

DOCUMENT DE TRAVAIL AO-28

1ère et 2ème Commissions

L'EAU ET LES ETUDES HYDROLOGIQUES

par M. Jean RODIER

Ingénieur en Chef à l'Electricité
de France

Chef du Service Hydrologique de
l'Office de la Recherche
Scientifique et Technique
Outre-Mer.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° 32045

Cote B 041

L'EAU ET LES ETUDES HYDROLOGIQUES

La connaissance des régimes des cours d'eau et du cycle hydrologique est indispensable pour la mise au point de tous projets, soit d'aménagement d'hydraulique agricole, de centrales hydroélectriques, d'adduction d'eau, de ports-écluses, d'hydrobases fluviales, etc... qui utilisent les apports des nappes souterraines, des sources, des fleuves et rivières et des lacs; soit de projets d'aménagement à réaliser sur les rives d'un cours d'eau, comme c'est le cas pour la construction de ponts et d'ouvrages protecteurs contre les crues.

Le rôle de l'hydrologue est chaque fois essentiel. Pour l'étude d'aménagements hydroélectriques, c'est lui qui, en déterminant le débit moyen annuel, fixe l'importance de la production et par suite la rentabilité de l'ouvrage. En étudiant les basses eaux il peut préciser s'il est nécessaire de régulariser le débit. En définissant l'irrégularité interannuelle, il permet de vérifier la garantie de la fourniture et de mettre au point les consignes d'exploitation. De même la connaissance des crues exceptionnelles est généralement indispensable pour tracer les plans des ouvrages de prise. Les aménagements d'hydraulique agricole exigent presque les mêmes données; mais il faut étudier en outre, dans les zones irriguées, l'infiltration, l'évapo-transpiration, la composition des eaux, les intensités maximales des averses, tous facteurs qui influent sur le réseau de drainage. Dernier exemple, celui du calcul des débouchés de pont; il est souvent nécessaire de connaître non seulement la hauteur des eaux atteinte lors des crues exceptionnelles mais encore leur débit.

Or, si en Europe beaucoup de ces différentes données sont bien connues, le débit minimal par exemple ou la côte maximale centenaire à la traversée d'une ville, le débit moyen des fleuves ou des principales rivières, en Afrique tropicale, au contraire, les mêmes données aussi simples ne peuvent être dégagées qu'après

.../...

de longues recherches. A plus forte raison lorsqu'il s'agit de données difficiles à établir, telles que les débits de crues exceptionnelles.

Trois méthodes de travail sont employées par les hydrologues pour parvenir à dégager ces données hydrologiques que demandent les ingénieurs tant de génie civil que de génie rural. Ces trois méthodes sont employées concurremment. Elles présentent de l'une à l'autre un caractère de recherche plus ou moins intensif.

- La première permet d'obtenir une vue d'ensemble des divers problèmes hydrologiques. C'est l'étude des cours d'eau issus de grands et de moyennes bassins versants. Un réseau de Stations pour l'observation du débit est installé sur chacun d'eux. Les diverses caractéristiques hydrologiques ainsi obtenues sont complétées par une reconnaissance extensive des bassins versants et par les relevés pluviométriques des services météorologiques.

A la fin de 1947, le nombre des stations de jaugeages était très réduit. Mis à part le CAMEROUN où un directeur des Travaux Publics, éminent hydrologue, avait créé un premier réseau, on ne comptait, dans tous les territoires d'Outre-Mer, qu'une quinzaine d'échelles limnimétriques suivies de façon irrégulière. Aucun bassin expérimental, aucune installation hydrométéorologique. Une première série de prospections hydroélectriques furent alors entreprises par l'ELECTRICITE DE FRANCE avec le concours des premiers hydrologues de l'O.R.S.T.O.M. et quelques stations installées et étalonnées à titre provisoire. De cette époque date la première station sur le bassin du KONKOURÉ, l'étalonnage du haut bassin du NIGER, celui de la SANAGA à EDEA, le début des études de la capture du LOGONE, l'installation des premières stations du MOYEN-CONGO et l'étude du régime des Hauts-Plateaux de MADAGASCAR. A la fin de 1949, la collaboration entre O.R.S.T.O.M. et E.D.F. était concrétisée par une convention et la création du Service Hydrologique de l'O.R.S.T.O.M. En même temps, un Service de

.../...

L'Hydraulique était créé en Afrique Occidentale qui faisait appel au concours de 3 chercheurs de l'O.R.S.T.O.M. Dès ce moment, l'O.R.S.T.O.M., en Afrique Equatoriale, au Cameroun, en Côte d'Ivoire, à Madagascar, en Nouvelle-Calédonie et dans les départements d'Outre-Mer et l'ancien Service de l'Hydraulique en Afrique Occidentale, ont entrepris, de façon systématique, l'installation d'un réseau de stations de jaugeages et son étalonnage. Plus de 660 stations de jaugeages sont actuellement en exploitation sur lesquelles 500 exploitées directement par nos chercheurs, 340 d'entre elles sont étalonnées, ce qui représente 5.300 mesures de débits.

- Cependant le réseau général ne fournit aucune donnée sur les petits cours d'eau. Ne permettant pas d'autre part d'interpréter les divers phénomènes de l'écoulement, il est insuffisant pour suivre le cycle complet de l'eau. Ce cycle doit être observé sous tous ses aspects (précipitation, infiltration, évapotranspiration, évaporation solaire, transports solides, etc...) sur un ensemble homogène, c'est la méthode des petits bassins versants expérimentaux. Il s'agit, sur un bassin de réception, dont la superficie varie de quelques centaines d'hectares à 100 km², d'observer simultanément, pour chaque averse, l'écoulement dans le réseau hydrographique et les différents facteurs de cet écoulement, en particulier les précipitations, grâce à un réseau très dense de pluviomètres et de pluviographes.

Les premiers bassins versants expérimentaux ont été mis en exploitation en 1950 (Nord-Cameroun). Leur nombre s'est multiplié à partir de 1952 et surtout de 1955 quand le Service de l'Hydraulique de l'Afrique Occidentale a demandé à l'O.R.S.T.O.M. d'étudier pour son compte 10 bassins. Au cours de 1959, nos hydrologues ont exploité 24 bassins versants expérimentaux. Le dépouillement des résultats se fait selon la méthode analytique.

.../...

- Enfin, approfondissant l'analyse, l'un ou plusieurs des éléments du cycle de l'eau sont étudiés sur des parcelles expérimentales, en cases lysimétriques en bacs évaporatoires, etc... A ce genre d'études se rattachent les observations d'infiltration par les méthodes MUNTZ et PORCHET et l'exploitation des fosses pour mesures totales des transports solides. Ces études hydrométéorologiques à très grande échelle ont commencé en 1952. Elles sont menées sur les bassins versants expérimentaux en collaboration avec les pédologues (érosion).

*

*

*

Les résultats de ces différentes observations sont publiés par l'O.R.S.T.O.M. dans son ANNUAIRE HYDROLOGIQUE (1). Chaque année, l'annuaire fournit les relevés de débits journaliers aux stations principales. Depuis quatre ans il contient les données relatives à 100 stations, ensemble suffisant pour caractériser les régimes des cours d'eau des Etats de la Communauté, des Territoires et des Départements d'outre-Mer. Des publications particulières, monographies, rapports aux services utilisateurs, notes diverses rendent également compte de l'état des études. Celui-ci peut s'établir par un rapide bilan.

Sur le plan proprement scientifique :

AFRIQUE NOIRE: - La classification des régimes hydrologiques a été établie et fait l'objet d'un ouvrage de synthèse en préparation (2).

Le régime tropical de transition (Niger -Oubangui - Bénoué -Chari -Logone -Sanaga) est le mieux connu. On peut donner pour la plupart des grands et des moyens bassins, les débits moyens sur une longue période (50 à 100 ans), la

.../...

-
- (1) Parus, les annuaires de 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957. L'annuaire de 1958 est en cours de publication.
- (2) "Données de base sur les régimes hydrologiques de l'Afrique noire". D'autre part, les Annuaires hydrologiques fournissent les données brutes annuelles de 100 stations types, représentant sensiblement l'ensemble des régimes.

répartition des débits moyens annuels, les valeurs médianes de débits d'étiage, les crues exceptionnelles des cours d'eau importants, les coefficients d'irrégularité interannuelle. Les connaissances sont par contre encore fragmentaires sur les étiages de faible fréquence et sur les crues exceptionnelles des cours d'eau de moyenne et faible importance.

- Le régime tropical purest presque aussi bien connu.

- Le régime sahelien, plus au Nord, extrêmement complexe, a pu être étudié dans ses grandes lignes. Cependant la durée encore trop courte des études sur certains points (4 à 5 ans en général) ne permet pas encore de dégager des données autres que provisoires. D'autre part, des régions assez vastes du Niger, du Soudan, de la Mauritanie ont échappé aux observations. Certains aspects de l'écoulement restent inconnus de ce fait. Dans les régions étudiées les moyennes interannuelles ne sont qu'approchées et l'on ne peut donner qu'un ordre de grandeur pour l'irrégularité interannuelle. Dans les différents cas il est très difficile d'avoir une idée du volume annuel minimal; évaporation et évapotranspiration demandent également à être précisées. Par contre, l'hydrographie si complexe de ces régions a fait l'objet d'études très poussées, en particulier au Tchad.

Les régimes désertiques et subdésertiques n'ont été mis à l'étude que depuis quatre ans. L'on a pu cependant chiffrer, grâce aux bassins expérimentaux ~~les~~ écoulements des crues en zones accidentées et imperméables, ce qui permet de donner dans certains cas un ordre de grandeur du volume annuel. On a suivi également le mécanisme d'alimentation des nappes à partir de ces écoulements. Par contre, un facteur, particulièrement important dans ces régions, l'évaporation, reste très indéterminé. Les régimes équatoriaux sont maintenant assez bien connus. Ils le seraient encore mieux et l'on pourrait en particulier donner des chiffres définitifs pour les moyennes interannuelles, les irrégularités interannuelles et les crues exceptionnelles si la durée des observations n'était pas encore trop faible (de 5 à 10 ans) et si l'on avait pu disposer de points de repère sur de très longues périodes (50 à 70 ans). Ceci illustre bien, soit dit en passant, le caractère déterminant dans les études hydrologiques, science statistique, de la durée des observations qu'il faut nécessairement maintenir sans interruption sur les plus longues périodes possibles, en dehors de toute considération extérieure à leur objet même. Par contre, on a pu déterminer le rôle très important de la forêt dans l'amortissement des crues. C'est ainsi que sur des bassins standard de 25 km² une valeur de 1.000 l/s. Km² paraît être un maximum pour la crue décennale, alors qu'en savane le chiffre correspondant serait de 10.000 l/s Km². Les averses correspondantes sont du même ordre de grandeur.

D'assez nombreuses monographies ont été mises au point

.../...

DOCUMENT DE TRAVAIL AO-28

concernant : le KONKOURÉ, le NIGER SUPERIEUR, la HAUTE-BENOUE, le LOGONE SUPERIEUR, le LOGONE INFERIEUR, le CHARI MOYEN, le NIANDAN, la BIA, le KOUILOU-NIARI, la monographie du NIGER (pour le Service de l'Hydraulique) et la monographie du Lac TCHAD.

Pour les petits bassins, citons les études suivantes : Mayo MONBAROUA, Mayo BOULORE, Mayo KERENG (tous trois au Nord-Cameroun), OUADI KAOUN, BARLO, ABOU GOULEM (Tchad), N'GOLA (Oubangui), DOUNFING, BANIFING (Soudan), rapport BRAKNA-TAGANT (Mauritanie), bassins urbains de BRAZZAVILLE, le rapport sur les petits cours d'eau traversés par le chemin de fer C.F.C.O.-M'BINDA, les rapports préliminaires de 1955, 1956 et 1957 sur les études des petits bassins versants d'Afrique Occidentale; études d'écoulement en régime désertique : massif de l'ENNEDI et région Nord du MORTCHA.

Les bilans hydrologiques sont calculés tous les ans pour les stations de l'annuaire et d'autres stations, de sorte qu'il a été possible d'établir, pour l'AFRIQUE NOIRE, la carte des déficits d'écoulement. Un rapport a été présenté à ce sujet au Congrès de l'Hydraulique d'ALGER en 1954. De façon générale, le déficit d'écoulement annuel croît depuis le désert où il est égal à la hauteur de précipitations annuelles jusque vers 9° de latitude en GUINEE, 7-8° en COTE D'IVOIRE et 4 à 5° au CAMEROUN où il atteint 1.300 à 1.400 mm., puis il décroît jusqu'à 800 à 900 mm/an dans les régions les plus arrosées. Il tend à croître au Sud de l'Equateur, vers 1.100 à 1.200 mm au Sud du MOYEN-CONGO; plus au Sud, il doit décroître jusque vers la région du désert du KALAHARI.

Les études sur bacs Colorado et l'étude du Lac TCHAD ont fait avancer très sensiblement la connaissance de l'évaporation sur nappe d'eau libre. L'évaporation sur bac Colorado installé en dehors de tout microclimat particulièrement humide, varie de 3,30 m. environ en zone subdésertique (isohyète 300 mm) à 0,60 m en zone équatoriale (zone d'abattis forestier). La correction à appliquer pour passer à l'évaporation sur nappe d'eau de surface pratiquement infinie est de 0,70 en zone subdésertique. Il se rapproche de 1 dans les zones équatoriales. Le rapport entre évaporation sur bac Colorado et évaporation PICHE varie systématiquement entre saison sèche (coefficient 0,5 à 0,7) et saison des pluies (coefficient supérieur à 1). Une carte très sommaire de l'évaporation a pu être établie.

Les études d'infiltration menées sur les bassins expérimentaux conjointement avec les bilans hydrologiques effectués pour chaque averse ont permis de bien définir le cycle de l'eau dans de nombreux cas particuliers, mais sont encore insuffisantes pour faire la synthèse. Elles ont

.../...

toutefois mis en évidence la très grande influence de la nature du sol en zone tropicale et surtout sahélienne : très grande perméabilité de la cuirasse latéritique, grande perméabilité des arènes granitiques; la perméabilité des sables argileux dépend beaucoup plus de la structure du sol que de la proportion d'argile. Plus au Sud, l'action de la végétation tend à supplanter celle du sol.

Les études de transports solides ont mis en évidence, dans les régions montagneuses, des phénomènes d'érosion comparables à ceux observés dans les régions montagneuses de la France mais nettement inférieurs à ce qui a été mesuré en AFRIQUE du NORD. Sur des bassins de moyenne étendue, les phénomènes d'érosion sont assez peu sensibles, par suite de la proportion réduite des superficies mises en culture et du dépôt des alluvions des petits cours d'eau à l'arrivée au collecteur. Ce phénomène s'accentue encore pour les grands bassins, de sorte qu'en zone tropicale de transition, la turbidité n'est plus que de 150 à 300 g par m³. Une note a été mise au point sur les transports solides du CHARI et du LOGONE et un article a été publié dans l'Annuaire hydrologique 1956 "Etude sommaire des transports solides sur un petit bassin du Nord-Cameroun". Une note d'ensemble est en préparation. En zone équatoriale, les mesures de transports solides n'ont pas encore été entreprises, pas plus qu'en régions désertiques et subdésertiques.

MADAGASCAR - Le régime des Hauts-Plateaux est assez bien connu et il a été possible de déterminer la plupart des caractéristiques essentielles des autres régimes (1). Mais, là encore, on manque de repères sur une très longue période et les courbes d'étalonnage sont souvent insuffisantes pour les forts débits. En effet, les crues sont de courte durée; il n'est pas facile d'arriver à temps à la station; les lits sont souvent instables et les très fortes vitesses rendent les mesures périlleuses. Aussi, les crues exceptionnelles sont-elles mal connues et l'irrégularité interannuelle également. Une première synthèse intitulée : "Quelques données de base en vue de l'étude des régimes hydrologiques de MADAGASCAR" a été effectuée en 1953. Un travail d'ensemble analogue tenant compte des dernières études est en cours. Une monographie de la Haute IKOFA, une note hydrologique sommaire sur le MANGOKY et sur les cours d'eau de la région semi-aride de MADAGASCAR, une monographie sur l'IKOFA et la BETSIBOKA complètent ce travail d'ensemble.

(1) L'Annuaire hydrologique publié pour Madagascar les données de 14 stations types.

DOCUMENT DE TRAVAIL AO-28

Un bassin expérimental a été exploité pendant plusieurs années sur les hauts-plateaux; le dépouillement a permis de mettre au point un premier rapport. Il n'est pas encore possible d'entreprendre des études d'ensemble sur le déficit d'écoulement, on sait simplement qu'il est nettement plus faible qu'en Afrique Occidentale et en Afrique Equatoriale, et varie de 400 mm (et même moins) dans le Sud-Ouest de l'île à 800-850 mm sur les hauts-plateaux. La côte Est, très arrosée, présente des déficits d'écoulement faibles : 4 à 500 mm. Quelques données ont été recueillies sur l'évaporation : elle est de l'ordre de 1.800 mm par an sur bac Colorado dans le Sud-Ouest de l'île et de 1.500 mm sur les hauts-plateaux. L'évaporation est maxima en saison des pluies (été austral) : on retrouve là une tendance légèrement marquée dans le Sud du MOYEN-CONGO. Une note sur l'évaporation et l'évapotranspiration du bassin d'ANDROVAKELY a été mise au point. Les données sur les transports solides sont encore fragmentaires.

NOUVELLE-CALEDONIE - Les études n'ont commencé qu'en 1955. Le réseau de stations est en place (1). Mais, il n'a pas encore été possible de préciser les caractéristiques générales des deux régimes principaux : régime "au vent" et "régime sous le vent". Comme à MADAGASCAR, la brièveté et la violence des crues rendent difficiles les mesures de débits de crues. Une étude préliminaire de la PLAINE des LACS a donné lieu à un rapport. Tout au plus, a-t-on pu dégager les tendances en ce qui concerne les modules annuels et les étiages. Un premier bassin expérimental a été installé. Un rapport rassemble tous les résultats obtenus sur ce bassin. Quelques études d'hydrologie souterraine ont pu être effectuées en NOUVELLE-CALEDONIE et aux Iles LOYAUTE.

GUYANE - L'étalonnage du réseau de stations hydrologiques est très avancé. Malheureusement, la durée des observations est encore courte : 9 à 10 ans au maximum. Les caractéristiques hydrologiques ne sont donc pas absolument sûres. Le régime rappelle beaucoup le régime équatorial de transition d'AFRIQUE, tel qu'on l'observe dans certaines régions du CAMEROUN. Un bassin expérimental est en exploitation. Les observations qui y sont faites, dépassant leur valeur locale, sont d'un puissant intérêt dans les études générales par comparaison avec les observations d'Afrique qu'elles recouvrent et complètent.

ANTILLES - Un réseau hydrologique assez complet a été installé en GUADELOUPE et en MARTINIQUE (2). Les débits d'étiage sont .../...

-
- (1) L'Annuaire hydrologique publie les données de 3 stations types.
 - (2) L'Annuaire hydrologique publie les données de 5 stations types. Un bassin expérimental a été exploité pendant trois ans. Le rapport est en préparation.

assez bien connus, mais les débits de crues le sont beaucoup moins, par suite des difficultés de mesures. De ce fait, s'il est assez aisé de déterminer le débit moyen utilisable, il est très difficile d'obtenir la moyenne théorique. Les crues dues à des cyclones semblent toutefois beaucoup moins fortes qu'à La REUNION, elles atteignent peut-être 5.000 à 10.000 l/s. km². Des études de nappes souterraines ont été effectuées à la GRANDE-TERRE et dans le Sud de la MARTINIQUE en liaison avec les services du Génie Rural.

ILE DE LA REUNION - Une étude générale des débits des cyclones a permis une meilleure connaissance des crues qui varient de 10.000 à 50.000 l/s.km². Les étiages sont assez bien connus. Mais, comme aux ANTILLES, l'allure extrêmement dentelée des hydrogrammes rend difficile l'établissement des moyennes. Outre les données régulièrement fournies par l'Annuaire hydrologique (1) de nombreuses notes ont été établies sur des points de détail dont une sur les débits du cyclone de Mars 1951, une sur le régime hydrologique de la rivière LANGEVIN, une sur le régime du Bras de la PLAINE et du Bras de GILAOS. Une étude générale sommaire des nappes souterraines a été effectuée en 1951. Les résultats ont été publiés dans l'Annuaire hydrologique de 1950.

Sur le plan des applications -

En même temps qu'ils développaient ce programme, les hydrologues de l'O.R.S.T.O.M. ont participé à l'étude de tous les aménagements hydroélectriques et de très nombreux aménagements d'hydraulique agricole. Parmi les premiers, citons les centrales des GRANDES CHUTES, de la BIA, d'EDEA, du DJOUE, de BOALI, de la MANDRAKA, de la rivière LANGEVIN, le barrage de TSIAZOMPANIRY. Les projets du KONKOURE, du KOUILOU, de BANFORA, de KENIE, de la FOULAKARY, de la BOUENZA, d'AMBODIROKA, de ROGEZ, de FATITA, de la PLAINE des LACS (Nouvelle-Calédonie), de la CAPOT à la Martinique, du GRAND-CARBET en Guadeloupe. Pour les seconds, citons les projets d'aménagement du delta de l'OUEME et des lacs du Nord du Delta Central Nigérien, les aménagements des vallées du LOGONE et du NIARI, le projet d'aménagement du MANGOKY et de très nombreuses petites réalisations d'hydraulique agricole.

.../...

(1) L'Annuaire publié pour La Réunion les données de 4 stations types.

DOCUMENT DE TRAVAIL AO-28

Nos chercheurs sont également intervenus dans les projets d'amélioration des voies navigables : études du NIGER, de la BENOUE, du CHARI, du NYONG, de l'OUBANGUI. C'est un hydrologue de l'O.R.S.T.O.M. qui a dirigé sur le terrain les travaux d'aménagement du seuil de ZINGA sur l'OUBANGUI.

De nombreuses études de crues exceptionnelles ont été demandées par l'Administration des Travaux Publics pour le calcul des débouchés de ponts. Pour les petits ouvrages, les observations sur bassins expérimentaux sont précieuses; un tableau des crues décennales relatives à des bassins de 25 km², a été mis au point pour les conditions naturelles que l'on rencontre le plus généralement en AFRIQUE NOIRE. Ces données sont utilisées également pour la construction de petits barrages réservoirs.

Des études de détails ont été faites en vue d'adduction d'eau potable en COTE D'IVOIRE, au DAHOMEY, au CAMEROUN, au MOYEN-CONGO et, surtout, en NOUVELLE-CALEDONIE et à La REUNION.

Enfin, les observations de nos chercheurs ont parfois été utilisées pour des objectifs beaucoup plus imprévus tels que la mise au point du nouveau réseau d'égoûts de BRAZZAVILLE, un projet d'hydrobase sur le CHARI ou la délimitation de la frontière franco-brésilienne sur l'OYAPOCK.

*

*

*

On peut constater que le travail accompli depuis dix ans est important mais, dans bien des domaines, il faut admettre que nos chercheurs ne sont arrivés qu'à une première étape.

Le réseau des stations de base doit être exploité de façon continue pendant plusieurs décades (1). Or, assurer la permanence

.../...

(1) nous ne reviendrons pas davantage sur une notion essentielle, dégagée au cours des pages précédentes : celle de la permanence des mesures aux stations de base et de leur continuité qui doivent être assurées indépendamment de l'éventualité de projets d'équipement et qu'il faut garantir par un financement ad hoc.

DOCUMENT DE TRAVAIL AO-28

des observations suppose l'entretien des installations et le contrôle périodique des lecteurs. Pour de nombreuses stations déjà étalonnées, des mesures de contrôle de basses eaux sont nécessaires. L'étalonnage de nombreuses stations est souvent à compléter. Le réseau des stations secondaires est à compléter. Enfin, le réseau des stations de 3ème ordre qui concerne directement les aménagements en projet est en perpétuelle modification, de par sa définition même. L'exploitation et l'extension ou les modifications de ce réseau hydrologique réclament un nombre important de chercheurs et de techniciens, compte tenu des superficies énormes des territoires.

Les études sur bassins expérimentaux, qui ont déjà donné d'excellents résultats, constituent, dans la phase prochaine des études, presque la part la plus important du travail des chercheurs. C'est là un point sur lequel les hydrologues du monde entier sont d'accord et les utilisateurs l'ont si bien compris qu'ils demandent d'eux-mêmes, d'en prévoir dans toute étude hydrologique d'ensemble. Ces recherches représentent une masse de travail très importante sur le terrain, mais aussi des études très poussées d'interprétation qui, même sur les bassins anciens, sont encore peu avancées.

Le réseau d'évaporation actuel doit être équipé de cuves standard, il doit être complété. Les études d'évapotranspiration, à peine commencées, sont à développer à bref délai. Les phénomènes d'infiltration, de condensation et les variations d'humidité des sols ont été très peu suivis. Il faudrait pousser bien davantage l'étude des transports solides en liaison avec les pédologues, au moyen de mesures sur grands et petits cours d'eau et d'aménagements de parcelles expérimentales. La composition des eaux n'a encore fait l'objet que d'un très faible nombre de mesures. En ce qui concerne les eaux souterraines, les études d'inféoflux et des nappes au voisinage du réseau hydrographique n'ont pas encore fait l'objet d'études générales.

Il y a là toute une série d'études fondamentales qui exigent

.../...

DOCUMENT DE TRAVAIL AO-28

un minimum de temps et de moyens dont la réalisation s'impose de plus en plus avec le développement des diverses régions de l'AFRIQUE et auxquelles les hydrologues n'ont pu consacrer qu'une très faible partie de leurs efforts.

On mesure, par ce qui précède, la tâche qu'il reste à accomplir. Pour la mener à bien, les crédits affectés ces deux dernières années sont notoirement insuffisants et leur mode d'attribution ne garantit pas l'avenir; les effectifs également sont insuffisants, ce dernier déficit résultant plus ou moins directement du premier.

L'O.R.S.T.O.M. dispose de 20 chercheurs hydrologues, secondés par 20 agents techniques supérieurs et par environ 400 employés autochtones : agents techniques, dessinateurs, piroguiers, observateurs et manoeuvres.

Les effectifs minima souhaitables en personnel supérieur pour 1960 seraient de :

34 chercheurs hydrologues et
30 agents supérieurs.

Il convient de considérer que la superficie à étudier est de l'ordre de 7.000.000 km², si l'on fait abstraction des zones absolument désertiques où l'hydrologue ne peut exercer son métier. En déduisant 8 chercheurs pour l'interprétation, la synthèse générale, la mise au point des annuaires d'une part et pour les congés ou maladies d'autre part, il reste sur le terrain un effectif de 25 chercheurs, soit 1 pour 270.000 km², ce qui correspondrait à 2 pour la FRANCE. Si l'on ajoute que les routes goudronnées sont rares, qu'en saison des pluies, pour 2.000.000 km², les hydrologues ne peuvent pas se déplacer dans un rayon de plus de 100 km, on constate combien la "situation idéale" que nous envisageons est précaire. Elle ferait certainement sourire les hydrologues des pays les plus développés.