

Résumé des résultats de recherches sur le bassin représentatif de la Bruche (Alsace, France)

1. ORGANISME GESTIONNAIRE

Université Louis-Pasteur de Strasbourg, Centre de Géographie Appliquée (LA n° 95 du CNRS), Section Hydrologie, 43, rue Gœthe, 67000 Strasbourg.

2. THÈME DE RECHERCHES

- Détermination du seuil d'apparition du ruissellement et variation du coefficient de ruissellement en fonction de l'état de saturation du sol et des valeurs de pente,
- Transports solides liés aux débits.

3. DESCRIPTION DU BASSIN

Situation :

Bassin hydrographique du Rhin (sous-bassin de l'III).
Coordonnées à l'exutoire : 7° 42' 48" E ; 48° 34' N.

Caractères physiques et morphologiques (Géologie) :

— Ensemble du bassin de la Bruche :

Superficie : 740 km².

Altitude moyenne : 400 m.

Indice de compacité : 1,55.

Indice de pente global : 11,4 m/km.

Densité de drainage : 0,99.

Géologie : Grès 30,5% ; Granite-Cristallins 15,7% ; Schistes-Grauwackes 14,2% ; Rhyolites 4,1% ; Calcaires-Marnes 9,9% ; Alluvions et Loess 25,6%.

— Sous-bassins emboîtés :

		Rothaine	Halle	Basse de Russ	Haute Mossig
Superficie	(km ²)	7,5	2,9	8,3	10,3
Indice de compacité		1,1	1,1	1,3	1,4
Indice de pente global	m/km	142	226,0	90,0	76,0
Densité de drainage		1,3	1,3	1,4	0,9
Altitude moyenne	m	880,0	740,0	660,0	710,0
Géologie	Grès		26,5%		100%
	Granite	75%		74%	
	Schiste	25%	73,5%	26%	

Climat :

Type tempéré océanique.

Températures extrêmes sur 30 ans à Strasbourg : — 23°, + 37°.

Précipitations cycloniques l'hiver ; de convection l'été. Moyenne annuelle : 1 276 mm (Rothau).

Végétation :

— Ensemble du bassin :

Vallée : Forêt prédominante (Conifères, Feuillus), Prés et friches.

Plaine : Cultures diverses.

— Sous-bassins emboîtés :

Forêt (Conifères, Feuillus ou mixte), de 90 à 98% selon les bassins,

Prés et friches, les 2 à 10% restants.

Equipement :

a) *Hydrométrie :*

— sur les drains principaux :

4 stations hydrométriques sur la Bruche (dépendant du SRAE Alsace ou du CGA (station de Mutzig),

1 station sur la Mossig aval (SRAE Alsace).

— Pour les bassins emboîtés :

1 station par affluent avec déversoir sommaire et limnigraphe.

b) *Pluviométrie :*

— pour l'ensemble du bassin : pluviomètres du réseau Météo + pluviomètres additionnels gérés par le CGA,

— Pour les bassins emboîtés, 6 pluviographes au total.

c) *Abris météorologiques :*

1 ou 2 abris par bassin emboîtés, équipés de thermographe, hygrographe, Piche.

Conditions de fonctionnement du réseau :

Période de fonctionnement des appareils variable, d'octobre 1965 à novembre 1973 (du fait de la réalisation progressive de l'équipement),

Réseau visité hebdomadairement,

Personnel affecté au réseau : deux personnes.

4. PRINCIPALES PUBLICATIONS

HIRSCH (F.) — 1965 — Recherches sur le bassin de la Bruche. Une méthode d'analyse hydrologique. *Bull. Fac. Lettres de Strasbourg*, pp. 287-299.

HIRSCH (F.) — 1967 — Bassin représentatif de la Bruche. Intensité des pluies dans le bassin. *Bull. Fac. Lettres de Strasbourg*, pp. 443-456.

MAIRE (G.), SCHERER (J.-C.) — 1970 — Application de la méthode des traceurs radioactifs pour l'étude des transports de galets par la Bruche à Urmatt. *Bull. Fac. Lettres de Strasbourg*, pp. 289-298.

BAUMERT (A.) — 1971 — Etude du comportement hydrologique des bassins de la Rothaine et de la Haute-Mossig. Mémoire de Maîtrise, ronéo. CSA, Strasbourg, 153 p.

VINVENT (M.) — 1972 — Analyse comparée de quelques hydrogrammes de ruissellement dans le bassin de la Bruche. *Rev. Géogr. de l'Est*, pp. 69-87.

5. RÉSULTATS OBTENUS

5.1. QUANTITÉ, QUALITÉ DES DONNÉES. MODE DE DÉPOUILLEMENT

Les données collectées depuis 1965, sont de valeur très inégale. Avant 1969, toutes les stations limnigraphiques étaient au fil de l'eau, ce qui, pour les torrents étudiés, entraînait d'incessants détarages. La réalisation de déversoirs sommaires a pratiquement supprimé cet inconvénient et des courbes de tarage correctes ont pu être établies ; toutefois le maintien en l'état des stations pose encore des difficultés. Pour les données pluviométriques, l'un des

problèmes principaux a été l'enregistrement « au mieux » des précipitations sous forme nivale. Après divers tâtonnements, l'adoption de systèmes de chauffage artisanaux nous a permis d'atteindre à peu près cet objectif. Pour pallier les défaillances des enregistreurs, nous avons adapté dans les pluviographes, un système de comptage d'impulsions, inspiré par les appareils à transmission à distance (hors de nos moyens financiers). De ce fait les lacunes à l'échelle de temps hebdomadaire ou mensuelle ont été supprimées ; seules surviennent encore des lacunes à l'échelle de temps journalière ou horaire.

Le dépouillement des enregistrements pluviométriques vise à la connaissance de quantités de précipitations durant une série d'averses de durées connues et d'intensités au quart d'heure. La définition d'intensités constantes a été abandonnée après trois années de dépouillement du fait de la longueur de l'opération. Le début de montée de l'eau dans le drain, correspondant à une averse donnée, est également apprécié au quart d'heure, sur le limnigramme.

5.2. ETUDE DES INTENSITÉS CONSTANTES

L'étude des intensités constantes sur trois années a permis de dresser des courbes intensités constantes-durées-fréquences pour quatre stations pluviométriques du bassin montagneux. Ces courbes se sont révélées très semblables et on a été amené à la conclusion qu'elles traduisent une réalité régionale. Regroupées pour cette raison, les quatre courbes expérimentales ont conduit à une formulation générale :

$$i = \frac{a}{(t + b)^n} \quad \begin{array}{l} i \text{ en mm/h} \\ t \text{ en mn} \end{array}$$

a étant une fonction de P (= probabilité) uniquement et n pouvant être ici considéré comme une constante, on obtient finalement :

$$i = \frac{P + 5,985}{0,943 P + 0,074} (t - 1)^{-0,67}$$

Courbes théoriques et courbes expérimentales se révèlent alors en bon accord.

5.3. ANALYSE COMPARÉE DE QUELQUES HYDROGRAMMES DE RUISSELLEMENT

Cette analyse résultant d'averses de forte intensité et de courte durée, fournit un coefficient de corrélation linéaire $R = -0,9756$, hautement significatif, entre le temps de base des crues et la pente moyenne des bassins, un coefficient de corrélation linéaire $R = -0,9942$, hautement significatif entre le débit de pointe (en % de volume écoulé) et la forme du bassin. Toutefois, il s'agit là d'une première approche du problème, non systématique, en fonction d'un petit nombre d'événements hydropluviométriques sélectionnés et d'hypothèses simplificatrices, approche qui appelle nécessairement compléments et généralisation.

5.4. ETUDE DIRECTE DU SEUIL DE RUISSELLEMENT

Cette étude est conçue comme l'étude de la réponse hydrologique (ou de la « non-réponse ») du cours d'eau à un certain nombre d'événements pluviométriques survenant dans son bassin versant. Ce seuil n'est pas fixe, mais lié à l'état de saturation du sol. Cette conception a entraîné la constitution de deux fichiers (écoulements et précipitations) et la confection d'un programme de calcul adéquat, permettant le passage d'un fichier à l'autre.

L'analyse vise à déterminer pour chaque bassin, dans un premier temps, des probabilités de ruissellement en fonction de divers caractères de la pluviosité et de l'état du sol, par la suite à comparer ces résultats, bassin par bassin, de façon à estimer le rôle des caractéristiques physiques du bassin versant dans le déclenchement du ruissellement.

La première phase de cette analyse est en cours et l'on peut faire état d'indications partielles. C'est ainsi que pour le bassin de la Halle, par exemple, et sur une série étudiée de 1 112 averses, la fréquence de déclenchement du ruissellement s'élève de 17% pour des intensités maximum par quart d'heure, de 0 à 5 mm/h à 62% pour des intensités maximum par quart d'heure supérieures à 35 mm/h. Si l'on considère plusieurs caractères à la fois, la réalité est plus complexe du fait des interactions entre phénomènes ; ainsi toujours pour la Halle, avec le même échantillonnage d'averses, si l'on considère une intensité moyenne durant l'averse, faible (0-5 mm/h), la fréquence de déclenchement du ruissellement passe de 4% si la quantité précipitée lors de l'averse est de 0,4 à 0,6 mm, à 43% si cette quantité atteint 2,0 à 3,5 mm et 74% si elle atteint 12,5 à 25 mm, ce qui par conséquent, met en évidence le rôle de la durée de l'averse ; toutefois, avec des intensités moyennes plus fortes, on ne retrouve pas la même progression en fonction de la quantité précipitée : ceci tient en partie à la nature même des phénomènes, en partie à l'insuffisante densité du réseau en postes pluviométriques (d'où d'apparentes anomalies qui résultent en fait de l'extrême variabilité spatiale des précipitations d'ordre horaire ou journalier).

5.5. ETUDE DES TRANSPORTS SOLIDES

Cette étude s'est réalisée au moyen de deux campagnes successives de traceurs radioactifs dans le lit de la

Bruche, en deux points du cours (Urmatt et Duppigheim). Elle a permis de montrer la lenteur de la migration des galets : à Urmatt, dans un tronçon quasi-rectiligne, à la suite de crues d'hiver dont la plus importante était de $50 \text{ m}^3/\text{s}$, la distance moyenne de déplacement était de 140 m (galets de 6 à 16 cm) et la masse charriée en un an restait inférieure à 2 000 tonnes. Ces résultats étaient en désaccord total avec ceux obtenus par le calcul au moyen des formules habituelles. A Duppigheim, en 1970, dans un secteur à méandres et pour des crues d'ordre décennal ($140 \text{ m}^3/\text{s}$), les 9/10^e des galets marqués n'ont pas dépassé 90 m de trajet ; or durant cette même période, l'activité érosive de la rivière a été intense : un sapement de 2,5 m de haut face au bief étudié, a reculé de 12 m, libérant un volume de matériel de quelques 3 000 m^3 , tandis qu'un gros banc de sables et de galets se mettait en place à l'aval immédiat. Ces faits prouvent de façon indubitable, l'existence d'une substitution de charge à cet endroit et sont en concordance absolue avec les conclusions de l'étude sédimentologique antérieure, démontrant la valeur des méthodes sédimentologiques d'étude des migrations de galets dans les cours d'eau.