

<b>Zeitschrift:</b>	Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
<b>Band:</b>	75 (1983)
<b>Heft:</b>	10
<b>Artikel:</b>	Modélisation des événements "averses-crues" sur les petits bassins versants
<b>Autor:</b>	Jaton, Jean-François
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-941284">https://doi.org/10.5169/seals-941284</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Modélisation des événements «averses-crues» sur les petits bassins versants

Jean-François Jaton

## Résumé

L'auteur présente un modèle hydrologique de simulation des crues sur des petits bassins versants agricoles. Il préconise l'emploi d'averses de projet comme entrée du modèle et propose un coefficient de ruissellement non constant dans le temps. La fonction de transfert des pluies en débit est obtenue mathématiquement à partir d'une courte série d'observations.

## Zusammenfassung: Simulation von Hochwasserganglinien in kleinen landwirtschaftlichen Einzugsgebieten

Der Verfasser stellt ein hydrologisches Simulationsmodell für Hochwasserganglinien in kleinen landwirtschaftlichen Einzugsgebieten vor. Der Gebrauch von Projektregen als Modelleingabe sowie ein zeitlich nicht konstanter Abflusskoeffizient werden vorgeschlagen. Die Umwandlung von Regen in Abfluss geschieht mathematisch; die Funktion basiert auf einer kurzen Messreihe.

## Summary: Hydrological model for small agricultural catchment areas

A hydrological model is presented for small agricultural catchment areas. Use of a point-rain as input and a time-dependent coefficient of overland runoff are proposed. Transformation from rainfall to runoff is accounted for mathematically; the corresponding functions are based on a short series of observation.

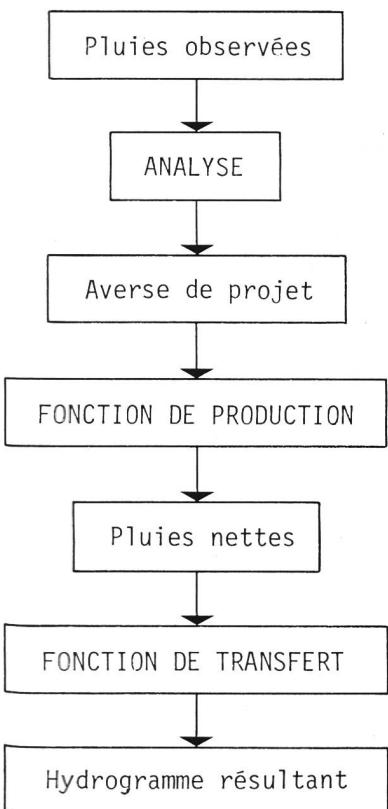


Figure 1. Organigramme général du modèle hydrologique.

## 1. Introduction

Le problème de la transformation des pluies en débits et de sa modélisation a subi de profondes modifications ces vingt dernières années en raison de l'introduction du traitement informatique. Aux relations empiriques des précédentes décennies ont succédé des modèles mathématiques plus ou moins sophistiqués et souvent mieux adaptés à la résolution de certaines des questions qui se posent en hydrologie.

Si, dans son principe, l'utilisation d'un modèle mathématique est séduisante, force est de constater que son application soulève de nombreuses questions auxquelles nous nous sommes efforcés de répondre.

C'est dans cet esprit que nous avons entrepris de collaborer à l'étude des relations pluies-débits dans les petits bassins ruraux (ce terme étant utilisé par opposition à celui d'urbain). Les buts principaux de cette étude [1] étaient multiples; nous avons cherché tout d'abord à définir les éléments principaux d'un modèle pluies-débits simplifié, capable à la fois de satisfaire l'hydrologue du fait de son apport potentiel à la connaissance des processus fondamentaux du bilan hydrique, et l'ingénieur en tant qu'outil de travail et de prévision. Dans une seconde phase, nous avons procédé à l'analyse des différentes composantes du modèle choisi, tout en y apportant une contribution théorique personnelle. Nous avons enfin testé et appliqué les différentes composantes ainsi que le modèle hydrologique dans son ensemble, à des données réelles observées. A cette fin, nous avons utilisé essentiellement des observations recueillies par l'Institut de Génie rural de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, en particulier celles du bassin versant expérimental du Parimbot, petit affluent de la Broye [2].

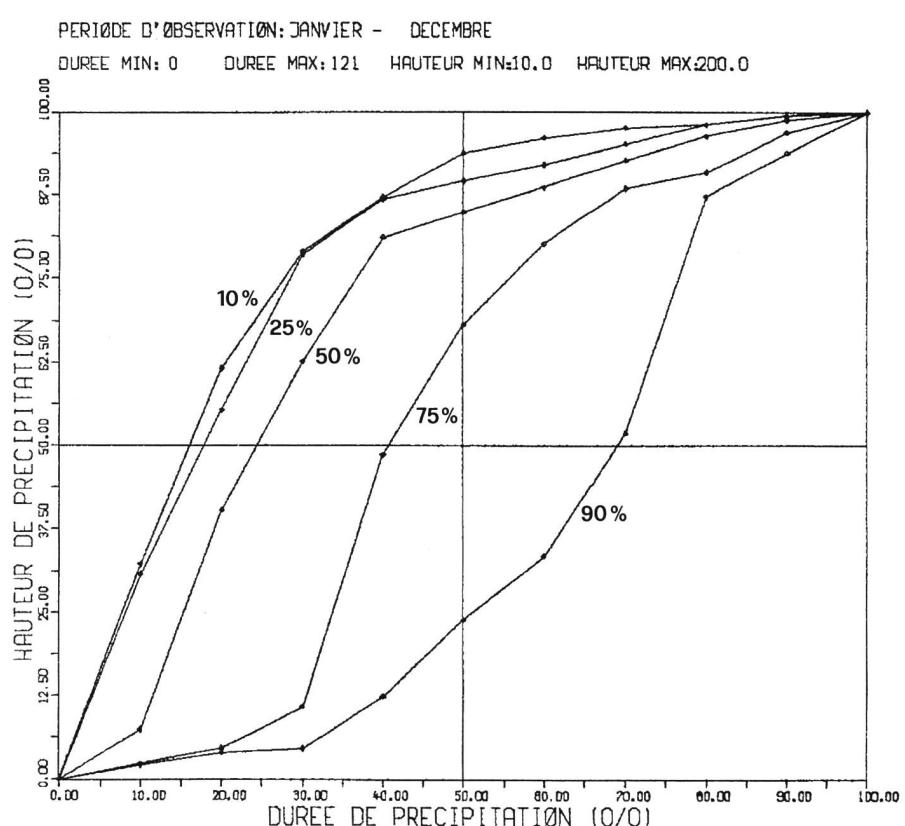


Figure 2. Station d'Ecublens – Hauteur de pluie atteinte en fonction de la durée de précipitation pour différentes probabilités de dépassement (extrait de [3]).

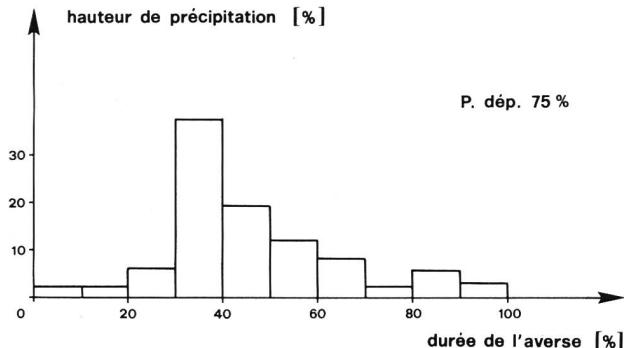


Figure 3. Hyéogramme d'averse déduite de la courbe de répartition de probabilité de dépassement 75 % (extrait de [1]).

## 2. Le modèle hydrologique proposé

Les objectifs fixés nous ont amené à concevoir un modèle principalement déterministe, composé de trois fonctions indépendantes juxtaposées (figure 1). La première de ces fonctions s'attache à la détermination de la forme du hyéogramme de pluie dont on veut connaître la réponse, c'est-à-dire le débit de ruissellement. En d'autres termes, cette fonction a pour but de modéliser les données de pluie, de « dessiner » l'averse que l'on veut transformer en débit. La seconde de ces fonctions va transformer le hyéogramme ainsi défini et dont la hauteur de pluie est celle reçue effectivement par le sol, en un hyéogramme de pluie « nette », disponible pour le ruissellement. On désigne cette fonction sous le terme de fonction de rendement ou fonction de production. Une fois le volume d'eau susceptible de ruisseler défini, intervient la fonction de transfert. Cette troisième fonction, également appelée fonction d'étalement ou de modulation, a pour rôle de transformer le hyéogramme de pluie nette en un hydrogramme de ruissellement.

L'étude de ces fonctions, leur analyse et leur développement dans le cadre particulier des petits bassins versants ruraux, ainsi que leur application à des valeurs observées dans un bassin spécialement équipé à cet effet, constituent les principaux éléments de notre recherche [1].

Les études bibliographiques effectuées montrent que les différentes composantes du modèle sont loin d'avoir été

totalemen t étudiées. Ainsi, pour ne citer que la « pluie de projet », aucune étude n'a jamais été faite en Suisse sur le sujet, tant en ce qui concerne l'abattement des précipitations que l'élaboration des averses.

## 3. Principaux résultats obtenus

Les résultats obtenus dans les différents volets de notre travail peuvent se résumer comme suit:

### 3.1 Détermination des averses de projets

En matière d'analyse des précipitations, nous avons montré que dans les limites de la présente étude, il est possible de négliger le phénomène d'abattement. En ce qui concerne la détermination des averses de projet proprement dites, deux méthodes différentes ont été proposées. La première est basée sur la connaissance de courbes donnant le rapport des hauteurs de pluie maximum de durée  $\Delta t$  à la hauteur de pluie totale de durée  $t$ . La seconde méthode repose sur la connaissance de la structure temporelle des averses. Elle permet de dessiner des hyéogrammes (qui constitueront l'« entrée » du modèle hydrologique) respectant bien la structure « naturelle » des averses enregistrées. Facile à mettre en œuvre, cette seconde méthode [3] ne requiert qu'un échantillon de quelques centaines d'averses digitalisées et stockées sur fichier informatique. La figure 2 montre les résultats graphiques obtenus par un programme de calcul développé pour l'analyse des données « pluies ». A titre d'exemple, la courbe de répartition de probabilité de dépassement 75 % de la figure 2 donne une averse à pointe unique représentée à la figure 3.

### 3.2 La fonction de production ou fonction de rendement

La fonction de production est la fonction essentielle du modèle; c'est d'elle que dépend une part importante de la précision de la prédétermination. Dans la mesure où des enregistrements simultanés de pluies et de débits existent sur le site de l'étude ou dans la région intéressée par le projet, nous proposons d'adopter une fonction à coefficient de ruissellement résultant de l'analyse des événements « averses-crues » enregistrés. Le coefficient de ruissellement est déterminé à partir de différents paramètres (hauteur de pluie, intensités maximum sur différentes du-

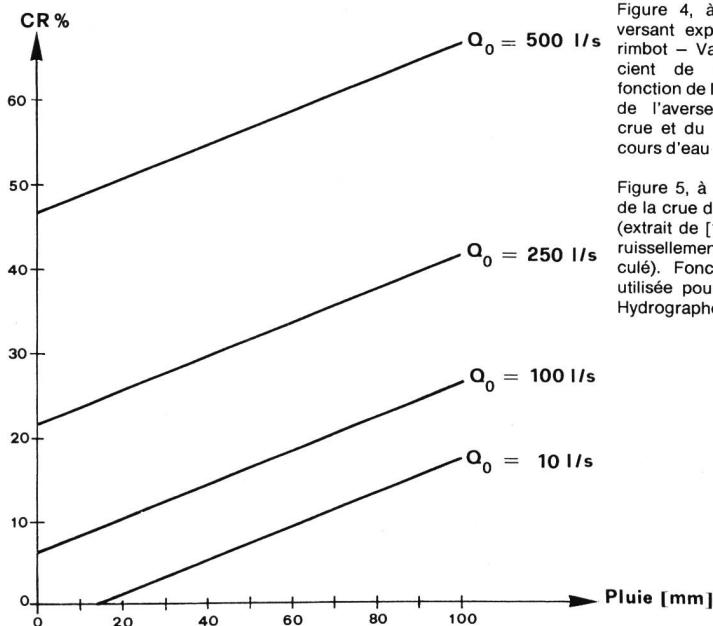
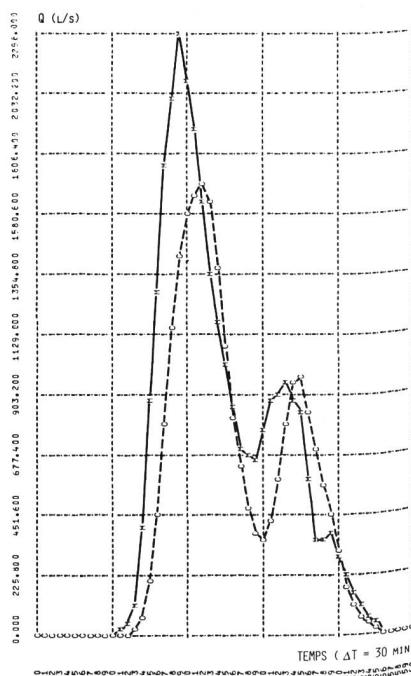


Figure 4, à gauche. Bassin versant expérimental du Parimbot – Variation du coefficient de ruissellement en fonction de la hauteur de pluie de l'averse génératrice de crue et du débit de base du cours d'eau avant la crue.

Figure 5, à droite. Simulation de la crue du 2 au 3 mai 1979 (extrait de [1]). Coefficient de ruissellement = 40,4 % (calculé). Fonction de transfert utilisée pour la simulation = Hydrogramme unitaire.



réees, débit de base du cours d'eau avant la pluie, état d'humidité du sol caractérisé par un indice de précipitations antécédentes [IPA], etc.) par régression linéaire multiple. Parmi les différents paramètres conditionnels du taux de ruissellement que nous venons de citer, seuls peuvent être conservés dans certains cas la hauteur de pluie et l'indice caractéristique de l'humidité du sol avant la pluie, paramètres particulièrement importants pour le déclenchement du ruissellement [4].

La figure 4 illustre notre propos: la fonction de production, représentée ici par un coefficient de ruissellement varie en fonction de la hauteur totale de pluie et d'un indice d'humidité (ici le débit de base  $Q_0$ ). Un autre indice (du type IPA par exemple) pourrait remplacer le paramètre  $Q_0$ .

Dans l'hypothèse où l'on ne dispose d'aucunes informations simultanées de pluies et de débits, on aura recours à des tables ou à des abaques pour fixer la valeur la plus probable du coefficient de ruissellement.

### 3.3 La fonction de transfert

On appelle fonction de transfert l'opération de transformation de la pluie nette en hydrogramme de ruissellement. Dans notre étude relative à la fonction de transfert des modèles hydrologiques, nous avons abordé plusieurs des fonctions classiques de l'hydrologie (hydrogramme unitaire, modèle linéaire à  $n$  réservoirs, etc.). Une des conclusions à tirer de cette analyse est qu'il semble inutile de vouloir par trop «sophistiquer» la détermination de la fonction de transfert. Ce n'est donc pas par hasard si, dans de nombreux modèles, la fonction de transfert est simplifiée à l'extrême; on assimile ainsi volontiers la forme de l'hydrogramme unitaire instantané à un triangle ou à un trapèze. Dans la mesure où l'on dispose d'enregistrements de pluie et de débits, même sous forme d'une relativement courte série d'observations, il est possible d'obtenir mathématiquement la fonction de transformation, et ceci par un processus de déconvolution (terme traduisant le processus d'identification de la fonction de transformation des pluies en débits par résolution de l'intégrale de *Duhamel*, dite aussi intégrale de convolution). Les différents tests et essais effectués ont montré que les fonctions obtenues par déconvolution sont suffisamment efficientes pour permettre leur utilisation en matière de prévision ou de prédétermination.

### 4. Mise en œuvre et exploitation du modèle

L'exploitation du modèle constitue la phase opérationnelle du processus en plusieurs points conduisant de la construction du modèle à sa mise en œuvre, en passant par les épreuves de test. Il ne nous est malheureusement pas possible de développer ici les différentes étapes permettant l'utilisation pratique du modèle proposé. Nous nous bornerons à montrer un exemple de reconstitution d'un événement averse-crue complexe (voir figure 5). Dans cet exemple, le coefficient de ruissellement a été calculé en fonction de la hauteur de pluie de l'averse et d'un indice de saturation du bassin. Le coefficient calculé est de 40,4% alors que le coefficient observé est de 49,1%; cette différence explique le déficit de l'hydrogramme calculé (noté par des lettres C dans la figure 5) par rapport à l'hydrogramme observé (noté M). On constate par ailleurs que les formes sont similaires, avec des temps de déphasage sur les pointes inférieures à 2 heures.

### 5. Conclusion

De nombreuses simulations de crues résultant d'averses simples ou complexes nous ont permis de porter un juge-

ment critique sur la validité du modèle et sur son aptitude en matière de prévision de débits, aussi bien en zone humide que semi-aride. Une comparaison systématique des débits calculés et observés au moyen de fonctions objectives nous a fourni d'utiles renseignements quant à l'importance des rôles joués par chacune des fonctions «pluie», de «production» et de «transfert». En particulier, les efforts des hydrologues devraient tendre vers une amélioration de la fonction de production plutôt que de la fonction de transfert. En effet, sitôt que l'incertitude sur la fonction de production dépasse un certain seuil, des modèles très simples de transfert sont suffisants.

Dernier aspect pratique enfin, l'utilisation possible d'une chaîne de traitement et des programmes de calcul y afférent. La dernière partie de notre travail étant consacrée à l'application du modèle, nous avons développé les éléments informatiques nécessaires au dépouillement, au traitement et au contrôle des données, ainsi qu'à l'élaboration des fonctions essentielles du modèle.

### Bibliographie

- [1] Jaton J.-F.: Contribution à l'étude des relations pluies-débits dans les petits bassins versants ruraux. Thèse n° 453, présentée à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. Lausanne, EPFL, 1982.
- [2] Jaton J.-F.: Etude monographique succincte du bassin versant du Parimbot. Public. IGR n° 168. EPF-Lausanne, 1983.
- [3] Jaton J.-F.: Analyse de la structure temporelle des averses de la station d'Ecublens au moyen du programme de calcul STRUCTP; Rapport interne non publié; IGR-Lausanne, février 1981.
- [4] Jaton J.-F., Musy A., Regamey P.: Méthode de prédétermination des débits de ruissellement basée sur l'état de saturation antérieur du bassin. Communication à l'OCDE, Berne 1978. Publication IGR n° 142, EPF-Lausanne, 1978.

Adresse de l'auteur: Dr Jean-François Jaton, Institut de Génie rural EPFL, En Bassanges, CH-1024 Ecublens.

## Erdgas in Kunststoffrohr

Zur Herstellung verschiedenster Milchprodukte braucht es viel Energie. Die Berner Alpenmilchgesellschaft in Konolfingen hat sich entschlossen, bis Ende 1982 aus Kostengründen von Schweröl auf Erdgas umzustellen. Die rund 4 km lange Verbindungsleitung zwischen der Erdgas-Hochdruckleitung in Münsingen und dem Abnehmer in Konolfingen ist dank einer minutiös geplanten Verlegung innert kürzester Zeit realisiert worden. Möglich wurde diese rationelle Verlegung nicht zuletzt dank den günstigen Eigenschaften der Kunststoffrohre, welche immer mehr auch bei Gasleitungen im Druckbereich Verwendung finden.

Pasteurisieren, uperisieren, kondensieren – dazu braucht es Dampf. Die moderne Milchverarbeitung und -aufbereitung – von der keimfreien Pastmilch bis zur Kondensmilch oder zum Milchpulver – benötigt grosse Energiemengen. Dies gilt auch für die Berner Alpenmilchgesellschaft in Ko-

Tabelle 1: Technische Daten der Leitung

Baulänge	3754 m
Durchmesser aussen	180 mm
Wanddicke	16,4 mm
Werkstoff	Hostalen GM 5010 T2 (HDPE)
Schweissverbindung	Stumpfschweißung
Betriebsdruck	bis 5 bar
Prüfdruck	7,5 bar
Trasseebau	Überdeckung der Leitung mindestens 1 m
Unterquerung von Strassen	Schutzrohr oder Druckverteileplatte
Grabenbreite	gefräst 35 cm, Bagger 40 cm
Rohrumbüllung	Aushubmaterial und Sand
Warnband	50 bis 60 cm unter Terrain kennzeichnet ein gelbes Warnband die Gasleitung