

# Détermination de l'hydrogramme consécutif à une averse donnée par la méthode de l'hydrogramme unitaire

Use of the unit hydrograph method to determine the hydrograph resulting from a given storm rainfall

PAR G. REMENIERAS

CHEF DU SERVICE DES ÉTUDES HYDRAULIQUES  
A LA DIRECTION DES ÉTUDES ET RECHERCHES DE L'ÉLECTRICITÉ DE FRANCE

*Le mémoire a pour objet d'exposer le principe de la méthode de l'hydrogramme unitaire et de délimiter le champ d'application de celle-ci. Répartition des eaux apportées par une averse: notion de pluie « nette » ou ruisselée; l'infiltration, élément essentiel des « pertes de l'averse ». Analyse des hydrogrammes observés; séparation des diverses composantes: ruissellement, écoulement hypodermique et souterrain. Les bases de la méthode de l'hydrogramme unitaire; notion d'averse et d'hydrogramme unitaires; l'hydrogramme en S. Construction de l'hydrogramme unitaire à partir des observations effectuées; applications.*

*The purpose of this paper is to describe the principle of the unit hydrograph method and to define its range of application. The distribution of water supplied by a sudden downpour; "net" or "runoff" rain, and infiltration, which accounts for a basic part of the "downpour losses", are considered. The observed hydrographs are analysed and the various components identified, such as runoff, "hypodermic" and underground flow. The basic features of the unit hydrograph method are discussed; the downpour and unit hydrograph concepts; "S" curve hydrographs. Construction of an unit hydrograph from observed data, and its applications.*

La communication que j'ai présentée sous ce titre à la séance du vendredi 18 novembre 1960 de la Société Hydrotechnique de France formait une sorte de prologue aux deux mémoires suivants inscrits au programme de la même séance.

J. RODIER. — Quelques exemples d'application de la méthode de l'hydrogramme unitaire à des bassins versants expérimentaux d'Outre-Mer.

J. JACQUET. — Application de la méthode de l'hydrogramme unitaire à quelques cours d'eau français.

Elle avait pour objet de rappeler le principe et les limites d'emploi de la méthode de l'hydro-

gramme unitaire et de préciser la terminologie — encore insuffisamment fixée — utilisée dans ce domaine. On trouvera la matière de mon exposé et quelques développements complémentaires dans le chapitre VI de mon livre *L'Hydrologie de l'Ingénieur* (1); un condensé de ce texte figure dans la plaquette *Éléments d'Hydrologie Appliquée* que j'ai rédigée pour la Collection Armand Colin (Paris, 1960). Je me bornerai ici à essayer de dégager la philosophie de la méthode dite de l'hydrogramme unitaire.

\*  
\*\*

La comparaison minutieuse de la série des

(1) G. REMENIERAS. — *L'Hydrologie de l'Ingénieur*, 413 pages, 200 figures. Eyrolles, Paris (1960).

hyétogrammes relevés dans les diverses stations pluviométriques d'un bassin au cours d'une même averse avec l'hydrogramme correspondant du cours d'eau exutoire, permet de recueillir de nombreuses informations sur la « fonction de transfert pluie-débit » propre audit bassin. C'est à partir d'analyses de ce genre que Sherman a pu mettre au point, vers 1932, la méthode empirique, dite de l'hydrogramme unitaire, qui permet de calculer approximativement pour un bassin donné l'hydrogramme consécutif à une averse définie par son hyétogramme moyen sur l'ensemble dudit bassin.

Mais il est essentiel de remarquer, dès l'abord, que les principes qui sont à la base de la méthode s'appliquent exclusivement à la fraction du débit global à l'exutoire apporté par le seul ruissellement superficiel (lequel est prépondérant dans la fixation du débit de pointe d'une crue); les hydrogrammes des écoulements souterrains et hypodermiques pourront éventuellement être calculés par un autre procédé et « composés » avec celui du ruissellement superficiel déterminé par la méthode de l'hydrogramme unitaire, pour obtenir l'hydrogramme global.

Par voie de conséquence, il convient, en premier lieu, d'estimer à chaque instant les « pertes de l'averse » : interception (par la couverture végétale), stockage superficiel dans les dépressions (sillons de labours, mares temporaires ou non, etc.), évaporation et infiltration. Ce dernier terme est généralement le plus important, en particulier au début d'une pluie tombant sur un sol perméable et sec; une trop grande imprécision sur la capacité d'infiltration d'un bassin rend illusoire l'application de la méthode de l'hydrogramme unitaire, sauf dans le cas — en pratique très important — d'une crue catastrophique due à des pluies de forte intensité tombant sur des sols déjà saturés par des précipitations antérieures; dans un tel cas, l'intensité de l'infiltration est à tout moment négligeable vis-à-vis de celle de la pluie.

Le calcul des « pertes de l'averse » aux différents instants permet de déduire du hyétogramme observé de la pluie totale, le hyétogramme de la « pluie nette ou ruisselée » qui interviendra seule dans les calculs subséquents.

On appelle « temps de base »  $T$  d'un hydrogramme l'intervalle de temps compris entre le début et la fin du ruissellement superficiel provoqué par l'averse.

L'analyse théorique de divers hydrogrammes de ruissellement superficiel pur, afférents à des bassins de forme et de caractéristiques très schématiques, suggère l'idée que si  $t_r$  est la durée de l'averse nette (et non de l'averse effective ou globale) — supposée uniforme dans le temps et dans l'espace — tombant sur un bassin dont le « temps

de concentration » (1) est  $t_c$ , le temps de base de l'hydrogramme sera :

$$T = t_r + t_c$$

Cela posé, la méthode de l'hydrogramme unitaire repose sur les trois postulats suivants, qu'il faut considérer, non pas comme des lois rigoureuses, mais comme des hypothèses de travail qu'un hydrologue averti des caractéristiques du bassin étudié saura utiliser à bon escient :

1. Sur un bassin versant déterminé, la durée du ruissellement superficiel (temps de base de l'hydrogramme) consécutif à différentes averses, caractérisées par l'intensité ou la hauteur de « pluie nette » et présentant la même répartition spatiale et temporelle, est indépendante de l'intensité de la pluie, tant que la durée de ces averses est suffisamment inférieure au temps de concentration du bassin; de telles averses sont dites « averses unitaires » et les hydrogrammes correspondants caractérisent la fonction de transfert « pluie-débit ruisselé » du bassin versant étudié.

En pratique, pour représenter cette fonction de transfert, on fait choix d'un « hydrogramme unitaire » qui correspond à une averse unitaire type dont l'intensité nette (ou le volume ruisselé) est prise comme unité (fig. 1).

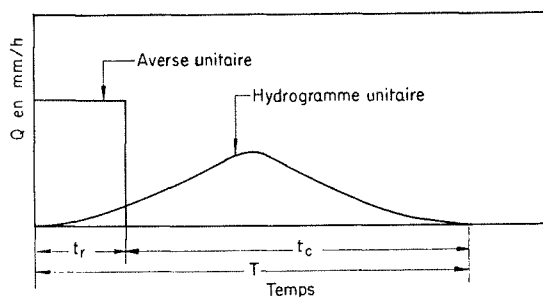


FIG. 1

2. Les ordonnées homologues des hydrogrammes de ruissellement afférents à des averses unitaires présentant une distribution spatiale et temporelle identique à celle de l'averse unitaire type, sont directement proportionnelles aux intensités moyennes de ces averses. Autrement dit, tous les hydrogrammes de ruissellement afférents à ces averses unitaires sont des courbes affines, le rapport d'affinité étant celui des intensités moyennes nettes ou

(1) On appelle « temps de concentration » d'un bassin la durée nécessaire pour qu'une goutte de « pluie nette » tombant sur le point hydrauliquement le plus éloigné de celui-ci arrive à l'exutoire.

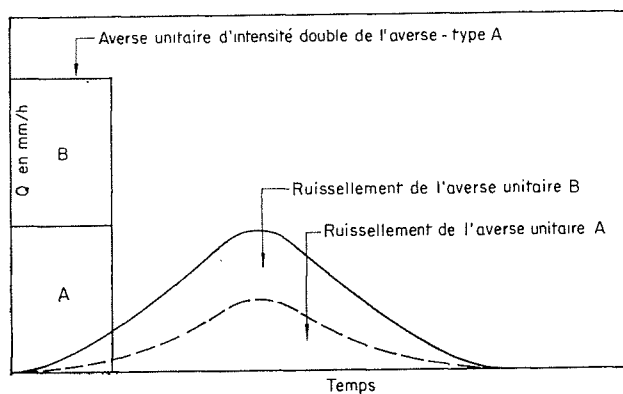


FIG. 2

encore des volumes d'eau ruisselée des averse correspondantes (fig. 2).

3. L'hydrogramme de ruissellement d'une averse complexe de durée supérieure à celle de l'averse unitaire s'obtiendra en représentant celle-ci par une succession d'averses unitaires et en composant — par addition des ordonnées — les hydrogrammes élémentaires relatifs à ces averse unitaires, compte tenu du décalage dans le temps de l'origine de ces derniers (fig. 3).

Les deux mémoires précités de M. J. Rodier et de M. J. Jacquet montrent tout le parti que l'on peut tirer de la méthode de l'hydrogramme unitaire. Plus qu'une méthode de calcul, elle

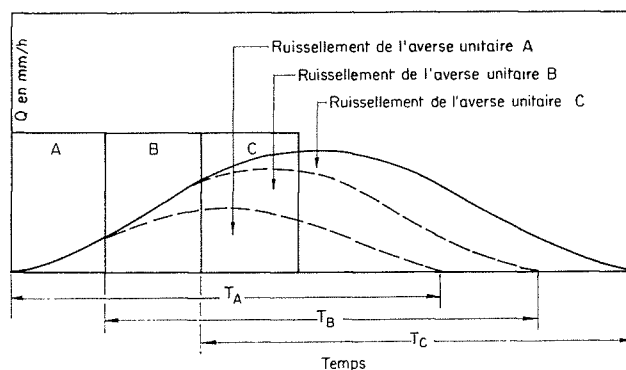


FIG. 3

constitue un « modèle », schématique mais rationnel, des mécanismes complexes qui transforment « la pluie qui tombe » en « eau qui coule » ; à ce titre, elle rendra service aux chercheurs en soulignant les lacunes graves de nos connaissances quantitatives dans ce domaine.

Soulignons, pour terminer, que la méthode n'est applicable avec quelques chances de succès que pour la prédétermination de crues importantes sur des bassins relativement homogènes, pour lesquels on dispose de bonnes mesures de pluie et de débit ; l'hydrologue devra vérifier au préalable que les hypothèses sur laquelle repose la méthode sont raisonnablement remplies et faire preuve d'un vif esprit critique tant dans le choix des données que dans l'interprétation des résultats.

## DISCUSSION

Président : M. DEYMIÉ

M. le Président remarque que M. REMENIERAS n'a pas employé l'expression « pluie utile », et demande quelle différence il y a entre cette expression et celle de « pluie efficace ».

M. RODIER répond que la corrélation entre hauteur de précipitations et volume de ruissellement est dans certains cas, notamment dans les terrains peu imperméables, meilleure si on emploie la pluie utile : celle-ci peut être définie comme une pluie qui, tombant bien

concentrée, donnerait le même résultat hydrométrique que la pluie réelle. Or, la pluie efficace satisfait l'esprit, mais elle exclut certaines tranches de pluie préliminaire et terminale qui interviennent quand même dans la saturation du terrain et la pluie efficace seule ne donnerait pas le même résultat hydrométrique que la pluie réelle.

M. le Président remercie M. RODIER.