

---

# Relations pluie-débit

## *Rainfall/runoff relationships*

Jean Rodier

Président du Comité Technique  
d'Hydrologie de l'ORSTOM

---

### Introduction

Les relations entre les précipitations et les écoulements qui en résultent, constituent une partie essentielle du cycle hydrologique et par conséquent leur étude est nécessaire

- Pour bien comprendre les processus qui interviennent dans la genèse des débits,
- Pour combler les lacunes des relevés des stations de jaugeages et reconstituer par extrapolation ces relevés dans le passé,
- Pour estimer les caractéristiques hydrologiques de bassins versants non pourvus de stations de jaugeages,
- Pour prévoir le comportement des bassins versants perturbés par l'homme,
- Pour prédéterminer les débits de fréquences exceptionnelles,
- Pour prévoir en temps réel les hauteurs d'eau ou les débits.

Ces relations peuvent être établies pour des pas de temps très divers, depuis 10 minutes jusqu'à une année. Elles peuvent prendre des formes très diverses, depuis une régression très simple liant les lames d'eau écoulées annuelles aux hauteurs annuelles de précipitations (utilisables seulement dans un certain nombre de cas particuliers), jusqu'aux modèles les plus sophistiqués.

Ce qui est particulièrement délicat, ce n'est pas tant la détermination de la relation ou de l'ensemble de relations liant les précipitations à divers pas de temps aux diverses caractéristiques hydrologiques, que les variations des paramètres de ces relations en fonction des autres caractéristiques du bassin : sol, pente, couverture végétale, utilisation des sols, réseau hydrographique. La plupart de ces caractéristiques ne peuvent pas être définies de façon simple. Rien que la définition de la pente sur un bassin versant est complexe (pente des versants, pente des affluents, pente du collecteur principal). Pour la perméabilité d'un bassin ver-

sant, c'est bien pire. L'hétérogénéité des sols est presque la règle. Comment déterminer le profil d'humidité ? Sur un sol homogène et isotrope à la surface bien entretenue, la sonde à neutrons donne des résultats convenables. Sur la plupart des sols que l'on rencontre, ni homogènes ni isotropes, avec parfois des couches caillouteuses, il faut vraiment avoir la foi pour arriver à définir ce profil moyen.

Et pourtant, il faut absolument arriver à des résultats, car le besoin de ces relations se fait de plus en plus pressant. Dans notre civilisation moderne, on ne conçoit pas que les choses ne soient pas prévues, à commencer par les dépenses. Le besoin de prévisions hydrologiques est de plus en plus grand. L'équipement s'étend à un nombre de plus en plus grand de petits cours d'eau pour lesquels on ne dispose pas d'observations hydrologiques ou de si faibles longueurs, ou de si mauvaise qualité, qu'il vaut mieux ne pas en parler. Enfin le vrai bassin versant naturel tend à devenir de plus en plus rare, même si on étend la signification de bassin naturel à un bassin aménagé et cultivé dans les conditions des premières décennies de ce siècle, c'est-à-dire à l'origine de la plupart de nos relevés hydrologiques de longue durée.

Le régime des précipitations étant jusqu'ici beaucoup moins perturbé par l'homme que celui des débits, il doit pouvoir fournir théoriquement une base pour reconstituer de longues séries de débits correspondant aux conditions présentes ou futures si on parvient à définir les relations pluie-débits.

Au cours de la présente session dont le sujet a été proposé par Mr. C. Thirriot, on s'est bien gardé de présenter tous les aspects de ces relations qui n'auraient pas pu être examinés au cours de deux journées ; on n'a retenu que trois thèmes, ainsi que le Président de notre Comité Technique vient de vous l'annoncer. Nous énumérons très rapidement les Communications qui vous seront présentées.

Dans le premier thème seront présentés : les derniers résultats des expérimentations récentes sur bassins urbains, pour lesquels la connaissance des relations pluie-débits pour un bassin déterminé présente de sérieuses difficultés par suite de très courts pas de temps que l'on est obligé de considérer, et de la violence de l'écoulement. Viendra ensuite l'analyse des transferts pluie-débits par l'emploi de simulateur pour différentes pentes, différents types de sols, et une toute première approche pour la caractérisation de ces relations pour ces différentes conditions naturelles. Enfin un dernier exposé, qui se rapproche peut-être davantage de l'application pratique, insiste sur le caractère aléatoire de la forme la plus simple des relations pluies-débits, à savoir le coefficient d'écoulement, et propose une définition précise et le moyen de le calculer pour une hypothèse particulière ; on regrette un peu que pour ce thème comme pour le suivant le nombre d'exposés proposés soit faible.

Le second thème se situe au cœur du problème de l'analyse des relations pluie-débits avec un exposé introductif sur le devenir de la pluie : infiltration ou ruissellement ; une communication sur les relations entre humidité du sol et coefficient d'écoulement direct ; enfin, un dernier exposé sur le calcul des indices d'humidité du sol, facteur qui joue un rôle de premier plan dans les relations pluie-débit. M. Vachaud qui devait présenter un exposé sur ce thème particulièrement délicat n'a pas pu se trouver parmi nous, ses obligations l'appelant hors de France.

Le dernier thème, relatif aux applications pratiques qui ont recours le plus souvent à des modèles, a eu beaucoup de succès, puisque 8 communications vous seront présentées et, cependant, toutes les propositions de communications n'ont pas été acceptées.

Le premier exposé basé sur une très solide expérience propose pour des bassins versants de 1 000 km<sup>2</sup> une méthode itérative de régression entre pluie brute et pluie nette et une relation de transfert linéaire entre pluie nette et débits. Le second présente deux méthodes d'annonce des crues pour des bassins de dimension un peu inférieure, en passant soit par la pluie efficace déterminée par un coefficient de ruissellement variable suivant les précipitations antérieures, soit par une relation globale entre débit de pointe, débit initial, volume et durée de l'averse.

Le troisième concerne la prévision de débits de la Saône à Lyon ; cette prévision procède en deux étapes,

assez comparables à celles que l'on considère sur les petits bassins versants : une fonction de réduction de la pluie observée en pluie efficace, une fonction de transfert et d'étalement de la pluie efficace en débit.

La quatrième communication concerne la détermination de l'écoulement annuel dans le Sahel tropical africain par l'intermédiaire du calcul de l'écoulement des quelques crues plus ou moins isolées, composant l'hydrogramme annuel. Ce modèle simplifié dont les paramètres sont liés aux caractéristiques du bassin a permis de reconstituer de longues séries de débits pour des bassins versants de 15 à 150 km<sup>2</sup> d'où a été déduite la distribution statistique de l'écoulement annuel ainsi que le volume annuel pour les années sèches et très sèches.

Le modèle suivant présente un caractère très différent puisqu'au lieu de viser l'écoulement, ou plutôt le ruissellement, il concerne à la fois les débits superficiels et les écoulements souterrains pour des bassins versants plus grands et un climat beaucoup plus humide. On retrouve, comme plus haut pour la Saône, une fonction de production puis une fonction de transfert et une fonction de transfert souterrain.

Le modèle HYDRO-LIGNEAU est un modèle simplifié d'écoulement dans un réseau ramifié concernant les bassins urbains et semi-ruraux. Le programme RERAM dont on présente la structure et les applications concerne exclusivement les bassins urbains. Enfin, une dernière communication analyse la sensibilité d'un modèle de simulation continue de l'écoulement (modèle STORM) en milieu urbain et semi-rural. Il est toujours prudent dans les représentations des relations pluie-débits de vérifier le degré de précision avec lequel on détermine les divers paramètres et les résultats définitifs ; ceci montre que le modèle que l'on envisage est utilisable ou ne l'est pas.

Cependant, hélas, ceci ne suffit pas. Il reste encore un problème essentiel pas toujours résolu, celui de la qualité des données pluviométriques, entrée essentielle dans le modèle. La Météorologie Nationale et d'autres services gestionnaires y consacrent de très gros efforts ; il n'empêche que l'automatisation partielle de la collecte et du traitement des données ne suffit pas toujours à pallier les difficultés accrues rencontrées aujourd'hui pour assurer un service "lecteurs" de qualité. Il arrive, dans ces conditions, que les plus beaux modèles du monde ne fournissent que des résultats incertains. Ce n'est pas une raison pour l'hydrologue de désespérer.