'Europe des déserts de l'Asie centrale [75] !

On retrouve des craintes et des expressions quasi identiques plus tard. En 1943 par exemple, à l'Académie des sciences coloniales avec les commentaires de E. Du Vivier de Streel : « Le problème […] est l'un des plus graves, je dirai même un des plus angoissants qui se posent à l'humanité… On doit constater des dégâts épouvantables qui s'aggravent de jour en jour : en l'espace de quelques années, par exemple en Côte d'Ivoire, les chutes d'eau ont diminué de 20 % » [13, pp. 252-253] ; ou encore en 1954 : « Le Sahara est un désert qui a dix fois la superficie de la France. Ce désert n'est pas statique, figé dans la mort. Il est vivant, à sa manière. Comme une lèpre, il ronge constamment ses bords. » [76, p. 125]

Sur le plan des constatations, l'« affaire Sahara » fait assez grand bruit en 1935. Le professeur de foresterie de l'université d'Edimbourg (Écosse), Edward Percy Stebbing [3], effectue une visite en Côte d'Ivoire (dont la partie Haute-Volta), Nigeria et Niger en fin 1934-début 1935 pour étudier sur le terrain la menace du Sahara : quelles preuves en existent aujourd'hui ? et quelles mesures prendre le cas échéant ? Son diagnostic, en 1935, est pessimiste : le Sahara est à 60 miles au nord de la ligne Kano-Damaturu [77]. « Les gens vivent, non pas au bord d'un volcan, mais d'un désert dont la puissance est incalculable et dont l'approche silencieuse et presque invisible doit être difficile à estimer, mais la conclusion est évidente (pour le nord du Nigeria) : annihilation totale de la végétation et disparition de l'homme et de l'animal. » Au Niger, les dunes atteignent Maradi, le désert réapparaît à Dogondutchi, à Gao, même si des surfaces de forêt sèche décidue et de savane à épineux subsistent. Sa conclusion – l'invasion du Sahara menace les colonies de l'Ouest africain – est formelle et largement reprise par la presse britannique. À Sokoto (Nigeria), des étendues de sable vif sont impossibles à reboiser ; au Tchad, d'après le lieutenant Eon, les sables avancent sur la ligne lac Tchad-Abécher, El Fasher ; l'administrateur des colonies A. de Loppinat lui confirme que « le Sahara a progressé à la vitesse de un kilomètre par an durant les trois derniers siècles ». Cette affirmation devient vérité. Lecointe écrit en 1935 : « […] de récents travaux anglais en fixent l'avance moyenne à 1 km par an ! » [16, p. 8] d'où, même page, « […] le développement du désert signifie la mort du continent ». À la 6e conférence sylvicole de Dehra-Dun (Inde) en 1945, le major H.W. Wright, *director of Survey, Eastern Circle*, en comparant les cartes du désert indien de 1870 et 1935, calcule que celui-ci a avancé en moyenne d'environ un demi-mile par an pendant les cinquante dernières années. Le commentateur souligne que de telles données précises manquent pour le Sahara [78].

Le rapport Stebbing est relayé par la *Royal African Society* et la grande presse : *The Times* de Londres. Le gouverneur général de l'AOF s'en émeut et envoie André Aubréville, inspecteur des Eaux et Forêts en Côte d'Ivoire, en mission au Niger. Celui-ci, après une longue visite sur le terrain et une étude assez fine de la végétation, est moins pessimiste : il y a certes ensablement mais ni mouvant, ni actuel, le péril n'est pas immédiat mais sérieux et peut s'accélérer, aggravé par le surpâturage et le déboisement incontrôlé. Aubréville publie en 1936 la première étude sérieuse

3. Et non pas Madame E.P. Stebling comme l'écrit K. Mariko [108, p. 52].

(95 pages) sur les forêts de la colonie du Niger [79] et deux contrôleurs des Eaux et Forêts sont affectés auprès du chef du service de l'agriculture pour commencer à appliquer les éléments de politique forestière proposés par Aubréville.

Pour tenter d'apaiser la controverse, une mission anglo-française est organisée et parcourt du 25 décembre 1936 au 19 février 1937 les deux côtés de la frontière de 1 800 kilomètres séparant Nigéria et Niger. Y participent du côté britannique les deux *Senior Assistant Conservators of Forests* F.S. Collier et J. Dundas et un géologue, du côté français André Aubréville et R. Bachelier, inspecteurs des Eaux et Forêts en service en AOF [4]. C'est, semble-t-il, la première fois qu'une collaboration officielle sérieuse est instaurée en Afrique entre forestiers des deux nationalités [5]. Cette mission sur la frontière Niger-Nigeria se déroule très correctement et les conclusions sont assez nettes : le Sahara ne progresse pas actuellement (1937) vers le sud, au contraire, le climat est plus humide que par le passé. Si la situation dans le nord du Nigeria demande des actions en matière de conservation de la végétation, au Niger, le problème est plus grave, l'agriculture menacée, une famine éventuelle probable, l'appauvrissement des sols et de la végétation exige des efforts de « réhabilitation ». Les résultats sont assez largement publiés en langue anglaise [85, 86, 87, 88], sont contestés par Stebbing [84], mais défendues par G.V. Jacks et R.O. Whyte en 1939 [89]. Par contre, il semble qu'il y a peu d'échos du côté français, peut-être faute de revue ou bulletin forestier tropical et peut-être aussi à cause des soucis de la politique européenne à partir de 1938-1939. Il faudra attendre 1973 pour que le rapport Aubréville-Bachelier soit publié [90].

Parallèlement aux constatations et observations de terrain, se développent largement les interrogations sur les causes. Y a-t-il changement du climat sous l'aspect d'un dessèchement généralisé du continent, phénomène global et inéluctable ? ou bien s'agit-il d'un épisode localisé de plus ou moins longue durée marqué par une avancée du désert ? ou bien accéléré, souligné par la dégradation de la végétation dont l'homme serait responsable ? Les héritiers des thèses « dessiccationistes » du XIX^{e} siècle sont confrontés aux tenants du « *man made desert* ». Dans le rapport de 1906 préparatoire à la mission forestière de l'Afrique de l'Ouest (Vuillet et Giraud), Dybowski écrit : « Que donc, les régions désertiques ne se soient formées que progressivement, cela n'est pas douteux de même qu'il est certain que leur étendue gagne progressivement. Le botaniste Adanson constata dans son voyage au Sénégal en 1748 que toute la région comprise entre Saint-Louis et le point qui porte le nom significatif du cap Vert, était alors recouverte d'une vaste forêt dont il ne

4. P. Terver, en service au Cameroun, a été désigné en janvier 1937 pour faire partie pendant trois mois de cette mission. Il ne semble pas, vu la date tardive, avoir rejoint le groupe. Lord Hailey [52, p. 1104] signale que la commission comprend quatre membres britanniques et trois Français. Aucune trace des noms.

5. Il existe bien des rapports frontaliers, amicaux, des visites réciproques (*cf.* A.H. Unwin en Afrique de l'Ouest en 1912), des échanges de graines, ou plutôt des cessions unilatérales (Neem pour le Nord-Cameroun à partir de Maiduguri Nigeria, Gmelina à partir de la Sierra-Leone), mais il faudra attendre la réunion à Abidjan en 1951 de la première Conférence forestière interafricaine pour officialiser de tels contacts. À noter que, contrairement au côté français, les forestiers britanniques participent assez régulièrement à des réunions mondiales, *The Empire Forestry Conferences*, changeant de territoire tous les deux ou trois ans.

reste plus aujourd'hui que quelques rares éléments cantonnés dans des vallées plus favorisées au point de vue des éléments de fertilité. Il est donc hors de doute que le peuplement forestier diminue en Afrique centrale et que de nouveaux déserts se forment. Si l'on n'y met bon ordre, nous subirons les conséquences graves qui en devront nécessairement découler : assèchement des régions centrales par la diminution du régime des pluies, prolongation de la saison sèche, abaissement du cours des rivières, disparition des grandes retenues d'eau, conditions culturales de plus en plus mauvaises et, finalement, appauvrissement de toute la contrée. De telles constatations exigent que l'on étudie les moyens de porter remède à une situation dont les conséquences sont d'une extrême gravité. » [261, p. 446] Mélange de causes et d'effets que l'on rencontre tout au long de ce problème. J. Vuillet répondra nettement que le Sahara avance, les hommes en sont responsables [72, p. 23]. À l'instigation d'Henry Hubert, géologue officiel, le Comité d'études historiques et scientifiques de l'AOF lance, le 17 janvier 1917, une enquête sur le dessèchement progressif de l'AOF, s'intéressant particulièrement à la disparition des sources et à la raréfaction de l'eau. Les conclusions en sont publiées en 1920 : il y a incontestablement dessèchement progressif depuis une soixante d'années et observable actuellement [91]. Henry Hubert énumère des causes « naturelles » : diminution progressive des pluies, effondrement continu des sols rocheux, érosion, progression des sables et capture des cours d'eau, et des causes « artificielles » : établissement de barrages par les pêcheurs, pompage des eaux souterraines, déboisements intempestifs, etc. Il admet que le dessèchement est constaté sur une période suffisamment longue pour donner une impression de continuité et écarter toute idée d'oscillations du régime pluviométrique, mais qu'il subit une aggravation exceptionnelle depuis une vingtaine d'années environ [91, pp. 425-426].

À la même époque, on s'inquiète en Afrique du Sud du désert du Kalahari, de son extension ou de sa « rédemption » par le détournement de fleuves [267]. Une Commission pour l'étude des sécheresses publie en 1923 un copieux rapport de 230 pages qui conclut : « Si une modification de la nature de notre pluviométrie (a eu lieu) depuis les quelques dernières décades (en réalité décennies) […], rien n'indique que cette modification, si elle existe, soit permanente », d'après le résumé fait par Théodore Monod en 1950 [92]. En AOF, le géologue R. Chuseau critique assez durement en 1921 la position exprimée par Henry Hubert en s'appuyant sur des sources très diverses, celles d'Afrique du Sud, une série de relevés pluviométriques un peu hétérogènes à Saint-Louis du Sénégal de 1830 à 1915, mais aussi les crues de la Seine, l'histoire de l'Asie centrale, etc. Il avance que le climat actuel s'est établi depuis le recul des glaciers en Europe et n'a pas subi de variations mesurables ; il est soumis à des oscillations autour d'une moyenne constante de durée 20 à 50 ans (cycles de Brückner), de nombreux indices semblent indiquer le début d'une période humide, les phénomènes de capture des fleuves peuvent avoir des conséquences redoutables, et note : « Le déboisement intensif pratiqué par les Européens et à un moindre degré par les indigènes a modifié le régime des crues au moins pour le Sénégal. Le reboisement n'est qu'une question de surveillance et d'argent. » Sa conclusion est nette : « Si le dessèchement devait continuer progressivement conformément aux idées de Hubert, tous les grands travaux projetés le long du Sénégal et du Niger, voués à un échec certain, devraient être abandonnés. Il n'y a, en

réalité, aucune raison de s'alarmer : une expérience, plusieurs fois séculaire, montre que toujours et partout aux vaches maigres ont succédé les vaches grasses » [93, p. 369] [6]. Positions opposées certes, mais toujours insistance sur le phénomène climatique. Il revient à un forestier métropolitain, Maurice Mangin, à la suite de sa mission en AOF en 1923, de souligner que la dévastation humaine a de graves conséquences [94]. Et pourtant, un botaniste averti, familier de l'Afrique comme Auguste Chevalier, écrit encore en 1928 : « On a attribué tour à tour ce dessèchement à des causes physiques, encore mal expliquées, consécutives à la dernière période glaciaire, ou à des causes provenant de l'intervention de l'homme qui aurait déboisé, au cours des siècles passés, des régions soudanaises […]. On donne aujourd'hui d'autres explications de ce dessèchement. » [95, p. 212] Il invoque alors la capture des grands fleuves africains qui n'alimentent plus les lacs consécutifs à leurs deltas intérieurs, rejoignant en cela la thèse de E.H.L. Schwartz sur les lacs de l'Ovamboland, les cours de la Cunene, de l'Okavango et de la Chobe. Louis Lavauden, qui connaît la Tunisie et le Sahara, estime en 1930 que « ces phénomènes de dessèchement s'étendent, on peut le dire, à toute l'Afrique » [20]. Il écarte les causes astronomiques parfois avancées, admet la cause érosion des seuils et captures et l'influence de « l'agrandissement automatique et continu de la zone des déserts… (par suite du) rôle du Gulf Stream dans la formation du courant d'air sec qui entretient et accroît sans cesse l'étendue de l'écharpe de désert qui, du Kamtchatka à la Mauritanie, coupe en biais tout l'ancien continent ». Il est un des premiers à s'exprimer aussi catégoriquement en écrivant : « Mais on doit bien se dire que toutes ces causes, même agissant dans le même sens, ne suffisent pas à expliquer la rigueur et l'intensité du dessèchement de l'Afrique. Il y a autre chose. Et, si l'on considère le caractère rigoureusement concomitant du dessèchement et du déboisement, si l'on considère l'immense ordre de grandeur de ce dernier, dont l'homme, aidé du feu, est le principal ou même l'unique auteur, si l'on se rend compte que l'intensité des deux phénomènes est absolument comparable, alors on sera, pour ainsi dire, invinciblement amené à établir entre ces deux phénomènes une relation de cause à effet. » Il rencontre, en la matière, l'opinion des forestiers britanniques T.F. Chipp [96], James Robert Ainslie [25] et des Belges G. Delevoy (1931) et E. De Wildeman (1935). En 1927, l'Académie des sciences coloniales lance comme thème de concours « Le Sahara, vaincu, peut-il être dompté ? ». Le mémoire couronné est celui du géographe E.F. Gautier (le même qui avait polémiqué avec Girod-Genet au sujet de l'origine des hauts plateaux déboisés de Madagascar au début du siècle) ; cet auteur reprend les conclusions de ce mémoire en 1935 : « Il semble tout à fait incontestable que la limite du Sahara a varié à travers les âges. À l'époque qui a précédé immédiatement la nôtre, elle était déplacée sensiblement vers le sud. Ceci n'est pas une hypothèse, c'est un fait […]. Que le climat saharien, depuis le Quaternaire, ait reculé vers le nord, cela n'a d'intérêt que scolaire. Ce qui est passionnant, c'est que actuellement, sous nos yeux, par une oscillation inverse, le climat saharien tend à envahir le Sénégal et le Soudan français. Dans des régions

6. À noter que cet article de Chudeau est publié dans le *Bulletin du Comité d'études historiques et scientifiques de l'AOF*, dont Henry Hubert, vice-président, est responsable (le président était le gouverneur général).

étendues, les progrès du dessèchement sont indéniables et incontestés. » [97, p. 37] Mais, quant aux causes, il se rabat sur la controverse Hubert-Chudeau, mais ajoute : « S'il y a péjoration du climat planétaire, nous sommes désarmés. Si le dessèchement a pour origine une cause humaine comme les feux de brousse, ou même une aggravation des conditions de l'irrigation naturelle, alors on peut imaginer que la défense n'est pas impossible. » [97, p. 34]

Au milieu des années 1930, la question du dessèchement reprend de l'ampleur pour des motifs locaux : sécheresse et sauterelles au Niger en 1930 et 1931, investissements dans de grands travaux à l'Office du Niger, projet de chemin de fer transsaharien, et des raisons internationales : préoccupation des Britanniques eu égard à l'érosion en Afrique du Sud et de l'Est, « *dust bowl* » aux États-Unis, lutte contre le vent par grandes bandes boisées en URSS, etc. C'est l'époque des constatations – Stebbing, Aubréville –, et on commence à soupçonner puis à souligner les causes dites aujourd'hui « anthropogéniques ». En 1936, Aubréville, écrit encore : « L'assèchement, cause ou effet du déboisement […]. La dégradation de la végétation, la déforestation surtout, peut être un effet du dessèchement ; une cause aussi peut-être soit directe et principale, soit indirecte et accessoire par action irréversible. » [79, pp. 56-57] Mais dans son mémoire primé par l'Académie des sciences coloniales en 1938, *La Forêt coloniale*, il souligne dans le chapitre II consacré à l'assèchement et à la déforestation de l'AOF : « Les seules manifestations de dégradation (de la couverture boisée) que nous pouvons constater sont brutales. Elles sont dues aux feux, à l'homme ou à des causes mécaniques comme le colmatage » [53, pp. 25-42] ; et plus loin : « On conçoit combien, sans perturber gravement le climat en général, la disparition de l'état boisé d'un pays peut réduire beaucoup son habitabilité (quelques pluies de plus ou de moins font de belles récoltes ou les compromettent). » D'autres auteurs sont plus nets. Louis Lavauden déclare en 1935 : « Bref, le Sahara, au point de vue boisement, est tout à fait dégradé […]. Cette dégradation extrême est causée avant tout par les agents naturels, facteurs du dessèchement. Mais l'homme y a contribué » [35, p. 106] et cite à son appui Auguste Chevalier : « Le peuplement ligneux du Sahara s'est peu à peu raréfié, et a finalement, en grande partie, disparu, sous l'action combinée de deux facteurs, d'une part : l'assèchement progressif du désert… de l'autre, l'intervention de l'homme : occupant cette contrée depuis l'époque la plus reculée de la préhistoire, il a pratiqué un déboisement intense dès les premières phases de la protoculture, déboisement qui s'est encore accru lorsque la vie pastorale nomade s'est installée dans le désert. » (*Ressources végétales du Sahara*, 1932, pp. 147-148) On peut en rapprocher l'expression lapidaire du major C.S. Jarvis : « Les Arabes se disent fièrement les fils du désert. Ils se trompent, ils en sont les pères. » [99] Ceci est à rapprocher de l'opinion de Jacques Meniaud en 1930, relative non pas au Sahara proprement dit mais au Soudan : « Il n'est pas douteux, par tout ce que nous enseigne l'histoire du Soudan, que des contrées, aujourd'hui désertes, étaient, il y a quelques siècles à peine, peuplées de cultivateurs et de villages importants. […] On y cuisait les aliments au bois là où aujourd'hui le seul combustible utilisé est la fiente de chameaux. […]. Le vide que les troupeaux de nomades (chèvres et moutons à poil) font devant eux sera leur bourreau. » [100, p. 552] À la Conférence économique métropolitaine et d'outre-mer de 1936 : « On a dénoncé la déforestation continue qui fait progresser le désert à grands pas en Afrique » (*cf.* Yves Henry,

longtemps chef du service de l'agriculture de l'AOF [98, p. 2]). Cette position est celle présentée à la conférence par Jean Meniaud, conseiller technique pour les forêts coloniales du ministère des Colonies : « Rappelons simplement qu'à l'origine de la déforestation se trouvent en premier lieu le refroidissement et le dessèchement de la croûte terrestre puis l'influence des vents venant des régions polaires […]. À ces causes primitives s'en sont ajoutées d'autres, au cours des âges, principalement les destructions résultant de l'action des hommes : soit coupes abusives, défrichements, incendies, pacage. Si l'homme n'est pas seul responsable de la déforestation des zones tropicales et de la création des déserts, il a du moins contribué pour une très grande part à l'état actuel. » [100, p. 33 et 34] Et R. Lecointe, forestier métropolitain remarquablement informé, est assez catégorique : « En ce qui concerne l'Afrique continentale, il est bon de remarquer dès à présent que la dévastation par les indigènes, bien qu'elle n'ait aucun caractère "méthodique" n'en a pas moins depuis une très ancienne époque profondément marqué le continent. […] Ce manteau végétal, jadis très étendu en Afrique, a peu à peu été détruit par l'homme [7] ; on pourrait voir là l'origine ou probablement une des raisons majeures du développement considérable des zones désertiques et subdésertiques, dont l'expansion progressive, du seul fait de l'homme, ne peut être niée à l'époque actuelle. » [17, p. 371 et 372]

Cependant, certains auteurs contestent les causes, et même le dessèchement. Paul Carton et Pierre Sallenave, qui, il est vrai, s'intéressent surtout à l'Indochine, écrivent en 1938 : « Certains […] prétendirent même que la déforestation, due à l'action destructive de l'homme, était la cause du dessèchement progressif d'immenses contrées et de la formation de grands déserts, en particulier ceux du Sahara et de l'Afrique du Sud. » [38, p. 294] Dans les grandes sommes britanniques sur l'état d'avancement de la science et des techniques en Afrique, le scepticisme apparaît : « Si ce changement général vers des conditions plus sèches existe, il y a sans doute des changements mineurs de pluviométrie de nature séculaire et peut-être cyclique. La durée des relevés est trop courte pour voir s'il y a en Afrique comme en Europe des cycles de Brückner d'environ 35 ans » [61, p. 6]. Ou encore lord Hailey en 1938 : « *Equal doubt surrounds the theory, to which some prominence have been given in last years, that there is a cyclic change of climate now in progress in Africa* […]. *The destruction of forests and other vegetation cover by human agency has undoubtly promoted local dessication in large areas, but careful examination of long rainfall records fail to reveal any significant evidence to support the view that mean annual rainfall in any considerable part of Africa is diminishing*. » [52, p. 14] Le géographe Charles Robequain, commentant les travaux d'André Aubréville [79] et de Louis Bégué [260], dit en 1939 : « Rien ne prouve que le dessèchement climatique continue actuellement » [102, p. 169] alors que le botaniste Guy Roberty résume poétiquement : « En fait, à l'exception possible du Fouta Djallon, l'Ouest africain est vieux, usé…, un champ de bataille idéal pour la lutte de l'océan équatorial avec le désert. » [103, 106] Et dans un ouvrage qui eut beaucoup d'échos, *Afrique, terre qui meurt*, le belge Jean-Paul Harroy souligne : « Les difficultés que présente l'étude du

7. Lecointe dénonce assez vigoureusement les effets de la pénétration européenne. « Le seul privilège (?) de cette dernière serait d'avoir obtenu en quelques décades le même résultat que le primitif en un ou deux millénaires. »

dessèchement africain attend encore celui qui posera le problème dans son ensemble, définira les critères d'observation et énoncera les méthodes à généraliser pour en aborder l'examen. Et pourtant il est superflu de souligner l'importance que revêtirait une telle étude d'ensemble dans un continent dont il est dit communément "*Water is the most important of Africa's mineral resources*" » [104, pp. 94-95] [61, p. 75]. Jean-Paul Harroy y revient : « Aussi certains auteurs n'admettent-ils encore qu'à contrecœur les théories qui dépeignent le Sahara comme s'étendant inexorablement vers le sud, refoulant devant lui la vie sous toutes ses formes. » [104, p. 139]

Le professeur Stebbing ne désarme pas et publie abondamment. Dans un article traitant largement des territoires britanniques, et du danger de voir réduire le personnel forestier supérieur par l'appel aux armées, il déclare en 1941 : « *At a minimum, two decades have elapsed (four would be probably nearer correct) since the subject of dessication in Africa began to be discussed as a problem to be considered. But has it ever been squarely faced ?* » [107, p. 37] Et il suggère que, profitant de la présence forcée à Londres de représentants du Congo belge et de l'AEF, le *Secretary of State for the Colonies* réunisse un petit comité international, « *a unique opportunity has presented itself to obtain an international opinion, administrative and scientific, in this question, the gravest in Africa, of forests and erosion* » [107, p. 38]. On note l'élargissement au problème général de l'érosion. De fait, sous l'égide de la *Royal African Society* à Londres, se réunit en 1942 une commission constituée de deux Belges (comte de Briey et Borremans), d'un Néerlandais (A. Muhlenfeld), de deux Britanniques (sir W.E. Hunt et, bien entendu, E.P. Stebbing), et d'un Français (Richard Brunot), sous le titre de gouverneur de la Mauritanie et du Tchad (?) [109, p. 101]. Cette commission propose, en français, cinq résolutions : sur la culture itinérante, les feux de brousse, le pâturage, la régénération des sols pauvres ou épuisés, dont la quatrième traite du problème de l'érosion du sol et de la mise en réserve des forêts. « Reconnaissant les effets désastreux de l'érosion : aridité du sol, suppression des pluies, diminution du débit des sources et rivières, la commission prend la résolution suivante : une action systématique doit être entreprise contre ce danger. Une telle action devrait inclure, non seulement la réglementation des coutumes indigènes, mais, au cas où de telles mesures n'auraient pas encore été prises, l'application de méthodes plus directes : mise en réserve immédiate de zones forestières dont la végétation est menacée et reboisement. » Dans son commentaire, H.R. Blanford souligne : « *No general measures can possibly be laid down for all varieties of climate, soil and vegetation, and the problems can only be solved by local study* » [109, p. 105]. Curieusement, E.P. Stebbing vient, en complément à l'article, apporter sa critique : les réflexions de Blanford sont oiseuses : « *In sofar you are preaching to the converted.* » C'est un problème d'administration générale, les techniques et les techniciens viennent au second plan. Le Royaume-Uni comme la France libre ont d'autres soucis à cette période de la guerre et il faudra attendre la création de la Commission de coopération technique en Afrique (CCTA) en 1947 pour réenvisager des actions communes.

Profitant des renseignements accumulés et traités pendant la guerre, des observations qu'il fait pendant sa mission au Cameroun et en AEF, qu'il visite pour la première fois en 1946, André Aubréville publie une magistrale synthèse bioclimatique sur l'Afrique subsaharienne en 1949. Sous le titre *Climats, forêts et*

désertification de l'Afrique tropicale [33], il présente, après des éléments sur l'écologie forestière tropicale (au sens de l'époque : relations entre les facteurs naturels et la végétation), une classification comparative des principaux types de climat puis, décrivant les formations forestières et les discordances entre elles et les climats, il constate la régression presque générale de la végétation forestière. Cette dégradation est ancienne, expliquée par des raisons climatiques, mais accélérée par les mauvais usages des sols et de la végétation, et il en conclut : la terre d'Afrique s'achemine vers une dégradation des sols et un assèchement, rejoignant en cela Jean-Paul Harroy [104]. Dans le panorama pessimiste du futur qu'il propose : érosion, bovalisation [8], savanisation puis désertification, ce dernier terme frappe l'opinion. Aubréville souligne qu'il convient d'agir rapidement, conjointement et globalement sur les causes premières d'origine humaine, au nom de la solidarité entre les régions naturelles de l'Afrique. Plus hardiment, il propose dans une courte plaquette [105] une explication climatique et géophysique des grands mouvements des flores africaines liés aux déplacements des pôles et de l'équateur.

En 1950, Auguste Chevalier présente à l'Académie des sciences une série de notes sur la dégradation de la nature en Afrique [27, 28]. Il rappelle qu'en 1945 l'administrateur G. Mourgues a signalé dans la zone sahélienne des mouvements de flux et de reflux des sables sous des causes climatiques, mais aussi par suite de l'action de l'homme et des troupeaux, intervention publiée en 1950 [111]. Un peu auparavant, Théodore Monod, directeur de l'Institut français d'Afrique noire (IFAN) de Dakar, après révision des classiques (H. Hubert, les Sud-Africains, les descripteurs de l'Afrique ancienne), écrit sur le dessèchement africain [92] puis propose « aux observateurs des territoires nord de la Fédération (de l'AOF), soudanais, sahéliens ou sahariens » un questionnaire, pour faire le point, un peu plus de trente ans après l'enquête Hubert de 1917. Le géographe Paul Pelissier, qui connaît bien le Sénégal, présente en 1951 une synthèse des récentes publications et s'interroge : « La dégradation des sols et de la végétation annoncée ici n'est-elle pas, en dernière analyse, la traduction dans le paysage de la crise d'une société paysanne ébranlée, fataliste, résignée, […], témoignage du bouleversement d'un monde rural dont la sagesse nous a d'abord échappé et qui, gagné par notre goût de l'argent, participe avec frénésie à sa propre ruine ? », ce qui l'amène curieusement à conclure, non pas sur les méthodes agricoles et l'économie, mais « l'entreprise de reboisement systématique proposé par Auguste Chevalier doit marquer la première étape d'une véritable reconquête » [113, pp. 84-85].

Le début de la décennie 1950-1960 voit se multiplier les propositions relatives aux zones arides, c'est le cas à l'Unesco, avec un programme zones arides, à l'assemblée de l'Union française où débats et demandes au gouvernement français se développent de 1950 à 1954 [9]. Le bureau pour l'industrialisation de l'Afrique (BEIN) est créé à Paris avec une dotation annuelle de 100 millions de francs pour

8. Du peuhl du Fouta-Djallon (Guinée), le boval, pluriel *bové*, désigne une carapace latéritique de vaste étendue, souvent avec de multiples petites termitières en champignon, presque sans végétation, et improductive.

9. *Cf. Journal officiel Assemblée de l'Union française.* Numéro du 6 juin et du 21 juillet 1950, du 24 avril 1951 (rapport Sérot), du 1er juin et 12 août 1954.

faire une étude économique sur les potentialités du Sahara et pour développer des batteries solaires. Ne retrouve-t-on pas ainsi Charles Fourier qui, en 1808, propose au sujet du Sahara : « On le fera attaquer sur divers points par dix et vingt millions de bras, si c'est nécessaire, et, à force de rapporter des terres, planter et boiser de proche en proche, on parviendra à humecter le pays, y fixer les sables et remplacer le désert par des régions fécondes » [114]. Le célèbre Richard St. Barbe Baker [10] essaie en 1954 d'enrôler plusieurs milliers de volontaires pour arrêter l'avancée du Sahara par un grand programme de boisement (article dans le *New York Times* du 25 juin 1954). Pour l'Afrique de l'Est, Ivan R. Dale, en s'appuyant sur l'étude des fluctuations des crues du Nil et du niveau des lacs et analysant les composantes de la végétation, essaie de retracer l'évolution du climat au cours de deux millénaires et propose une alternance de périodes humides et sèches [115].

Ceci sera à peu près confirmé par des études postérieures à notre champ historique, par exemple :

– NICHOLSON (Sharon F.), 1979. – The methodology of historical reconstruction and its application to Africa. – *Journal of African History*, n° 20 (1), pp. 31-79 : sécheresse de 1000 à 1500, période humide de 1500 à 1630, période sèche de 1630 à 1830 ;

– puis BROOKS (George E.), 1986. – A provisional historical schema for Western Africa based on seven climate periods circa 9000 B.C. to the 19th century. – *Cahiers d'études africaines*, XXVI (1.2), n° 101 et 102, pp. 43-62 ;

– et, du même auteur, 1994. – Landlords and strangers : ecology, society and trade in Western Africa. – Boulder USA : Westview Press 1994 ;

– mais aussi, un peu antérieur en pleine période sèche, POURSIN (G.), 1974. – À propos des oscillations climatiques : la sécheresse au Sahel. – *Annales ESC*, XXIX, n° 3, mai-juin, pp. 640-647.

Au IVe Congrès forestier mondial tenu à Dehra Dun (Indes) en 1954, Pierre Bellouard présente un panorama assez détaillé de ce qui est entrepris en AOF pour « contrôler le désert ». Tout en soulignant que ce contrôle nécessite des moyens en rapport avec la valeur économique des régions que l'on protège, il déclare : « À l'heure actuelle, sept officiers des Eaux et Forêts travaillent exclusivement en zone sahélienne, deux en Mauritanie, deux au Soudan, deux au Niger, un au Sénégal ; ils disposent d'environ 150 gardes forestiers. C'est peu à l'égard des immenses surfaces qu'il s'agit de protéger, mais c'est beaucoup pour les faibles budgets des territoires sahéliens et le faible rendement de l'élevage qui est la principale ressource de ces régions » [116, p. 594]. Le IVe Congrès forestier mondial « recommande à la FAO de soumettre aux gouvernements intéressés, le projet de création d'une Commission internationale des déserts et de foresterie en zones arides » [117, p. 205].

Mais, à la même époque, les pluies deviennent plus abondantes et plus régulières en Afrique de l'Ouest, le Sahel reverdit, les troupeaux montent plus au nord et on a tendance à oublier les années difficiles. À la 3e conférence interafricaine

10. Richard St. Barbe Baker, 1876-1982, Anglais, études à l'université du Saskatchewan et à Cambridge, *assistant conservator of forests* au Kenya, y crée en 1922 *The men of the trees* pour associer les paysans kikuyus à des programmes de protection de la forêt, puis transforme cette association en organisation non gouvernementale internationale.

des sols qui se tient à Dalaba (Guinée) en 1959, la suggestion de créer un comité spécial sur les zones arides est repoussée : « La conférence n'estime pas qu'il soit souhaitable de donner suite à ce projet » [118, p. 44]. Il faudra attendre une nouvelle série d'années sèches pour voir se multiplier les analyses, les discussions et les projets de lutte contre le dessèchement, mais, cette fois, l'idée de périodicité et de crises récurrentes est bien acceptée. D'après Jacques Sircoulon en 1992, l'Afrique de l'Ouest a connu de 1910 à 1916 une période sèche suivie d'une phase humide en 1920-1935, puis une nouvelle série d'années déficitaires avec une répartition spatiale hétérogène de 1940 à 1949, à la période humide de 1950-1965 succède, de 1968-1998, la plus intense période sèche du XX^{e} siècle [119]. Au-delà de la dégradation de la végétation et des sols, les aspects humains (l'habitabilité) et économiques sont aussi plus largement pris en compte (*cf.* [120]), et tout un ensemble de travaux d'origines multiples à partir de 1970. Il a été traité longuement de ce problème de l'Afrique sahélienne, et accessoirement du Sahara, car, d'une part elle a suscité d'amples discussions dans lesquelles les officiers des Eaux et Forêts ont joué un rôle important et, d'autre part, le paradigme du dessèchement s'est largement imposé dans la pensée et l'action, forestières en particulier, entre 1930 et 1950, en matière de protection des zones boisées et de reboisement.

I.3.2 LA CONSOMMATION D'EAU PAR LES ARBRES

Comme tout être vivant, l'arbre, et par conséquent les forêts, ont besoin d'eau pour vivre et se développer. Ils jouent dans le cycle de l'eau un rôle complexe.

Pour ne citer que deux auteurs, à plus d'un demi-siècle de distance :

– R. Lecointe en 1937, « Non seulement le manteau végétal est un gigantesque accumulateur de l'énergie solaire, mais c'est un immense régulateur climatique et biologique » [17, p. 582] ;

– Peter Westbroek en 1998 : « La vie n'arrête, ni ne déclenche le cycle de l'eau. Par la transpiration et d'autres mécanismes, elle le module, le diversifie, l'intensifie et l'exploite. Son intervention change du tout au tout l'environnement terrestre, le rendant plus apte à accueillir la vie. » [121, p. 113]

I.3.2.1 Évaporation et humidité

Au-delà du problème de la quantité et de la répartition des pluies, quelles influences les arbres ont-ils sur le micro- et même le mésoclimat, et en particulier l'humidité atmosphérique ? Si dès 1726 Stephen Hales essaie d'estimer la quantité d'humidité fournie par les arbres à l'atmosphère [11], il faut attendre le XX^{e} siècle pour mieux analyser les différents phénomènes en jeu : interception des précipitations par les feuillages, condensations occultes, transpiration des plantes puis évapotranspiration, consommation pour la constitution des tissus, etc. D'après Henry Lafosse : « D'expériences faites par Fautrat de 1874 à 1877, il résulte que les

11. HALES (Stephen). – Vegetable staticks. – London, 1727. – Cité par R. Grove [4, p. 157].

bois ont la propriété de condenser les vapeurs. Le degré de saturation de l'air au-dessus des forêts est plus élevé qu'au dehors. Les forêts résineuses ont sur l'état hygrométrique une plus grande influence que les forêts d'autres essences. » [45, p. 101] En 1932, l'agroclimatologue Paul Carton oppose à l'utilisation de la notion d'humidité relative de G. Azzi, l'étude de l'évaporation, non seulement par les plantes mais pour la définition du « climat moyen de l'homme blanc » et la température « d'égal confort » [122, p. 777 à 780]. Quelques années plus tard, traitant des relations climat-forêt, il écrit avec Pierre Sallenave [38, p. 302] : « Les forêts créent sous leur couvert un microclimat qui diffère d'ailleurs beaucoup selon le type de forêt considéré : par rapport aux lieux à découvert, on constate une diminution de la luminosité, une augmentation de l'humidité relative et un amortissement des variations diurnes et annuelles de la température et de l'humidité relative. » Présentant une analyse du mémoire de H.W. Moor sur l'influence de la végétation sur le climat en Afrique de l'Ouest, H.G.C. (très probablement l'influent professeur H.G. Champion) souligne en 1939, d'une part que « un effet bénéfique très marqué sur l'humidité peut être apporté par une forêt sans aucune addition à la précipitation réelle, par l'élévation et la transpiration de l'eau quand elle est largement disponible », mais aussi, d'autre part, « qu'il faut souhaiter une plus grande activité dans ce domaine, en particulier dans le rassemblement de données quantitatives fiables » [123]. Il faut dire que l'évaporation est « mesurée » grâce à l'évaporomètre Piche, rustique mais peu fiable, et l'humidité atmosphérique à partir des différences de températures entre thermomètre sec et thermomètre mouillé.

André Aubréville, dans sa longue tournée en AEF et au Cameroun, emporte avec lui des instruments météorologiques et fait une série d'observations assez ponctuelles [124], ce qui lui permet d'insister sur les notions de tension de vapeur d'eau et de déficit de saturation. La conférence des forêts et de l'utilisation du bois pour l'Asie et le Pacifique, organisée par la FAO en 1949 à Mysore (Inde), émet la recommandation « que les problèmes des rapports du climat et de la forêt soient compris dans le mandat de la sous-commission permanente de météorologie agricole pour l'Asie instituée par l'Organisation internationale de météorologie pour la région ».

La période 1945-1955 est fertile en progrès en matière de météorologie, climatologie, écologie et hydrologie. C.W. Thornthwaite fait progresser le concept d'évapotranspiration potentielle et réelle [62, p. 132-133] ; C.L. Wicht publie en 1949 le résultat de ses recherches en Afrique du Sud [133]. Hursch, spécialiste de l'hydrologie des bassins versants de Coweeta (États-Unis) vient appuyer H.C. Pereira dans ses recherches au Kenya en 1952. Peveril Meigs publie en 1951-1952 à l'Unesco ses cartes des homoclimats des régions arides et subarides basées sur la différence entre la précipitation et l'évapotranspiration potentielle (ETP) de Thornthwaite [134]. D.G. Carter dessine en 1954 une carte des zones d'humidité de l'Afrique d'après le même système Thornthwaite du bilan ETP – pluviosité [132]. Aubréville, dans trois de ses revues intitulées *Prospections en chambre* de 1954, 1955 et 1956 [125, 126, 127], se livre à une critique assez sévère de ces nouvelles notions, en particulier de l'ETP qui repose sur des calculs arbitraires et des indices annuels, alors que les rythmes saisonniers sont à prendre en compte. Relayant l'ouvrage de Joseph Kittredge paru en 1948 [135], la division des forêts de la FAO met en chantier un

ouvrage sur les influences exercées par la forêt sur son milieu qui paraîtra en français en 1962 [40]. Mais en 1957, la conclusion en est présentée dans *Unasylva* par un des principaux contributeurs, H.G. Wilm [39]. Si l'interception est, sous d'autres noms, assez bien connue [45, pp. 104-105], H.G. Wilm distingue évaporation directe, transpiration, consommation, mais souligne les difficultés d'utilisation des concepts aussi bien dans les zones arides que dans la zone tropicale humide. Il conclut : « Il convient cependant d'insister sur le fait que cet échafaudage de conclusions et de recommandations (en matière d'aménagement de la couverture vivante et des bassins versants) est basé en grande partie sur l'extrapolation des connaissances actuelles, acquises surtout dans les zones tempérées. Dans l'ensemble des zones arides et tropicales humides du monde, la recherche quantitative représente une très grande nécessité ainsi que des projets d'installations pilotes, destinées à mettre au point les meilleures méthodes d'aménagement des forêts et des terrains de parcours des bassins de réception. Tant que ces recherches ne seront pas achevées et couronnées de succès, il restera difficile pour celui qui aménage les terres ou définit une politique d'évaluer les valeurs relatives de la protection complète et d'un aménagement raisonnable et même de définir ce qu'est ce dernier. » [39, p. 172]

I.3.2.2 Consommation d'eau

Et pourtant les problèmes deviennent de plus en plus aigus : effets sur les débits des cours d'eau et sur les cultures de rente, des défrichements ou de la substitution d'essences exotiques à la végétation autochtone, etc. En allant en mission au Japon, l'ingénieur forestier L. Ussèle (Nancy, 1881) visite en 1887 les forêts des Indes et s'intéresse à la consommation d'eau des plantations de *Dalbergia sissoo* de Changa-Manga près de Lahore, plus de 3 600 hectares. Il constate que, pour les parcelles irriguées, la croissance varie directement avec le volume d'eau fourni, l'optimum étant de 1,20 m d'eau avec près de 20 m^3 de bois produit par hectare et par an [136]. En 1902, Charles Flahaut écrit : « La forêt de plaine rend, par la transpiration, une énorme quantité d'eau à l'atmosphère puisqu'une forêt centenaire de hêtres enlève au sol et rend à l'atmosphère de 25 000 à 30 000 litres d'eau [par hectare] par jour, ce qui correspond à une hauteur de pluie de 75 à 100 millimètres par mois. […] Les forêts de plaine font donc entrer en circulation la réserve d'eau du sol et transforment ce capital mort en une source de richesses. » [137, p. 287] En 1918, Georges Wery, directeur de l'Institut national agronomique, rappelle : « C'est l'énergie solaire et l'eau qui sont les grands maîtres. Et c'est à ces latitudes [des colonies tropicales] que la vieille formule du comte de Gasparin trouve toute son exactitude : "chaleur × eau = fertilité". » [138, p. 12 et 13] Et il poursuit enthousiaste : « Des végétaux de taille gigantesque, porteurs de fruits précieux, une végétation luxuriante qui prépare des produits d'un grand prix se contentent d'un sol relativement stérile, mais relativement arrosé, qui livre à la sève ses aliments, à doses infinitésimales mais continues, tandis que, sous l'influence d'une lumière intense, la feuille décompose avec une énergie insoupçonnée chez nous, l'acide carbonique de l'atmosphère pour fixer le carbone, noyau de la molécule de tous les composés organiques : sucre, amidon, caoutchouc, camphre, théobromine,

caféine, etc. [il aurait pu ajouter cellulose et lignine donc bois] […] De nombreux expérimentateurs, entre autres Lawes et Gilbert et Eugène Risler, ont établi que pour former 1 kilogramme de matière sèche, les plantes exigent que leurs tissus évaporent de 300 à 500 kilogrammes d'eau. » Louis Lavauden, dans son mémoire sur les forêts coloniales de la France écrit en 1935 : « L'influence de la forêt, des boisements, sur l'évaporation est très grande. Nous savons qu'on l'a parfois discutée et qu'on a soutenu que les forêts évaporaient plus que les terrains nus. C'est bien possible. Mais ce qu'il est impossible de nier c'est l'influence de la forêt sur le vent. Or, on peut dire que celui-ci en activant sans cesse l'évaporation a certainement contribué à créer le Sahara. » [35, p. 223] Il y a peu de mesures et peu de données jusqu'à ce que l'on se décide à comparer évaporation réelle (sur bac Colorado) et ETP. Cependant, par des méthodes indirectes liées à l'hydrologie, on obtient quelques résultats. Par exemple Rolley *et al.* traitant du bassin du Logone en AEF et comparant la pluviométrie moyenne (sur 58 000 km^2 et avec un nombre très faible de pluviomètres !) et l'écoulement du Logone à Laï, en déduisent un coefficient de ruissellement de un tiers, donc que « la consommation en eau et l'évaporation d'une savane arbustive entre le 7^e et le 9^e parallèle est d'environ 800 millimètres par an. » [139, p. 50] C'est aussi à la suite de mesures d'écoulement que, pour l'Afrique du Sud, C.L. Wicht expose en 1949 : « *There is no definite evidence that exotic trees make more excessive demands on soil water than do indigenous species. Forest plantations appear to use more water than grassland, especially in natural grassland areas*. » [133]

I.3.2.3 L'ambiance de la forêt dense

Cette évaporation-transpiration par les arbres et la forêt est jugée très importante pour les cultures arbustives dans l'ambiance de la forêt dense humide. En 1923, T.F. Chipp présente ainsi le problème : « Les exigences climatiques du cacao, cola, palmier à huile sont telles qu'ils ne peuvent être cultivés loin de l'influence immédiate des forêts. Quelle plus grande calamité peut alors arriver à ce pays [12] que la destruction de ses forêts, et, avec leur destruction ultime l'extinction de l'agriculture ? » [96, p. 67]. Les termes de Jacques Meniaud en 1930 sont à peu près identiques : « La Grande Forêt, par la chaleur humide presque constante qu'elle entretient, est indispensable à certaines cultures comme le caféier, le cacaoyer, le colatier, le palmier à huile. » [100] Aubréville dit que « les planteurs s'inquiètent même en pleine zone forestière en Côte d'Ivoire quand souffle l'harmattan. […] En Guinée, où la saison sèche est plus longue, tous les planteurs de bananes, qui ont ouvert dans la forêt des trouées de 100 à 1 000 hectares ou plus, demandent aujourd'hui que l'on réserve les forêts fraîches qui subsistent encore aux environs » [53, p. 142]. Et page 143, il annonce : « Un arrêté de 1936 constitue désormais en Côte d'Ivoire des bandes forestières périmétrales de protection autour des concessions rurales. Selon l'importance territoriale des plantations, les bandes ont 100 à 200 mètres de largeur, et même plus lorsque la concession a plus de

12. La Gold Coast produit alors un quart de la production mondiale de cacao et est considérée comme un pays tropical riche.

200 hectares. Tout défrichement, toute installation de cultures vivières ou industrielles sont interdites dans les bandes de protection. » On conçoit que les responsables forestiers jouent au maximum de cet argument de l'ambiance pour essayer de protéger des surfaces importantes de forêt dense. Ils trouvent l'appui du gouverneur général Reste en AEF en 1936 : « L'intérêt primordial qui s'attache […] à la conservation du domaine forestier pour maintenir aux plantes de grande culture (caféier, cacaoyer, etc.) les conditions climatiques particulières à la zone tropicale ou équatoriale et qui sont absolument nécessaires à leur développement […]. La forêt est un facteur essentiel de l'équilibre climatique et, dans certaines régions, la disparition du milieu forestier réduit très rapidement l'habitabilité et les possibilités agricoles […]. Le service des Eaux et Forêts, créé par arrêté du 15 mai 1936, a précisément pour buts essentiels : la conservation du capital forestier dans son intégrité, etc. » [140, pp. 114-115]

Les arguments sont diversement relayés ; un publiciste colonial, Raoul Monmarson écrit sur la Guinée en 1937 : « La banane, enfin, s'aperçut que la forêt lui est indispensable, que le déboisement est une œuvre criminelle et que le régime des eaux est toujours dépendant du régime forestier. Il faudrait donc donner au chef du service des Eaux et Forêts M^{r} Rouvin, si passionné, si actif, les moyens et l'autorité de poursuivre son œuvre contre les feux de brousse. L'indigène est possédé d'une rage inconcevable lorsque, la torche à la main, il réalise sciemment la ruine de son pays. Des mesures administratives rigoureuses pourraient intervenir à bref délai et nous ne doutons pas, sur ce point, de l'empressement que le gouverneur M^{r} Blacher apportera à les édicter. » [141, p. 110] Plus technique, l'ingénieur agricole P. Mulheim trace un tableau du rôle agricole de la forêt : « L'influence bienfaisante de la forêt se fait nettement sentir sur un grand nombre de cultures tropicales (café, cacao, bananes, etc.) » et conclut : « Il est indéniable – nous l'avons montré plus haut – que la forêt, par le climat spécial qu'elle assure, représente une richesse qu'il serait criminel de gaspiller. » [142] Pourtant, le déboisement continue et le professeur et agronome René Dumont, parlant de la région de Bouaké en Côte d'Ivoire, dira en 1961 : « Dans cette région déjà très marginale pour le café, cette production risque de prendre encore un grand développement, et de ruiner, par des excédents de café, d'ores et déjà difficilement vendables, les derniers lambeaux de forêts où il s'avèrera un jour que d'autres cultures riches sont plus rentables ou qui sont absolument nécessaire à la protection climatique (l'harmattan soufflerait plus fort qu'autrefois à Abidjan ?). » [143, p. 86] En un peu plus de vingt ans, les bonnes résolutions, la lutte des forestiers, n'ont pas suffi à « sauver l'ambiance ».

I.3.2.4 Et les eucalyptus ?

Constatations sur le terrain, témoignages historiques bien sûr, mais ce problème de l'effet des arbres et des forêts sur l'humidité atmosphérique n'est pas, dans la période étudiée, éclairé, confirmé par des mesures fiables. À cet égard, l'analyse des attitudes à l'égard des plantations d'eucalyptus est assez édifiante.

Entre 1830 et 1860, « les projets les plus mirobolants pour humidifier le climat algérien furent mis en avant. La recherche conduite dans les jardins coloniaux

répondait avant tout à la volonté d'acclimater et de diffuser des plantes susceptibles de créer des microclimats tropicaux (bambous, eucalyptus) ainsi que des cultures tropicales » [144, p. 3]. Si ceci montre bien l'insuffisance des connaissances en climatologie comparée, que penser du sujet de la deuxième composition du concours de 1899 pour l'emploi d'administrateur stagiaire aux colonies (*cf. JORF* du 8 septembre 1899, p. 6047-6048) : « Si dans le territoire que vous avez à administrer, il se trouvait de vastes marais sans écoulement possible, constituant des foyers d'émanations paludéennes [*sic*], comment feriez-vous pour atténuer l'insalubrité de ces terrains marécageux ? Arbres et plantes d'aseptisation : niaouli, cajeput, melaleuca [13], eucalyptus. Dire pourquoi les eucalyptus employés ne réussissent généralement pas dans la zone intertropicale. Quelles sont les races d'eucalyptus nettement équatoriales ? Parmi ces dernières, indiquer celle dont le bois constitue un article important d'exportation. » Et on rencontre encore souvent en Afrique (*ante* 1960 !) des vieux *Eucalyptus robusta* plantés pour assainir des zones mouilleuses. Cependant s'il est admis que les eucalyptus sont de gros consommateurs d'eau quand celle-ci est abondante même en saison sèche, leur présence peut sembler préjudiciable lorsque l'eau est rare. En 1924, le chef du service forestier de Madagascar, M. Louvel, avance : « Les plantations d'eucalyptus en montagne ou en terrain accidenté sont, en effet, incompatibles avec la conservation des sources, l'argument étant qu'un peuplement pur protégerait mal le sol et n'empêche qu'incomplètement l'évaporation toujours considérable lorsque la température est élevée » [145, p. 216] ; et il poursuit page 247 : « Par ailleurs, l'imposante armature que forme la végétation malgache supprime le ruissellement, s'oppose à l'évaporation du sol et y maintient une humidité abondante, condition essentielle à l'existence de la forêt tropicale. » Son successeur Louis Lavauden, dans ses *Instructions sur les reboisements*, éditées en 1931, est formel : « Les eucalyptus ne doivent jamais être plantés dans le voisinage de sources alimentées par des nappes superficielles, sous peine de diminuer ou même de tarir leur débit. Par contre pas d'inconvénient si les nappes sont profondes. » [146, p. 11] Il sera reparlé de ce problème et de la « guerre de l'eucalyptus » à Madagascar dans le chapitre III.7 à propos du reboisement. Décrivant l'importance de l'eucalyptus à Addis-Abeba, un géographe, E. Berlan, rappelle l'introduction du genre par Mondon-Vidalhet en 1894 et ajoute : « On a calculé que chaque arbre adulte provoquerait l'évaporation d'une tonne d'eau par 24 heures. Ce qui est incontestable, c'est que la forêt [d'eucalyptus] assainit l'agglomération par ses dégagements d'ozone […]. La très grande évaporation provoquée par la forêt a desséché le sol et le sous-sol. Des sources et des ruisseaux ont tari. Les poches d'eau contenues dans le basalte, que l'on trouvait à quelques mètres, sont maintenant à 40 mètres de profondeur et plus. » [147, p. 573] En matière d'utilisation de l'eau par les eucalyptus, est-on beaucoup plus avancé aujourd'hui en dépit des progrès en matière de physiologie et de mesure physique ? R.G. Florence écrit en 1986 : « *Water use by eucalypts is a controversial topic* […] *the debate is characterised by conflicting information and a lack of clear definition or discussion of the physical and biological processes controlling water use and the*

13. Les connaissances botaniques des rédacteurs du sujet semblent assez confuses !

hydrological effects of eucalyptus » [148, p. 154] et, trois pages plus loin, conclut sa revue des recherches les plus récentes par : « *The review demonstrate a clear need to expand studies on water use by eucalypt species and communities, both in the natural environment and overseas.* »

Quant à l'influence des forêts sur le climat, des progrès considérables ont été faits en climats tempérés mais il est tentant de rapprocher les deux citations suivantes à 90 ans d'intervalle.

En 1899 (date de la première représentation), Anton Tchekhov, dans la pièce *Oncle Vania*, fait dire au médecin Astrov : « Quand je passe à proximité d'une forêt que j'ai sauvée du déboisement, ou encore quand j'entends bruire un jeune bois que j'ai planté de mes mains, je sens que le climat lui-même est un peu en mon pouvoir, et que si, dans mille ans, l'homme doit être heureux, ce sera un peu grâce à moi. » La même opinion a longtemps soutenu le discours des forestiers, en particulier ceux qui travaillent sous les tropiques. Pourtant, en 1989, Jack Westoby, qui a longtemps travaillé au département des forêts de la FAO à Rome, déclare : « Beaucoup d'experts croient qu'une déforestation étendue peut sérieusement affecter le climat, le macroclimat (pas simplement le microclimat au sujet duquel il y a peu de discussions, un consensus s'étant établi). […] Malheureusement, on sait très peu de choses sur la plupart des écosystèmes forestiers tropicaux, et en particulier sur les relations forêt-eau-sol. » [149, pp. 28 et 29]

I.3.3 FORÊTS ET RIVIÈRES

Sans remonter à Jean Antoine Fabre [268], *Essai sur la théorie des torrents et des rivières* de 1797 ou à *L'harmonie hydro-végétale et météorologique* de F.A. Rauch de 1802 [150], l'influence des forêts sur les nappes, les sources, les lacs et les cours d'eau a fait l'objet de multiples discussions tout au long du XIX^{e} siècle en France. Vers 1846, Frédéric Le Play écrit : « Les forêts […] sont le moyen le plus puissant dont l'homme puisse disposer pour perfectionner la météorologie et l'hydrographie de la planète. » [8, p. 63] On connaît les nombreuses controverses sur les causes : déboisement ou reboisement et les effets : torrentialité, navigabilité des fleuves, des modifications de la couverture boisée en particulier dans les régions montagneuses des pays à climat tempéré. Lucien Chancerel résume de façon assez poétique la position des forestiers au congrès forestier du Touring-Club de France de Paris en 1913 : « L'arbre a fait la pluie, la pluie a fait la source, la source a fait le ruisseau et la rivière, fille du ruisseau, et le fleuve, fils de la rivière. » [151]

Il est évident qu'en pays tropical, ces préoccupations sur les relations forêts-sources-cours d'eau se sont surtout exprimées publiquement au fur et à mesure des avancées de la colonisation. Cependant, aux Indes britanniques, les docteurs en médecine Cleghorn et Gibson, premiers *Conservators of Forests*, s'interrogent sur « les causes de la dégradation et de l'érosion des terrains, de l'assèchement des cours d'eau et de leur encombrement par les sables, terres et autres détritus, sans oublier que de cet état de choses les sources finissent par disparaître » (*cf.* [152, pp. 109-111]). Ils ajoutent : « On a constaté que ceci s'est produit plus particulièrement sur les côtes ouest et est des Indes (et aussi à Ceylan). En 1851, le docteur Cleghorn a présenté un rapport très documenté au congrès de la *British Association*.

Après avoir traité du ruissellement et de « l'effet-éponge » en forêt, il sera examiné comment les idées ont évolué en matière de nappes et de sources, puis de débit des cours d'eau : torrentialité, étiages ou crues, et ensuite du cas des forêts inondées. Enfin sera abordée la question des débits solides des fleuves, qui, comme les inondations, a suscité de vifs débats outre-mer.

I.3.3.1 Puits et sources

Un des effets les plus remarqués car le plus sensible pour les populations et les observateurs, est l'abaissement des nappes phréatiques conduisant au tarissement des sources et à la nécessité d'approfondir les puits. Comme d'habitude pour les pays tropicaux, c'est aux Indes britanniques, comme dans les îles de Sainte-Hélène, Maurice, etc., que les premières observations sont exposées. B. Ribbentrop relate en 1900 les comparaisons faites entre 1856 et 1879 dans le district de Bellary : « *The jungle has been almost entirely destroyed* […]. *The tank* [réservoir d'eau du type lac collinaire] *has not filled for the last three years and is generally 10 or 12 feet below full tank level ; the springs are almost always dry, dribbling only at the best.* » [9, p. 46] Un autre grand forestier des Indes, W. Schlich signale comme « effet mécanique » des forêts l'alimentation des sources et rivières [153, p. 41]. Pearson, en 1907, comparant deux puits, l'un dans une forêt de tecks, l'autre en dehors, remarque que, sur deux années, l'oscillation du niveau de l'eau est dans le premier de 2,75 mètres et très atténuée, tandis que dans le second elle est de 4,94 mètres avec des fluctuations brusques, même si la forêt abaisse très sensiblement le niveau de la nappe. Étienne Henry, qui cite ces résultats, souligne qu'il s'agit de la première étude en forêt tropicale au regard des nombreuses observations faites dans d'autres zones climatiques [154]. Il ne connaît pas encore la note de J. Giraud écrite en Guinée en mars 1908, mais éditée seulement en 1909 : « Le massif de Kakoulima est à mettre en réserve forestière – cultures et feux interdits – pour assurer la protection de l'approvisionnement en eau potable de Konakry. » [72, p. 195] Dans un long article paru en 1909, relatif au congrès de navigation réuni à Milan en 1905, le forestier Paul Buffault traite longuement, pages 11 à 18, de la rétention des eaux par la couverture, « la puissance considérable d'imbibition de la couche de feuilles mortes, de débris végétaux et d'humus qui garnit le sol forestier, des mousses, des herbes et des végétaux buissonnants » [155]. Il cite de nombreuses mesures de la capacité de rétention de l'eau par la couverture morte et vivante [14] et de multiples cas de disparition de sources, dont certains en Martinique et en Algérie. En 1924, dans une circulaire aux commandants de cercle du Togo, le commissaire de la République Bonnecarrère déclare : « Le déboisement est l'un des maux les plus cruels qu'ait connu ce pays, surtout au sud-ouest ; l'exemple le plus typique de ces ravages nous est fourni par l'état actuel du sud de l'Agotimé, […] maintenant si nu que les pluies ne s'y condensent plus, que les sources ont tari et que l'approvisionnement en eau des habitants est devenu un inquiétant problème à la lisière sud de cette région aux thalwegs desséchés. » [156, p. 240]

14. Dont les recherches du professeur de l'École forestière E. Henry, 1904. – Faculté d'imbibition de la couverture morte. – *Revue des Eaux et Forêts*, 15 juin 1904, pp. 353-361.

L'effet du déboisement sur les sources et les puits est devenu un leitmotiv des forestiers. Jean Meniaud écrit en 1935 que les conséquences de la déforestation sont incalculables, parmi celles-ci la disparition des sources ou la diminution de leur débit [101, p. 2]. R. Lecointe [17, p. 579] rejoint les conclusions de Louis Lavauden [20] et de E. Henry en 1904 : « L'absorption par l'humus est considérable. L'eau sera généralement utilisée par le végétal : elle ruissellera peu et lentement. » Paul Carton et Pierre Sallenave, dans leur étude très critique de bioclimatologie, soulignent l'importance considérable des forêts sur le régime des sources [38]. En dehors du groupe forestier, les avis divergent. Si le professeur Henri Humbert, du Muséum, écrit en 1949, à la suite de sa récente mission à Madagascar : « Les défrichements inutiles et la méthode des *tavy* […] vont exactement à l'encontre des nécessités impérieuses du maintien […] de l'alimentation des nappes phréatiques […]. La végétation native doit être considérée comme une forêt de protection dont le maintien est essentiel à l'alimentation des nappes et des points d'eau » [70, pp. 75-76], le chef du service de l'agriculture du Soudan français (aujourd'hui Mali), Renard, soulignant dans ce territoire en 1948 « l'abaissement du niveau de la nappe phréatique, tarissement des sources, des puits et des mares », déclare : « Si importante soit-elle, l'action (plus générale de déboisement) ne permet pas d'affirmer que ce soit la cause de cet assèchement général. » [157, p. 1928] On retrouve là les discussions sur le dessèchement vues ci-dessus. Un autre chef du service d'agriculture, un de ses successeurs au Soudan, Pierre Viguier, exposant les leçons de sa longue expérience africaine, écrit en 1961 : « La dégradation des sols consécutive au déboisement est un fait capital en Afrique tropicale […]. Sur les aires dénudées ainsi créées règne un ruissellement intense […] : ce ruissellement réduit l'approvisionnement des nappes souterraines. Le niveau des puits s'abaisse ; ils arrivent même à s'assécher complètement, compromettant le ravitaillement en eau des populations. Tous ces phénomènes ne sont malheureusement que trop réels. » [158, p. 22] Bon observateur de l'Afrique, Auguste Chevalier déclare en 1950 à l'Académie des sciences, à la suite d'un parcours de 8 000 kilomètres sur les territoires du Sénégal, du Soudan français et du Niger qu'il avait explorés 51 ans auparavant : « Je reviens effaré […] de la disparition de l'eau superficielle qu'il faut aller chercher parfois à 20, 50, 100 et même 250 mètres de profondeur dans certains puits. » [27, p. 354] Dans un addenda à cette note, il ajoute page 369 : « La disparition de l'eau superficielle pendant une partie de l'année devient aussi un problème angoissant pour l'avenir. Nous avons vu en 1948 en pleine forêt dense de la Côte d'Ivoire des cantons habités où il fallait chercher l'eau pour les hommes pendant les mois de février et mars à environ 6 kilomètres de distance, mais cela se voit surtout dans les zones sahélienne et soudanaise, où l'eau superficielle en saison sèche devient de plus en plus rare et où beaucoup de sources autrefois permanentes vont en s'éteignant. » Pour lui, la cause en est assez évidente : « Depuis longtemps, j'ai dénoncé la décadence des sols, le déboisement et l'aridité qui progressent rapidement en Afrique occidentale. » (page 353). À Madagascar, l'ancien chef du service forestier, M. Louvel, plaide en 1951 en faveur du reboisement : « Le salut des rivières est dans le reboisement » [159, p. 196] mais en même temps, page 195, il dénonce le danger de l'eucalyptus : « À Ambatovory, près de Carion, où nous avions en 1909 effectué un reboisement d'eucalyptus en vue de protéger quelques vestiges de l'ancienne forêt malgache, les

deux sources qui existaient dans le boqueteau au moment des plantations sont aujourd'hui complètement taries. Aussi conseillerons-nous de ne jamais planter l'eucalyptus près d'une source. »

Certes, multiplicité de témoignages, d'observations, peu de recherches sérieuses et de mesures avant 1960. Cependant se dégagent peu à peu les notions d'interception des pluies, de rétention dans les litières, de ruissellement. Les échanges résultant de la conférence de Goma, les expériences menées à partir de 1954 à Séfa en Casamance en parcelles d'érosion donnant des mesures en matière de ruissellement et d'infiltration, porteront leurs fruits plus tard. Les vastes défrichements de Casamance pour la culture mécanisée de l'arachide entrepris en 1948 dans la forêt claire sèche (ou savane boisée assez dense) associant *Daniella oliveri*, Combretacées, et de grandes graminées (Andropogonées), laissaient craindre un assèchement progressif et un abaissement de la nappe phréatique, d'où recherches sur la perméabilité des sols, infiltration, ruissellement et érosion ; vingt ans après le défrichement, au contraire, le niveau de la nappe s'est élevé, donnant naissance à une source et à des ruisseaux permanents dans les vallées [160, p. 70]. Mais la conclusion quant à l'influence des différents types de végétation sur les propriétés physiques des sols est, dans ce cas, vingt-trois ans après le défrichement, la suivante : « Pour toutes les propriétés physiques des sols, qu'il s'agisse de caractéristiques ou de régimes hydriques, de régime thermique, de structure ou de manifestation d'érosion, il y a une opposition tranchée entre l'action de la végétation forestière, d'une part, et celle de la végétation herbacée naturelle (jachère) ou cultivée, d'autre part. La déforestation s'accompagne inévitablement d'une péjoration de l'ensemble des propriétés physiques des sols, d'un bouleversement de leurs régimes hydriques et thermiques et d'une nette aggravation de l'érosion. » [160, p. 177] Cependant, il faut se garder de généraliser de tels résultats et l'action de la végétation forestière sur le débit des cours d'eau montre qu'il peut y avoir des incidences bien différentes selon la zone climatique et la nature de cette végétation.

I.3.3.2 Rivières

« L'eau c'est l'arbre, l'arbre c'est l'eau : l'éternellement fuyante est liée par un indissoluble pacte à l'éternellement immobile », ainsi parle Onésime Reclus page 94 dans le livre IV « Gloire à l'eau comme à l'arbre » du *Manuel de l'eau* publié en 1913 par le Touring Club de France (103 pages). Une partie provenant du ciel soit directement, soit après interception par les feuillages ou écoulement le long des troncs, ne pénètre pas dans le sol ou seulement dans les couches superficielles pour ensuite ruisseler et se concentrer dans des filets et des ruisseaux. Déjà en 1887, Georges Fabre, reboiseur du mont Aigoual, écrivait : « Des appareils de jaugeage permanents, placés sur les ruisseaux, feront connaître le rapport des débits superficiels à la pluie tombée, selon que la terre végétale sera plus épaisse, plus riche en humus, et plus anciennement plantée » [161], rejoignant les constatations d'Étienne Henry, déjà citées. Le fondateur du service forestier des États-Unis d'Amérique Gifford Pinchot défend en 1907 : « *The use of the natural forests* […] *to hold the mountain forests as great sponges to give out steady flows of water for use in the fertile valleys below.* »

En 1918, traitant des forêts du Tonkin, Auguste Chevalier fait référence à son expérience en « forêt vierge africaine » : « Au début de la saison des pluies l'eau tombait à torrents pendant plusieurs heures dans une région boisée où nous nous trouvions ; le lendemain, parvenus à l'orée de la forêt à quelques kilomètres de distance, et où il n'avait pas plu, nous constations que la rivière était à sec, et nous voyions arriver l'eau peu à peu ; le lit de la rivière suffisait à son écoulement pendant plusieurs jours. Les mousses, les feuilles mortes tombées, l'humus, les radicelles des arbres de la forêt jouent le rôle d'une éponge : ils retiennent l'eau des pluies et ils ne la laissent écouler que lentement. » [162, p. 45] André Bertin écrit en 1926 : « Aux colonies, comme en France, la forêt joue le rôle d'éponge, retient les eaux de ruissellement, assure la régularité des cours d'eau. On a constaté que les sols boisés absorbaient 61 % des précipitations atmosphériques, alors que les sols nus, lavés par les pluies, n'en absorbent que 6 % tout au plus […]. En pays tropical, l'influence de la forêt est beaucoup plus grande encore que dans nos régions tempérées et l'écart possible entre les chutes d'eau est bien plus considérable que chez nous. » [163, pp. 339-340] On peut s'interroger sur l'origine de telles précisions, sur la confusion entre infiltration dans le sol et relâchement différé de l'« éponge » ; si ceci est valable pour les litières plus ou moins épaisses des forêts tempérées ou froides, est-ce bien le cas dans les forêts tropicales ? et peut-on aussi hardiment généraliser pour toutes les végétations boisées ? Si les recherches sur l'« effet éponge » ont été entreprises en Europe à la fin du XIX^{e} siècle, si les premières mesures dans des bassins versants expérimentaux ont débuté vers 1900 dans les bassins de l'Emmental en Suisse, les mesures d'écoulement n'ont guère commencé en pays tropical que dans les années 1930. Dans leur rapport de visite de Java et de la Malaisie en 1934, Pierre Allouard et Pierre Sallenave donnent la date de 1931 pour le début des recherches sur les effets comparés sur le soutien des étiages et la baisse des crues entre la forêt primitive et les différentes cultures sur deux ruisseaux à 40 kilomètres de Bandoeng à Java et citent des recherches en parcelle unitaire [164, p. 15]. Les sites de recherches de Jonkershoek près de Stellenbosch (province du Cap) en 1935 et de Cathedral Peak dans le Drakensberg (Natal) en 1936-1939 sont plus tardifs (*cf.* [133]).

La faculté de rétention de l'eau de pluie, l'« effet éponge » des forêts, prend l'allure d'un dogme assez bien établi chez les officiers des Eaux et Forêts. Dans une circulaire de 1936, le service forestier de Madagascar met l'accent sur le pouvoir d'augmenter la capacité d'absorption du sol de la forêt et sur le rôle de celle-ci dans la régularisation du régime des eaux. En 1937, l'inspecteur des Eaux et Forêts André Consigny, qui est affecté à l'Institut de recherches agronomiques et forestières de l'Indochine, explique : « L'eau de pluie commence d'abord par mouiller les feuilles et les troncs […]. Une deuxième partie de l'eau de pluie va imbiber cette masse spongieuse que forment sur le sol les débris végétaux en décomposition. […] Enfin, le reste de l'eau de pluie s'infiltrera aisément dans le sol que le travail des insectes et des racines maintient perméable. En sorte que de cette pluie qui, dans ces régions, est souvent torrentielle, une très petite partie seulement ruissellera jusqu'à la rivière voisine. » [165, p. 56] Voilà les concepts d'interception, de rétention, d'infiltration et de ruissellement exposés. L'année suivante, Paul Carton et Pierre Sallenave rappellent qu'« une partie de l'eau de pluie est en effet absorbée par le sol forestier, très spongieux, et n'est que très lentement restituée aux rivières » [38, p. 309] mais,

admettant ainsi le rôle de « volant » de la forêt pour augmenter le débit des cours d'eau en saison sèche, ils soulignent que « si la forêt a une action sur les crues faibles et moyennes […] l'action de la forêt sur les grandes crues est très réduite ». Les travaux du pédologue R. Pernet à Madagascar, de 1950 à 1954, sur l'évolution des sols après destruction du couvert végétal, analysent plus finement les phénomènes en différenciant selon les types de végétation et en précisant la notion de complexe absorbant du sol : « Plus le sol peut absorber d'eau au cours des pluies, plus le ruissellement est réduit. La matière organique favorise cette pénétration, tandis que celle-ci diminue avec le degré d'érosion, ce qui a pour effet d'accélérer ce dernier. » [166, p. 332]. Mais « la quantité comme la qualité de l'humus produit seront directement fonction du type de végétation qui en fournira la source […]. Selon les types de végétation, l'humidité du sol variera en importance et en durée. Parmi les facteurs principaux de ces variations, citons la densité du couvert, l'épaisseur de la couverture morte, la quantité et la composition de l'humus formé » [167, p. 229]. Mais « la forêt tropicale n'apporte au sol qu'une quantité minime d'humus par rapport à la matière verte fournie. […] Lorsque la température du sol se maintient vers 25 °C, il s'établit dans ces régions un équilibre entre la production de matière verte [de litière plutôt] et sa minéralisation […]. La présence d'une forte couverture morte préserve le sol du battage de la pluie, diminue l'évaporation directe du sol en maintenant une zone d'humidité constante, augmente l'humidité atmosphérique et retient l'eau tombée qui ne s'infiltre que lentement, atténuant ainsi le lessivage du sol » [167, p. 231].

I.3.3.3 Le régime des eaux

Si l'effet régulateur, temporisateur, de la forêt sur le régime des eaux rencontre un consensus assez général chez les forestiers de pays de climat tempéré comme chez ceux travaillant en milieu tropical, cette influence est assez vivement contestée par les hydrologues. Un de ces derniers écrit en 1996 : « *These views are so widely propagated as proven facts* […] *that any question of the universal validity of these concepts is greeted with incredulity and probable disbelief. However hydrological research provides a much more complex picture which is not always consistent with these views*. » [43, p. 19] Et ce fut déjà le cas en France en 1910-1911 à la suite des grandes crues, de la Seine en particulier. Dans les pays tropicaux, ce différend, voire cette querelle, relatif à l'influence des forêts sur le régime des cours d'eau provient d'une généralisation hâtive de quelques observations et de la confusion entre trois situations assez différentes : le tarissement ou le bas étiage des cours d'eau des régions à saison sèche plus ou moins longue, la torrentialité liée au relief et à la violence des pluies, et les crues, plus ou moins brutales, génératrices d'inondations, dans les pays fortement arrosés et les zones deltaïques.

En matière d'étiage des cours d'eau, les préoccupations sont moins celles de l'alimentation en eau des populations (traitée ci-dessus eu égard au tarissement des sources et à la baisse du niveau d'eau dans les puits) qui, bien souvent, trouvent, en creusant le sable de rivières apparemment taries, leurs besoins dans l'« *underflow* », que les problèmes de navigabilité des fleuves ou celles des besoins en eau d'irrigation. Une

des premières interrogations relevées est celle du capitaine Houdaille, qui a dirigé une des premières missions forestières en Côte d'Ivoire en 1898-1899 : « Est-il prudent, au point de vue de la stabilité du régime hydrographique de la Côte d'Ivoire, d'autoriser une exploitation intensive de la forêt ? Question fréquemment posée. Nous n'hésiterons pas à affirmer que cette exploitation ne présente aucun danger [Houdaille pense certainement au flottage des bois vers la côte] pour les deux raisons suivantes : 1° En 2 ans, la végétation a repris ses droits sur les terrains défrichés qui ne sont pas maintenus en culture par les indigènes, 2° Lorsqu'on aura extrait annuellement de la Côte d'Ivoire 300 000 m^3 de bois, on n'aura enlevé que la millième partie de la richesse forestière comprise entre le Bandama et la Côte d'Or anglaise. On peut donc pendant 100 ans mettre la forêt en coupe réglée sans que l'aspect du pays en soit modifié. » [168, p. 136] La question posée rejoint en partie les soucis exposés à l'époque en France sur l'utilisation des transports fluviaux : congrès de la Loire navigable (Nantes, 1893), premier congrès du Sud-Ouest navigable (Bordeaux, 1902), Congrès de l'Association pour l'aménagement des montagnes (1905), liés en particulier à l'activité de Paul Descombes depuis 1890 (*cf.* [269]). Dans son plaidoyer en faveur des forêts de protection en France, le sénateur Chauveau [15] déclare au Sénat : « Pour maintenir le débit des cours d'eau, pour assurer ces conditions climatologiques et hydrologiques, il suffit, au dire de la majorité des forestiers, que la forêt soit dans un état boisé quelconque, à l'état, par exemple, de simple embroussaillement. » [169, p. 46] Il faut dire, là encore, que, au contraire des observations souvent discontinues et des jérémiades, toutes deux assez nombreuses, les mesures sont rares. « Pas de station permanente de mesure sur les cours sahéliens au nord de l'isohyète 400 mm, ni avant le début des années 1950 » rappelle Sircoulon [119, p. 65]. Celui-ci donne la chronologie suivante des stations de mesure des grands fleuves :

- Bakel sur le Sénégal : 1901 ;
- Koulikoro sur le Niger : 1907 ;
- Dorina sur le Bani : 1921 ;
- Fort-Lamy (aujourd'hui N'Djamena) sur le Chari : 1903-1908 puis 1932.

D'autre part, on est fortement préoccupé par les phénomènes de capture des grands cours d'eau. A. Berthelot rappelle dans les *Annales de Géographie* du 15 novembre 1927 que l'Union coloniale a émis un vœu pour le rétablissement du seuil de Faff sur le Sénégal. En 1936, le professeur Bourdelle, du Muséum, dans sa préface à l'ouvrage du vétérinaire R. Malbrant sur les mammifères et oiseaux du Centre africain français (1936), rappelle les travaux du général Tilho depuis le début du siècle : « L'une des plus graves (modifications) pourrait être demain, du fait de la "capture" possible du Logone par le Bénoué, la transformation de territoires aussi riches par leur végétation que par leur peuplement animal en un véritable Tanesrouft ! ». Peut-on suivre le peintre caustique des mœurs coloniales Robert Randau [16] lorsqu'il décrit le Niger : « De ce fleuve africain, trop large, se dégageait une impression de désordre ; il sentait le désert, la solitude, la chaleur torride et

15. Par ailleurs ardent défenseur des bois tropicaux.

16. Pseudonyme de Robert Arnaud, administrateur civil, qui fut secrétaire général de la Haute-Volta en 1925. *Cf.* RANDAU (R.) entre autres : 1922. – Le chef des porte-plume ; 1935. – Des blancs dans la cité des noirs.

empestait la beauge à hyène. D'ailleurs, malgré sa grandeur encore gargantuesque, la lente poussée de ses eaux vers l'immense bourbe de son delta s'ouvrait, d'année en année un passage plus difficile à travers les bourbes ; des phénomènes bizarres de géologie affectaient l'économie des cours d'eau en Afrique occidentale […]. Jadis le Niger se déversait dans l'immense dépression de Taoudéni et de Teghara, formidable Caspienne desséchée dont les bas fonds ne sont plus que des mines de sel ; dunes et sirtes [*sic*] s'étaient accumulés et le fleuve avait été rejeté vers la mer ; il était à prévoir qu'à bref délai, les sables engorgeraient le sommet de la Boucle et couperait le fleuve en deux tronçons, dont l'un aboutirait au lac Faguibine et aux marais de son système, tandis que l'autre drainerait vers l'océan les eaux de la partie orientale du cours actuel. » [170, p. 121] Dans son panorama des connaissances scientifiques sur l'Afrique publié en 1938, Worthington souligne cet aspect de l'hydrologie : « *The evidence strongly suggests that large tracts of Africa are drying up, through a combination of influences, geographical, meteorological and human. The chief geographical factor is river-capture, through the silting up of streams and lakes and the movement of sand dunes have also played their part. Schwarz (1921) laid great stress on the unfavorable topography of Africa, which is such as to give rise to steady head-stream erosion by short coastal rivers, resulting in the capture of water which formerly drained the interior of the continent. He considered this the fundamental cause of the disapearrance of lake Ngami in the Kalahari, and of the dwindling of Lake Chad, as well as a great diminution in the volume of the Niger in modern times.* » [61, p. 115]

En ce qui concerne le second intérêt du soutien des étiages, les besoins en eau de l'aval, les forestiers s'expriment de façon assez rare, mais plus nette, rejoignant ainsi l'intérêt manifesté en 1907 par Gifford Pinchot aux États-Unis. J. Prades [17] rappelle que : « En 1911, le service forestier avait été appelé à fournir des projets préparatoires en vue de la protection à donner aux boisements situés en amont des points d'eau qui doivent alimenter les canaux d'irrigation du Tonkin et de l'Annam. » [171, p. 62] La même idée est exprimée 34 ans plus tard par un ex-officier des Eaux et Forêts ayant servi en Indochine, Paul L. Rothé : « Si l'on veut que l'Indochine conserve son potentiel agricole, il faut que le riziculteur des deltas ait toujours à sa disposition de l'eau en quantité suffisante et au bon moment. Or, c'est du maintien des forêts dans les hautes régions que dépend la régularité du régime des eaux dans les estuaires. […] Il sera probablement difficile de faire comprendre au montagnard peu évolué de la haute vallée du Mékong que son véritable intérêt est de ne pas détruire la forêt […] pour qu'à des milliers de kilomètres de là, des paysans d'une autre race qu'il ignore puissent faire de belles récoltes. C'est pourtant ce à quoi il faut arriver. » [172, p. 1032] On verra bien plus loin que le problème des inondations suscite, spécialement au Tonkin, plus de débats que celui des étiages. On rencontre la même préoccupation chez l'agronome René Dumont au sujet de la culture bananière en Guinée en 1960 : « La déforestation de la zone en amont des plantations, entre celles-ci et la falaise du Bennah, et sur la pente parfois vertigineuse de cette falaise, a atteint ces dernières années une allure dangereuse. Elle compromet l'avenir de cette production en tarissant beaucoup de marigots dès le mois de février. » [143, p. 46]

17. Inspecteur des forêts du cadre local de l'Indochine, spécialiste du Tonkin.

Il n'est pas utile de rappeler ici les débats sur les méfaits de la déforestation et des dégâts causés par les torrents en France au milieu du XIX[e] siècle, aboutissant aux lois du 28 juillet 1860, du 8 juin 1864 sur le reboisement et le gazonnement des montagnes puis à celle du 4 avril 1882 sur la restauration et la conservation des terrains en montagne. Tous les officiers des Eaux et Forêts passés à Nancy ou aux Barres ont été fortement sensibilisés au problème et aux méthodes de lutte contre les torrents. Pourtant, si les changements plus ou moins violents dans la distribution saisonnière des flux d'eau n'échappent pas aux forestiers tropicaux, le souci des alternances brutales de maigres étiages et de crues soudaines, avec ou sans transport de matériaux dans des petits cours d'eau à forte pente longitudinale, caractéristiques de la « torrentialité », ne les préoccupent pas pendant les premières décennies de leur établissement colonial. Autres objectifs plus pressants et plus importants, prédominance de reliefs de pénéplaine, difficulté du problème en pays tropical, pluies fortes et brusques, sont autant de possibles explications. Ce sont les botanistes qui attirent les premiers l'attention sur ces phénomènes. Henri Perrier de la Bâthie signale que, dans la vallée du Sambirano à Madagascar, une subite et vaste éclaircie faisant disparaître la forêt sauf sur le versant Est a un effet sur l'écoulement des torrents [173, p. 14]. C'est aussi à propos de Madagascar que le professeur Henri Lecomte déclare : « Les arbres des forêts […] permettent aux eaux de pluie de pénétrer dans la terre et d'y séjourner, au lieu de constituer immédiatement des eaux de ruissellement et d'alimenter les torrents […]. C'est dans les pays montagneux et chaotiques tels qu'à Madagascar, ou en France dans les Pyrénées, que l'on peut le mieux saisir l'effet bienfaisant des forêts, de même que les inconvénients d'un déboisement intempestif […]. La destruction des forêts couvrant les montagnes expose les terrains bas aux dévastations torrentielles et aux inondations. » [174, p. 263] En Afrique, il semble que ce soit Auguste Chevalier qui ait le premier attiré l'attention sur le Fouta-Djalon (Guinée française). En 1930, il écrit : « Lorsque les Peuls conquirent le Fouta-Djalon, il y a environ deux siècles, ce devait être un pays très boisé […]. Les rivières n'étaient pas torrentielles comme aujourd'hui » [175, p. 342] et page 343 : « La forêt primitive a partout disparu. Il n'en reste plus que des parcelles reliques, le long de certaines rivières plus ou moins torrentielles. » En 1936, il est demandé à l'inspection forestière du Nord-Cameroun d'étudier la région du Mayo Alim, du Mayo Sala et du Mayo Boki pour voir l'influence de ces mayos [18] sur le régime de la Bénoué (navigable seulement jusqu'à Garoua et pendant une courte période). La demande (*cf.* Archives d'outre-mer, Aix, Cameroun Administration générale n° 1527/Ag du 11 août 1936) est intéressante car détaillée. Deux grands paragraphes :

« a) détermination du caractère torrentiel desdits *mayos* : degré d'érosion des vallées, formation de bassins de réception torrentiels, densité de boisement et degré de ravinement de ces bassins, importance des déjections et des crues, influence de ces crues sur celles de la Bénoué ;

b) mesures à envisager pour corriger le caractère torrentiel des *mayos* :

– mise en réserve de boisements existants dont la disparition amènerait la formation d'entonnoirs de réception ;

18. *Mayo*, terme foulfouldé (peuhl camerounais) pour désigner des rivières temporaires du Nord-Cameroun.

– création de boisements nouveaux destinés à diminuer l'érosion, et même au besoin travaux de corrections proprement dits ;

– construction de barrages et d'épis ».

Mais elle est totalement démesurée – région de plus d'un demi-million d'hectares, traversée par une seule route et à peu près inhabitée – pour un jeune inspecteur-adjoint des Eaux et Forêts (J.A. Rousseau [19]) sorti de Nancy en 1930, n'ayant avec lui que quelques gardes forestiers africains pratiquement illettrés !

Dans son étude sur le rôle de la végétation en Afrique, R. Lecointe écrit : « Le débit de plus en plus torrentiel que le cours du haut-Niger tend à prendre, depuis le déboisement du Fouta-Djalon, en apporte une nouvelle preuve (du rôle régulateur des forêts). Les principales rivières du Nord-Cameroun semblent avoir pris récemment un régime torrentiel pour des raisons qui tiennent pour partie à des phénomènes d'ordre géologique (capture) et pour partie au déboisement forcené de leur haut bassin. » [17, p. 583] Dans une note de bas de page, il conseille de se référer aux travaux de J.A. Rousseau [259]. Dans un long exposé à l'Académie des sciences coloniales en 1942, le spécialiste de l'arachide G. Adam décrit : « Le Fouta-Djalon ne joue plus aussi bien qu'autrefois le rôle de château d'eau qu'il a vis-à-vis des hauts bassins des fleuves Sénégal et Niger et de divers fleuves côtiers. La plupart de ces cours d'eau ont pris un régime torrentiel, grossissant démesurément par les pluies diluviennes des tropiques et ayant, en saison sèche, des débits tout à fait insuffisants. » [13, p. 241] Pour Madagascar, le relais est pris en 1948 par le professeur du Muséum H. Humbert : « La vallée du Faraony (pentes orientales) a été dévastée il y a une quinzaine d'années par l'afflux subit d'une masse d'eau qui a atteint 20 m, et plus, de hauteur […]. Le bas Sambirano, l'un des plus beaux territoires agricoles de l'île, a subi des inondations […] ainsi que des apports de matériaux grossiers arrachés aux pentes des hautes montagnes proches. De tels exemples pourraient être multipliés, de pareilles menaces pèsent à peu près partout. La "torrentialité" s'accroît partout de façon alarmante. » [246, pp. 48-49] Il est à noter que c'est dans le Fouta-Djalon guinéen, « château d'eau » de l'Afrique occidentale, et à Madagascar que seront entrepris par les forestiers les premières études sérieuses et les premiers travaux en matière de conservation des sols. Dans un plaidoyer pour l'utilité publique d'un « domaine national, propriété inaléniable et imprescriptible de l'autorité souveraine d'un pays », le conservateur des Eaux et Forêts Jean Coudreau écrit en 1959 : « La pérennité et la régularité d'un cours d'eau, quel qu'il soit, ne peuvent être assurées que lorsque d'une part la nappe phréatique qui l'alimente et, d'autre part, certaines "stations dangereuses" de son bassin sont recouvertes par la forêt ; si l'on détruit ces forêts, le régime du cours d'eau perd sa régularité pour devenir torrentiel et le cours d'eau finit par disparaître. » [177, p. 27]

19. Jacques Armand Rousseau (1906-1939), polytechnicien, 102e promotion de l'ENEF, petit-fils d'Armand Rousseau, ancien gouverneur général de l'Indochine, effectue la première liaison aérienne France-Cameroun (arrivé à Garoua le 1er mars 1934), chevalier de la Légion d'honneur en 1937, organisateur et pionnier de l'aviation au Cameroun, y crée une chaîne de terrains d'atterrissage et les aéroclubs de Yaoundé et de Douala (l'aérodrome de Douala sera officiellement baptisé « Aérodrome J.A. Rousseau » en 1939), décède accidentellement le 28 juillet 1939 au cours de son congé en France.

I.3.3.4 Crues et inondations

La question du rôle des forêts dans la maîtrise des débits, dans la réduction ou l'étalement des crues, a suscité beaucoup de polémiques et a souvent opposé les officiers des Eaux et Forêts aux ingénieurs des Ponts et Chaussées partisans des réservoirs « physiques » et des endiguements. La crue de la Seine ayant inondé Paris en 1910 a donné lieu à un vaste débat. Dans le tome I de son vaste traité sur l'économie forestière, édité en 1904 (1re édition), Gustave Huffel avait déjà dit, page 160 : « On ne doit pas, toutefois, exagérer l'importance de la forêt et croire qu'un taux de boisement élevé suffirait à préserver, à tout jamais, un pays des dangers des inondations », ce qui n'empêche pas Picard de proposer, après la crue de 1910, de reboiser 10 000 hectares dans le bassin supérieur de l'Yonne et 150 000 hectares dans la Brie [20]. À la suite du congrès de navigation de Milan en 1905, Paul Buffault [155, pp. 2-3] s'élève vivement contre l'opinion de Charles Rabot, secrétaire de la rédaction de *La Géographie*, qui y écrit en 1907 : « En France, sous l'influence de l'École forestière, on attribue aux bois toutes les vertus, et on met sur le compte du déboisement tous les maux. Voici plus de cinquante ans qu'il est admis comme dogme scientifique, qu'en raison de leur capacité de rétention des eaux pluviales, les forêts ont [la] propriété d'atténuer les grandes crues des fleuves. […] Il faut singulièrement en rabattre de cette influence de la forêt sur les cours d'eau et sur les sources. » [178] L'analyse des conditions de la crue de la Seine en 1910 permet de mieux comprendre qu'à partir d'un certain niveau de saturation des bassins, la fonction de rétention de la forêt ne peut plus s'exercer ; au-delà d'un certain seuil, la forêt n'a plus d'influence directe sur le volume de la crue. Mais, par le jeu des retards d'écoulement dans les différents affluents, elle peut étaler les débits dans le fleuve et ralentir la vitesse de propagation de la crue sur l'émissaire et donc réduire les dégâts des inondations. On arrive à un certain consensus dans ce domaine du côté des forestiers [179, 180].

À Madagascar, les crues sont plutôt redoutées en particulier celles de la Fiherenana (qui a obligé à déplacer la grande route reliant Tuléar au reste de l'île). Elle se signale « par des crues très violentes dues à une déforestation généralisée des bassins supérieurs. La Fiherenana tend de plus en plus vers le régime torrentiel […] La ville de Tuléar conserve aussi le souvenir de la crue de 1913 qui la submergea complètement pendant plusieurs jours » [181, p. 100]. Dans la Grande Île, les inondations catastrophiques de début 1959 entraînent de nombreuses pertes de vies humaines. Et, dès 1938, dans la partie « Forêts », le plan de développement de Madagascar inscrit : « Le but [des reboisements climatiques] est de régulariser le régime des eaux afin d'éviter les inondations, ou tout au moins d'en réduire les effets. Un grand nombre de vallées sont cultivées mais menacées par les inondations en raison de la progression du déboisement dans le bassin de réception de la rivière qui les arrose. » [182, p. 5]

Tout à fait différente est la position de l'inspecteur des Eaux et Forêts Maurice Mangin à la suite de sa mission en Afrique-Occidentale française, en 1923. Considérant l'inondation comme favorable, il écrit : « Bien plus graves sont les effets du déboisement sur le régime des crues qui sont, en Afrique occidentale, comme

20. *Revue Générale des Sciences* du 15 novembre 1910 et du 15 novembre 1911.

dans tous les pays tropicaux, le facteur fondamental de la prospérité agricole du pays. » [94, p. 474] Il compare la crue annuelle du fleuve Sénégal en 1870, 1900 et 1920, à son entrée dans la vallée alluvionnaire et dans la basse vallée (et donne même des courbes de débit, mais à partir de quelles stations de mesure puisque l'échelle de crues de Bakel n'est installée qu'en 1901 ? S'agirait-il seulement de dires, d'observations visuelles sur les niveaux atteints ?) ; et à la suite de quoi, il dénonce à la fois le déboisement des hauts bassins et la destruction des peuplements de la vallée alluvionnaire. « Il y a 50 ans, les peuplements forestiers qui garnissaient tous les versants des nœuds orohydrographiques, atténuaient la violence des premières pluies. […] La crue du fleuve […] atteignait dans la gorge sa hauteur normale, 14 à 16 mètres, régulièrement, par une suite de paliers successifs correspondant à chaque affluent. Au sortir de la gorge, cette énorme masse d'eau, entrant dans la vallée alluvionnaire, s'y heurtait à une suite de massifs boisés qui garnissaient sur toute leur longueur les berges du fleuve ; ce barrage filtrant, amortisseur remarquable, atténuait la violence de la crue, retenait les eaux, qu'il obligeait à se répandre sur une surface plus grande, augmentant ainsi leur durée d'écoulement et par suite leur bienfaisante action. » Dès 1900, il n'en était déjà plus de même : « Actuellement (1923) la déforestation s'est accentuée et les altérations au régime de la crue se sont accrues. Dans la gorge, la crue s'établit par saccades et son amplitude maxima moyenne ne dépasse guère 8 mètres. Dans la vallée alluvionnaire, la crue ne se fait plus sentir que pendant 3 ou 4 mois, les terres à la cote de un mètre ne sont plus inondées que pendant six à huit semaines, au-dessus plus rien. » [94, pp. 475-476] [Au lieu d'une submersion de 7 mois en moyenne à un mètre, et atteignant la cote de 7 mètres]. Maurice Mangin ajoute à la même page : « La déforestation, en altérant profondément le régime des crues des fleuves en Afrique-Occidentale française, a restreint la navigation fluviale (tonnage de la navigation à Kayes en 1900 : 10 000 tonnes ; en 1920 : 1 000 à 1 200 tonnes) ; elle a diminué notablement les superficies cultivables [21] provoquant une émigration des autochtones vers des contrées plus favorisées […], enfin elle a provoqué une progression de la salure des eaux dans la partie basse des fleuves. » Autre fleuve africain, autre situation, celle du bassin du Logone ; Rolley *et al.* écrivent en 1946 : « Les seuls moyens efficaces de lutte pour tempérer la crue seront à rechercher, 1) dans le maintien de la couverture végétale sur les terrains d'amont en luttant contre les défrichements inconsidérés et les feux de brousse, 2) dans l'aménagement des rives du fleuve et de son lit (rectification de la Tangilé). » [139, p. 58] La crue n'est pas vue ici comme bienfaisante (pas de cultures de décrue), mais l'insistance sur le maintien de la couverture boisée est la même.

Le problème des inondations se pose de façon bien différente en Indochine, et spécialement au Tonkin pour le delta du fleuve Rouge où il s'avère d'une grande complexité. Il s'agit en effet à la fois de protéger contre la submersion par les eaux de crue les villages, les villes (Hanoi), les cultures, d'assurer la meilleure navigabilité possible du fleuve, des rivières et *arroyos* et de permettre l'irrigation contrôlée sur deux cultures annuelles de riz (du 5e et du 10e mois). Les solutions sont multiples : endiguement – commencé vers le XIIe siècle –, déversement contrôlé vers des

21. Essentiellement cultures de décrue, JG.

exutoires ou des zones inondables sans danger, exhaure en saison sèche, contrôle en amont des apports brutaux d'eau soit par des réservoirs, soit par le frein au ruissellement qu'offre la végétation forestière [183]. Les crues sont fortes à Hanoi (étiage : 700 m^3/s, crue de 1918 : 28 000 m^3/s, à Viétri avant les défluents : 30 à 35 000 m^3/s) et plus ou moins brutales (on distingue à Yen-bay-Hanoi des crues à montée lente de 36 heures, et celles à montée rapide de moins de 4 heures). Le maintien ou l'exhaussement des digues anciennes, la création de nouveaux endiguements, d'écluses sont passés des mains des mandarins annamites à un puissant service des travaux publics qui fera presque seul la loi, jusqu'au développement d'un service de l'hydraulique agricole, plus concerné par l'irrigation au début des années 1920, mais au prix d'une longue guérilla avec le service forestier. Il semble que ce soit en 1911 que les hostilités entre service des travaux publics et service forestier se déclenchent. Dans un mémoire au gouverneur général, Roger Ducamp avance : « L'œuvre véritable à entreprendre pour sauver le delta des inondations se résume tout entière dans celle de l'organisation sérieuse (calculée d'après un programme) du service de la colonisation forestière. Ce programme de très longue haleine veut la création de divisions et de réserves forestières. » [184, verso p. 4] Cette idée est reprise dans la presse locale. Sous le pseudonyme de « Sylvain », il publie dans le *Courrier de Haïphong* le 24 août et le 4 septembre 1912 un article intitulé « Influence des forêts sur les phénomènes physiques : humidité et pluie ». Dans le même journal, son collaborateur A. Verdaguer [22] publie le 20 octobre 1912 « Influence des forêts sur le régime des cours d'eau » et, dans la *Revue des Eaux et Forêts* la même année [185] : « Contre le déboisement – Menaces de déforestation en Indochine », il n'hésite pas à écrire : « Pas de bonne hydraulique agricole sans forêt. Il ne sert à rien de dépenser des millions à construire des barrages et à creuser des canaux d'irrigation si, faute de quelques centaines de millions de francs, nous étions exposés à voir les fleuves et les rivières tantôt déborder, tantôt être à sec. […] Le mot d'ordre des individualités, comme de la haute administration, doit être "guerre au déboisement" ». L'ingénieur en chef de la circonscription territoriale du Tonkin du service des travaux publics, Lefebvre, publie en fin d'année 1913 [187] une étude détaillée du réseau hydraulique du delta, des modalités de la crue de 1913, « une des plus élevées et en outre remarquable par sa durée » (page 1007) et une estimation des dégâts ; il chiffre ceux-ci à 541 000 piastres, soit 1,3 million de francs pour les ouvrages de l'administration, et calcule que la perte de 109 000 hectares de rizières du 10e mois représente 5 745 000 piastres, soit plus de 14 millions de francs de l'époque pour les indigènes. Cette crue rencontre un écho chez les forestiers métropolitains. Chancerel rappelle : « Pendant l'été 1913 ont eu lieu des inondations considérables en Indochine. On a signalé quatre provinces sous deux mètres d'eau, des villes ravagées, des exploitations ruinées et de nombreuses populations émigrant pour fuir le sinistre. […] En 1910, dans nos "Actualités de la science des forêts", nous avons indiqué la vraie cause de ces désastres : c'est le déboisement. » [151,

22. A. Verdaguer, agent forestier, rédacteur au gouvernement général, section forestière, est un fidèle, un véritable séide de Roger Ducamp, avec lequel il entretiendra de 1913 à 1938, date du décès de ce dernier, un échange régulier de correspondances en l'appelant « Cher Maître ».

pp. 72-73] Et il cite un spécialiste de l'Indochine, Pouvourville : « Qui est maître de l'arbre est maître de l'eau… Pour avoir coupé trop d'arbres en Indochine, prématurément et n'importe où, nous sommes les esclaves et les victimes des eaux indépendantes, des eaux délivrées de la forêt. » Au Congrès international forestier de Paris en juin 1913, Chaplain dit : « L'anéantissement des forêts des vallées du fleuve Rouge et du Mékong a rendu plus brutales les crues de ces cours d'eau […]. C'est également au déboisement du haut Tonkin et du Yunnan qu'il faut attribuer les inondations qui se produisent au Tonkin. » [255, p. 160]

A. Normandin, ingénieur des Ponts et Chaussées, chef du service des travaux publics de l'Indochine, s'intéresse à l'hydraulique agricole [188, 189] et traite à deux reprises du problème des crues en 1914 [194], puis à nouveau en 1925 [195]. Le premier article entraîne un préambule de la direction du *Bulletin Économique de l'Indochine* signé H.B. : « On comprendra que nous fassions les plus expresses réserves sur le rang d'importance tout à fait secondaire que M. Normandin semble attribuer à la question du déboisement dans le problème des crues. » Dans une première partie (20 pages écrites en octobre 1913), il fait un historique des grandes crues du fleuve Rouge, évoque les commissions de 1895 et 1905 qui se sont penchées sur le renforcement ou la suppression des digues, et fait le point sur les mesures à envisager en matière de submersion ou de rupture des digues. Il est intéressant de noter qu'il donne une estimation de la superficie en projection horizontale des grands bassins versants page 17 et qu'il reconnaisse, page 18, que « les observations de débits faites sur le fleuve Rouge et ses affluents ou différents ne sont pas très nombreuses et certaines manquent de précision ». Dans la seconde partie, pages 36-45, il « discute les nombreux remèdes mis en avant par différentes personnes pour l'atténuation des crues » : établissement de réservoirs d'emmagasinement, creusement de canaux de décharge augmentant la section affectée au passage des eaux et reboisement. En ce qui concerne ce dernier, il exprime clairement son opinion, pages 36 à 38 : « Je suis convaincu que le déboisement n'a à peu près aucune influence au Tonkin sur les crues. […] J'estime qu'il n'y a pas lieu d'imputer au déboisement du Yunnan les excès du fleuve Rouge et que le reboisement n'aurait une action bienfaisante marquée que pour les crues moyennes […]. Le déboisement a une action néfaste sur les crues moyennes dont il augmente l'importance, en en diminuant la durée, il a une action bien moindre sur les crues exceptionnelles » (phrases toutes soulignées dans le texte original). Sa conclusion, page 45, est nette : « Il faut bien reconnaître que nous sommes impuissants à lutter contre ce fléau lorsqu'il atteint en intensité ou en durée les proportions des crues de 1893, 1904 ou 1913. […] Je ne vois pas autre chose que le fonctionnement des déversoirs au Vinh Yên, la rectification du lit majeur et la consolidation des digues […] mais sans exhaussement supérieur au niveau de la crue de 1913. Tous les autres remèdes proposés de divers côtés […] ou bien seraient inefficaces, ou bien entraîneraient des dépenses absolument disproportionnées aux résultats qu'on peut atteindre. » Tout en soulignant que ces opinions sont très différentes de celles ordinairement exposées dans la *Revue des Eaux et Forêts*, celle-ci publie en 1914-1915, dans son numéro 53, pages 369-372, une longue analyse dudit article. La réplique forestière ne tarde pas : « garde forestier et vieux Tonkinois », A. Verdaguer, dans le numéro suivant du *Bulletin Économique de l'Indochine*, lance quelques piques « vis-à-vis de l'autorité que doit être en la matière » A. Normandin. « Si elle ne s'en tenait qu'à la

théorie de M. Normandin, l'opinion générale serait induite en erreur. » [190, p. 240] Il discute les notions de crue ordinaire et de crue exceptionnelle : « Que disparaisse la forêt et il n'y aura plus comme ordinaire que des crues exceptionnelles. » Il examine les conséquences du déboisement au Tonkin de même ampleur que celui du Yunnan, défend l'idée que la forêt est plus efficace que la brousse, cette dernière « ne servirait-elle qu'à favoriser la reconstitution de forêt, ce serait déjà énorme » [190, p. 243], et critique l'élévation des digues pour les rendre insubmersibles. Dans le delta, il propose le dragage naturel du lit mineur, l'élargissement du lit majeur, des plantations arbustives sur les berges et les épis, empiétant ainsi sur le domaine des Travaux publics ; « en montagne, protection et reconstitution de la forêt, immense réservoir naturel qui a d'ailleurs pour lui l'énorme avantage de ne coûter que très peu d'abord, et ensuite, de payer largement les dépenses occasionnées ».

À la suite d'un mémoire adressé par Son Excellence Hoang-cao-Khai au résident supérieur du Tonkin [273], proposant cinq mesures en matière de digues et la création d'un service spécial chargé de celles-ci, l'ingénieur principal des Travaux publics Rouen, chef du service de l'hydraulique, examine ces propositions et chiffre l'ordre de grandeur du programme à réaliser (33 millions de piastres soit environ 82 millions de francs) [256]. Il écrit page 454 : « S.E. Hoang-cao-Khai émet l'avis que le déboisement des montagnes est une des causes principales de l'intensité et de la rapidité des crues qui vont sans cesse croissant. Les avis sont assez partagés sur ce sujet par les ingénieurs les plus éminents. Dans ce pays, après le déboisement, la végétation recouvre généralement les terrains et son action pour la retenue des eaux est comparable à celle de la forêt. Il serait bien cependant de conserver les forêts sans leur attribuer un rôle exagéré. Malheureusement une partie du bassin du fleuve Rouge et de ses principaux affluents est en territoire chinois et l'administration française, malgré ses efforts, a bien du mal à empêcher les cultivateurs nomades à effectuer des déboisements inconsidérés sur son propre territoire. »

Des projets concernant la lutte contre les inondations auraient été soumis au gouverneur général en 1917. « Il serait facile au Tonkin de remédier au ravage des inondations. Il suffirait pour cela de mettre en réserve pour la forêt dans le bassin du fleuve Rouge 700 à 800 000 hectares d'anciens boisements qui, détruits par le feu, vont peu à peu à la ruine. » [171] Au congrès d'agriculture coloniale qui se tient à Paris en 1918, l'ingénieur général des Travaux publics de l'Indochine, L. Costantin, déplore le déboisement : « Ces déboisements inconsidérés accentuent le régime torrentiel des affluents du fleuve Rouge et font prévoir une augmentation progressive de la violence et du niveau des crues, ainsi que du volume déjà trop considérable des apports. La durée des crues diminuera sans doute quelque peu, mais c'est là une faible compensation, car le principal danger pour le delta et le plus difficile à combattre réside surtout dans leur hauteur excessive et non dans leur durée. » [196, p. 42] Dans son copieux *Inventaire des bois du Tonkin* [162], publié en 1918-1919, Auguste Chevalier décrit assez longuement les conditions et sujétions locales : « À Viétri, le fleuve Rouge reçoit la rivière Claire et la rivière Noire, celle-ci presque aussi importante que lui et jouissant du même régime. Par suite de ces coïncidences, les crues de ces deux rivières concordent généralement, et leur débit est proportionnel à l'étendue des bassins qui atteint pour chacune de 45 000 à 50 000 km^2. Cette immense surface est presque partout déboisée, ce qui explique les crues subites du fleuve dans les basses régions,

crues entraînant sinon tous les ans, du moins fréquemment, des désastres incalculables et obligeant le service des Ponts et Chaussées à refaire fréquemment des travaux d'endiguement considérables et très coûteux. » [162, p. 25] Il reprend le même thème, page 45 : « Les fortes crues du fleuve Rouge, qui n'étaient autrefois qu'une exception, tendent à revenir annuellement. Il n'y a pas de doute que les inondations qui affligent presque chaque année la partie riche et cultivée du Tonkin sont dues en grande partie au déboisement inconsidéré des hauts plateaux du Yunnan situés en territoire chinois et aussi, dans une grande mesure, au déboisement des montagnes situées dans notre propre territoire. » Pour Auguste Chevalier, deux remèdes : « La lutte contre le *ray* pour arrêter la destruction des forêts sur les montagnes est un des problèmes forestiers les plus urgents à résoudre en Indochine. Depuis une quinzaine d'années, on paraît beaucoup s'occuper de cette question, mais il y a, en réalité, peu de résultats, et il n'y en aura que le jour où on le prendra véritablement au sérieux, en affectant à la conservation des forêts de montagnes des hommes ayant à la fois la compétence technique et le doigté politique nécessaire pour avoir de l'action sur les populations primitives et nomades de la forêt, enfin en mettant, à la disposition de ces agents, les crédits indispensables. Il est difficile de faire comprendre à un profane qu'il y ait utilité à entretenir des forêts dans des régions où elles seront sans doute toujours difficilement exploitables » ; et : « Nous pensons qu'il serait possible d'atténuer le mal en reboisant progressivement les montagnes dénudées ou en train de le devenir situées dans la haute région [23] » [162, pp. 44-45]. J. Prades, déjà cité, écrit en 1923 : « Les travaux de défense contre les inondations par maintien de la couverture boisée en étendue suffisante coûteraient certainement beaucoup moins que ceux envisagés par le service des travaux publics, qui, depuis 1916, a dépensé près de 3 millions de piastres, rien que pour le rechargement et le renforcement des digues du Tonkin. » [193, p. 40] Il ajoute, page 41 : « Personne ne veut croire aux cris d'alarme poussés. Ce n'est que dans un siècle que les faits viendront brutalement prouver la justesse de ces cris d'alarme. » J. Prades rejoint ainsi en partie l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Ruelle qui, en 1879, dans un rapport au ministre des Travaux publics, écrivait, au sujet de la France : « Au moment où l'on va dépenser cinq milliards pour améliorer les voies de communication, n'est-il pas rationnel de demander un vingtième de ce formidable chiffre pour accomplir l'œuvre de reboisement des montagnes, d'où dépend la sécurité des communications d'une partie du pays. » (*cf.* [270, p. 29]) Sans aller jusqu'à satisfaire un vœu émis par la commission agricole de la conférence impériale de 1934 tendant « à obtenir que les crédits affectés aux forêts soient au moins égaux à ceux de l'hydraulique agricole [24] », l'inspecteur des Eaux et Forêts André Consigny déclare à propos des dégâts sur la côte d'Annam : « Rien que cette économie d'entretien et de réparation paierait les frais du reboisement qui, en 7 ou 8 ans, stabiliserait les terres, les améliorerait et diminuerait les crues. » [199, p. 187]

23. Il est intéressant de noter d'une part l'allusion à l'insuffisance technique du service forestier du Tonkin où il n'y a plus à l'époque d'officier breveté de Nancy et d'autre part, qu'en dépit de ses qualifications, Auguste Chevalier ne propose pas de substitution agronomique et culturelle au ray et soutient une attitude répressive, « avec doigté ».

24. *La Quinzaine coloniale* du 25 mai 1935, p. 199.

Alors que la population du delta croît – 3,5 millions d'habitants en 1924, sur environ 700 000 hectares –, les inondations se succèdent par suite des fortes crues et des submersions et ruptures de digues (crues importantes en 1893, 1902, 1904, 1911, 1913, 1915, 1917, 1918, 1923, 1937, 1945). La longueur des digues dépasse 900 km pour le seul bassin du fleuve Rouge, et en plus près de 500 km pour l'autre grand fleuve du delta, le Thai-Binh. Dans les *Annales des Ponts et Chaussées* 1925-1, A. Normandin publie une longue étude sur les crues du fleuve Rouge, que le *Bulletin Économique de l'Indochine* s'empresse de reproduire : « Presque dès le début de l'occupation française on s'est mis à discuter sur la question de l'endiguement, sur l'opportunité de son maintien, sur les divers moyens à employer pour réduire l'importance des crues dans le delta. Les terrains étaient de plusieurs mètres en contre-bas du niveau des grandes crues du fleuve Rouge et de ses défluents. » [195, pp. 217-218] L'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées expose les solutions envisageables et reprend à peu près textuellement les arguments qu'il a avancés en 1914. Malgré le coût (150 000 francs or le kilomètre de digue créé), il s'attache à défendre l'endiguement renforcé, avec exutoires contrôlés, et pour cela s'appuie sur les travaux effectués sur le Po et le Mississipi. Bien entendu, il dénigre la solution forestière : « Il est d'opinion courante, au Tonkin plus qu'en aucun autre pays, que la disparition des forêts a les conséquences les plus néfastes pour le régime des eaux, et notamment aggrave considérablement les crues. J'estime pour ma part que c'est là une opinion sinon fausse, du moins très exagérée. » [195, p. 217] S'appuyant sur l'exemple de la crue de la Seine en 1910, et celle de la Loire en 1856, il conclut page 221 : « Le déboisement a une action néfaste sur les crues moyennes dont il augmente l'importance, en en diminuant la durée ; il a une action beaucoup moins certaine sur les crues exceptionnelles. » En 1925, un autre auteur estime la surface cultivée en riz au Tonkin à 1 133 000 hectares, la longueur totale des digues à environ 2 000 kilomètres, les dépenses à cet égard de 1918 à 1923 à 2 300 000 piastres, sur un total de 6 685 000 piastres pour les travaux neufs d'hydraulique (dont canaux d'irrigation) de 1900 à 1924 sur le budget général et le fonds d'emprunt [257, p. 2386 s.). (Imprécision des chiffres sur le développement des digues, mais aussi sur les dépenses.) Dans *Le problème économique indochinois* paru en 1934, Paul Bernard [197, p. 86] cite les données suivantes : volume des digues du fleuve Rouge et défluents avant l'occupation : 20 millions de m^3 ; en 1930 : 72 millions de m^3 ; après les travaux en cours : 77 millions de m^3 ; dépenses de 1917 à 1924 : 1 300 000 piastres ; de 1924 à 1930 : 10 800 0000 piastres ; en cours et à exécuter en 1931 : 7 400 000 piastres, soit un total de plus de 19 millions de piastres (près de 50 millions de francs or). Le service forestier du Tonkin, longtemps entre les mains de chefs issus du cadre local, privé du dynamisme de Ducamp et de ses fidèles, fait dans cette histoire figure de vaincu[25]…

25. On retrouvera souvent, et encore très récemment, des discussions analogues en particulier au sujet des crues du Brahmapoutre et des catastrophes au Bangladesh et de l'influence du déboisement de l'Himalaya. En 1953, le géographe P. Gourou rappelle que « des mesures faites sur les avant-monts de l'Himalaya ont montré qu'en cas de forte pluie une partie couverte de belle forêt écoule 1 m^3/s et par km^2 pendant la pluie, tandis que la même pente dénudée par le pâturage et le piétinement en fournit 18 m^3. » [129, p. 400]

I.3.4 LES FORÊTS INONDÉES

Si la grande forêt dense humide du nord inondée du Moyen-Congo reste longtemps inexplorée et donc inexploitée, sauf par d'épisodiques ramassages de copal dans les alluvions, la plupart des forêts soumises à submersion quotidienne ou prolongée sont à peu près partout menacées par le défrichement. Le premier cas est celui des mangroves avec leurs peuplements de palétuviers. La forêt du Cameroun est exploitée entre 1910 et 1925 environ en particulier pour la production de merrains pour la tonnellerie et de traverses de chemin de fer ; celles de l'ouest de Madagascar fournissent des écorces de palétuviers, en particulier à des firmes allemandes (200 000 tonnes entre 1902 et 1918, ce qui équivaudrait à 2 millions de m^3 de bois !). Les palétuviers africains étant peu riches en tannins, les mangroves africaines sont souvent détruites. Auguste Chevalier, en 1906, déclare au sujet de la Côte d'Ivoire : « Nous ne faisons pas entrer en ligne de compte les palétuviers ; leur existence le long des rivières et des lagunes constitue un grand obstacle pour la navigation. Leur disparition par l'exploitation serait, à tous égards, désirables. » [198, p. 395] La mangrove de Guinée, qui a alimenté l'usine électrique de Conakry pendant la Deuxième Guerre mondiale et approvisionne en bois de feu cette agglomération, est progressivement mise à mal pour la fabrication artisanale de sel puis, dans les années 1950, plus brutalement, pour la création de polders rizicoles (Centre de recherches rizicoles du Koba créé en 1953).

En Indochine : trois cas de figure. Au Tonkin, A. Verdaguer s'élève en 1912 contre l'exploitation sans aucune méthode des peuplements de palétuviers, détruisant les jeunes tiges, alors qu'« un boisement de palétuviers maintenu compact sur toute la longueur des berges et sur la profondeur voulue, laissant pour la libre circulation de l'eau, la largeur de lit nécessaire, ferait pour le dragage du Cua-Cam par exemple, beaucoup plus que les seuls coûteux travaux mis en œuvre depuis plus de dix années » [186, p. 487]. La mangrove et l'arrière-mangrove à *Melaleuca* de la Cochinchine, beaucoup plus importantes que celles du Tonkin, sont équipées de canaux de circulation des bateaux. Une partie est lotie en grandes concessions pour la riziculture, l'autre est mise en exploitation régulière, en particulier pour la production de charbon de bois. Divisée en séries et parcelles par tout un réseau de grands et petits canaux, elle devient la plus grande mangrove aménagée du monde [254]. La troisième situation indochinoise est constituée par la vaste forêt inondée du Cambodge, autour du Grand Lac. La superficie de ce dernier, allant de 300 000 hectares aux basses eaux à environ un million d'hectares aux plus hautes eaux, englobe 650 000 hectares boisés, en partie sous l'eau plusieurs mois par an. Cette forêt est largement exploitée, approvisionnant en particulier l'agglomération de Phnom Penh à partir de chaloupes ; cependant son utilité est contestée, sa gestion est difficile et les alluvions qu'elle recouvre sont convoitées pour y faire des cultures intensives. Dans un mémoire à la Société de biogéographie, E. Évrard s'alarme du projet de sa destruction (*cf.* [200, p. 10]). Une mission du chalutier *De Lanessan* (750 tonneaux) et une conférence de P. Chavey, directeur de l'Institut océanographique de l'Indochine le 23 avril 1937 à Paris, font basculer l'opinion. On connaissait depuis longtemps la richesse ichtyologique du Grand Lac (« On ne navigue pas sur ses eaux, mais sur le poisson » dit la renommée locale)

– *cf.* IV[e] partie ch. 4 – ; mais P. Chavey expose que la forêt est à la fois refuge, zone de frai et d'alevinage et forte contribution à la richesse alimentaire des eaux (microflore et microfaune) et que sa suppression aurait des conséquences pour la pêche non seulement dans le Grand Lac mais jusque dans le golfe du Siam. Le service forestier du Cambodge s'empresse de mettre 28 000 hectares en périphérie des basses eaux sous protection. Tout danger de destruction définitive est (1938) écarté. Qu'en est-il advenu depuis ?

I.3.5 DÉBITS SOLIDES ET ENVASEMENTS

L'ensablement des cours d'eau, l'envasement des deltas, l'engravement des réservoirs, la perte de sols fertiles par transport jusqu'à la mer de produits de l'érosion superficielle ou des berges, ont depuis longtemps attiré l'attention des forestiers, mais surtout à la fin du XIX[e] siècle. Évoquant le coût élevé des dragages d'entretien, ceux-ci mettent en balance les dépenses de protection des forêts à l'amont. Un forestier en service aux Indes écrit en 1889, suite à l'ensablement du port de Karachi : « *No doubt the Indus is a difficult river to manage ; it is, however, very probable that a tithe of the money spent in dredging the harbour, if expended on the preservation and protection of the banks and headwaters of the mighty stream and its tributaries* […] *would have kept the harbour freer of silt than it now is, and saved Governement many thousands of rupees.* » [201, p. 334]. Comme en écho, Georges Fabre écrit dans un rapport du 15 décembre 1895 proposant l'établissement du périmètre de la Dombie dans le massif de l'Aigoual (qu'il s'acharne à reboiser) : « Cet entraînement de matériaux constitue pour l'État, dans la seule Gironde, une perte qui s'élève annuellement à plus de 3 millions de francs. Il serait probablement plus économique d'employer des moyens préventifs en amont que des curages en aval. » De tels arguments seront repris, en particulier en Indochine.

Si on constate bien la couleur rouge, noire ou claire des eaux des fleuves, l'estimation du débit solide est plus délicate. D'après un vieux pêcheur, depuis 1850, le Grand Lac du Cambodge se colmate rapidement sur ses rives sans que la profondeur d'eau du lac en général ait apparemment changé [203]. En 1930, on estime la charge transportée par le Mahawelli Ganga à partir de son haut bassin versant, au-dessus de Peradenya-Kandy au Sri Lanka, entre 300 000 et 820 000 tonnes par an [204, p. 158]. En 1910-1912, Dupouy, chef du laboratoire des Mines de l'Indochine, fait une « série de mesures sur la quantité de limon en suspension dans les principaux cours d'eau de l'Indochine » et A. Normandin [195, note de bas de pages 209-210] présente en 1925 les résultats des moyennes annuelles :

– pour le fleuve Rouge à Lao-Kay : 0,315 kg par m^3 ;
– à Hanoi : 0,785 kg par m^3 ;
– pour la rivière Noire à Hoa-Binh : 0,206 kg par m^3 ;
– et pour la rivière Claire à Puyen-Quang : 0,141 kg par m^3.

Mais il relève aussi que « Dupouy a constaté fréquemment sur le fleuve Rouge des troubles de 3 et exceptionnellement 7 kg par m^3 [26] ».

26. Donc pour le seul fleuve Rouge, un ordre de grandeur de 100 à 200 millions de tonnes par an !

À Madagascar, l'eau de la Betsiboka rougit assez largement le canal du Mozambique et le port de Majunga est menacé d'ensablement. Louis Bégué avance en 1952, pour ce fleuve, un débit solide de 100 millions de m^3 par an [202, p. 119]. Mais de quel tonnage ? À peu près à la même époque, P. Gourou donne les chiffres suivants pour les grands fleuves en partie tropicaux : Amazone : 0,1966 kg/m^3 ; Mississipi : 0,638 kg/m^3 ; Congo : 0,0385 kg/m^3 ; Yang Tsé Kiang : 0,930 kg/m^3 ; Hoang Ho : 4,80 kg par mètre cube [27]. Le Mékong, chargé de limons jeunes, « en transporte des centaines de millions de mètres cubes qui vont se déposer dans son cours inférieur et dans le grand delta cochinchinois » (*cf.* [206]). Et Charles Robequain donne les volumes moyens extraits par an par les dragages en Cochinchine, et pour la décennie 1890-1900 : 824 000 m^3, pour la décennie 1920-1930 : 7 233 000 m^3, soit près de huit fois plus (mais les nécessités en vue de la navigation et de la riziculture ont changé dans ces trente années) [207, p. 139]. Cette augmentation du volume annuel de dragages est peut-être exigée par les nécessités économiques, et traduit probablement une augmentation de l'érosion dans les bassins versants, mais elle est fonction aussi de la puissance des moyens mis en œuvre. Les volumes de terres dragués pour améliorer les voies d'eau et ouvrir des canaux sur l'ensemble de l'Indochine auraient été de 50 000 m^3 en 1866, de 106 millions de m^3 en 1930, et de 230 millions de m^3 en 1934, soit le volume déplacé pour le creusement des canaux maritimes de Suez ou de Panama [208, p. 131]. Bien entendu, le problème de l'envasement dans le delta du Tonkin et la question liée du port de Haiphong n'avaient pas échappé à Roger Ducamp. Si on en croit un projet manuscrit de sa main du 10 janvier 1937 intitulé *Un rêve sous le grand banian de Viétry*, c'est au cours de l'été 1899 qu'il conçoit un double projet pour les résoudre : protéger les forêts et séparer les eaux rouges et les eaux légères de la rivière Claire. Il l'expose dans le mémoire de 1911 (ou 1912) adressé au gouverneur général : « Si les pouvoirs publics ne voulaient pas réaliser d'abord cette vérité indiscutable que la question du port de Haiphong est intimement liée à la question forestière du pays et ensuite à agir en conséquence pour solutionner ces deux affaires l'une par l'autre » (il propose, pour parer au plus pressé, de trancher le nœud fluvial des Sept Pagodes) « greffe accidentelle de deux réseaux fluviaux très différents, l'un d'eaux claires venant de vallées boisées, l'autre à l'ouest et au nord de bras deltaïques chargés de boue […] (c'est-à-dire) rendre à chacun des réseaux fluviaux leur individualité, garder à l'est les eaux claires pour les conduire en rivière de Haiphong (effet de chasse). » [184] Il avait au préalable averti : « *Le but vers lequel il fallait aller, le seul* qui s'offrait alors à l'administration : sauver dans la mesure du possible, avec des moyens tout à fait insuffisants, les boisements de la moyenne région battue par les grandes pluies d'été dont dépendaient les rivières *en eaux claires* du Tonkin qu'elles alimentent » (souligné dans le mémoire original) [184, verso p. 2]. Est-il utile d'ajouter qu'il argumente en faveur de plus de moyens pour le service forestier en égard au coût élevé et répété des dragages ? On retrouve la même idée concernant Haiphong de la part de l'amiral Decoux, gouverneur

27. Pour une donnée sur le haut bassin d'un fleuve africain, Energoprojekt en 1976, à partir de mesures en période de hautes eaux sur le Bafing (Guinée) avec 0,0256 kg/m^3 d'eau plus un charriage de fond (négligé auparavant), estime le débit solide de cette partie du haut Sénégal à 304 000 tonnes par an.

général de l'Indochine pendant la Deuxième Guerre mondiale [209]. À la page 456, il écrit : « Ce port en rivière, dont le plan d'eau est exigu, la profondeur insuffisante et dont la barre d'entrée exige, à l'estuaire, des dragages permanents et coûteux. En dépit des dépenses astronomiques prévues (pour la modernisation de ce port), Haiphong n'aurait jamais été, à l'issue de ces travaux, qu'un port médiocre » : d'où un projet de port en eau profonde à Port Courbet. Decoux ajoute, page 467 : « Parallèlement d'ailleurs, j'avais décidé de stabiliser la situation dans le port même de Haiphong en arrêtant l'envasement de la rivière, par la séparation des eaux claires et des eaux boueuses, à la hauteur des Sept Pagodes, comme le prévoyait le projet initial de 1939. » L'amiral omet qu'un certain forestier, Roger Ducamp, l'avait déjà proposé en 1912, ou bien, écho de la rivalité entre service forestier et service des travaux publics, on le lui avait bien caché…

I.3.6 LES FORÊTS ET LES EAUX AU FIL DU TEMPS

La relation entre les forêts et les eaux, si fortement symbolisée par l'expression « Eaux et Forêts », largement admise à la fin du XIX^{e} et au début du XX^{e} siècle, est bien sûr largement ancrée chez les forestiers. Elle va être renforcée par la demande croissante en eau en quantité et régularité pour l'irrigation et l'hydroélectricité. Le grand voyageur Roger Ducamp expose en 1911 [271] les grands projets d'irrigation en Mésopotamie et propose au gouvernement de l'Empire ottoman le concours des forestiers français pour le reboisement en Turquie dans les bassins du Tigre et de l'Euphrate : « L'œuvre de conservation des boisements et de reforestation des hauts bassins […] domine supérieurement tout ce qui peut être projeté à ce sujet. » En 1950 Auguste Chevalier plaide pour un vaste effort de reboisement et de « réfection des sols » en AOF [27, 28] et propose une série de mesures. Ceci est repris par un géographe, P. Pelissier [274], qui résume les cinq communications successives d'Auguste Chevalier à l'Académie des sciences sur la désertification des territoires septentrionaux de l'AOF et conclut : « Même si l'on admet que le dessèchement se poursuit de nos jours, cette progression est dans cette hypothèse assez lente pour qu'il ne soit pas tenu pour responsable des ravages constatés depuis un demi-siècle. C'est à l'échelle de quelques générations d'hommes que le mal est dénoncé ; c'est à cette échelle qu'il peut être combattu. L'entreprise de reboisement systématique proposé par Auguste Chevalier doit marquer la première étape d'une véritable reconquête. » C'est, de la part des services forestiers africains et malgaches, l'époque des grands efforts de reboisement et le début des entreprises de conservation des sols. Le secteur pilote de restauration du haut bassin du Bafing dans le Fouta-Djalon près de Mamou (Guinée française) est créé en 1951, mais c'est dix ans avant les indépendances ! Dans son rapport sur la situation agricole en Guinée, l'agronome et professeur René Dumont écrit en 1961 au sujet de la bananeraie : « La déforestation de la zone en amont des plantations […] a atteint ces dernières années une allure dangereuse. Elle compromet l'avenir de cette production en tarissant beaucoup de marigots dès le mois de février. Le pompage va s'imposer ou la retenue d'eau en hautes vallées, solutions toutes deux fort onéreuses. » [143, p. 46]

I.3.6.1 Aménager les fleuves ?

Déjà dans sa série de mesures [28], Auguste Chevalier proposait l'établissement d'étangs et de réservoirs dans les hauts bassins de l'AOF, et l'exemple de l'aménagement hydraulique de la vallée de la Tennessee, aux États-Unis d'Amérique, commence à être largement popularisé (après les premiers travaux de barrage ce n'est cependant qu'en 1941 qu'y débutent les expériences de *Pine Tree Branch*). Mais ce sont les projets hydroélectriques qui vont accélérer le progrès des connaissances en hydrologie. En 1925, Coste, directeur des chemins de fer à la Réunion, écrit : « Si l'on fixait par le reboisement seulement un dixième de cette eau perdue, on obtiendrait dans les rivières un débit de 10 à 12 000 litres à la seconde de plus, représentant 10 000 chevaux-vapeur, qui à 100 francs l'un, donneraient un million de francs annuellement. Nous dédions ces chiffres arides aux vandales qui se sont fait une loi, sinon un plaisir de ramener nos montagnes à n'être plus que des blocs de lave et de dénuder cette belle colonie qui bientôt ne sera plus qu'une jolie dame à qui on aura rasé sa splendide chevelure. » [211, p. 843] Le professeur Henri Lecomte, du Muséum et de l'Académie des sciences, rappelle en 1929 : « On peut dire qu'en absorbant peu à peu les eaux de pluie, pour les rendre ensuite, par la transpiration des arbres ou pour l'alimentation des sources, des rivières permanentes, les forêts de montagne sont les meilleurs auxiliaires de la "houille blanche" dont elles assurent la continuité dans le temps. » [174, p. 263] Cependant ce n'est qu'après la Deuxième Guerre mondiale que se développent des études sérieuses sur l'hydraulique. P. Darnault, ingénieur des Travaux publics, publie en 1947 une étude de 134 pages intitulée *Régime de quelques cours d'eau d'Afrique équatoriale et étude de leur utilisation industrielle*. En octobre 1949 est créé le service de l'hydraulique de l'Afrique-Occidentale française au sein du service des travaux publics de cette fédération, puis progressivement des services hydrauliques et des missions d'aménagement fluvial dans les huit territoires de l'AOF. Mais l'effort essentiel vient des jeunes équipes d'hydrologues de l'Orstom, sous la direction dynamique et compétente de Jean Rodier, appuyées en quelques endroits par Électricité de France. Le nombre de stations de mesure des niveaux des cours d'eau et de mesure des débits passe de moins de 80 stations en 1945 à plus de 700 en 1961 [212]. Dans les années 1950, des projets d'usines hydroélectriques sont présentés, pas tous réalisés. En Guinée, l'aménagement des grandes chutes sur la Samou débute en 1951 (16 millions de kWh) ; sur le Konkouré sont étudiés les barrages de Souapiti (3 milliards de kWh) et des chutes Amaria (2 milliards de kWh). L'usine d'Edea sur la Sanaga, au Cameroun, est la première construite et permet de produire de l'aluminium. Un projet de grande ampleur est étudié sur le Kouilou au Moyen-Congo (on envisage l'utilisation de l'énergie pour la production de pâte à papier d'où des recherches sur les boisements artificiels). Le Comité du Mékong est créé en 1957 entre Vietnam-Cambodge-Laos et Thaïlande pour étudier la mise en valeur des ressources hydrauliques de ce bassin fluvial.

I.3.6.2 La part des forêts

L'ampleur des projets et l'importance des moyens mis ou à mettre à l'étude et à l'œuvre dépassent très largement les faiblesses en hommes et en crédits des services forestiers. Ceux-ci cherchent cependant à se faire entendre, et y réussissent parfois.

C'est le gouverneur de la Guinée qui, à une séance de l'assemblée territoriale de cette colonie, rappelle : « Il serait inutile d'envisager l'investissement de 60 milliards (de francs CFA) dans les travaux hydrauliques du Konkouré si, par suite de la destruction du couvert forestier, les rivières devraient s'assécher. Il importe donc de prendre d'urgence des mesures […] pour la protection de la forêt, la conservation du sol, pour assurer à la fois l'avenir industriel du pays et l'alimentation d'une population sans cesse croissante » (cité à l'Assemblée de l'Union française le 10 juillet 1953 [213]). Donnons pour conclure ce paragraphe la parole à un forestier, Pierre Bellouard, qui écrit en 1954 : « On commence à s'apercevoir de la nécessité de conserver la forêt et la végétation pour la régularisation du régime des eaux depuis qu'il est question d'utiliser l'énergie des fleuves africains […]. Le Konkouré a un débit de 7 m^3/s en mai 1949, de 1 300 m^3/s en août de la même année. Les grands barrages de retenue pour régulariser le débit ont un coût élevé ; si on laisse l'érosion se poursuivre, les sédiments viendront combler progressivement le barrage et sa capacité sera réduite d'autant. » [214]

I.3.6.3 L'idée forte

L'idée forte qui subsiste tout au long de la période coloniale est que le déboisement a un effet néfaste sur le régime des eaux. Mais ceci s'accompagne de beaucoup de confusions, de nombreux a priori, de plus d'observations que de véritables recherches. Par exemple le Fouta Djalon est considéré comme le château d'eau de l'Afrique-Occidentale française, parce que les sources des grands fleuves ou de leurs principaux affluents y sont localisées. Mais quel rôle joue cet ensemble de reliefs dans l'importance, la régularité des débits, l'écrêtement des crues et le soutien des étiages ? La couverture forestière joue-t-elle un rôle très important parce qu'elle est souvent localisée (reléguée) sur des pentes plus ou moins fortes et parce qu'elle ne fait pas l'objet d'une exploitation intensive dénudant largement ou périodiquement le sol ? Des défenseurs de la culture autochtone intermittente, *ray* des montagnards indochinois ou *tavy* malgache, disent que la dispersion de petites surfaces défrichées n'ont aucune incidence sur les écoulements. Il y a lieu de noter que les opérations de conversion des forêts coloniales de grande ampleur : transformation en pâturages, reboisements en essences exotiques (par exemple Eucalyptus, Pins) ou vastes plantations d'hévéas ou de palmiers à huile sont rares et, quand elles ont lieu, sont conduites le plus souvent sans bouleversement du sol (sans intervention mécaniques lourd) et avec précaution, ce qui n'est plus le cas durant les dernières décennies. Sauf exception, cas de l'Afrique du Sud, on parle peu des effets des reboisements sur les approvisionnements en eau. Ce qui attire l'attention, ce qui mobilise éventuellement l'opinion, ce qui motive le plus les actions des forestiers, ce sont les conséquences de la déforestation.

Cette attitude générale persiste longuement. Citons trois auteurs non français. En 1938, Worthington, dans son panorama sur la science en Afrique, résume assez bien cette situation : « Les effets de la végétation naturelle, et particulièrement des forêts sur l'eau, sont un aspect des changements de l'environnement sur lequel on connaît encore bien peu de choses. Il est reconnu, bien que ce soit difficile à prouver,

que les forêts ralentissent le ruissellement et, par suite, rendent les fleuves pérennes au lieu d'être intermittents ; par conséquent, leur destruction, particulièrement dans les bassins versants et les terrains élevés, signifie que l'eau est disponible dans le sol sur de plus courtes périodes. […] On estime généralement qu'un seul peuplement d'arbres, par exemple une plantation cacaoyère, est moins efficace que la forêt naturelle mélangée pour retenir le ruissellement. » [61, pp. 8-9]

• En ce qui concerne l'Asie, Egon Glesinger écrit en 1949 : « *As the forests of Asia disappeared, the headwaters dried up, the rains washed away the mountains topsoil, floods poured land and silt onto farmland, and erosion took its toll. Now, to alleviate the suffering of Asia, the land must be reforested.* » [215, p. 9]

• Le professeur Wittich résume en 1952 la situation en Europe : « L'influence immédiate de la forêt sur l'économie des eaux est très importante, mais très variable suivant les conditions locales. » [216]

I.3.6.4 Le besoin de recherches

La nécessité de conduire des recherches sérieuses et sur des durées suffisantes est soulignée, et ceci tout spécialement pour les pays tropicaux. Au II^{e} congrès international de sylviculture à Budapest en 1936, il est souligné « le manque d'indications recueillies de façon uniforme et systématique » et l'intérêt de parcelles de mesure [217]. Lors de la 5^{e} *Empire Forestry Conferenc*e en 1948 [272], il est demandé : « Les forestiers doivent produire des preuves avant d'avancer qu'une telle couverture (peuplements forestiers pleins) est supérieure à d'autres types de végétation. D'où la nécessité d'un rapport sur les recherches qui ont été engagées pour fournir des données afin de remplacer les suppositions sur ce sujet. » Lors du III^{e} Congrès forestier mondial (Helsinki, 1949) est étudiée la question de « la protection des zones de captation et des bassins de drainage par le maintien d'un manteau forestier protecteur », et le congrès désapprouve l'idée que « les cours d'eau soumis à des alternatives de crues et de sécheresse peuvent être aménagés d'une manière satisfaisante au moyen de barrages, réservoirs et autres ouvrages d'art, sans qu'il soit nécessaire de reconstituer les forêts ». À la suite de leur mission aux États-Unis d'Amérique en 1952 [218], un groupe anglo-franco-belge de forestiers tropicalistes écrit page 105 : « On peut dire qu'on étudie depuis 35 ans déjà (Coweeta) l'influence de l'hydrologie générale des petits bassins de captation [28] sur l'ensemble des grandes rivières, ainsi que la consommation d'eau des différents types de végétation […]. D'une manière générale, cette question présente une importance capitale dans les pays tropicaux et subtropicaux, et pourtant on n'y a encore entrepris que très peu ou aucune expérience, et on ne possède que peu ou pas de renseignements précis. Après 35 ans de travaux aux États-Unis, on commence à peine à aborder le fond du problème. […] Plus le climat est tropical, plus la question est d'importance vitale et plus on doit recueillir des renseignements précis… » et en conclusion page 106 : « Il est très dangereux que les savants et pseudo-savants s'emparent des résultats obtenus dans un pays et prétendent les appliquer dans un

28. On dirait aujourd'hui « bassins versants ».

autre où les conditions sont différentes. […] Dans la plupart des pays tropicaux et semi-tropicaux, il importe au plus haut point de procéder à des recherches approfondies sur la question de l'écoulement des bassins secondaires. »

Dans la dernière décennie de la période coloniale, on rencontre donc parallèlement la multiplication des mesures sur le débit des fleuves, la mise en place d'études sur les bassins versants et le démarrage d'actions concrètes en conservation des eaux et des sols. Pourtant on a encore mal pris conscience de la complexité et des difficultés d'une véritable approche scientifique. Le dialogue est difficile à nouer entre chercheurs (mais ils sont si rares en 1960 !) qui travaillent à des échelles différentes : le physiologiste (consommation d'eau) à l'échelle de la feuille ou de l'arbre, le climatologue à celle du kilomètre (mésoclimat) ou d'ensemble continental, l'hydrologue à la dimension du lysimètre (quelques mètres carrés), du petit bassin versant (la centaine d'hectares) ou du fleuve (plusieurs dizaines de milliers de km^2). Si on commence à se rendre compte de la multiplicité des facteurs dans un bassin versant, ce qui fait qu'il est très difficile sinon impossible de transposer les résultats d'une zone géographique à une autre – ce qu'entendent les Britanniques par le terme *site-specific* –, on n'a pas encore une idée suffisante de la complexité des interactions pour évoquer, en pays tropical en 1960, les incidences de la juxtaposition et de l'emboîtement des bassins selon la taille. Est-il utile de préciser que pendant longtemps seront négligés les aspects plus qualitatifs et plus fins tels que la teneur en éléments chimiques des eaux écoulées et les qualités biologiques ?

Certes, aujourd'hui (1999), on a accumulé des séries de mesures et mieux analysé les phénomènes [262], on appréhende mieux les divergences entre bilans hydriques résultant de la climatologie – régions à faible pluviométrie surtout saisonnière et régions à forte pluviométrie bien répartie dans l'année – et de la couverture végétale – types de forêts, prairies ou steppes – et de l'interaction roche mère, relief, sols. Mais beaucoup de progrès restent à faire. En 1996, un spécialiste français, Gilbert Aussenac, conclut ainsi en ce qui concerne les régions tempérées : « On peut dire que, malgré des progrès récents, des incertitudes encore nombreuses persistent dans la compréhension du fonctionnement hydrique et hydrologique des peuplements et des bassins versant restiers et nécessitent encore des travaux de recherche. » [58, p. 23]

I.3.7 CLIMAT, EAU ET TAUX DE BOISEMENT

En 1763, Pierre Poivre, jardinier des Mascareignes, écrivait en ce qui concerne l'« isle de France » (aujourd'hui île Maurice) : « La plus grande faute qui ait été commise dans cette isle, celle qui préjudicie le plus au succès de la future, est d'avoir défriché les forêts par le feu, sans laisser aucun bois de distance en distance dans les défrichements. Les pluies qui dans cette isle sont le seul amendement et le meilleur que la terre puisse recevoir suivent exactement les forêts, s'y arrêtent et ne tombent plus sur les terres défrichées. D'ailleurs les terres n'ont aucun abri contre la violence des vents qui détruisent souvent toutes les récoltes. Nous avons vu ci-devant que les Hollandais, qui n'avaient pas de bois au Cap, y en ont planté pour garantir leurs maisons. L'isle de France en étoit couverte et nos colons les y ont détruit. » [210,

pp. 28-29 du folio 85] Deux cents ans et quelque plus tard, un spécialiste britannique de la question, H.C. Pereira, déclare : « Les vraies priorités de la foresterie dans l'aménagement des bassins versants ne doivent pas se confondre avec les affirmations de jadis concernant la génération des précipitations et la prévention des inondations. Les premiers forestiers d'Europe s'évertuant à protéger leurs arbres à la fois contre les agriculteurs et les urbanistes jouèrent des sources des cours d'eau comme de leurs cartes maîtresses. Ils affirmaient carrément que les précipitations comme la prévention des inondations étaient le fait de leurs forêts et croyaient implicitement à leurs propres arguments. » [219, p. 153]

En pays tropical, nulle expression n'est meilleure que la défense et la recherche du taux de boisement optimal, expression employée comme argument décisif de la politique forestière et devenu dogme pendant longtemps unanimement admis des forestiers.

I.3.7.1 Quelle est l'origine du concept d'un taux de boisement minimum ou optimum, voire harmonique ?

Une ordonnance de 1769 à l'île de France (île Maurice) fait « obligation de maintenir un quart de toutes les propriétés en forêt, en particulier sur les escarpements montagneux pour empêcher l'érosion du sol ». Elle suit de peu l'action de Stephen Hales et Soame Jermyns à Tobago qui établissent les plus anciennes réserves forestières de la planète en 1765, en inscrivant sur les cartes des réglementations territoriales des zones boisées couvrant un cinquième de la superficie de l'île avec la mention « forêt protégée pour les pluies ». De même le *King's Hill Forest Act* de 1791 pour l'île de Saint-Vincent dans les Antilles instaure la protection de forêts pour des raisons climatiques [220, p. 32]. Un des premiers articles de forestier sur Madagascar est le fait de Lucien Girod-Genet qui décrit en 1897 ses premières impressions et activités : « On admet comme boisement normal d'une contrée le coefficient de 30 %. Pour la France c'est 18, aussi reboisons-nous ! À Madagascar ce coefficient varierait entre 20 et 25 %, […] aussi ai-je été logiquement conduit à créer, dare-dare, un service de reboisement dans l'Emyrn qui est la région où le besoin s'en fait le plus sentir, étant donné que certaines localités – Tananarive en tête – ne trouvent, même du bois chauffage, qu'à une, deux et trois journées de marche. » [221, p. 158]

Est-ce le lien entre déforestation et modifications climatiques locales ou est-ce le souci de l'approvisionnement en bois qui motive cette recherche d'une proportion nécessaire ou suffisante de boisement ?

En 1904, le même Girod-Genet donne, sept ans après, une autre explication : « Il résulte que le coefficient de boisement de l'île n'atteint pas vingt pour cent de sa superficie. Ce coefficient est notoirement insuffisant si l'on se rappelle que dans une zone chaude comme l'est celle de Madagascar, il y a relation intime entre la forêt et la production des phénomènes atmosphériques, tels que les vents, les pluies, les orages, etc. Toucher imprudemment à la forêt, c'est s'exposer aux plus graves mécomptes. Jamais cette vérité ne saurait être trop répétée. » [222, p. 22] En conclusion du chapitre III sur l'utilité des forêt de son manuel de politique forestière, W. Schlich écrit en 1906 (3e édition) : « *In considering the advisability, or otherwise, of afforesting a country, with special reference to the indirect effects of forests, the most important points are*

its climate and configuration. The nearer to the equator the more important becomes, as a rule, the forest question, and the further removed from it the less important. While forests may in a hot country, with distinct wet and dry seasons, be absolutely necessary for the mitigation of extreme heat and dryness during certain parts of the year and the regulation of the flow of water in springs and rivers, they may be injurious in a northern country which is already too cold and damp [29]. […] *On the whole, no general rule can be laid down showing whether forests are required in a country, or what percentage of the area should be so used.* » [153, pp. 48-49] Mais à la page suivante, Schlich traite dans un même tableau du pourcentage en forêt de la superficie totale d'un certain nombre de pays européens plus les États-Unis d'Amérique et l'Inde britannique et de la surface de forêts par tête d'habitant, soulignant ceux qui ont une surface forestière trop petite pour fournir à la population une quantité suffisante de produits forestiers [153, p. 50]. C'est le cas de la France, 16 % et 0,6 acre par habitant (0,243 ha) et de l'Inde britannique, 22 % et 0,6 acre aussi par habitant, tandis que le Royaume-Uni (Grande-Bretagne et Irlande à cette époque) a 4 % et 0,04 acre et les États-Unis 17 % et 7,6 acres (8,08 ha par habitant). On trouve assez souvent dans la littérature des références à cette surface boisée par habitant, susceptible d'assurer ou non les besoins en bois de la population. Ainsi en 1921, André Bertin qui, comme il sera vu plus bas, prône le respect d'un taux minimal de boisement, écrit : « Un pays suffit aujourd'hui à peu près à sa consommation en matière ligneuse lorsqu'il renferme au moins 40 ares de belle forêt par tête d'habitant. On compte, en France, 24 ares seulement de superficie boisée par habitant, en Allemagne 22 et, en Angleterre, beaucoup moins encore. » [223, p. 88] Dans leur vaste étude géographique des forêts du monde parue en 1923, Zon et Sparhawk dédient un alinéa à la surface boisée *per capita* : « *As far as timber supply is concerned, the countries in the humid tropical regions can do with even less area of timberland than can Europe, because the potential growth of wood for unit area is much greater, and per capita needs for wood are much less than in Europe. Even allowing for a greatly increased rate of consumption, from 0,3 to 0,5 acre (12 à 20 ares) of well managed tropical forest per capita should be ample to meet domestic requirements.* » [224, p. 67]

Suivant en cela le principe formulé en 1908 par H.N. Thompson, un des premiers officiers forestiers ayant travaillé au Nigeria (mais en s'inspirant de considérations du service forestier des Indes britanniques), selon laquelle la surface minimale de forêt permanente devrait être de 25 % de la superficie des terres, F.D. Lugard, gouverneur du Nigeria, souligne que « pas moins de 33 % doit être réservé comme en Inde où la population est très dense, et que 25 % doit être un minimum pour le Nigeria dans son ensemble. » [225] Et Worthington, dans son panorama sur l'Afrique, écrit : « *The [Forest] department [of Nigeria] is still aiming at the acquisition of reserves on this scale (25%). The proposition in different provinces would range from 5 to 64%, the latter figure applying only to Benin, which is the center of valuable timber forests*. » [61, p. 194]

29. Schlich aurait-il lu Buffon ? *Époques de la nature.* Premier discours Supplément V. Septième époque, 1778, p. 240 de l'édition par J. Roger : « Assainir, défricher et peupler un pays, c'est lui rendre de la chaleur pour plusieurs milliers d'années. Paris et Québec sont à peu près sous la même latitude. Paris serait donc aussi froid que Québec, si la France et toutes les contrées qui l'avoisinent étaient aussi dépourvues d'hommes, aussi couvertes de bois que le sont les terres voisines du Canada ».

Il semble bien que l'origine du taux de boisement minimal soit un auteur forestier français (la référence n'a pu être retrouvée à ce jour) qui, calculant les besoins en bois d'un village français, déclare que la couverture de ses besoins exige qu'au moins 30 % de sa surface soit boisée. Dans son cours de l'hiver 1948 au stage de spécialisation tropicale, Aubréville traite du taux de classement : « Jusqu'où classera-t-on ? Y a-t-il des limites ? [30] » ; il explique : « Le taux de classement optimal est de 33 %, chiffre calculé pour l'Europe à partir de considérations économiques : satisfaction des besoins, sans nécessiter d'importations. Ce n'est pas un chiffre lié à la protection climatique, écologique. Le taux de 30 % a été pris au début comme chiffre de base, mais peut être différent en pays plus ou moins déboisé. Il n'y a pas de limite supérieure autre que celle des besoins agricoles, donc d'une part proportionnelle à la population […]. La seule limite est celle des besoins de la population en place, soit 8 à 10 hectares par famille de quatre personnes en tenant compte d'une rotation de 10 ans pour les cultures vivrières, le chiffre calculé doit être à majorer largement. »

Par quel glissement sémantique est-on passé de la surface nécessaire à la couverture des besoins en produits ligneux au taux « exigible » pour la protection climatique d'un pays ? Avec son style poétique, Roger Ducamp déclare en 1912 : « Tout ce qui vit, c'est-à-dire tout ce qui réclame un milieu d'ordre et d'harmonie, les animaux comme les végétaux, souffrent de ces brusques changements, pour lesquels ils ne sont pas faits, de ces rafales de chaleur, de froid, de ces déluges auxquels ils ne sont pas davantage préparés […] Les cultures agricoles, assises sur les fonds les plus fertiles (60 % de champs, vergers, pâtures), harmonieusement réparties au travers du boisement forestier (30 % bois et forêts) auquel sont abandonnés les terrains les plus pauvres, voilà l'idéal vers lequel il faut tendre et qu'il faut savoir maintenir, avec 10 % réservés aux lieux habités et divers. » [50, pp. 3 et 4] Et il ajoute page 7 : « Par le boisement (30 % de la surface continentale) auquel se combinent les cultures qui ne sont que le corollaire de celui-ci, l'on obtient un milieu *harmonique* [souligné dans le texte] (pays de progrès et d'éducation) un phénomène de proportions réduites, mitigé […]. La Terre, par rupture de l'harmonie des choses, court à sa ruine prématurée. » L'expression de taux harmonique de boisement sera reprise maintes fois.

I.3.7.2 Coefficient d'un tiers

Autour de ce coefficient « fétiche » d'un tiers, une grande confusion va régner pendant la première moitié du siècle. En 1907, Roger Ducamp écrit : « C'est un fait aujourd'hui acquis à la science et incontestablement admis qu'un certain minimum de surface boisée est nécessaire à chaque pays pour lui assurer les quantités de pluies les plus favorables d'une part, et d'autre part, pour maintenir aux cours d'eau le débit optimum en quantité et en régularité. » [228, p. 973] Après avoir comparé les surfaces boisées en France et en Indochine, il ajoute : « Il ne s'agit donc point pour l'Indochine de se refuser systématiquement à tout défrichement et de couvrir tout le

30. Notes de cours, JG.

pays de forêt, comme on l'a quelquefois reproché au Service forestier d'en avoir l'intention. […] Mais ce n'est pas se montrer trop exigeant si l'on abandonne à la culture et aux nécessités sociales 55 à 60 millions d'hectares, que d'exiger pour la forêt les 20 à 25 millions d'hectares restant. » Il en propose la ventilation suivante : 12 millions d'hectares où ne pourra s'exercer aucune action de l'administration en raison de leur éloignement ou de leur altitude, 5 millions qui constitueront le domaine réservé et 8 qui exigent une intervention du service technique. Ceci est textuellement repris dans la publication du gouvernement général de l'Indochine [229, p. 80]. Mais en 1912 [226], écrivant page 3 : « L'Indochine répond aux conditions requises indispensables pour pouvoir prétendre au titre de *Terre forestière* » [souligné dans le texte], Roger Ducamp précise en note de bas de page : « En effet, avec 30 % de boisement cultivé (sylviculture) il est possible de répondre à tous les besoins (régime des eaux, consommation, etc.). » Il a été déjà vu la position de H.N. Thompson en 1908 pour le Nigeria ; en 1910, Raphael Zon, géographe forestier américain, note : « *Ordinarily a country with a forest area of 20% or less shows to a marked degree bad climatic conditions, with prolonged droughts, forests and alternating floods and low water* » [230, p. 5] ; et concernant Madagascar, R. Badin reprend en 1914 la répartition de Ducamp : « On estime communément que, pour assurer au régime météorologique d'un pays sa constance et sa régularité, il doit s'y trouver 30 % de forêts, 60 % de cultures, 10 % d'agglomérations urbaines. Or la superficie de l'île que l'on estimait encore à 20 millions d'hectares en 1906 – sans doute trop largement – n'est plus que d'à peu près 9 millions d'hectares, soit moins du sixième de la superficie totale de la colonie. » [231, p. 46]

Si, considérant le Congo belge, De Wildeman s'interroge : « En Europe, sous un climat relativement favorable à la conservation des propriétés culturales du sol [31], la réserve forestière devrait, estime-t-on, atteindre 20 p.c. ? Quelle proportion devrait atteindre cette réserve en Afrique centrale ? » [232, p. 56] Auguste Chevalier, parlant du Brésil, écrit : « Ainsi, dans tous les grands pays, on admet généralement que la forêt – la vraie forêt et non le « caapueros » [32] – doit couvrir 25 à 30 % de la surface du sol, un autre tiers étant réservé aux cultures, et le reste aux pâturages, aux villes, aux jardins, aux terrains incultes que l'on s'efforcera d'ailleurs de reboiser. » L'argumentation s'étend à un nouveau champ : celui de la fertilité des sols. En 1924, le commissaire de la République au Togo, Bonnecarrere, communique aux administrateurs en service dans ce mandat français : « Des techniciens estiment que la valeur du sol tropical au point de vue agricole et climatique n'est stabilisée qu'avec une couverture forestière de 40 % ; nous sommes loin du compte et n'avons pas encore tout le personnel spécialisé et scientifiquement outillé pour la solution d'un problème aussi complexe. » [156, p. 240] En 1926, André Bertin affirme : « Nous devions avoir surtout dans ces régions tropicales un taux de boisement d'au moins 35 % qui ramènerait partout la fécondité. » [163, p. 340] Son successeur comme conseiller en matière forestière du ministère des Colonies, Jean Meniaud, force lui aussi le pourcentage : « On estime qu'un bon tiers, voire même 35 à 40 % des territoires tropicaux, devraient être recouverts par la forêt. » [234, p. 42]

31. Nouvelle idée.
32. Jachères plus ou moins arbustives.

Couverture des besoins en bois, actions climatique et hydrologique, fertilité du sol et, pour ajouter à la confusion dans l'affaire, quel statut pour ces surfaces boisées ? Déjà en 1905, traitant des forêts de la Guyane mais l'étendant à toutes nos colonies, le polygraphe Roger Ducamp déclare : « L'État, qui a d'autres devoirs sans doute, a celui de créer la mise en valeur des colonies ; il a celui d'organiser la forêt *nationalisée* sur 25 % au moins de la surface totale du pays. Il faut réserver et aménager la forêt afin d'assurer aussi la climatologie et le régime des eaux alors qu'il en est temps encore. » [227, p. 28] En écho, A. Bertin expose en 1920 : « Les forêts "soumises au régime forestier" devront comprendre au contraire [des forêts libres] au moins 40 % de l'étendue totale de chaque colonie où l'état boisé devra être maintenu. Sous les climats équatoriaux en effet, on doit admettre que, pour assurer au régime météorologique et culturel d'un pays sa constance et sa régularité, il doit s'y trouver 40 % de forêts, 50 % de cultures, 10 % d'agglomérations urbaines et jardins. » [31] Progression du taux de boisement dit nécessaire, mais aussi argumentation en faveur de la mise en réserve, sous le contrôle du service forestier, de surfaces suffisantes.

Un bon exemple de ces ambiguïtés est donné par les positions successives de J. Prades, inspecteur des Forêts au Tonkin qui, en 1909, estime la surface boisée nécessaire à 0,5 hectare par habitant et confronte le besoin par territoire calculé ainsi au résultat d'un taux de boisement de 40 % [192, p. 44], mais en 1920 il écrit : « Il est admis aujourd'hui qu'un juste rapport doit exister entre les forêts et les cultures agricoles. En France, les savants, les économistes et les forestiers estiment que les bois devraient occuper au moins le tiers du territoire. » [191, p. 6] Reprenant ce qu'il avait écrit en 1909 (mais publié en 1921) dans cette même brochure rassemblant divers textes [192], il écrit concernant la province de Phu-Tho : « Pour le taux de boisement à atteindre nous nous sommes référés aux documents scientifiques [lesquels ?] qui fixent un taux moyen de 35 à 40 % par rapport à la superficie totale de chaque pays ou encore une superficie égale à la moitié des habitants pour les assurer de leurs besoins (0,5 hectare/habitant). » Mais, toujours dans cette brochure, il présente le calcul suivant : besoins d'une famille de 5 à 6 personnes : 10 à 12 stères de bois par an, production annuelle d'un hectare de forêt en bon état : 5 à 8 m^3 de bois, donc 4 à 6 habitants possibles par hectare de forêt (plus de 8 fois la densité précédente !) [192, p. 14].

Il semble qu'après 1925 il n'y ait plus, sauf rares exceptions, besoin de justifier un taux minimal de boisement : l'idée est fermement acquise. En 1931, Roger Sargos déclare : « Le taux de boisement désirable pour un pays étant d'environ 30 %, il faut reconnaître la nécessité impérieuse de protéger et d'étendre le domaine boisé de ces régions (forêts claires et dégradées des zones subtropicales). » [1, p. 135] Le groupe I « Bois tropicaux et subtropicaux » du Congrès international du bois et de la sylviculture de Paris émet en 1931 le vœu « que soient étudiées et prises des mesures propres à favoriser la reforestation dans toutes les zones où le taux de boisement (brousse non comprise) est inférieur à 20 % des surfaces totales » [236, p. 191]. Cette même année, fertile en congrès liés à l'Exposition coloniale, Louis Lavauden souligne qu'à Madagascar le taux de boisement est inférieur à 10 % alors que « les économistes estiment que le taux désirable est d'environ 30 %. C'est un taux minimum pour les régions tropicales où le sol mis à nu ne se recouvre plus

spontanément de végétation et où la forêt au repos n'a aucune tendance naturelle à s'étendre » [238]. Il est assez curieux de noter que les forestiers coloniaux français font souvent référence à la situation de la France métropolitaine. Maurice Mangin, chef du service forestier de l'Indochine, écrit en 1933 : « Le domaine forestier couvre une superficie de 42 430 500 ha, ce qui accuse […] un taux de boisement de 57 %. Ce taux est normal pour l'Indochine, pays neuf ; il est à peu près le même que celui de la France carolingienne, soit 60 %. Il faut espérer que les forêts indochinoises seront mieux protégées que celles de la métropole où le taux de boisement est tombé à 18,5 %, très inférieur au taux harmonique, ce qui explique en partie le déficit de notre production ligneuse et justifie une politique de reboisement. » [237, p. 651] Il donne la superficie boisée en hectares par tête d'habitant et, estimation inhabituelle, un taux de déforestation (peuplements très pauvres en essences forestières ou ruinés par le feu et les abus de jouissance, répartis en forêt pauvre, savane pauvre, savane arbustive et brousse forestière) par territoire de l'Indochine. Louis Lavauden, toujours prolixe, après avoir traversé l'Afrique d'est en ouest à son retour de Madagascar, traite du continent noir et écrit en 1934 : « Il faut, comme en tout en ce monde, un juste équilibre, on s'accorde généralement à reconnaître que le taux optimum du boisement d'un pays doit être d'environ 30 %. La France, avec 19,5 % [1 % de plus que ce qu'annonce M. Mangin], n'en est pas encore, ou plutôt n'en est plus là. C'est pourquoi l'effort du reboisement s'y poursuit. Le Congo belge et le Gabon voient, certes, leur coefficient de boisement dépasser largement le chiffre optimum. Mais que dire de l'Afrique entière ? Même si l'on y comprend les boisements d'acacias du Sahel et de l'Afrique orientale, ce n'est même pas 10 % qu'on obtiendra en fin de compte ! On voit combien c'est inquiétant. » [239, pp. 218-219] Plus curieusement, le même auteur tente, l'année suivante, de dédouaner ces conceptions forestières coloniales, s'adressant, il est vrai, aux propriétaires forestiers et forestiers métropolitains : « Aujourd'hui on tend à considérer que l'état boisé du sol pourrait être de toute première importance et présenter plus d'intérêt que la production économique de la forêt. Les forestiers sont demeurés longtemps méfiants devant cette conception. […] Les géographes commencent seulement, sous la poussée des botanistes, à examiner ce point de vue, sinon à l'admettre. Quant aux botanistes qui ont voyagé, ils sont encore plus catégoriques que les plus avancés des forestiers. » [240, p. 19]

I.3.7.3 Protéger les forêts par la mise en réserve

Le glissement du coefficient de terres boisées à l'impératif de forêts réservées s'accentue progressivement. En 1936, Jean Meniaud, conseiller technique au ministère des Colonies pour les forêts coloniales, administrateur en chef des colonies, n'hésite pas à déclarer : « Réserves forestières et zones de reboisement, aussi bien réparties que possible, devraient couvrir au moins 50 % des territoires intéressés. » [101, p. 36] Ce processus n'est pas propre aux colonies françaises d'Afrique. En 1938, deux auteurs britanniques, non forestiers, dressent un vaste panorama de l'Afrique. L'un, Worthington, dit : « *It appears essential to preserve areas of forest land at least sufficient to ensure the continuation of present water supplies and to avoid soil*

erosion. This necessity is usually met by the establishment of areas of reserved forest. » [61, p. 179] Le second, lord Hailey, écrit au sujet du Nigeria : « *The aim is to attain a minimum reserved area of permanent forest of 25% of the total land area. This figure is based on proposals put forward some years ago, but, having regard to the increasing extent of erosion, there are some officers who consider that under present circumstances an even higher percentage is now desirable* » [52, p. 1000, *cf.* aussi p. 1007 au sujet du Cameroun]. Dans son rapport officiel sur l'état des services forestiers, ce qui reste en 1943 du prestigieux service forestier de l'Indochine avance : « Il est bon de rappeler qu'il doit exister un certain rapport entre la superficie des forêts et celle de l'ensemble du pays. Ce rapport est appelé le taux harmonique du boisement. Il ne doit pas, en régions tropicales, descendre en dessous de 33 %, c'est-à-dire que l'Indochine qui couvre 740 000 km^2 devrait avoir au moins 244 200 km^2, soit en chiffre rond vingt-cinq millions d'hectares de réserves forestières et forêts aménagées au lieu de 3 846 128 ha comme actuellement. » [241, p. 196]

En face de l'impératif : maintien d'un tiers de la superficie des terres sous forêt, par le moyen d'un statut particulier, certaines positions deviennent plus nuancées. Ainsi Paul Alba, créateur du service forestier du Sénégal, en discute la valeur, dès 1932 : « Il est universellement reconnu qu'un certaine proportion du territoire doit être maintenue indéfiniment à l'état boisé. Ce principe a donné naissance à la notion de taux de boisement […]. Sa valeur optima a été fixée à 33 % pour les pays de la zone tempérée […]. Si l'on considère les boisements qui existent au Sénégal à l'heure actuelle, et si l'on calcule le taux de boisement du pays, on arrive à un chiffre relativement important, car certaines régions sont couvertes d'une brousse presque ininterrompue. Mais la valeur de ce chiffre de base est grandement diminuée par les remarques suivantes : 1° le taux de boisement d'un pays est calculé d'après des peuplements déjà reconnus, bien venants, presque toujours aménagés, de forte densité dans la plupart des cas. Au Sénégal […] à de rares exceptions près, rien que des boisements dégradés par un pâturage extensif et par les feux de brousse, […] le plus souvent clairsemés, 2° ces boisements, de qualité médiocre, sont très inégalement répartis […] 3° la régression de ces boisements est certaine. […] Pour ces différents motifs, il est aisé de comprendre qu'il n'y a pas lieu de tenir compte du taux de boisement auquel on arriverait théoriquement. » [242, pp. 194-195] Pour la Côte d'Ivoire, Louis Bégué écrit en 1935 : « Le domaine réservé devra donc comprendre une proportion suffisante de terrains, répartis sur l'ensemble de la colonie, proportion que les spécialistes fixent généralement de 1/3 à 1/5. » [34, p. 342] Dans le chapitre consacré aux forêts du continent africain, lord Hailey donne en 1938 son point de vue : « *Both the determination of the exact extent of reservation which is required and the method of its achievement present problems of some complexity to the administration. There is no one formula which will establish the amount of reservation needed for protection purposes. It is not difficult to decide what forest land is required to conserve a recognizable catchment area, or to protect the sources of a particular stream. The problem becomes more complex when an administration is urged to exercise its power in order to reserve large areas for the general conservation of the water supply of the territory or to exercise an influence on climatics conditions.* […] *Projects such as these (Nigeria : minimum reserved area of permanent forest equal to 25% of the total land area, elsewhere 30% has been suggested as an ideal) may be correct*

in substance, but they necessarily rest on a somewhat arbitrary basis ; and even if it could be demonstrated that the formula is scientifically correct for Nigeria, it would not automatically apply to Rhodesia. […] *The question of reservation can be approached in the abstract.* » [52, p. 1021] Dans ses conférences lors du stage de préparation coloniale de l'hiver 1948, Aubréville remarque que, dans certaines régions, il y a trop de forêts classées (jusqu'à 60 % dans les régions britanniques) mais à quoi cela sert-il si le pays est inhabité ? « Le problème est celui de la proportion par rapport à la colonie ou par rapport à la région. » Le chef du service forestier du Soudan français déclare en 1951 : « La notion de taux de boisement n'est pas nette. Incorporer dès maintenant les immenses boisements épineux du Sahel ou la maigre végétation arbustive qui couvre sur d'immenses étendues les sols plus ou moins rocheux ou latéritisés de la zone soudanaise dans le domaine classé, ce qui serait d'ailleurs facile puisque ces zones sont peu peuplées, ne présenterait aucun intérêt immédiat et laisserait entier le problème forestier. […] Le service forestier doit, par priorité, s'exercer sur les zones où la forêt se trouve la plus menacée, c'est-à-dire les régions les plus densément peuplées. » [243, pp. 137-138] Il rejoint en cela une idée exprimée en 1912 par Jacques Meniaud : « En ce qui concerne la zone soudanaise, il ne saurait être question de vouloir conserver intacte toute la végétation forestière ; il est simplement nécessaire et suffisant de garantir une certaine surface de bons boisements dans les bassins des différentes rivières, de façon à maintenir le régime des eaux. […] Quant à la zone sahélienne, […] les réserves y seront simplement plus rares et d'importance minime en raison de la faible densité des peuplements. » [244, p. 306] Même si on passe confusément de l'économique au climatique et du simple maintien à la mise en réserve ou au classement, c'est un vieux souci des forestiers puisque Bernard Lorentz et Adolphe Parade écrivaient déjà au milieu du XIX^{e} siècle : « Il doit donc être de la plus haute importance pour l'étude climatique d'un pays que les forêts y soient réparties de manière convenable. » [7, p. 47]

Dans son ouvrage *Afrique, terre qui meurt* paru après la Deuxième Guerre mondiale, et qui eut beaucoup d'échos, le belge J.-P. Harroy discute de la notion de taux de boisement « au moyen de laquelle on s'efforce de caractériser la densité de couverture végétale d'un territoire, n'a pas encore pu faire l'objet de conventions internationales uniformisant le choix des critères [c'est-à-dire une typologie des peuplements]. Il en résulte que de nos jours, on assiste à la publication de chiffres établis de manière purement subjective, qui sont momentanément peu utilisables » [104, p. 73]. Il cite la densité de boisement de la Gold Coast estimée à 15,1 % par un auteur anglais et 47 % par un forestier belge et ajoute, page 74 : « Tant qu'il n'aura pas été possible de lui fixer des bases statistiques d'estimation, le recours à la notion, pourtant si riche en possibilités, de taux de boisement sera donc plutôt néfaste qu'utile, par suite des conclusions inexactes qui pourraient être tirées de la confrontation de chiffres encore non comparables entre eux. » À cette approche biogéographique, il apporte le complément suivant en matière d'action (pages 388-389) : « Le maintien dans un territoire du taux de boisement nécessaire pour en garantir l'avenir peut être assuré suivant deux méthodes. Ou bien certains secteurs sont choisis et mis en réserve de manière à faire subsister dans la région des îlots de végétation intacte. Ou bien encore, des mesures et règlements soumettent sur l'ensemble du territoire la destruction de la végétation naturelle à de telles

conditions limitatives qui assurent la protection partielle de la totalité du couvert primitif. […] Faute d'avoir pu chiffrer leurs théories, les spécialistes ont dû se contenter de proposer des coefficients arbitraires et se sont ralliés aujourd'hui au principe d'un taux de boisement nécessaire voisin de 30 %, sans toutefois qu'aient été établies des distinctions entre les divers types de forêt. » Un peu loin, il admet : « Quel que doive être un jour le taux idéal de boisement auquel il s'arrêtera, chaque gouvernement (d'Afrique) peut pendant des années encore accentuer sa politique de protection forestière sans redouter d'en dépasser le chiffre. »

Cet auteur belge n'émet pas un avis isolé. Un auteur indien dit en 1947 : « Dans un pays tropical tel que l'Inde, il est déclaré que 20 à 25 % de la surface totale des terres devraient être en forêt. » [245, p. 93] À la première Conférence interafricaine des sols à Goma (Congo belge) en 1948, le botaniste Humbert déclare : « Le taux de boisement à Madagascar est tombé depuis longtemps bien en dessous de la limite inférieure dangereuse pour l'économie générale du pays. […] En attribuant aux *savoka* [33] – ce qui est exagéré – une valeur protectrice comparable à celle de la forêt primaire, il ressort que les 8/10 de la superficie totale de Madagascar sont soumis aux effets d'une érosion infiniment plus active que celle qui s'exerçait normalement sous le couvert protecteur de sa végétation sylvestre active. » [246, pp. 46-47] À la même conférence, le chef du service forestier de l'Ouganda, W.J. Eggeling, décrit l'état idéal et conclut : « *The forest estate in such a Utopia might extend to 25-30% of the total land area of the country* » [247, p. 2379] ; mais il ajoute page 2382 : « *It is unlikely that more than 8-9% of the total land and swamp area will be reserved.* ». Effet de l'ouvrage de J.-P. Harroy ? conséquences de la Conférence de Goma ? prise de conscience coloniale ? l'argument de la protection des sols contre l'érosion est de plus en plus mis en avant. Dans une revue administrative non datée des problèmes d'utilisation des sols tropicaux dans l'Union française, il est rappelé à propos de Madagascar : « En pays tropical, le taux optima de boisement est de 35 %. » [249, tome II, p. 25] Et dans une circulaire aux chefs des services forestiers de l'AOF relative à la lutte contre l'érosion, Paul Alba, devenu inspecteur général des Eaux et Forêts au niveau fédéral, dicte en 1949 : « À l'heure actuelle, il existe 6 500 000 hectares de forêts classées sur le territoire de l'AOF, soit moins de 3 % de la superficie cultivable [34], alors que les spécialistes des questions bioclimatiques tropicales indiquent qu'un taux de boisement de 30 % est nécessaire pour éviter les altérations climatiques et hydrologiques. Dans la forêt dense, il faudra même éviter de descendre au-dessous d'un taux de boisement de 50 % si l'on veut conserver aux cultures de cacao, de café et de bananes leur prospérité. » [248, p. 3] La Première Conférence forestière interafricaine qui se tient à Abidjan en 1951 est l'occasion d'asséner le paradigme à maintes reprises. Deux citations seulement : dans le rapport sur la Côte d'Ivoire, d'Aviau de Piolant déclare : « Il est admis dans les pays d'ancienne civilisation d'Europe qu'un équilibre harmonieux est réalisé, dans la mise en valeur agricole, lorsque les forêts occupent 30 % environ de la superficie totale du pays. Sous les climats tropicaux, le rôle des forêts dans la conservation des conditions favorables de climat et de sol étant plus important qu'ailleurs, ce taux de

33. *Savoka* : terme malgache désignant la végétation arbustive secondaire.
34. Notion curieuse.

boisement ne saurait être diminué. Cependant si on admet que le domaine protégé [35] ne sera pas mis en valeur avant longtemps, il suffirait de constituer un domaine forestier permanent variant entre 1/5 et 1/4 du territoire, soit entre 6 et 8 millions d'hectares. » [258, p. 164] On sait ce qu'il est advenu des forêts de la Côte d'Ivoire ! Présentant au public éclairé la Conférence d'Abidjan, le *Bulletin de Madagascar* publie en 1952 : « M. R. Bargues, gouverneur général lance à Madagascar le slogan : "Un pays sans arbre est un pays qui meurt". » [250, p. 9] Cri d'alarme des plus justifiés par le déboisement de la Grande Île, car elle a dépassé le stade de la « dévastation de l'homme. De fait, les spécialistes estiment qu'un pays tropical n'est pas viable qui n'a pas 25 % de sa surface recouverte de forêts. En l'occurrence le territoire ne compte que 1/10 de sa superficie planté d'arbres. »

Paysage normal, dit en 1938 un forestier métropolitain, R. Lecointe, à propos des territoires coloniaux : « […] proportion de végétation autochtone constante dans le temps et dans l'espace, les diverses formations végétales se conservant en état d'équilibre biologique. Dans les pays coloniaux forestiers, 40 % de la surface au minimum devraient être laissés à l'occupation forestière naturelle. » [18, pp. 87-88] Il précise un peu avant : « Dans les territoires coloniaux, il doit exister dans chaque type physionomique un rapport minimum entre la surface recouverte de végétation demeurée à l'état type (ou naturel ou vierge ou en reconstitution) et la surface livrée à l'activité humaine. » Avec son style fin XIX^{e} siècle un peu ampoulé, Roger Ducamp écrit : « C'est à la faveur du maintien d'un bon et exact taux de boisement que le peuple cambodgien se sera, dans un avenir proche, assuré un magnifique potentiel de richesses directes et indirectes, du fait de son domaine forestier réservé et cadastré. » [200 p. 14]

I.3.7.4 Un paradigme flou

On l'a vu : succession de thèmes dans l'argumentation au profit d'un taux fluctuant entre 25 et 50 %, transposition d'un rapport européen à un impératif en pays tropical, flou sur les origines, les auteurs du concept, les « spécialistes », qui sont-ils ?

En 1935, Roger Ducamp attribue la paternité aux forestiers : « Oui, mille fois vraie est cette affirmation que de grandes nappes sylvatiques s'imposent par le monde en des rapports qui ont été fixés par les gens du métier. » Il attribue au boisement, en une large conception, entre le Capricorne et le cinquantième degré de latitude nord, ici et là, de 30 à 40 % de la superficie de chaque région considérée. » [32, p. 33] Et nul n'a plus que lui contribué à asseoir le principe largement employé par les forestiers comme argument massue pour défendre et réserver les forêts. Pourtant, est-ce par souci de complaire à son auditoire ou en défense d'une politique contestée ? en 1954, B. Bergeroo-Campagne, chef du service forestier de Côte d'Ivoire, n'hésite pas à lui trouver d'autres pères : « Ce pourcentage minimum de forêts nécessaires, ce ne sont pas les forestiers qui l'ont fixé. Cela est peut-être préférable car vous pourriez penser que notre amour de la nature intacte nous a

35. Terres libres, non délimitées comme réserves ou forêts classées.

influencés. Ce sont les spécialistes, les phytogéographes, qui, après étude minutieuse de l'évolution dans le temps des peuplements humains dans les pays tropicaux ont estimé qu'un équilibre satisfaisant était maintenu quand il restait en définitive au moins, je dis bien au moins, 30 % de surface de forêt intacte, le reste du terrain étant occupé par des cultures stables ou normales. » [251, p. 8]

Et le paradigme semble être, devant les difficultés pratiques et politiques, peu à peu ébranlé. La déclaration de politique forestière de l'Inde de 1952 affirme que le but devrait être de maintenir un tiers de la surface terrestre de l'Inde sous forêt, avec pour les régions montagneuses au moins 60 % (*cf.* [252, p. 23]). Mais le 4e Congrès forestier mondial, tenu en 1954 dans la « Mecque forestière » de l'Inde à Dehra Dun, arrive à « la conclusion que si certaines terres doivent obligatoirement être maintenues à l'état boisé, parce qu'elles jouent un rôle irremplaçable pour la protection du sol et des eaux, dans beaucoup de cas cette protection peut être tout aussi bien assurée par les méthodes spéciales qu'emploie l'agriculture que par la forêt » [253, p. 195]. Plantations arborées telles que palmier à huile ou hévéa, bonne gestion des terres cultivées, actions mécaniques et biologiques en matière de conservation des sols et des eaux, etc. peuvent utilement, mais certainement à coût d'installation plus élevé, jouer le même rôle que la forêt spontanée. D'autre part, on constate de plus en plus que des populations denses peuvent cohabiter harmonieusement avec leurs forêts tandis que dans d'autre cas de faibles populations peuvent exercer des actions dévastatrices aux conséquences néfastes. La bonne distribution de l'utilisation des sols, la répartition judicieuse des couverts forestiers dépendent d'une très grande complexité de facteurs pour qu'*a priori* on puisse fixer des pourcentages impératifs au taux de boisement. Le paradigme taux minimal ou harmonique de boisement qui a largement soutenu les politiques forestières coloniales va-t-il disparaître avec la fin des colonies ?

BIBLIOGRAPHIE

1. SARGOS (Roger), 1931. – La Politique forestière coloniale. *In* : Congrès des Chambres de commerce d'Agriculture de la France d'Outre-Mer, septembre 1931. – Paris : Exposition Coloniale Internationale. Publié en 1932. pp. 120-139.
2. DU VIVIER DE STREEL (Edmond), 1934. – Pour une politique forestière aux colonies – Nos forêts coloniales. – *Revue des Deux Mondes*, pp. 192-212, 1er mai 1934. (Repris dans la *Revue Internationale du Bois*, I, n° 6-7, juin-juillet 1934, pp . 41-54.)
3. GROVE (Richard), 1990. – The origins of environmentalism. – *Nature*, vol. 345, pp. 11-14.
4. GROVE (Richard), 1994. – A historical review of institutional and conservationist responses to fears of artificially induced global climate change. The deforestation – dessication discourse in Europe and the colonial context, 1500-1940. *In* : Les sciences hors d'Occident au XXe siècle. pp. 154-174. – Exposé au colloque Unesco-Orstom des 19-22 septembre 1994. – Publication Orstom.
5. HUMBOLDT (A. von), BONPLAND (A.), 1819. – Relation historique du voyage aux régions équinoxes du Nouveau Continent fait en 1799-1804. – Paris : Schoell.
6. PUYO (Jean-Yves), 1996. – Aménagement forestier et enjeux scientifiques en France de 1820 à 1940. – Pau : Thèse de Géographie Université de Pau et des pays de l'Adour. – 601 p.
7. LORENTZ (Bernard), 1855. – Cours élémentaire de culture des bois complété par Adolphe Parade. – 3e édition. – Paris : Madame Huzard ; Nancy : Grimblot éd. – 652 p.

8. LE PLAY (Frédéric), 1847. – Des forêts considérées dans leurs rapports avec la constitution du globe et l'économie des sociétés. – Manuscrit de 1846 ou 1847. Publié seulement en 1999. – Fontenay-Saint-Cloud : ENS Édition. – 223 p.
9. RIBBENTROP (Berthold), 1900. – Forestry in British India. – Calcutta : Office of the Super intendant of Government printing India. – Réimprimé en 1989 par Indus Publishing Company. – 245 p.
10. HUNTINGTON (Ellsworth), 1917. – Maya civilisation and climatic changes. *In* : Proceedings of the 19th Congress of Americanists, 5-10 October 1914. – Washington, D.C. – pp. 150-164.
11. HUNTINGTON (Ellsworth), 1917. – Climatic changes and agricultural exhaustion as elements in the fall of Rome. – *Quarterly Journal of Economics*, vol. 31, no. 2 (Feb., 1917), pp. 173-208.
12. HUNTINGTON (Ellsworth), 1924. – Civilization and climate. – New Haven : Yale University Press.
13. ADAM (G.), 1943. – La Dégradation des sols dans les pays tropicaux. Terres dégradées, ruines accumulées. – *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences Coloniales*, tome IV, avril 1943, pp. 235-256.
14. HENRY (A.-A., administrateur des affaires indigènes), 1891. – Projet de mise en valeur du domaine forestier de la Cochinchine. La sylviculture en Cochinchine. – Saigon : Imprimerie coloniale. – IV-90 p.
15. HERRIOT (Édouard), 1925. – Dans la forêt normande. – Paris : Hachette. – 371 p.
16. LECOINTE (R.), 1935. – Nécessité d'une politique forestière aux Colonies. La carrière forestière et coloniale. – Paris : Association des officiers des Eaux et Forêts. – 19 p. (Brochure)
17. LECOINTE (R.), 1937 et 1938. – La Végétation et son rôle dans la protection de la nature en Afrique. – *Bulletin du Comité de l'Afrique française*, 47e année, pp. 303-307, 371-376, 476-479, 579-584.
18. LECOINTE (R.) 1938. – La Politique forestière impériale. – *Annales de l'Institut National Agronomique*, XXI, pp. 76-115.
19. BERGEROO-CAMPAGNE (B.), 1957. – Rapport sur la politique forestière et ses relations avec les problèmes agricoles. – Ronéoté du 12 avril 1957, 11 pages + annexe statistique.
20. LAVAUDEN (Louis), 1930. – Le Problème forestier colonial. – *Revue des Eaux et Forêts*, vol. 68, pp. 1-15, 87-100, 179-185.
21. BRÜNIG (E.F.), 1987. – The humid tropical ecosystems : structure, functioning and dynamics, interactions et interdependancies. – Man and Biosphere (MAB) / RFA, n° 24, 41 p.
22. MYERS (Norman), 1990. – Tropical forests – a gyroscope for climate. – *Forestry*, supplt 89, British Overseas Development Agency (ODA), ed. – 5 p.
23. WOEÏKOFF (Alexandre), 1885. – Die Klimate der Welt. – *Petermann's Geographische Mitteilungen*, pp. 81-88.
24. ANGOT (M.), 1928. – Traité élémentaire de météorologie. – 4e édition. – Paris : Gauthier-Villars et Cie. – 358 p. (1re édition : 1916).
25. AINSLIE (James Robert), 1926. – The physiography of Southern Nigeria and its effects on the forest flora of the country. – *Oxford Forestry Memoirs*, n° 5, 36 p.
26. THIRY, 1903. – Les forêts de Madagascar. – *Bulletin Économique de Madagascar*, pp. 349-380.
27. CHEVALIER (Auguste), 1950. – La Progression de l'aridité, du dessèchement et de l'ensablement et la décadence des sols en Afrique Occidentale Française. *In* : Communication à l'Académie des Sciences, séance du 3 mai 1950. – *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, XXX, n° 333-334, pp. 353-356.
28. CHEVALIER (Auguste), 1950. – Mesures urgentes à prendre pour entraver le dessèchement, l'ensablement et la décadence des sols et de la végétation en Afrique occidentale et spécialement au Soudan français. *In* : Communication à l'Académie des Sciences, séance du 15 mai 1950. – *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, XXX, n° 333-334 reproduit dans *Bois et forêts des tropiques*, n° 16, pp. 335-353.
29. COUFFINHAL (M.), 1918. – La Situation actuelle des forêts de la Cochinchine. – Saigon, bulletin n° 8, 30 p.
30. BERTIN (André), 1919. – La Question forestière coloniale. – Paris : Éd. Larose. – 832 p.
31. BERTIN (André), 1920. – Les bois coloniaux, leur utilisation. Mise en valeur des forêts coloniales, sauvegarde de nos forêts en France. – *Revue Colonies et Marine*, pp. 255-305.

32. DUCAMP (Roger), 1935. – L'étonnant complexe de la sylve, symbole d'unité éternelle. – *La Terre et la Vie*, tome V, n° 1, juillet 1935, pp. 25-35.
33. AUBRÉVILLE (André), 1949. – Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. – Paris : Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales. – 350 p.
34. BÉGUÉ (Louis), 1935. – La Question forestière en Côte d'Ivoire. – *Revue internationale des produits coloniaux*, X^e année, n° 119, novembre 1935, pp. 338-349.
35. LAVAUDEN (Louis), 1941. – Les forêts coloniales de la France. – *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, XXI, pp. 285-365, 509-622, 671-752 (écrit en 1935 pour participer au concours ouvert par l'Académie des Sciences Coloniales, texte couronné n° 2, ne sera publié par cette dernière qu'en 1942, après le décès de l'auteur – 279 p.).
36. GENT (J.R.P.), 1929. – Forestry in relation to agriculture in the Gold Coast and Ashanti. – Gold Coast : Forestry Dept Accra. – Paper n° VIII.
37. TROUP (R.S.), 1940. – Colonial forest administration. – London : Oxford University Press. – 212 p.
38. CARTON (Paul), SALLENAVE (Pierre), 1938. – Considérations sur l'action réciproque des forêts et du climat. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, 41^e année, fasc. 1, pp. 294-318.
39. WILM (H.G.), 1957. – Influence de la végétation forestière sur l'eau et le sol. – *Unasylva*, 11, n° 4, pp. 168-172.
40. FAO, 1962. – Influences exercées par la forêt sur son milieu. – Coll. Études des forêts et des produits forestiers, n° 15, 343 p.
41. POORE (Duncan), 1976. – Valeur des écosystèmes de la forêt tropicale humide. – *Unasylva*, 28, n° 112-113, pp. 124-141.
42. FONTAINE (René), 1981. – Les forêts tropicales, situations et tendances. – *Comptes Rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France*, XVII, 13 (séance du 24 juin 1981), pp. 1074-1083.
43. CALDER (Ian R.), 1996. – Water use by forest at the plot and catchment scale. – *Commonwealth Forestry Review*, vol. 75, n° 1, pp. 19-30.
44. HENRY (Yves), 1914. – Rapport sur la situation forestière au Sénégal. – Dakar, mai 1914. Cité p. 474 par MANGIN (M.), 1924. – Une mission forestière en Afrique Occidentale Française. – *La Géographie*, vol. XII, n° 4 et n° 5, novembre et décembre 1924, pp. 449-484 et pp. 628-654.
45. LAFOSSE (Henry), 1924. – Les Eaux et les Bois. – Paris : Payot. – 146 p.
46. COUDREAU (Jean), 1937. – La Forêt malgache, son rôle dans l'économie générale du pays, sa conservation, son amélioration. – *Bulletin Économique de Madagascar*, nouvelle série, n° 9, 1^er trimestre 1937, pp. 75 à 96.
47. COMMISSION POUR L'ÉTUDE DE LA JACHÈRE DU CENTRE DE RECHERCHES INEAC DE YANGAMBI, 1949. – Systèmes culturaux applicables à la production de plantes annuelles en zone équatoriale congolaise. Communication 3. III, 146. – Conférence interafricaine des sols de Goma, 1948. – *Bulletin agricole du Congo belge*, XL, 2 juin 1949, pp. 1749-1813.
48. MURY (Francis), 1920. – Rapport à M. le Ministre des Colonies sur la situation de la Grande Comore. Enquête à la Grande Comore. – Paris : *Courrier Colonial*. – 42 p.
49. MAURY (L.F. Alfred), 1877. – La Terre et l'homme ou aperçu historique de géologie, géographie et d'ethnologie générales pour servir d'introduction à l'Histoire universelle. – 4^e édition. – Paris : Librairie Hachette. – 803 p.
50. DUCAMP (Roger), 1912. – Étude à propos des variations dans la manière d'être des saisons. Rôle des boisements. – *Revue Indochinoise*, n° 4, avril 1912, 7 p.
51. GRANDIDIER (Guillaume), 1928. – Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar. Tome IV, paragr. 2. – Forêts et produits végétaux spontanés utiles. – pp. 93-110.
52. HAILEY (Lord), 1938. – An African survey; a study of problems arising in Africa south of the Sahara. – London : Oxford University Press. – 1 837 p.
53. AUBRÉVILLE (André), 1938. – La Forêt coloniale : les forêts de l'Afrique occidentale Française. – Paris : *Annales de l'Académie des Sciences Coloniales*, IX. – 245 p.
54. MOUTON (J.A.), 1959. – Riziculture et déforestation dans la région de Man (Côte d'Ivoire). – *L'Agronomie Tropicale*, XIV, n° 2, mars-avril, pp. 225-231.
55. PERRIER DE LA BÂTHIE (Henri), 1931. – Les réserves naturelles de Madagascar. – *La Terre et la Vie*, nouvelle série, n° 10, octobre, pp. 427-442.

56. PERRIER DE LA BÂTHIE (Henri), 1921. – La Végétation malgache. – *Annales du Musée Colonial de Marseille*, XXIX, 3e série, 9e volume, 271 p.
57. AUSSENAC (Gilbert) 1996. – Des interactions entre climats et forêts aux niveaux local, régional ou planétaire. – *Le dossier INRA*, n° 12, pp. 8-12.
58. AUSSENAC (Gilbert), 1996. – Forêt et eaux : relations entre écosystèmes forestiers et ressources en eau. – *Le dossier INRA*, n° 12, pp. 19-23.
59. UHART (Edmond), 1961. – Les reboisements, facteur préalable du développement à Madagascar. – Thèse de Sciences Économiques, Université de Paris du 19 décembre 1961, 333 p.
60. ENGELS (Friedrich), 1878. – Dialektik der Natur. – Paris : Éditions Sociales. – Traduction française par E. Bottigelli, 1952.
61. WORTHINGTON (E.B.), 1938. – Science in Africa, a review of scientific research relating to tropical and southern Africa. – London : Oxford University Press. – 746 p.
62. THORNTHWAITE (C.W.), 1940. – Climatic research and forestry. – *Journal of Forestry*, vol. 38, n° 3, p. 224.
63. AUBRÉVILLE (André), 1949. – Les forêts (de l'A.O.F.). *In* : GUERNIER (E.). – L'Afrique Occidentale Française, tome I, pp. 371-390 (L'Encyclopédie coloniale et maritime).
64. BERNARD (E.-A.), 1953. – L'Évapotranspiration annuelle de la forêt équatoriale congolaise et l'influence de celle-ci sur la pluviosité. – *Bulletin des séances de l'Institut Royal colonial belge*, XXIV, 1953-3.
65. AUBRÉVILLE (André), 1953. – Prospections en chambre XLIII Forêt et climat. – *Bois et forêts des tropiques*, 40, mars avril 1953, pp. 63-66.
66. MAZOYER (Marcel), ROUDART (Laurence), 1997. – Histoire des agricultures du monde, du néolithique à la crise contemporaine. – Paris : Seuil. – 537 p.
67. BÂ (Amadou Hampaté), 1991. – Amkoullel l'enfant peul, Mémoires. – Paris : Actes Sud. – 412 p.
68. BELIME (Émile), 1958. – Le Fardeau de l'homme blanc. – *Revue des Deux Mondes*, 1er juillet 1958, pp. 3-24.
69. HUMBERT (Henri), 1947. – Changements survenus dans la végétation du Sud de Madagascar (communication à l'Académie des Sciences, séance du 16 mai 1947. – *Revue internationale de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, XXVII, n° 301-302, novembre décembre 1947, pp. 441-444.
70. HUMBERT (Henri), 1949. – Rapport de mission botanique à Madagascar, 1946-1947. – *Le naturaliste malgache*, I, pp. 61-79.
71. LECOMTE (H.), 1953. – Un exemple suggestif de désertification provoquée : les territoires semi-arides du sud de Madagascar (exposé Assemblée UIPN Caracas, septembre 1952). – *Le naturaliste malgache*, pp. 5-18.
72. VUILLET (J.), GIRAUD (A.), 1909. – Mission forestière de l'Afrique occidentale française. Rapport d'ensemble. – *L'Agriculture pratique des pays chauds*, IX, 2e semestre 1909, pp. 58-74, 158-161, 193-206, 317-326, 510-516.
73. ABADIE (colonel Maurice), 1927. – La Colonie de Niger. – Paris : Sté d'éditions géographiques, maritimes et coloniales. – 466 p.
74. HENRY (Yves), 1913. – Le Régime forestier en Afrique Occidentale française. – *La Revue indigène*, n° 88, août septembre, pp. 509-530. Voir aussi Réponse à AOE même numéro, pp. 582-589, et même titre *La Dépêche Coloniale* du 2 octobre 1913 et réponse à P. Bourde, *Le Temps*, 21 septembre 1913.
75. HENRY (Étienne), 1901. – La Forêt, moyen préventif contre l'envahissement de l'Europe par les déserts de l'Asie Centrale. – *Revue des Eaux et Forêts,* février, pp. 86-91 à partir d'un article paru dans *Forstliche Naturweise Zeitschrift.*
76. GASSIER (Maurice), 1954. – Au Sahara – La lutte contre le désert. – *Revue des Deux Mondes*, 1er mai, pp. 125-135.
77. STEBBING (prof. Edward Percy), 1935. – The encroaching Sahara : the threat to the west African colonies. *In* : Royal Geographical Society meeting, Londres, 4th of march 1935. – *Geographical Journal*, tome LXXXV, n° 6, 8 p.
78. GRIFFITH (A.L.), 1955. – Desert spread and desert reclamation, letter to the Editor. – *Empire Forestry Review*, 34-1, March, pp. 79-80.

79. AUBRÉVILLE (André), 1936. – Les forêts de la Colonie du Niger. – *Bull. Comité des Études historiques et scientifiques de l'AOF*, tome XIX, 1, janvier mars, pp. 1-95.
80. STEBBING (Edward Percy), 1937. – The threat of the Sahara. – *Journal of the Royal African Society, XCLV,* extra supplement.
81. STEBBING (Edward Percy), 1937. – The forests of West Africa and the Sahara, a study of modern conditions. – London and Edimburgh : Wand R. Chambers Ltd. – 245 p.
82. STEBBING (Edward Percy), 1938. – The man-made desert in Africa. – *Journal of the Royal African Society*, extra supplement, XCLVI, January.
83. STEBBING (Edward Percy), 1953. – The creeping desert in the Sudan and elsewhere in Africa. – Khartum : Mc Corquedale and Co (Sudan) Ltd. – 165 p.
84. STEBBING (Edward Percy), 1938. – The arid regions of Northern Nigeria and the French Niger colony. – *The Empire Forestry Journal*, 17 janvier, Letter to the editor, pp. 98-99.
85. COLLIER (F.S.), DUNDAS (J.), 1937. – The arid regions of Northern Nigeria and the French Niger colony. – *The Empire Forestry Journal*, 16 février, pp. 184-193.
86. DUNDAS (J.), 1938. – Vegetation types of the Colonie du Niger. – Oxford : Imperial Forestry Institute. – Memoir, n° 15, 12 p. dactyl + planches.
87. FAIRBAIN (W.A.), 1943. – Vegetation types of Northern kano and Katsina Provinces of Northern Nigeria. – Oxford : Imperial Forestry Institute. – Paper n° 22.
88. FAIRBAIN (W.A.), 1943. – Classification and description of the vegetation types of the Niger Colony, French West Africa. – Oxford : Imperial Forestry Institute. – Paper n° 23, 38 p.
89. JACKS (G.V.), WHYTE (R.O.), 1939. – The rape of the earth – a world survey of soil erosion. – London : Faber and Faber Ltd. – 313 p.
90. AUBRÉVILLE (André), BACHELIER (R.), 1973. – Rapport de mission forestière Nigeria-Niger, 1936-1937. – *Bois et forêts des tropiques*, n° 148, pp. 3-26.
91. HUBERT (Henry), 1920. – Le Dessèchement progressif en Afrique Occidentale. – *Bulletin du Comité d'études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française,* octobre-décembre (paru en réalité en 1921), pp. 401-467.
92. MONOD (Théodore), 1950. – Autour du problème du dessèchement africain. – *Bulletin de l'IFAN, série B* XII, n° 2, avril, pp. 514-523.
93. CHUDEAU (R.), 1921. – Le problème du dessèchement en Afrique Occidentale. – *Bulletin du Comité d'études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française*, volume 4, pp. 353-369.
94. MANGIN (Maurice), 1924. – Une mission forestière en Afrique occidentale française. – *La Géographie*, XLII, n° 4 et 5, novembre et décembre, pp. 449-484 et 628-654.
95. CHEVALIER (Auguste), 1928. – L'Assèchement de l'Afrique occidentale et centrale, les irrigations et le reboisement. – *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, Vol. VIII, n° 79, pp. 212-214.
96. CHIPP (T.F.), 1923. – The forestry problem of the Gold Coast. – *The Empire Forestry Journal*, vol. II, n° 1, pp. 65-75.
97. GAUTIER (E.F.), 1935. – L'Afrique noire occidentale, esquisse des cadres géographiques. – Paris : Larose. – Comité d'études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française, VIII, 188 p.
98. HENRY (Yves), 1936. – De la production agricole et sylvicole aux colonies. – Paris : Éd. de l'Institut colonial français. – 27 p. (Rapport présenté à la Conférence économique métropolitaine et d'Outre-Mer. Paris, 1936).
99. JARVIS (major C.S.), 1937. – Three deserts. – London : John Murray, cité par WEISS (Louise), 1976. – Tempête sur l'Occident 1945-1975. – 2e édition. – Paris : Albin Michel. – 98 p.
100. MENIAUD (Jacques), 1930. – L'Arbre et la forêt en Afrique noire. – Paris : Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales 1930. – 28 p. *Cf. Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences Coloniales*, tome XVI, 1930-1931, pp. 55-61 (Jacques Méniaud, administrateur des colonies, a été secrétaire général de la colonie du Soudan).
101. MENIAUD (Jean), 1935. – La Déforestation des territoires tropicaux et ses conséquences pour l'agriculture. Nécessité d'une politique de reboisement (résumé présenté à la Conférence économique de la France d'Outre-Mer). – *L'Agronomie Coloniale*, XXIV, n° 206, février, pp. 33-40 (Jean Méniaud, administrateur des colonies, est chef du Service des bois coloniaux, conseiller technique du ministère des Colonies pour les forêts coloniales).

102. ROBEQUAIN (Charles), 1939. – La Végétation forestière de l'AOF et du Togo. – *Annales de géographie*, pp. 163-170.
103. ROBERTY (Guy), 1940. – Contribution à l'étude phytogéographique de l'Afrique occidentale française. *Candollea* VIII, p. 83-135 (Thèse docteur ès sciences soutenue à l'université de Genève).
104. HARROY (Jean-Paul), 1944. – Afrique, terre qui meurt. – Bruxelles : Marcel Hayez. – 557 p. (la référence des pages est tirée de la deuxième édition parue en 1949).
105. AUBRÉVILLE (André), 1949. – Contribution à la paléohistoire des forêts de l'Afrique Tropicale. – Paris : Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales. – 99 p.
106. STEBBING (Edward Percy), 1936. – The problem of the Sahara in West Africa. *In* : 2e Congrès international de Sylviculture, IXe section, Budapest. – Tome III, pp. 661-675.
107. STEBBING (Edward Percy), 1941. – Forest and erosion. – *The Empire Forestry Journal*, XX, n° 1, pp. 25-38.
108. MARIKO (Kélétigui A.), 1996. – La Mort de la brousse. La dégradation de l'environnement au Sahel. – Paris : Karthala. – 126 p.
109. Commission set up to study deforestation and erosion in tropical countries under the auspices of the Royal African Society. With comment by BLANFORD (H.R.). – *The Empire Forestry Journal*, XXI, n° 2, pp. 101-105, avec en complément le commentaire de STEBBING (Edward Percy) sur les conclusions p. 105.
110. CHEVALIER (Auguste), 1950. – La Décadence des sols et de la végétation en Afrique Occidentale Française et la protection de la nature. – *Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale*, XXX, n° 333-334, juillet-août, pp. 348-353 (reproduit dans *Bois et forêts des tropiques*, n° 16, reprend référence [28]).
111. MOURGUES (G.), 1950. – Le Nomadisme et le déboisement dans les régions sahéliennes de l'AOF. – Dakar : Première conférence internationale des Africanistes de l'ouest. – pp. 138-167.
112. MONOD (Théodore), 1950. – Enquête sur le dessèchement en AOF. Première tranche : Mauritanie, Soudan, Niger. – *Bulletin de l'IFAN, série B*, XII, 4 octobre, pp. 1171-1175.
113. PÉLISSIER (Paul), 1951. – Sur la désertification des territoires septentrionaux de l'AOF. – *Cahiers d'Outre-Mer*, XII, 4e année, pp. 80-85.
114. FOURIER (Charles), 1808. – Théorie des quatre mouvements et des destinées générales. – Publié sans nom d'auteur à Lyon en 1808, réédité par J.J. Pauvert en 1967. Cité par RUSCIO (Alain), Le crédo de l'homme blanc, regards coloniaux français XIXe-XXe siècles. – Bruxelles : Ed. Complexe, 1995. – 410 p. (*cf.* p.312).
115. DALE (Ivan R.), 1954. – Forest spread and climatic change in Uganda during the Christian era. – *The Empire Forestry Review*, 33.1, March, pp. 23-29.
116. BELLOUARD (Pierre), 1954. – Le Contrôle du désert en Afrique occidentale. – Actes du IVe Congrès forestier mondial, Dehra-Dun (Inde). Tome III, pp.590-597.
117. BÉGUÉ (Louis), 1955. – Le Contrôle du désert et la foresterie dans les zones arides. *In* : Comptes rendus de la Section Foresterie tropicale du IVe Congrès forestier mondial, Dehra-Dun (Inde). – *Bulletin de Madagascar*, V, n° 106, mars, pp. 205-206.
118. CCTA, 1959. – Troisième Conférence Interafricaine des Sols. – Dalaba : CCTA. – Vol. I, 1960.
119. SIRCOULON (Jacques), 1992. – Évolution des climats et des ressources en eau. *In* : L'environnement en Afrique. – *Afrique contemporaine*, n° 161, spécial 1992, pp. 57-76.
120. BEUSEKOM (Monica M. van), 1999. – From underpopulation to overpopulation, French perceptions of population, environment and agricultural development in French Soudan 1900-1960. – *Environmental history*, vol. 4, n° 2, April, pp. 198-219.
121. WESTBROEK (Peter), 1991. – Vive la terre, physiologie d'une planète. – Paris : Seuil. – 1998, 216 p., 1re édition Life as a geological force, 1991.
122. CARTON (Paul), 1932. – Formules climatiques et climogrammes susceptibles d'être utilisés en écologie. – *Comptes Rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France*, XVIII, pp. 775-783.
123. H.G.C, 1939. – Review of : The influence of vegetation on climate in West Africa by MOOR (H.W.). Imperial Forestry Institute paper n° 17. – *The Empire forestry journal*, XVIII, n° 2, p. 295.

124. AUBRÉVILLE (André), 1947. – Observations d'écologie générale. – *L'Agronomie tropicale*, II, 12, pp. 592-613. Repris dans Richesses et misères des forêts de l'Afrique noire française. – Paris : Imp. J. Jousse et Cie. – 1948, pp. 193-214.
125. AUBRÉVILLE (André), 1954. – Prospections en chambre XLIV. – *Bois et forêts des tropiques*, n° 35, pp. 46.
126. AUBRÉVILLE (André), 1955. – Prospection en chambre L. – *Bois et forêts des tropiques*, n° 41, pp. 59.
127. AUBRÉVILLE (André), 1956. – Prospection en chambre LIV. – *Bois et forêts des tropiques*, n° 47, pp. 56.
128. AUBRÉVILLE (André), 1930. – Les forêts réservées en Côte d'Ivoire et leur enrichissement. – *Actes et Comptes Rendus de l'Association Colonies-Sciences*, VI, n° 59, mai, pp. 111-119.
129. GOUROU (Pierre), 1953. – L'Asie. – Paris : Hachette. – 541 p.
130. THORNTHWAITE (C.W.), 1948. – An approach toward a rational classification of climates. – *Geographical Review*, n° 38, January, pp. 55-94.
131. THORNTHWAITE (C.W.), HARE (K.F.), 1955. – Classification climatologique et foresterie. – *Unasylva*, vol. 9, n° 2, juin, pp. 55-63.
132. THORNTHWAITE (C.W.), 1955. – The water balance. – *Climatology*, tome VIII, n° 1, 104 p.
133. WICHT (C.L.), 1949. – Forestry and water supplies in South Africa. – *South African Department of Forestry Bulletin*, n° 33, pp. 58.
134. MEIGS (Peveril III), 1951. – World distribution of arid and semi-arid homoclimates. – Paris : Unesco/NS/AZ37. – August (cartes éditées en 1952, n° 392 et 393).
135. KITTREDGE (Joseph), 1948. – Forest influences. – New York : Mc Graw Hill Book Co. – 394 p.
136. USSÈLE (Leopold), 1891. – Un reboisement dans les Indes anglaises. – *Revue Scientifique*, vol. 47, n° 8, (21 février), pp. 232-239.
137. FLAHAUT (Charles), 1902. – Le Régime des fleuves et les forêts en Russie. – *La Géographie*, V, pp. 287-289.
138. WERY (Georges), 1918. – L'Organisation scientifique de l'Agriculture aux Colonies. – Paris : J.B. Baillière et fils. – 76 p.
139. ROLLEY, LHUILLIER, BRESSON, BETREMIEUX, 1946. – Mission Logone-Chari. Rapport de mission sur les possibilités de développement économique du bassin du Logone. – Février-juillet. – 2 tomes, 180 p.
140. RESTE (J.F., gouverneur général de l'A.E.F.), 1938. – Action économique et sociale en Afrique Équatoriale Française. – Brazzaville : Imprimerie officielle. – 221 p.
141. MONMARSON (Raoul), 1950. – L'Afrique noire et son destin. – Paris : Ed Francex Sté d'éditions extérieures et coloniales. – 365 p. (Coll. Présence de l'Empire, collection de chapitres sur des voyages et observations antérieurs diversement datés).
142. MULHEIM (P.), 1938. – L'Agriculture tropicale. – *La Revue française d'Outre-Mer*, janvier, pp. 18-19.
143. DUMONT (René), 1961. – Afrique noire – Développement agricole. Reconversion de l'économie agricole Guinée-Côte d'Ivoire-Mali. – Paris : Cahiers Tiers-Monde I.E.D.E.S., PUF. – 212 p.
144. BONNEUIL (Christophe), 1993. – Du jardin d'essais à la station expérimentale : « mise en valeur » de l'Empire et naissance de l'agronomie tropicale 1880-1930. – 44 p. Cite OSBORNE (Michael A.) 1985. – The system of colonial gardens and the exploitation of French Algeria. Proceedings of the 8th meeting of the French colonial historical society. – University Press of America : E.P. Fitzgerald ed.
145. LOUVEL (M.), 1924. – L'Eucalyptus et la forêt malgache. – *Bulletin Économique de Madagascar*, XXI, n° 1 et 2, pp. 111-112 et pp. 215-217.
146. LAVAUDEN (Louis), 1931. – Instruction générale sur les reboisements Service des Eaux et Forêts. – Publication Gouvernement Général de Madagascar. – Tananarive : Imprimerie G. Pitot. – 26 p.
147. BERLAN (E.), 1951. – L'Eucalyptus à Addis-Abeba et au Choa. – *Revue de géographie alpine*, XXXIX, pp. 571-577.

148. FLORENCE (R.G.), 1986. – Cultural problems of Eucalyptus as exotics. – *The Commonwealth Forestry Review*, vol. 65, n° 2, pp. 141-163.
149. WESTOBY (Jack), 1989. – Introduction to world forestry : people and their trees. – Oxford : Basil Blackwell Ltd. – 228 p.
150. RAUCH (F.A.), 1802. – Harmonie hydro-végétale et météorologique ou Recherches sur les moyens de recréer avec nos forêts la force des températures et la régularité des saisons par des plantations raisonnées. – Paris : an X. – 2 volumes.
151. CHANCEREL (Lucien), 1914. – La Question des forêts de France. – Nancy : Ed. Berger-Levrault. – 156 p.
152. STEBBING (Edward Percy), 1931. – Influence des forêts sur le volume des eaux pluviales, tombées dans une année, débit des cours d'eau et des fontaines, érosion et inondations. *In* : Congrès International du bois et de la sylviculture tenu à Paris du 1er au 5 juillet 1931. – Paris : Touring Club de France. – 1931. – Tome 2, pp. 109-111.
153. SCHLICH (Sir W.), 1906. – Forest policy in the British Empire. Manual of forestry. Volume I. – London Bradbury : Agnew and Co. – 3e édition, IX + 246 p.
154. HENRY (Étienne), 1908. – L'Eau sous bois aux Indes. – *Revue des Eaux et Forêts,* tome 47, pp. 339-343.
155. BUFFAULT (Paul), 1909. – La Capacité rétentionnelle de la forêt. Son action sur les sources et les cours d'eau. – *Revue des Eaux et forêts,* tome VII, janvier, pp. 1-18.
156. BONNECARRÈRE (commissaire de la République au Togo sous mandat français), 1924. – Circulaire du 4 septembre 1924, reproduite. *In* : Rapport du Togo à la Commission des Mandats de la Société des Nations pour l'année 1924. – Publié en 1925, pp. 239-241.
157. RENARD, 1949. – Les feux de brousse au Soudan. *In* : Communication 3 V n° 67 à la Conférence interafricaine des sols de Goma de 1948. – *Bulletin agricole du Congo belge*, XL, 2 juin, pp. 1919-1929.
158. VIGUIER (Pierre), 1961. – L'Afrique de l'Ouest vue par un agriculteur. Problèmes de base en Afrique Tropicale. – Paris : La Maison rustique. – 134 p.
159. LOUVEL (M.), 1951-1952. – Notes sur les forêts malgaches de l'Est (2). État actuel des reboisements à Madagascar. – *Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture tropicale*, XXXI, n° 341-342, mars avril, pp. 185-196.
160. CHARREAU (C.), NICOU (R.), 1971. – L'Amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques. – Paris : IRAT. – *Bulletin agronomique*, n° 23, 252 p.
161. FABRE (Georges), 1887. – Rapport au Bureau Central Météorologique, avril 1887. Cité par POUPARDIN (D.), 1995. – L'Observatoire de l'Aigoual. – INRA, *Courrier de l'Environnement* n° 25, septembre 1995, pp. 31-46.
162. CHEVALIER (Auguste), 1918-1919. – Premier inventaire des bois et autres produits forestiers du Tonkin. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, n° 131-132, juillet août 1918, et n° 137, juillet août 1919. Tiré à part : Hanoi Schneider et Cie, Imprimerie d'Extrême Orient. – 228 p.
163. BERTIN (André), 1926. – La Forêt, la brousse et le bois. – *Chimie et Industrie*, n° spécial « Dix ans d'efforts », pp. 339-367.
164. ALLOUARD (Pierre), SALLENAVE (Pierre), 1935. – Les services forestiers à Java et en Malaisie. *In* : Rapport de mission 1934. – Saigon : Institut de Recherches Agricoles et Forestières de l'Indochine. – 64 p.
165. CONSIGNY (André), 1937. – L'Avenir économique de nos possessions d'Outre-Mer compromis par les feux de brousse, de savane et de forêt. – *Actes et Comptes Rendus de l'Association Colonies - Sciences*, n° 141 et 142, pp. 49-60 et pp. 73-77.
166. PERNET (R.), 1952. – L'Humus forestier et son évolution après destruction du couvert végétal. – *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar*, série D, tome IV, fascicule 2, pp. 297-345.
167. PERNET (R.), 1954. – Évolution des sols de Madagascar sous l'influence de la végétation. – *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar*, série D, tome VI, pp. 202-410.
168. HOUDAILLE (capitaine), 1900. – Étude sur les propriétés et l'exploitation des bois de Côte d'Ivoire. – *Revue des cultures coloniales*, vol. 6, n° 48, pp. 131-136.

169. CHAUVEAU (docteur Claude, sénateur), 1922. – Écrits et Paroles. Adoption d'un projet de loi relative aux forêts de protection. – Séance du Sénat du 31 décembre 1921, tome I, 276 p., pp. 46-47.
170. RANDAU (Robert), s.d. – L'Aventure sur le Niger. – Paris : E. Saubot et Cie. – 358 p. (probablement début des années 1930).
171. PRADES (J.), 1920. – Le Service forestier de l'Indochine. – Hanoi : Imprimerie tonkinoise. – II, 81 p.
172. ROTHÉ (Paul L.), 1954. – Les forêts d'Indochine. – *Marchés coloniaux*, 16 juillet 1954, pp. 1029-1033.
173. JUMELLE (Henri), PERRIER DE LA BÂTHIE (Henri), 1909. – Les Landolphia et Mascarenhasia à caoutchouc du Nord de l'Ananalova. – *L'Agriculture pratique des pays chauds*, IX, 76, juillet, pp. 9-26.
174. LECOMTE (Henri), 1929. – Des « Réserves naturelles » dans les colonies françaises. Un commencement d'exécution. – *Revue d'Histoire naturelle*, vol. X, 1re partie B, pp. 257-276.
175. CHEVALIER (Auguste), 1930. – Extrait d'une lettre du 11 décembre 1930 (au sujet de la Guinée). – *La Géographie*, tome LIV, n° 5-6, novembre décembre, pp. 340-344.
176. MENIAUD (Jean), 1931. – Les bois coloniaux. Ressources offertes à la métropole par les forêts coloniales. – Paris : Agence Générale des Colonies. – 386 p.
177. COUDREAU (Jean), 1959. – Dans les pays tropicaux la notion de « Domaine forestier de l'État » est d'ordre constitutionnel. – *Cahiers des Ingénieurs agronomes*, n° 132, janvier, pp. 27-28.
178. RABOT (Charles), 1907. – La Dégradation des Pyrénées et le régime des cours d'eau. – *La Géographie*, 15 septembre 1907, p. 166.
179. HUFFEL (Gustave), 1921. – Influence de la forêt sur le régime des eaux. – *Annales de la Direction Générale des Eaux et Forêts*, fasc. 51, Annexe. – Paris : Imprimerie Nationale, 1920-1921.
180. BUFFAULT (Paul), 1924. – L'Influence de la forêt sur le régime des eaux. – *Revue générale des sciences pures et appliquées*, pp. 261-265.
181. DECARY (Raymond), 1953. – L'Appauvrissement des ressources naturelles dans le Sud de Madagascar. – *Bulletin de la Section de Géographie du Comité des Travaux historiques et scientifiques*, pp. 99-107.
182. GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE MADAGASCAR ET DÉPENDANCES, 1938. – Plan de développement de Madagascar. Partie forêts. – Tananarive : Imprimerie officielle. – Mai 1938. – 7 pages + 2 tableaux.
183. CHASSIGNEUX (E.), 1912. – L'Irrigation dans le delta du Tonkin. – Paris : C. Delagrave. – 121 p.
184. DUCAMP (Roger), 1911. – Mémoire à Mr le Gouverneur Général de l'Indochine : du 9 novembre 1911. – 4 pages dactylographiées (copie *in* Fonds Ducamp, Laboratoire de botanique, ENSA Montpellier).
185. VERDAGUER (A.), 1912. – Contre le déboisement. Menace de déforestation en Indochine. – *Revue des Eaux et Forêts,* tome 51, pp. 421-426.
186. VERDAGUER (A.), 1912. – Les richesses qui se gaspillent et tendent à disparaître. Les boisements de palétuviers. Leur rôle. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, XV, n° 6, pp. 485-487.
187. LEFEBVRE, 1913. — Inondations de 1913 dans le bassin du Fleuve Rouge et les bassins secondaires. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, XVI, n° 105, nouvelle série, novembre-décembre, pp. 1001-1041.
188. NORMANDIN (A.), 1913. – Étude comparative du problème de l'hydraulique agricole à Java, aux Indes britanniques, en Indochine. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, XVI, n° 104, pp. 783-810.
189. NORMANDIN (A.), 1918. – Progrès à réaliser pour développer la richesse agricole en Indochine, pp. 408-434. *In* : Congrès d'Agriculture Coloniale. – Paris : A. Challamel, 1920.
190. VERDAGUER (A.), 1914. – Les crues du Fleuve Rouge - Déboisement et inondations. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, XVII, n° 107, nouvelle série, mars avril, pp. 240-245.
191. PRADES (J.), 1920. – Bois et forêts du Tonkin. – Hanoi : Imprimerie tonkinoise. – 58 p. + 2 annexes.
192. PRADES (J.), 1921. – Recueil - Questions forestières diverses. Statistiques forestières de 1914. – Hanoi : Imprimerie tonkinoise. – 89 + 24 p.

193. PRADES (J.), 1923. – Deuxième rapport sur le Service forestier de l'Indochine. – Nice : Imprimerie spéciale du Petit niçois. – 47 p.
194. NORMANDIN (A.), 1914. – Les crues du Fleuve Rouge. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, XVII, n° 106, nouvelle série, janvier-février, pp. 15-45.
195. NORMANDIN (A.), 1925. – Les crues du Fleuve Rouge et la défense du delta du Tonkin entre les inondations. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, pp. 206-246.
196. COSTANTIN (L.), 1918. – L'Hydraulique agricole en Indochine. *In* : Congrès d'Agriculture Coloniale. – Paris : Série Hanoi, n° 15, 42 p.
197. BERNARD (Paul), 1934. – Le Problème économique indochinois. – Paris : Nouvelles Éditions latines. – LXII + 424 p.
198. CHEVALIER (Auguste), 1908. – Culture et exploitation des forêts. *In* : Rapport de la section V, 4e division, du Congrès Colonial de Marseille de 1906, tome IV. – Paris : A. Challamel, 1908. – pp. 386-406.
199. CONSIGNY (André), 1936. – Considérations sur les feux de brousse, leurs méfaits et les possibilités de les enrayer. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, n° 39 (2), pp. 183-195 et 39 (6), pp. 991-1019.
200. DUCAMP (Roger), ROTHE (Paul). – Histoire du Service forestier Cambodgien 1901-1938. Rôle de la forêt inondée sur les richesses ichtyologiques. – Tapuscrit 15 p. en vue publication dans *Bulletin Économique de l'Indochine* (Bibliothèque Engref, Nancy).
201. GKB, 1889. – Some notes on the connection existing between forestry and agriculture in India. – *The Indian forester*, XV, 9 September, pp. 321-340 ; XV 10/12 October-December, pp. 371-386.
202. BÉGUÉ (Louis), 1952. – Maintien du régime hydraulique et régularisation des cours d'eau dans nos territoires d'Outre Mer. – Actes du Congrès National Bois et Forêts, 1952-1953, pp. 118-121.
203. LECLÈRE (Adhemar), 1901. – La Pêche dans le Grand Lac du Cambodge. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, pp. 675-679.
204. PREU (Christoph), ERDELEN (Walter), 1992. – Geoecological consequences of human impacts on forests in Srilanka. *In* : Tropical Forests in transition. – Birkhaüser : J.G. Goldhammer editor. – pp. 120-sqq.
205. GOUROU (Pierre), 1954. – Vue cavalière des Tropiques pluvieux. – *Bois et forêts des tropiques*, 37, septembre octobre, pp. 3-18.
206. FURON (René), 1947. – L'Érosion du sol. – Paris : Payot. – 218 p.
207. ROBEQUAIN (Charles), 1935. – L'Indochine française. – Paris : Armand Colin. – 224 p.
208. RETIF (Ernest), 1985. – Le Développement : Infrastructures, mines et industries. *In* : Indochine, alerte à l'histoire. – pp. 129-141.
209. DECOUX (amiral), 1949. – À la barre de l'Indochine 1940-45. Histoire de mon gouvernement général. Paris : Plon. – 507 p.
210. POIVRE (Pierre), 1763. – Observation sur l'état de l'agriculture chez différents peuples de l'Afrique et de l'Asie. – Premier discours lu à l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon en 1763. Manuscrit 575 folio 14 Biblio. – Paris : Centrale du Muséum national d'histoire naturelle.
211. COSTE (E.), 1925. – L'Utilisation des chutes d'eau à la Réunion. – *Bulletin de l'Agence générale des colonies*, n° 207.
212. BOURDILLON (J., dir.), 1991. – Les Travaux Publics français en Afrique subsaharienne et à Madagascar 1945-1985. – Paris : L'Harmattan. – 384 p.
213. CROS (Charles), 1953. – Intervention à la séance du 10 juillet 1953 à l'Assemblée de l'Union Française lors de la discussion sur le projet Monnet-Sérot sur la protection de la couverture végétale. – *JO A.U.F.*, pp. 633-634.
214. BELLOUARD (Pierre), 1954. – Forêt et question forestière en AOF. – *Encyclopédie mensuelle d'Outre-Mer*, n° 41, supplément, document n° 24, janvier, 12 p.
215. GLESINGER (Egon), 1949. – The coming age of wood. – New York : Simon and Schustr Inc. – 219 p. (en partie traduit et publié en français sous le titre : L'âge du bois).
216. WITTICH (Prof. Dr.), 1952. – Der Einfluss des Waldes auf die Wasserwirtschaft des Landes. – *Allgemeine Forstzeitschrift*, München, RFA, 22, octobre.

217. OLIVA (Luigi), 1936. – Proposta per l'impianto di observatori sperimentali per la studia dell' influenza del riboschimento sullo scovimento de superficie della acqua meteorische. Tome III, pp. 352-358. *In* : Actes du II[e] Congrès International de Sylviculture. Budapest, Hongrie, 10 au 14 septembre 1936.
218. OECE, 1952. – Mission d'Assistance Technique n° 18a. Sylviculture américaine et problèmes forestiers tropicaux. – Paris : OECE. – 106 p.
219. PEREIRA (H. Charles), 1991. – Le Rôle de la foresterie dans l'aménagement des bassins versants en région tropicale. *In* : 10[e] Congrès forestier mondial. – *Revue forestière française*, hors série, tome 3, pp. 151-160.
220. GROVE (Richard), 1992. – Les origines historiques du mouvement écologiste. – *Pour la science*, n° 179, septembre, pp. 30-35.
221. GIROD-GENET (Lucien), 1897. – À Madagascar. À travers bois. – *Bulletin trimestriel - Société forestière de Franche-Comté et Belfort*, n° 3, pp. 155-172.
222. GIROD-GENET (Lucien), 1904. – À Madagascar. Aperçus sur les forêts et leur exploitation. – *Journal du Commerce des Bois*, n° spécial, 35 p.
223. BERTIN (André), 1921. – Les bois coloniaux. – *L'Agronomie Coloniale*, n° 43, juillet, pp. 4-22 ; n° 44, août, pp 52-53 ; n° 45, septembre, pp. 85-88.
224. ZON (Raphael), SPARHAWK (William N.), 1923. – Forest resources of the world. – New York : Mc Graw Hill book Co. – 2 tomes XIV, 493 p. et VI, 502 p.
225. LUGARD (F.D.), 1919. – Political memoranda. – London : Crown Agents cité par KOLADE ADEYOJU (S.), 1976. – Utilisation des terres et régimes fonciers sous les Tropiques. – *Unasylva*, 28, pp. 12-13, pp. 26-41.
226. DUCAMP (Roger), 1912. – L'Arbre et l'eau en Indochine. *In* : Rapport S VIII, C : I, n° 2. – Hanoi : Service forestier. – Tapuscrit 11 pages + 2 annexes.
227. DUCAMP (Roger), 1905. – Les forêts de Guyane - Climatologie - Régime des eaux - Richesse. – *Revue des Eaux et Forêts*, tome 44, pp. 27-28.
228. SERVICE FORESTIER DE L'INDOCHINE (en réalité Roger Ducamp), 1907. – Le Service forestier de l'Indochine. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, pp. 949-980.
229. GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE L'INDOCHINE, 1908. – Situation de l'Indochine de 1902 à 1907. – Saigon : Imprimerie commerciale Marcellin Rey. – Tome II, 483 p.
230. ZON (Raphael), 1910. – The forest resources of the world. – Washington (DC) : USDA Forest Service. – Bulletin n° 83, 91 p.
231. BADIN (R.), 1914. – Les forêts de Madagascar. Leurs caractères, leurs ressources, leur conservation. – *Bulletin Économique de Madagascar*, XIV[e] année, n° 1, 1[er] trimestre, pp. 33-53.
232. DE WILDEMAN (E.), 1926. – Les forêts congolaises et leurs principales essences économiques. – Bruxelles : Bibliothèque Congo XIX. Ed. Goemaere. – 214 p.
233. CHEVALIER (Auguste), 1929. – La grande forêt vierge tropicale et son aménagement. – *Revue scientifique* (revue rose), LXVII, n° 4 et 5, pp. 108-115 et 138-144.
234. MENIAUD (Jean), 1929. – Une politique forestière pour nos colonies. – *Revue internationale des Produits coloniaux*, n° 38, février, pp. 41-48.
235. MENIAUD (Jean), 1931. – Rapport général de la Conférence de la production forestière coloniale et nord africaine. – Paris : Exposition Coloniale Internationale - Quinzaine de la Production Agricole Outre-Mer, IX.
236. Congrès International du bois et de la sylviculture. Groupe I Bois tropicaux et subtropicaux. – *Actes et Comptes Rendus de l'Association Colonies-Sciences*, VII, n° 74-75, août septembre, pp. 188-193.
237. MANGIN (Maurice), 1933. – Les forêts indochinoises, leur importance, leur gestion et leur mise en valeur. – *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, 132[e] année, décembre, pp. 641-663.
238. LAVAUDEN (Louis), 1931. – Le Problème forestier à Madagascar. *In* : Congrès de la Production forestière coloniale et nord-africain. – Paris : Exposition Coloniale Internationale, IX, pp. 104-112.
239. LAVAUDEN (Louis), 1935. – La Forêt équatoriale africaine. Son passé, son présent, son avenir. – *Actes et Comptes Rendus de l'Association Colonies-Sciences*, vol. X, n° 114, décembre 1934, pp. 209-223 ; vol. XI, n° 115, janvier 1935, pp. 1-8.

240. LAVAUDEN (Louis), 1935. – Forêts primitives et forêts secondaires. – *Bulletin trimestriel - Société forestière de Franche-Comté et des provinces de l'Est*, tome 21, mars 1935, pp. 19-27.
241. Gouvernement Général de l'Indochine, 1943. – Inspection des Services locaux des Eaux, Forêts et Chasse. Rôle des services locaux des Eaux et Forêts dans l'économie nouvelle de l'Indochine (1940-42). – *Bulletin Économique de l'Indochine*, fasc. II, 18 p.
242. ALBA (Paul), 1932. – La Question forestière au Sénégal. – *Actes et Comptes Rendus de l'Association Colonies-Sciences*, VIII, n° 89, novembre, pp. 193-198.
243. FAURE (Ulysse), 1951. – Rapport du Soudan français. Première Conférence forestière interafricaine d'Abidjan. – Nogent-sur-Marne : éd. CTFT. – pp. 137-150.
244. MENIAUD (Jacques, secrétaire général au Soudan français), 1912. – Haut-Sénégal-Niger (Soudan français). *In* : Géographie économique. – Paris : E. Larose. – Tome I, 396 p.
245. CHENGAPA (B.S.), 1947. – Timber, plywood and veneers. – Report to the 5th Empire Forestry Conference 1947. – *The Empire Forestry Review*, XXVII, 1 July 1948, résumé pp. 92-93.
246. HUMBERT (H.), 1949. – La Dégradation des sols à Madagascar. *In* : Communication n° 73 - Conférence interafricaine des sols Goma. – *Bulletin agricole du Congo belge*, XL, pp. 1141-1162. – Même texte *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar,* 1949, série D, tome I, 1, pp. 33-52.
247. EGGELING (W.J.), 1949. – Land utilization with special reference to forestry. *In* : Communication n° 57 - Conférence interafricaine des sols Goma. – *Bulletin agricole du Congo belge*, XL, 3-4, September-December 1949, pp. 2379-2384.
248. ALBA (Paul), 1949. – Circulaire technique sur la lutte contre l'érosion en Afrique Occidentale Française, n° 650. – Dakar : IGF du 27 octobre 1949. – 10 p.
249. MINISTÈRE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER, 1949. – Les problèmes d'utilisation des sols tropicaux dans l'Union française. – 2 tomes, ronéo.
250. Anonyme, 1952. – À propos de la conférence forestière interafricaine d'Abidjan. – *Bulletin de Madagascar*, n° 58, 1er juin, pp. 9-12.
251. BERGEROO-CAMPAGNE (Bernard), 1954. – Les raisons de la réglementation forestière et de la chasse. – Conférence à l'U.F.O.C.I. Cercle culturel et folklorique d'Abidjan, 2-5 septembre 1954, tapuscrit 13 p.
252. TAYLOR (Charles J.), 1962. – Tropical forestry. – London : Oxford University Press. – XV-163 p.
253. Anonyme, 1955. – Au quatrième congrès forestier mondial (Dehra-Dum-Inde, 1954). – *Bulletin de Madagascar*, V, n° 106, mars, pp. 193-211.
254. MOQUILLON (Claude), 1996. – La Forêt de palétuviers de la Pointe de Camau. – Saigon : Haut Commissariat de France en Indochine, 1946. – 148 p. Repris avec compléments et dactylographié. 1996 – 162 p. (Bibliothèque Engref, Nancy).
255. CHAPLAIN (M.) UMBDENSTOCK (A.), 1913. – Rapport sur les forêts coloniales. *In* : CR travaux du Congrès forestier international de Paris (séance du 19 juin 1913). – Paris : Touring club de France, 1913, pp. 158-163.
256. ROUEN, 1915. – Rapport du chef du Service de l'Hydraulique. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, XVIIIe année, nouvelle série, n° 114, juillet août, pp. 450-469.
257. PÊTRE, 1926. – L'Indochine. In : GÉRARD (Jean), 1926. – 1914-24 : Dix ans d'efforts scientifiques et industriels. – Paris : Chimie et Industrie. – 2 tomes : XXXII-3059 p.
258. AVIAU de PIOLANT (Jean d'), 1952. – Rapport Côte d'Ivoire. Première Conférence Forestière Interafricaine, Abidjan, décembre 1951. – Nogent-sur-Marne : CTFT, 1952. – 562 p., pp. 163-185.
259. ROUSSEAU (Jacques-Armand), 1933. – Missions d'études forestières dans la région du Nord Cameroun. – *Bulletin de l'Agence Générale des Colonies*, n° 285, 60 p. Exemplaire dactylographié du rapport de mission (Bibliothèque Engref Nancy, 1931).
260. BÉGUÉ (Louis), 1937. – Contribution à l'étude de la végétation forestière de la Haute Côte d'Ivoire. – *Bulletin du Comité d'études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française*, série B, n° 4, 127 p.
261. DYBOWSKI (J.), 1906. – Rapport préliminaire à M. le Ministre des Colonies sur le reboisement en Afrique occidentale. – *L'Agriculture pratique des pays chauds*, 6e année, n° 45, décembre, pp. 445-450.

262. HAMILTON (Laurence S.), KING (Peter N.), 1983. – Tropical forested watersheds Hydrologic and Soils response to major uses or conversion. – Boulder, Colorado : Westview Press.
263. BEUGNOT, 1851. – Rapport adressé à Mr le Ministre des Finances sur la nécessité de modifier, ou de maintenir la prohibition des défrichements (sur proposition de M. Dufournet). – *Annales forestières*, février 1851, pp. 32-44 ; mars 1851, pp. 58-81 ; avril 1851, pp. 108-141.
264. PLINE l'Ancien. – *Histoire naturelle*, *Livre XXVIII. (Remèdes tirés des animaux)*. – Paris : Les Belles Lettres (p. 29).
265. CORNEVIN (Marianne), 1993. – *Archéologie africaine*. – Maisonneuve et Larose. – 270 p.
266. ROBERTSON (T.C.), 1949. – All Africa is drying. – *Veldtrust*, 10, pp. 18, 21, 27.
267. SCHWARTZ (E.H.L.), 1920. – The Kalahari or Thirstland redemption. – Cap Town.
268. FABRE (Jean Antoine, citoyen, ingénieur des Ponts et Chaussées), an V (1797). – Essai sur la théorie des torrents et des rivières, contenant les moyens les plus sûrs pour en empêcher les ravages, d'en rétrécir le lit et d'en faciliter la navigation, la halage et la flottaison, accompagné d'une discussion sur la navigation intérieure de la France et terminé par le projet de rendre Paris port maritime. – Paris : Bidault. – XXXII-284 p.
269. OGÉ (F.), 1989. – Lutte pour l'eau, lutte contre l'eau : la reforestation. — Colloque de Bordeaux du Groupe d'histoire des forêts françaises. – pp. 96-105.
270. DEVÈZE (Michel), 1979. – Le Reboisement des montagnes françaises dans la seconde moitié du XIX^{e} siècle. – *La Forêt privée*, n° 126, pp. 27-32.
271. DUCAMP (R.), 1911. – Grands travaux hydrauliques en Mésopotamie. – *Revue des Eaux et Forêts*, tome 50, 1913, pp. 41-43.
272. Report 5th Empire Forestry Conference. – *Empire Forestry Review*, XVII, 1st July 1948, p. 83.
273. Mémoire adressé par Son Excellence Hoang-cao-Khai au résident supérieur du Tonkin. – *Bulletin Économique de l'Indochine*, XVIII, n° 114, nouvelle série, juillet-août 1915, pp. 443-449.
274. PELISSIER (Paul), 1951. – Sur la désertification des territoires septentrionaux de l'AOF. – *Cahiers d'Outre-Mer*, XII, 4^{e} année, janvier-mars 1951, pp. 80-85.