

4

JOURNEES d'ETUDES de l'EAU  
STRASBOURG - MARS 1972

---

INTERET d'UNE POLITIQUE SYSTEMATIQUE  
d'AMENAGEMENT  
de BASSINS VERSANTS REPRESENTATIFS ET EXPERIMENTAUX

par  
J.A. RODIER \*

\* Chef du Service Hydrologique de l'ORSTOM  
Conseiller Scientifique à E.D.F.  
Président de l'Association Internationale des Sciences Hydrologiques.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 33530, ex 1

Cote : B

## RESUME

---

Les services que peuvent rendre les bassins représentatifs et expérimentaux sont multiples et intéressent à la fois l'Hydrologie Appliquée et la Recherche Hydrologique Fondamentale.

Ils peuvent suppléer aux insuffisances des réseaux classiques de stations de mesures en ce qui concerne les petits cours d'eau, surtout pour le calcul des débits de crue. L'auteur présente des exemples de ce genre d'application. Mettant en évidence le mécanisme des processus hydrologiques, ils facilitent les études hydrologiques pour les grands aménagements et font en même temps progresser la recherche théorique dans ce domaine.

Certaines études d'Hydrologie Appliquée, par exemple le calcul des débouchés d'ouvrage sur un grand axe de transport, ne peuvent guère être effectuées de façon sûre que par l'emploi de bassins de ce genre, à moins d'un réseau extrêmement dense.

Dans le domaine de la recherche, ils permettent des études fines des précipitations et de l'évaporation. De façon générale, ils constituent un maillon intermédiaire entre la recherche ponctuelle telle qu'elle est effectuée généralement par les stations de recherche et les études de synthèse sur grands bassins à partir des réseaux.

Les recherches hydrologiques ou les études d'application utilisent des données provenant principalement :

- des réseaux d'observations des caractéristiques hydrologiques : précipitations, évaporation, débit, transports solides, qualité de l'eau,
- des stations de recherches,
- de dispositifs d'études mis en place, pendant un temps limité, pour l'étude d'un projet bien déterminé : centrale hydroélectrique, réseau d'irrigation, etc...

Mais les données ainsi recueillies sont souvent insuffisantes pour les raisons suivantes : les réseaux ne contrôlent les petits cours d'eau que par sondage, un faible pourcentage du nombre total de stations hydrométriques étant réservé pour ces petits cours d'eau. Ce nombre est presque toujours insuffisant. Par ailleurs, les réseaux modernes comportant un grand nombre de stations font l'objet de programmes d'exploitation assurant simplement une fréquence correcte des relevés et une précision acceptable, compatibles avec les crédits réservés à ces réseaux. Ils permettent rarement des études fines avec des pas de temps courts. Ce que fournit le réseau, ce sont surtout des repères statistiques.

Les stations de recherches doivent s'imposer des objectifs précis et, de ce fait, la masse d'informations recueillies ne se prête pas toujours par la suite à une exploitation non prévue dans le programme. Les études portent en général sur un seul élément du cycle hydrologique, très souvent ce sont des études ponctuelles ou presque : évapotranspiration réelle en un point donné ou une parcelle expérimentale donnée par exemple, mécanisme de l'infiltration dans telle ou telle condition, etc ...

Les études intensives spéciales pour un projet d'application ne durent que quelques années au maximum, donc l'échantillon statistique pris isolément est insuffisant, il faut qu'il soit revalorisé par les données du réseau. Les études concernant souvent des conditions naturelles particulières se prêtant mal à l'extension géographique des résultats.

Dans un bon nombre de cas, on peut remédier à ces insuffisances par l'emploi de bassins représentatifs et expérimentaux. Mais avant de montrer les bénéfices que l'on peut tirer de l'exploitation de ceux-ci, nous rappellerons ci-après les principes suivant lesquels ils sont aménagés et observés.

I. PRINCIPES d'AMENAGEMENT et d'EXPLOITATION des BASSINS REPRESENTATIFS et EXPERIMENTAUX :

Un bassin représentatif est un bassin naturel sur lequel l'action de l'homme est peu marquée ou, dans le cas contraire, c'est un bassin où cette action s'exerce de la même façon pendant une très longue période.

Le choix de ce bassin, l'aménagement et l'exploitation des stations de diverses natures sont tels que les principaux éléments du cycle hydrologique peuvent être suivis simultanément. Il y a même intérêt à ce que le même Service ou le même Organisme de recherche prenne en charge la totalité des observations et mesures. Sous sa forme la plus simple, l'aménagement comprend une station de mesures de débits munie obligatoirement d'un limnigraphe, et un réseau de quelques pluviomètres comportant au moins un enregistreur. Sur de nombreux bassins, on observe en plus les facteurs de l'évaporation, le niveau des nappes, l'humidité du sol, les conditions d'enneigement.

Bien entendu, tous les facteurs physiographiques : géomorphologiques, pédologiques, géologiques, hydro-géologiques, couverture végétale, utilisation des terres font l'objet de relevés précis. Le bassin est représentatif d'une région donnée, en général il n'est donc pas homogène. On étudie souvent à l'intérieur d'un bassin donné un bassin plus petit, homogène. D'ailleurs, il est fréquent que l'on aménage, non pas un bassin isolé mais un ensemble de bassins. L'interprétation a pour objet de dégager les propriétés hydrologiques du bassin en fonction de ses conditions naturelles. Ceci se fait par la mise au point d'un ou de plusieurs modèles permettant de faire abstraction des conditions climatologiques particulières pendant les quelques années d'observations du bassin.

Sur le bassin expérimental, l'ensemble des observations et mesures a pour objet de déterminer l'influence de l'action de l'homme sur les caractéristiques du régime hydrologique. Une expérimentation agricole ou forestière est généralement conduite sur le bassin, ce qui ne peut guère être mené que sur une surface relativement petite, c'est pourquoi, de façon générale, les bassins expérimentaux sont moins étendus que les bassins représentatifs. Les appareils à prévoir sont les mêmes, sauf que la mesure de l'érosion et de ses facteurs est plus poussée sur les bassins expérimentaux, les méthodes d'analyse sont sensiblement les mêmes mais bien entendu, sur les bassins expérimentaux cette analyse doit être menée de façon à bien mettre en évidence les conséquences de l'action de l'homme

II. BASSINS REPRESENTATIFS SUPPLEANT à l'INSUFFISANCE des RESEAUX :

Nous citerons deux exemples : en AFRIQUE OCCIDENTALE Française, en 1950-51, les stations hydrométriques du réseau contrôlant des bassins

de moins de 1 000 km<sup>2</sup> étaient au nombre de quelques unités pour une surface totale de près de 2 000 000 km<sup>2</sup> (zones désertiques exclues) et on ne pouvait pas envisager, même dans un lointain avenir, d'en développer le nombre de façon significative, sauf pour quelques régions privilégiées (certaines parties de la CÔTE d'IVOIRE, Sud du TCGO et du DAHOMEY).

Dans le cas où les précipitations sont assez abondantes, le débit moyen spécifique annuel varie assez peu avec la superficie dès que la surface dépasse 50 ou 100 km<sup>2</sup> de sorte que les stations sur des bassins versants de plus de 1 000 km<sup>2</sup> pourraient fournir pour les débits moyens annuels des petits bassins des renseignements suffisants, mais il n'en va pas de même pour les régions à précipitations inférieures à 1 000 mm/an qui couvrent plus de la moitié de la zone géographique considérée. En outre, la connaissance des débits de crue pour des bassins de plus de 1 000 km<sup>2</sup>, ne donne absolument aucun élément pour le calcul des crues de bassins plus petits de sorte que les petits barrages et un bon nombre de petits pont étaient emportés à intervalles réguliers, surtout en zone semi-aride.

Le Service Fédéral de l'Hydraulique de l'A.O.F. a alors demandé à l'ORSTOM en 1955, d'étudier dix ensembles de bassins représentatifs. En fait, à l'occasion d'études particulières, il a été possible d'en installer un bon nombre d'autres, de sorte qu'en définitive trente-six ensembles de bassins au total ont été observés pendant des périodes variant de deux à quatre ans pour les pays correspondant à l'ancienne AFRIQUE OCCIDENTALE Française, vingt-quatre pour l'ancienne AFRIQUE EQUATORIALE Française. Un bon nombre de bassins supplémentaires ont été aménagés, depuis dans ces pays, mais ils répondent à d'autres objectifs dont nous parlerons plus loin.

Les observations et mesures sur chaque ensemble de bassins étaient effectuées par un Agent Technique et son équipe résidant sur place. Ces études étaient sous la responsabilité d'un Ingénieur Hydrologue qui devait obligatoirement séjourner sur le bassin pendant au moins une partie de la saison des pluies. Ces bassins étaient visités de temps en temps par les Hydrologues les plus anciens du Service Hydrologique de l'ORSTOM.

L'analyse des résultats a permis notamment de calculer les débits de crues de diverses fréquences (plus particulièrement la fréquence décennale) en fonction des données du réseau pluviométrique, trois fois plus dense que le réseau hydrométrique, et des caractéristiques physiographiques du bassin dont les trois plus importantes sont la pente (et facteurs géomorphologiques associés), la perméabilité du sol et la couverture végétale.

Une étude de synthèse a permis de fournir, en 1965, des normes provisoires de calcul des crues décennales pour l'AFRIQUE OCCIDENTALE. On réalise actuellement avec des moyens plus rigoureux une nouvelle synthèse destinée en particulier à fournir des éléments plus précis pour la prise en compte des caractéristiques géomorphologiques et pédologiques des bassins.

Pour obtenir les mêmes résultats dans le cadre d'un réseau, il aurait fallu installer plusieurs centaines de stations sur petits bassins, toutes très coûteuses puisqu'elles auraient dû être équipées d'un enregistreur et prises en charge par un observateur capable de changer correctement les feuilles de diagrammes et de remédier à une partie des innombrables pannes de ces appareils. Ces stations auraient dû être observées pendant 15 ans.

Un second exemple nous est fourni par la NOUVELLE ZELANDE. Les deux îles avec un relief très accentué, des sols variables, une irrégularité spatiale très accentuée des précipitations (dix mètres de précipitations par an dans les régions les plus arrosées, 300 mm dans les zones les plus arides) présentent un très grand nombre de régimes hydrologiques et comme pour toutes les îles de cette dimension, un grand nombre de bassins de superficie faible ou moyenne. Résoudre tous les problèmes hydrologiques par un réseau classique supposerait une densité extraordinaire de stations qui, pour la plupart, seraient très coûteuses étant donné qu'il s'agit de cours d'eau difficiles qui tous exigent des enregistreurs dont une partie est emportée aux grandes crues, et qui en plus présentent souvent des lits instables nécessitant de nombreux jaugeages tous les ans. Le Ministère des Travaux Publics a choisi une autre solution. Quatre-vingt dix bassins représentatifs ont été installés ; étant donné les difficultés présentées pour les relevés des pluviomètres, par suite du relief très accentué, la couverture assurée par ces appareils n'est pas homogène pour un certain nombre de bassins. On n'obtient pas à proprement parler des valeurs des précipitations moyennes, mais un indice pluviométrique. Les résultats sont rapportés au régime pluviométrique et aux données physiographiques comme dans le cas précédent ; le réseau pluviométrique, plus dense que le réseau hydrométrique, est utilisé à fond.

### III. ETUDES d'HYDROLOGIE APPLIQUEE :

Pour un ouvrage important et surtout pour l'étude des crues et de l'irrégularité interannuelle, il est insuffisant d'exploiter uniquement l'échantillon statistique fourni par la station hydrométrique située la plus près du futur barrage. Il faut comprendre les processus hydrologiques et pour cela connaître les variations spatiales des caractéristiques des précipitations et du débit à l'intérieur du bassin, sauf si celui-ci est petit et homogène. Si le bassin est bien équipé, avec plusieurs stations de jaugeage, quelques stations climatologiques et un bon nombre de pluviomètres, l'Hydrologue dispose des éléments pour procéder à une telle analyse. Mais en général ce n'est pas le cas, il y a alors intérêt à aménager un ou deux bassins représentatifs qu'on observera pendant deux ans, ces deux ans correspondent à peu près aux études d'autre nature à effectuer pour le barrage. C'est ce qui a été fait en particulier pour le projet de barrage du KOUILOU au CONGO (BRAZZAVILLE) ; un

des bassins représentatifs a bien mis en évidence les possibilités de ruissellement de la zone la plus dangereuse du bassin, facilitant ainsi l'estimation de la crue exceptionnelle.

Dans le cas d'axes routiers ou ferroviaires de grande longueur, il n'est pas possible de procéder à une étude hydrologique complète sur le terrain pour chaque pont ou ponceau, dans bien des cas l'étude hydrologique seule coûterait plus cher que l'ouvrage lui-même. On peut alors, comme ceci a été fait pour le chemin de fer trans-camerounais, observer un bassin représentatif pour chaque région naturelle traversée et on en déduit les normes de calcul de crues pour tous les petits et moyens ouvrages du réseau. Les grands ouvrages étaient calculés à partir des données du réseau classique.

Des services plus discrets mais, au moins, aussi importants peuvent être rendus par les bassins représentatifs : un Hydrologue connaissant bien les résultats de tels bassins est apte à juger sur le terrain des possibilités de ruissellement ou d'infiltration de telle ou telle partie du bassin, de l'ordre de grandeur des débits spécifiques de crues annuelles et de bien d'autres caractéristiques. C'est grâce aux observations sur ces bassins qu'il peut régler son jugement.

#### IV. SERVICES RENDUS à la RECHERCHE :

Indépendamment de l'exploitation du bassin en vue de l'objectif direct de recherche qui lui a été assigné, il est possible d'utiliser les résultats obtenus pour d'autres études. Par exemple, les bassins représentatifs exigent une surveillance très stricte des observations de la hauteur et de l'intensité des pluies. Il en résulte que, dans bien des cas, les recherches systématiques que nous avons dû conduire sur la répartition spatiale des précipitations, au cours des averses orageuses ou sur les courbes intensités-durée ont reposé sur les données recueillies sur les bassins représentatifs qui, à l'origine, n'avaient pas été prévus pour cela.

Les appareils étant inspectés et relevés tous les jours, il était certain que les chiffres obtenus correspondaient bien à la période de 24 h, les pluviographes, étant réglés régulièrement, fonctionnaient correctement au moment des fortes averses et l'écart systématique par rapport aux pluviomètres était insignifiant.

La présence en permanence d'un Agent Technique compétent permet d'observer dans des conditions naturelles l'évapotranspiration potentielle par exemple, dans les meilleures conditions.

Par ailleurs, le bassin représentatif constitue un chaînon indispensable de l'étude des phénomènes hydrologiques, entre l'étude ponctuelle ou l'étude sur parcelle expérimentale et l'étude des données d'un bassin de plus de 1 000 km<sup>2</sup>. Sur ce bassin de faibles dimensions,

L'écoulement est déjà semblable à celui d'un bassin plus grand, aucun des phénomènes hydrologiques ne peut échapper à l'observation, tout au moins si l'équipement est suffisant et on peut enfin appliquer au ruissellement des modèles globaux.

Dans l'étude générale de l'érosion et des transports solides, il est très difficile de comprendre les processus de sédimentation sans ce chaînon indispensable. La parcelle ne rend compte ni du départ des colluvions, ni de l'érosion en rigoles qui affecte rarement des surfaces aussi petites que celles des parcelles. En plus si ces rigoles s'y produisent, le résultat est tel que, rapporté à la surface de la parcelle, il n'a pas de signification.

En ce qui concerne, l'alimentation des nappes, le bassin donne l'occasion d'exercer une étude relative à une surface d'une certaine étendue et non plus en un point. Les études de ce genre sont d'ailleurs difficiles et coûteuses. L'hétérogénéité fondamentale du sol, beaucoup plus grande que celle des précipitations concourt à compliquer sérieusement un dispositif expérimental déjà complexe pour un seul point.

Les bassins expérimentaux et les parcelles expérimentales concourent également à l'étude de l'influence de l'homme sur le cycle hydrologique, mais la parcelle impose des dimensions faibles pas toujours adaptées à certains types d'études forestières, par exemple.

Lorsqu'il s'est agi au KENYA de remplacer les forêts de bambous par des forêts à bois tendre, on a dû utiliser des bassins expérimentaux plutôt que des parcelles pour vérifier s'il ne résultait pas de ces modifications de couverture végétale des conséquences fâcheuses sur l'alimentation en eau de NAIROBI. Nous avons vu, plus haut, les avantages des bassins pour l'étude des répercussions de tel ou tel type de culture sur l'érosion. Les études sur bassins expérimentaux constituent un des moyens les plus efficaces pour déterminer les effets de l'action de l'homme sur son environnement.

#### CONCLUSION :

Depuis vingt-cinq ans, les bassins représentatifs et expérimentaux n'ont cessé de se développer. C'est maintenant un outil indispensable au Chercheur et même à l'Ingénieur pour tous renseignements correspondant au maillon intermédiaire entre la recherche ponctuelle sur station de recherche et l'exploitation des réseaux. Mais il pourrait rendre encore des services beaucoup plus importants si ses possibilités étaient mieux connues.