

DOCUMENTATION

ANALYSE

LES ETUDES HYDROLOGIQUES ET LE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE
des ETATS AFRICAINS

Par J. ROBIER

Ingenieur en Chef à Electricité de France
Chef du Service Hydrologique de
l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

Avril 1962

ORSTOM
HYDROLOGIE
DOCUMENTATION

70958

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 33 369

Cote : B

Selon une opinion assez répandue en Europe, l'hydrologue est considéré comme un scientifique qui se penche avec sollicitude sur les variations de débits des cours d'eau, les classe dans des catégories connues de lui seul, raisonne sur les effets et les causes, se livre parfois à de savants calculs, mais la portée pratique de toute cette activité est fort limitée. Chacun sait, en effet, que pour construire un pont, il suffit de demander aux riverains le niveau le plus élevé qu'a atteint la rivière, que pour avoir de l'eau potable, il faut creuser un puits sans qu'il soit nécessaire de procéder à des études approfondies. Il faut avouer quand même que, lorsqu'il s'agit d'aménager un réservoir pour l'irrigation, il semble utile de connaître au moins le volume annuel qui peut y être emmagasiné. Ce n'est que pour les aménagements hydroélectriques, que la nécessité des études hydrologiques arrive à s'imposer à tous. Sur le continent européen, une telle façon de penser ne conduit, fort heureusement, qu'à un nombre de désastres limité, pour des raisons qu'il serait trop long d'exposer ici.

Sur le continent africain également, les premières réalisations se sont inspirées de ces considérations mais ici, assez rapidement, certains projets, insuffisamment étudiés, ont donné lieu à de graves mécomptes : dans certaines régions, ce n'était pas un barrage en terre qui était détruit par les crues mais plusieurs dizaines ; dans d'autres, c'étaient tous les ponceaux et buses d'une route qui étaient emportés ; des réservoirs demeuraient désespérément vides ; enfin, il s'avérait indispensable, même pour des aménagements tout à fait secondaires, de faire procéder à des études hydrologiques par des spécialistes.

On peut se demander pourquoi des études hydrologiques s'imposent davantage en Afrique qu'en Europe. Il y a à cela plusieurs raisons.

Tout d'abord, le développement actuel des pays africains constitue une véritable révolution. Comme le paysan de FRANCE est parfaitement au courant du niveau maximal des ruisseaux qui traversent ses terres, le pêcheur africain connaît fort bien l'essentiel des variations du plan d'eau qui concerne son activité actuelle et n'a pas besoin d'hydrologue, mais il est incapable, bien entendu, de prévoir la situation quand des barrages auront été créés à l'amont et qu'une partie du fleuve aura été endiguée. On ne trouvera personne pour déterminer la hauteur maximale des petites rivières qui ne traversent que de la brousse stérile et inhabitée. De façon générale, on ne dispose que rarement des informations qualitatives qui abondent en Europe Occidentale. On se

trouve donc dans l'obligation de déterminer les données hydrologiques, ce qui met immédiatement en mouvement tout un mécanisme scientifique bien lourd.

D'autre part, du fait des températures élevées et des fortes évaporations qui en résultent, les ressources en eaux sont souvent faibles vis-à-vis des besoins, ce qui conduit obligatoirement à en estimer avec précision l'importance.

L'irrigation est souvent nécessaire et presque toujours la réalisation d'un projet d'irrigation ne peut se faire sans études hydrologiques : calcul de la hauteur d'eau perdue par évaporation, des volumes d'eau à évacuer par le réseau de drainage en cas de fortes pluies ; estimations diverses pour le réservoir d'accumulation, etc ...

Enfin, il n'existe pratiquement pas de recherches désintéressées, faites depuis de nombreuses décades, par des chercheurs isolés, des géographes, des ingénieurs, comme c'est le cas en France.

Cette documentation de base, il a fallu la constituer précisément depuis 1947 avec des organismes de recherche, créés spécialement à cet effet, lesdits organismes de recherche ayant tout à étudier, y compris les méthodes de travail sur le terrain et les procédés d'interprétation les mieux adaptés.

Puisque ces études hydrologiques s'imposent, comment les conduire ?

Un premier ensemble de difficultés se présente :

Pour une excellente étude de débits en un point donné, il faut que les observations se soient prolongées pendant cinquante ans. Pour une bonne étude, il faut vingt ans. Avec dix ans d'observations à une station isolée, on peut donner un aperçu. Or, entre le moment où commence l'étude d'un aménagement et celui où il est réalisé, il s'écoule souvent quatre ou cinq ans seulement.

D'autre part, il est bien évident que le coût de l'étude hydrologique d'un petit pont ou d'une petite digue en terre n'est pas beaucoup plus élevé que celui de l'étude hydrologique sérieuse du cours d'eau sur lequel ils seraient réalisés.

Heureusement, dans cette lutte contre le temps et le prix de revient, l'hydrologue dispose de deux outils :

- 1°) Pour un régime hydrologique donné, il suffit de comparer par corrélations les résultats d'une station de mesure de débits, installée au site du barrage depuis quelques années, avec les résultats d'une station voisine, observée depuis plus longtemps pour obtenir des données valables pour le site du barrage.

- 2°) L'étude approfondie des phénomènes de l'écoulement peut raccourcir singulièrement la durée de la période d'observation nécessaires. Pour un petit bassin, cette étude détaillée consiste à l'équiper en bassin expérimental sur lequel sont étudiés simultanément précipitations, évaporation et écoulement, de façon à pouvoir reconstituer les débits à partir des précipitations.

Pour un grand bassin, un ensemble de stations secondaires et de bassins expérimentaux permet de bien comprendre le mécanisme de l'écoulement dans les diverses régions naturelles, le tout étant raccordé par comparaison avec une station de référence observée depuis très longtemps.

Pour un ensemble de petits ouvrages, un certain nombre de bassins expérimentaux sont installés comme on vient de le voir, puis les caractéristiques des débits sont déterminées en fonction du sol, de la pente, du climat, de la végétation, etc ... de telle façon qu'en principe, il soit possible, à partir des précipitations de déterminer, presque sans mesures sur le terrain, les caractéristiques hydrologiques d'un bassin donné, de sorte que, pour un petit cours d'eau donné, le prix de l'étude devient très faible, à condition qu'il existe un bon réseau de pluviomètres observés depuis longtemps.

On conçoit que, dans les régions d'Afrique, il y ait pour le développement au moins deux types d'opérations :

- 1°) L'observation permanente d'un certain nombre de stations de mesure de débits dites stations de référence, constituant le réseau de base, complétées parfois par des bassins expérimentaux observés tous les 4 ou 5 ans ; leur exploitation est assurée par un service hydrologique qui doit être doté de moyens suffisants en techniciens, matériels et crédits, pour pouvoir contrôler régulièrement ces stations et y procéder aux mesures quels que soient les débits.

- 2°) L'étude intensive d'un bassin donné en vue d'un aménagement bien déterminé. Une telle étude temporaire ne dure que de deux à cinq ans. Les calculs de débits reposent en partie sur les données du réseau de base dont il vient d'être question.

Il existe un troisième type d'études, mené par les Instituts de Recherches et portant sur tel aspect particulier de l'écoulement, sur la mise au point de méthodes de recherche ou d'appareillage. Les résultats de ces travaux sont utilisés dans les deux catégories qui viennent d'être citées.

En fait, ces catégories sont moins tranchées qu'il ne peut le paraître, d'autant plus que l'on cherche souvent à éviter tout double emploi. Le réseau de base utilise, dans la plupart des cas, des stations aménagées dans un but pratique, par exemple des stations intéressant la navigation. D'autre part, il arrive que le réseau de base soit encore insuffisant pour fournir les données fondamentales et que, pour l'étude d'un barrage par exemple, on soit conduit à aménager des bassins expérimentaux qui auraient dû être prévus par le Service Hydrologique.

En Afrique d'Expression Française où ces principes ont été mis en application par l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer et l'ancien Service de l'Hydraulique de l'A.O.F., le réseau de stations de jaugeage comporte actuellement plus de 600 postes de jaugeages dont un quart environ peut être considéré comme stations de référence, grâce à plus de 5000 mesures de débits entre 0,2 l/s et 1.000 m³/s. Pour au moins un tiers de ces stations, il est possible de transformer les hauteurs d'eau en débits. Pour une douzaine de ces stations, la durée d'observations est comprise entre 30 et 55 ans. Dans sa conception, ce réseau n'est pas parfait et, dans son exploitation, encore moins : obtenir des lectures permanentes des hauteurs et entretenir ces stations représentent un travail incessant et nécessitent une vigilance elle aussi permanente ; dans certains grands Etats Africains, l'hydrologue a à peine eu le temps de réorganiser le réseau à une extrémité du pays qu'il doit reprendre le même travail à l'autre. Mais enfin, en général, on trouve toujours dans le voisinage d'un site de barrage ou de pont à étudier une station observée depuis quelques années et, beaucoup plus loin, une station de référence exploitée depuis plus longtemps, de sorte que le but cherché est atteint.

Grâce à de longues études dont les résultats sont présentés dans de grandes monographies telles que celle du NIGER (presque terminée), les hydrologues sont parvenus à reconstituer les débits sur l'ensemble de nombreux grands fleuves : NIGER, BENOUÉ, CHARI, (SENEGAL (en cours), OGOUÉ (en cours), depuis le début des observations.

Enfin, en groupant études fondamentales et études d'hydrologie appliquée, 50 bassins expérimentaux ont pu être étudiés, ce qui constitue une masse énorme de documentation particulièrement précieuse.

Les études hydrologiques en vue d'un aménagement donné constituent également une documentation particulièrement intéressante : citons celles du barrage du KOUKOURE, du barrage du EKUILLOU, du bief inférieur du SENEGAL, des plaines du LOGONE, du DIANGORY, de l'OUESSÉ, de l'amélioration de la navigabilité de la BENOUÉ, etc ...

Quelles sont les tendances actuelles dans l'exploitation du réseau de base ?

De façon générale, les autorités responsables ont parfaitement saisi la nécessité de ces études fondamentales mais, pour des opérations à intérêt souvent lointain, il est parfois difficile d'y consacrer les crédits et les techniciens nécessaires. Une formule intéressante de coopération a été employée pour la République du DARGHEY : le Service de l'Hydraulique est responsable du réseau de stations de jaugeage et il charge l'ORSTOM d'installer les nouvelles stations, de procéder aux opérations de mesures de débits les plus délicates, d'exploiter les bassins expérimentaux et de mettre au point les monographies, la totalité des dépenses étant supportée par le DARGHEY.

D'autres formes de coopération, légèrement différentes, seraient à citer pour d'autres Etats.

Pour les bassins expérimentaux, un gros effort ayant déjà été fait, il est inutile maintenant, pour de nombreux pays, d'envisager leur aménagement dans le cadre d'études fondamentales. On continue d'en équiper, cependant, dans le cadre des études d'hydrologie appliquée, effectuées en vue de la réalisation d'un aménagement donné.

Comment sont effectuées les études d'hydrologie appliquée ? Nous en donnerons deux exemples :

Le premier concerne l'aménagement de la ligne de Chemin de Fer entre le CONGO-OCEAN et M'BINDA, destinée à évacuer le manganèse de la région de FRANCOVILLE. Il s'agissait de déterminer les débouchés des ouvrages d'art. Les premiers contacts avec le Bureau d'Etudes du constructeur avaient eu lieu en 1958. Heureusement, dès 1957, l'ORSTOM, dans le cadre de l'exploitation de son réseau de base, avait aménagé, dans cette région, deux bassins expérimentaux : un en savane et un en forêt ; en outre, un certain nombre de stations de jaugeage secondaires sur des cours d'eau de moyenne importance avaient été installées depuis plusieurs années. Dès que les études ont été confiées à l'ORSTOM, une campagne préliminaire a permis d'enregistrer les crues maximales à deux bassins expérimentaux supplémentaires, qui étaient complètement équipés,

L'année suivante, avec un troisième. En outre, les stations sur les cours d'eau plus importants faisaient l'objet de nombreuses mesures de débits, de sorte que moins de deux ans après commande des études, ORTOI disposait de deux bassins expérimentaux suivis depuis trois ans, deux depuis deux ans, un depuis un an, ce qui suffisait pour déterminer les normes de calcul des débouchés des petits ouvrages (après étude statistique des précipitations). Cette étude en valait la peine puisque, pour 25 km², on trouvait soit une crue décomale de 100 m³/s en savane, soit une crue de 15 m³/s en forêt. Cette large différence montre bien à la fois les risques que l'on pouvait prendre ou le gaspillage qui aurait pu se produire, si les calculs de débouchés avaient été faits sur des bases insuffisantes. Pour les ponts de dimensions moyennes ou de grandes dimensions, les études hydrologiques se sont avérées particulièrement utiles : l'étude sur le terrain a montré, par exemple, qu'un des plus grands ouvrages devait être remonté de plus de 3 m par rapport à la cote qu'auraient donnée les normes de calcul européennes.

Le second exemple, beaucoup plus récent, montre comment le développement du réseau de base et la coordination des observations peuvent réduire les délais et le coût des études hydrologiques.

Pour un projet de grand barrage en CÔTE d'IVOIRE, il a fallu lancer un programme d'études hydrologiques important. Il fallait prévoir une station principale au site, 7 ou 8 stations secondaires à l'amont ou sur les affluents, 3 ou 4 bassins expérimentaux dans les diverses régions naturelles. Il existait une station de référence installée depuis 10 ans. Or, tous les bassins expérimentaux étaient déjà installés et certains observés depuis trois ans, soit dans le cadre de recherches fondamentales, soit pour des projets d'hydraulique agricole. Il en était de même pour les stations secondaires. En conclusion, il suffisait d'installer la station principale et deux stations secondaires et de contrôler de plus près certains bassins expérimentaux et certaines stations isolées. Le prix se trouvait divisé par 4 ou 5 par rapport à une étude qui aurait été lancée en 1952 et, au bout de trois ans, les résultats seront beaucoup plus sûrs que ceux d'une étude effectuée dix ans plus tôt.

Comme on le voit, il est possible maintenant, grâce aux études fondamentales : réseau de base, bassins expérimentaux de recherches et à la coordination des études hydrologiques dans un même état, d'obtenir des résultats absolument valables après seulement trois ou quatre ans d'observations, parfois même au bout de deux ans, ce qui résout le problème posé au début du présent article.

Mais il n'en a pas toujours été ainsi et il y a 12 ans, les hydrologues rencontraient, on le conçoit, d'énormes difficultés pour calculer les crues exceptionnelles.

Mais, pour spectaculaires qu'elles soient, il n'y a pas que les crues exceptionnelles qui posent des problèmes pratiques à l'hydrologue.

Pour l'alimentation en eau de nombreux Centres, les ressources en eaux souterraines sont insuffisantes, surtout dans les régions où prédomine le socle cristallin. Dans ce cas, il faut faire appel aux eaux superficielles et, dans cette hypothèse, c'est le débit de basses eaux qu'il convient de calculer. Contrairement à ce qu'on pourrait penser, son évaluation pose à l'hydrologue des problèmes souvent difficiles. La prévision des basses eaux est également fort importante : par exemple, c'est sur une organisation de prévision de ce genre que repose l'exploitation de l'Usine d'Aluminium d'ALBA pendant la saison sèche.

Nous n'avons évoqué ici que quelques-uns des aspects des études hydrologiques, mais le lecteur pourra déjà, par ce qui précède, avoir une idée des efforts entrepris dans ce domaine de recherche et de la technique pour le développement de l'Afrique.