

# Détermination des écoulements annuels et mensuels moyens d'un bassin versant: utilisation des données de bassins versant repères

Autor(en): **Jaton, Jean-François**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **106 (1980)**

Heft 21

PDF erstellt am: **13.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73988>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Détermination des écoulements annuels et mensuels moyens d'un bassin versant

## Utilisation des données de bassins versants repères

par Jean-François Jaton, Lausanne

La recherche de la fonction de production, ou en d'autres termes la détermination de la lame écoulée sur un bassin versant, peut s'effectuer de différentes façons compte tenu du but poursuivi et des données à disposition. Nous nous proposons ici de déterminer les modules moyens annuels et mensuels de bassins versants peu ou pas connus du point de vue hydrologique, à partir de valeurs observées sur des bassins versants repères du Service hydrologique national. Par bassin-repère (en allemand «Testgebiet») ce Service entend «un bassin versant ou bassin versant intermédiaire, dans lequel les débits naturels sont observés pendant une période aussi longue que possible». Pour l'ingénieur, le problème examiné ici peut se résumer comme suit: soit un bassin versant donné, sur lequel aucune mesure hydrométrique (ou très peu) n'a été effectuée; on désire connaître les volumes annuels et mensuels qui s'écoulent à l'exutoire de ce bassin. La méthode proposée se base sur l'analogie pouvant exister entre le bassin étudié et l'un ou l'autre des bassins-repères observés depuis longtemps. Cette méthode d'ingénieur trouve son application dans divers projets tels que les retenues collinaires, le pompage et le turbinage au fil de l'eau, etc.

Dans le problème qui nous intéresse, il importe de sélectionner non seulement ceux qui expliquent le mieux le phénomène, mais surtout ceux qu'il est facile d'estimer à partir de données disponibles. Parmi ces dernières figurent les caractéristiques physiographiques du bassin, en particulier son altitude moyenne et sa couverture végétale.

### 1.2 Analyse de l'influence de l'altitude moyenne du bassin versant sur le déficit d'écoulement. — Application aux bassins versants repères du réseau hydrographique suisse

Pour effectuer cette analyse, onze bassins versants repères (Testgebiete) du réseau hydrographique national ont été retenus. Le tableau I résume leurs principales caractéristiques.

Les trois années hydrologiques couvrant la période 1972-1975 ont été considérées des différents points de vue suivants:

- lame d'eau précipitée sur le bassin en mm
- lame d'eau écoulée (observée à l'exutoire du bassin) en mm
- déficit d'écoulement  $L_R$  annuel, d'été et d'hiver en mm

Ces valeurs sont données dans le tableau II.

### 1. Estimation globale des pertes d'un bassin versant à partir du bilan hydrologique

#### 1.1 Bilan hydrologique d'un bassin et pertes globales

Considérons le bilan hydrologique d'un bassin au cours d'une période donnée. Il peut s'écrire:

$$P_t = I + S + R_D + R_R \pm \Delta H \quad (1)$$

avec  $P_t$  = pluie totale

$I$  = interception

$S$  = rétention de surface

$R_D$  = ruissellement direct (de surface)

$R_R$  = ruissellement retardé

$\Delta H$  = variation de la teneur en eau du sol (stockage)

Dans l'hypothèse où le terme  $\Delta H$  est nul ou faible par rapport aux termes du bilan au cours d'une période donnée, on peut écrire:

$$P_t = R + L_R \quad (2)$$

où  $P_t$  = pluie totale

$R$  = eau disponible pour le ruissellement direct et retardé

$L_R$  = pertes = déficit d'écoulement

Considérons ces pertes  $L_R$  et les paramètres principaux dont elles dépendent, dans le but de pouvoir en faire une estimation globale pour un bassin au cours d'une période donnée.

Les facteurs agissant sur les pertes du bilan hydrologique sont nombreux.

TABLEAU I  
Principales caractéristiques physiographiques des bassins repères utilisés dans l'étude

N°	Nom	Station	Surface (km <sup>2</sup> )	Altitude m.s.m.			Couverture (%)	
				moy.	min.	max.	Lacs	Glaciers
1	Biberen	Kerzers	50,1	540	433	670	0	0
2	Murg	Wängi	78,0	650	465	1035	0,13	0
3	Langeten II	Lotzwil	55,6	658	500	849	0	0
4	Mentue	Yvonand	105,0	679	445	927	0	0
5	Langeten I	Huttwil	59,9	766	597	1119	0	0
6	Aubach	Fischingen	3,82	778	625	996	0	0
7	Goldach	Goldach	49,8	833	399	1251	0,02	0
8	Lorze	Baar	84,7	866	451	1580	8,6	0
9	Necker	Mogelsberg	88,2	959	606	1532	0	0
10	Urnäsch	Hundwil	64,5	1085	746	2248	0	0
11	Sitter	Appenzell	74,2	1252	769	2501	0,19	0,09

TABLEAU II  
Bilan hydrologique des bassins repères

N°	Nom	Alt. moy. (m.s.m.)	Précip. (mm)	Écoult (mm)	$L_R$ (mm)	$L_R$ été (mm)	$L_R$ hiver (mm)	$L_R$ été/ $L_R$ (hiver)
1	Biberen	540	976	287	689	466	223	0,48
2	Mury	650	1259	772	487	402	85	0,21
3	Langeten II	658	1208	533	675	458	212	0,46
4	Mentue	679	947	354	593	433	160	0,37
5	Langeten I	766	1279	673	606	410	196	0,48
6	Aubach	778	1341	970	371	340	31	0,09
7	Goldach	833	1427	927	500	392	108	0,28
8	Lorze	866	1733	1212	521	426	95	0,22
9	Necker	959	1731	1309	422	311	111	0,36
10	Urnäsch	1085	1789	1450	339	209	130	0,62
11	Sitter	1252	1958	1623	335	85	250	2,94

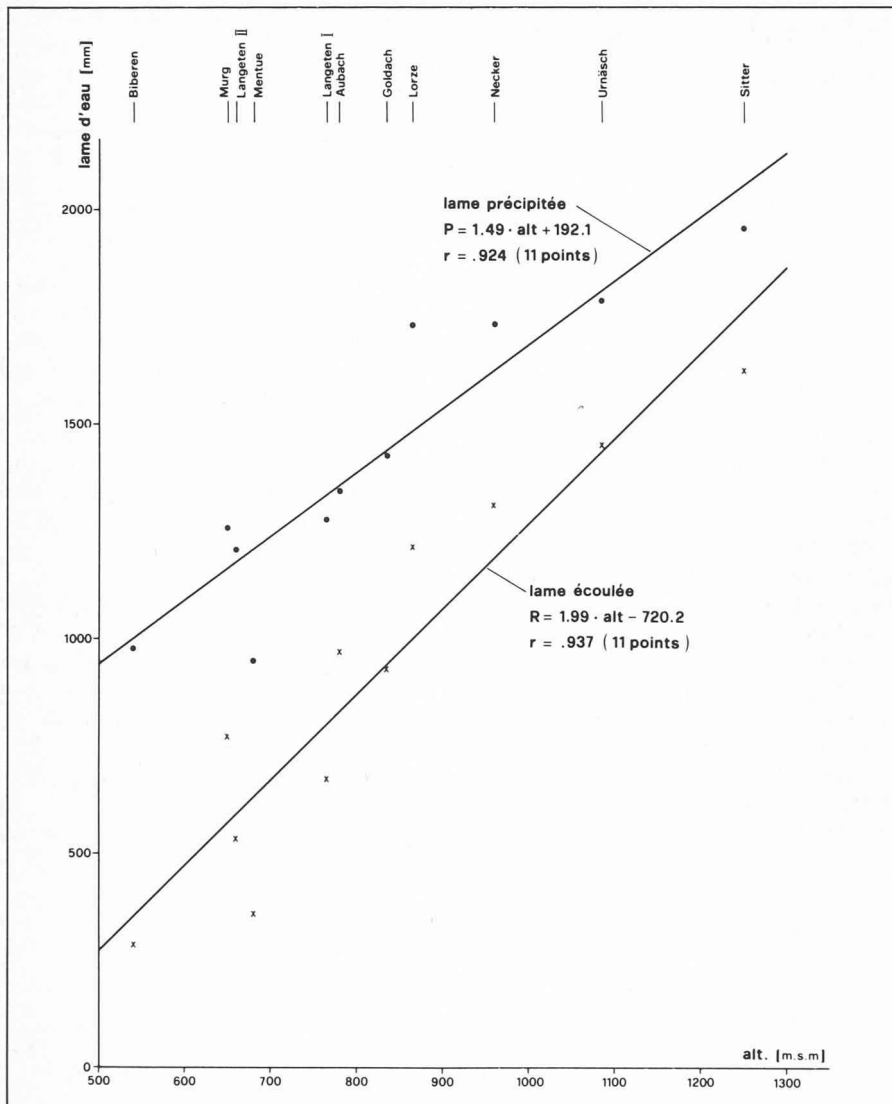


Fig. 1. — Variation des lames précipitées P et écoulées R avec l'altitude.

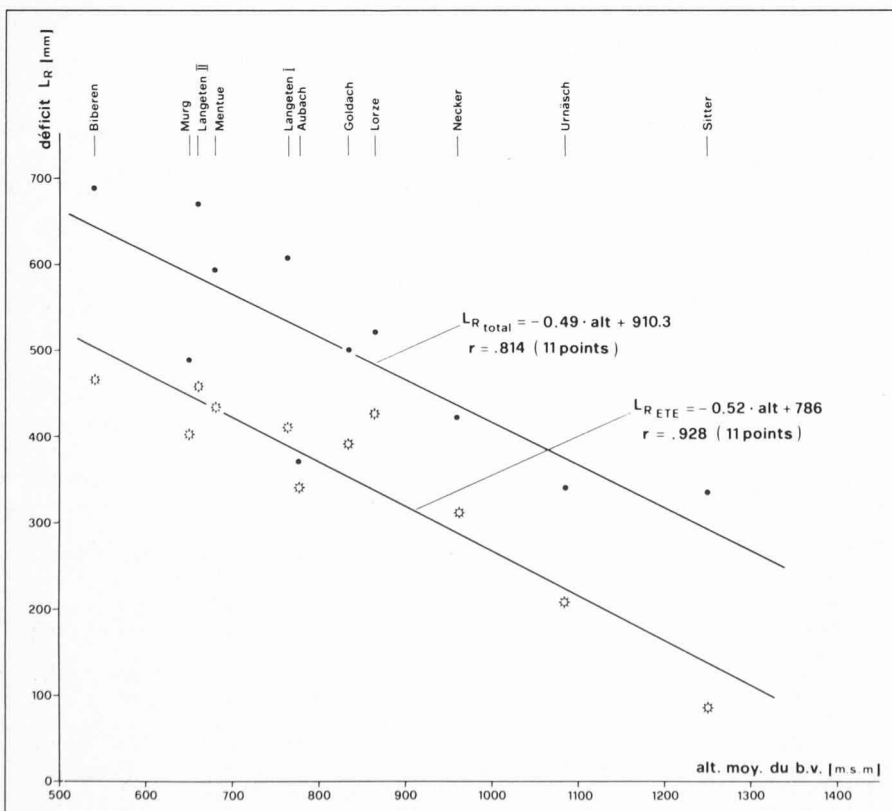


Fig. 2. — Variation du déficit d'écoulement  $L_r$  en fonction de l'altitude.

**Remarque:**

La méthode de calcul de la lame précipitée résulte d'une étude de l'Institut suisse de météorologie (ISM). Les précipitations régionales sont calculées par tranche d'altitude sur la base d'une régression (hauteur de précipitations — altitude des stations pluviométriques disponibles). La lame précipitée sur un bassin est donnée par la moyenne pondérée des précipitations par tranche, le facteur de pondération étant la proportion de la surface du bassin occupée par chaque tranche.

**Constatations générales**

a) La lame d'eau précipitée et la lame d'eau écoulee varient avec l'altitude selon des gradients différents, ainsi que le montre la figure 1.

Pour la lame d'eau précipitée  $P$ , la variation avec l'altitude (en mètres) s'exprime comme suit:

$$P = a_1 \cdot \text{altitude} + a_0 \quad (3)$$

avec  $a_1 = 1,49$   
 $a_0 = 192,1$   
 $r^2 = 0,855$      $r = 0,924$   
 nombre de points: 11 (11 bassins repères)

Pour la lame d'eau écoulee  $R$ , on a la relation suivante:

$$R = 1,99 \cdot \text{altitude} - 720,2 \quad (4)$$

$r^2 = 0,877$      $r = 0,937$   
 nombre de points: 11 (11 bassins repères)

b) Le déficit total d'écoulement  $L_R$  (précipitations moins écoulement) varie en proportion inverse de l'altitude, de même que le déficit d'écoulement d'été, ainsi que le montre la figure 2.

La relation entre déficit total d'écoulement (annuel) et altitude moyenne du bassin versant en mètres est la suivante:

$$L_{R \text{ total}} = -0,49 \cdot \text{altitude} + 910,3 \quad (5)$$

$r^2 = 0,662$      $r = 0,814$   
 nombre de points: 11

Pour le déficit d'écoulement d'été, la relation s'établit comme suit:

$$L_{R \text{ été}} = 0,52 \cdot \text{altitude} + 786,0 \quad (6)$$

$r^2 = 0,861$      $r = 0,928$   
 nombre de points: 11

c) Le déficit d'écoulement d'hiver est systématiquement plus faible que celui d'été pour les bassins versants étudiés, si l'on excepte celui de la Sitter. Le stockage d'eau sous forme de neige peut expliquer le rapport élevé entre déficit d'été et déficit d'hiver dans le cas de ce bassin d'altitude moyenne élevée (1252 m).

**2. Estimation globale de l'écoulement à partir des précipitations**

Comme dans le cas du chap. 1.2, nous avons basé cette analyse sur les 11 bassins versants repères du réseau hydrographique national (tableau I).

En mettant directement en relation les lames précipitées et écoulées sur les différents bassins, nous obtenons les résultats suivants (fig. 3):

$$R = a_1 \cdot P + a_0 \quad (7)$$

où  $R$  = lame écoulee annuelle en mm

$P$  = lame précipitée annuelle en mm

avec  $a_1 = 1,29$

$a_0 = -920,5$

$r^2 = 0,967$      $r = 0,983$

nombre de points: 11

### 3. Méthode de prédétermination des modules annuels et mensuels moyens d'un bassin versant quelconque

#### 3.1 Détermination du module annuel

Nous avons vu aux chap. 1 et 2 les relations liant la lame annuelle moyenne écoulee à l'altitude du bassin versant d'une part, à la lame annuelle précipitée d'autre part.

Compte tenu du type de données à disposition, nous procéderons donc de l'une ou l'autre des méthodes suivantes:

##### a) Données disponibles:

- caractéristiques physiques du bassin (altitude moyenne en particulier)
- aucune donnée hydrométéorologique

La lame écoulee annuelle moyenne sera obtenue à partir de la relation (4) ou de la figure 1.

##### b) Données disponibles:

- caractéristiques physiques du bassin
- pluviométrie moyenne sur le bassin

La lame écoulee moyenne sera obtenue directement à partir de la relation (7) ou de la figure 2.

Le module annuel, c'est-à-dire le volume annuel moyen calculé sur de nombreuses années et exprimé en  $m^3/s$ , s'obtient à partir de la lame écoulee et de la surface du bassin versant au moyen de la relation suivante:

$$V = \frac{R \cdot S}{31\,536} \quad (8)$$

- où  $V$  = module annuel en  $m^3/s$   
 $R$  = lame annuelle écoulee en mm  
 $S$  = surface du bassin versant en  $km^2$   
 31 536 = coefficient de transformation  
 (1 mm de hauteur d'eau sur 1  $km^2 = 1000 m^3$ ; 1 année =  $31\,536 \times 10^3 s$ )

#### 3.2 Détermination des modules mensuels

Les modules mensuels (c'est-à-dire les volumes mensuels d'écoulement calculés sur de nombreuses années) varient

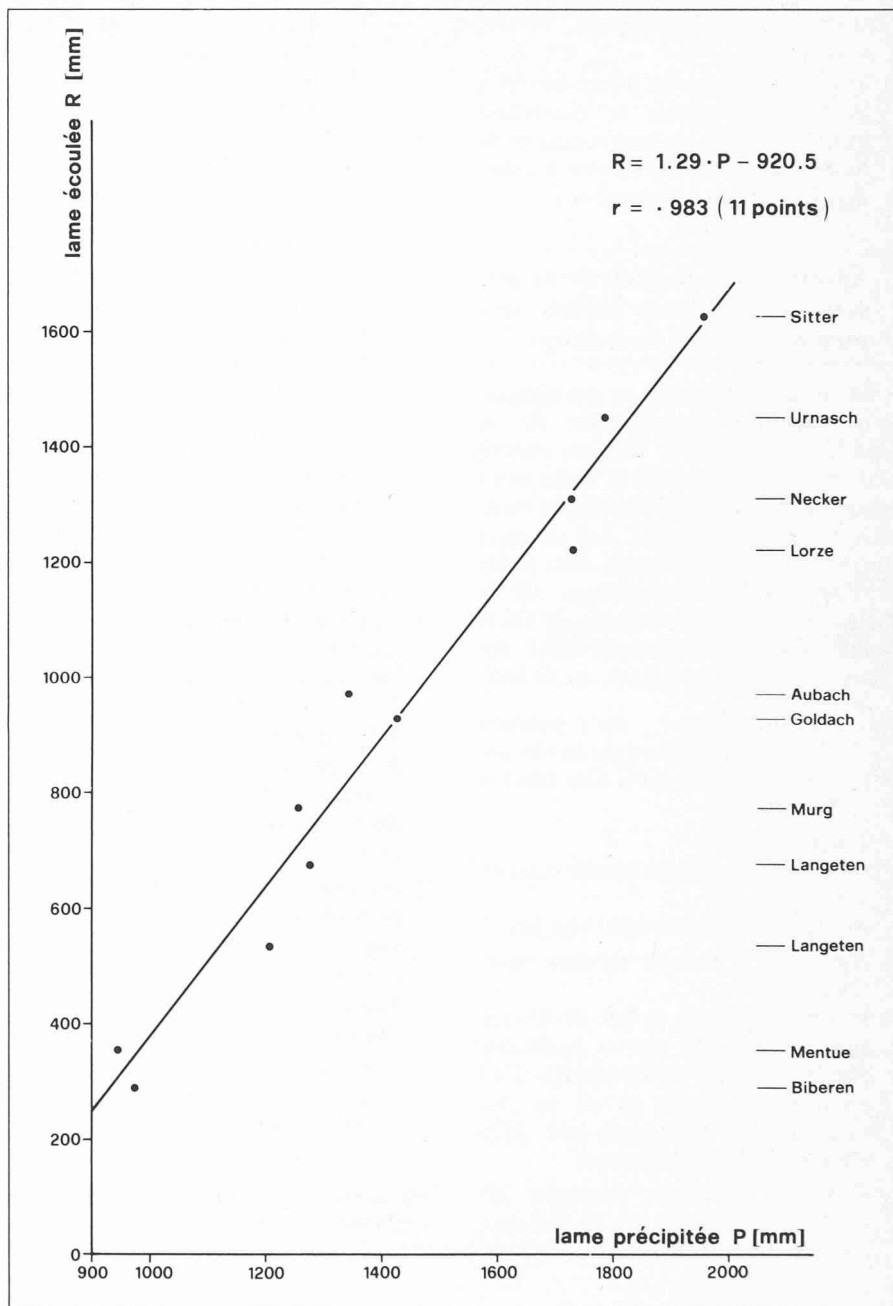


Fig. 3. — Relation entre lame précipitée P et écoulee R.

au cours de l'année en fonction de différents facteurs dépendant du bassin versant (topographie, géologie, couverture, etc.) et des conditions météorologiques (pluviométrie en particulier). Cette variation autour de la valeur centrale (module annuel) sera déterminée par analogie avec la variation observée sur d'autres bassins semblables au bassin étudié. Cette notion de similitude ou de conformité devrait s'étendre à de nombreux paramètres, ce qui ne sera bien évidemment pas toujours possible. Dans les exemples d'application qui figurent à la fin de ce chapitre, nous nous sommes basés sur les trois paramètres suivants pour admettre la représentativité d'un bassin connu au bassin versant étudié:

- altitude moyenne
- surface
- proximité géographique

##### 3.2.1 Méthodologie

La façon de procéder peut se résumer comme suit pour déterminer les modules mensuels:

- a) recherche des valeurs des paramètres admis comme critères de comparaison;
- b) choix d'un ou plusieurs bassins admis comme semblable(s) ou représentatif(s) du bassin étudié (voir annexe 1);
- c) calcul des coefficients d'écoulements mensuels, c'est-à-dire des rapports des modules mensuels au module annuel, pour le ou les différents bassins représentatifs;
- d) calcul des modules mensuels du bassin étudié par multiplication du module annuel prédéterminé pour ce bassin (chap. 3.1) par les différents

coefficients d'écoulement calculés sous c);

- e) on pourra vérifier et même modifier la prédétermination en contrôlant que les périodes de hautes eaux et de basses eaux sont conformes à celles données par les annexes 2 et 3.

**4. Application de la méthode de prédétermination aux bassins versants de la Sihl et de la Broye**

Nous présentons dans ce paragraphe deux exemples d'application de la méthode. Les bassins versants choisis sont ceux de la Sihl et de la Broye pour lesquels nous possédons les débits mensuels et annuels moyens. Les données utilisées dans ces exemples sont celles de l'Annuaire hydrographique de la Suisse 1977. Pour des raisons de commodité, nous avons travaillé avec des débits spécifiques exprimés en l/s.km<sup>2</sup>.

**4.1 Prédétermination des modules mensuels spécifiques du bassin versant de la Sihl entre Einsiedeln et Schindellegi**

- a) *Données:*  
altitude moyenne du bassin versant: 1067 m  
surface du bassin versant: 93,9 km<sup>2</sup>
- b) *Recherche de bassins versants représentatifs:*  
L'annexe 1 donne la liste de 43 bassins versants du réseau hydrographique national parmi lesquels il est possible de choisir un ou plusieurs bassins répondant aux différents critères d'équivalence:  
— critère d'altitude moyenne: les bassins versants n° 10 (Necker, 959 m), n° 12 (Urnäsch, 1085 m),

n° 18 (Sense, 1068 m), n° 21 (Sperbelgraben, 1063 m) et n° 30 (Steinenbach, 1112 m) sont retenus;

- critère de surface: les bassins versants n° 10 (Necker, 88,2 km<sup>2</sup>) et n° 12 (Urnäsch, 64,5 km<sup>2</sup>) sont retenus;
- autres critères: des données morphologiques ou topographiques (courbe hypsométrique par exemple) ainsi que des informations relatives à la couverture du bassin permettraient de mieux préciser le choix des bassins susceptibles d'être représentatifs. Le critère d'altitude nous paraissant plus important que le critère surface, nous retenons le bassin de l'Urnäsch à Hundwil comme bassin représentatif.

**c) Calcul de la lame annuelle moyenne écoulée**

Partons de la relation (4) donnant la lame écoulée en fonction de l'altitude moyenne:

$$R = 1,98 \times \text{altitude} - 720,2 = 1,98 \times 1067 - 720,2 \approx 1390 \text{ mm}$$

soit un débit spécifique moyen de 44,1 l/s.km<sup>2</sup>.

**d) Détermination des modules mensuels en fonction de ceux observés dans le bassin représentatif de l'Urnäsch à Hundwil**

Bassin versant de l'Urnäsch à Hundwil:  
surface: 64,5 km<sup>2</sup>  
altitude moyenne: 1085 m  
débit scientifique moyen annuel: 44,7 l/s.km<sup>2</sup>.

Les modules spécifiques mensuels et les coefficients d'écoulement mensuels observés sont les suivants (tableau III):

En multipliant le débit spécifique moyen annuel obtenu pour la Sihl par les coefficients d'écoulement ci-dessus, on obtient les modules cherchés (tableau IV, 1<sup>re</sup> ligne); les valeurs effectivement observées figurent en 2<sup>e</sup> ligne et les erreurs relatives en pour cent à la 3<sup>e</sup> ligne. L'erreur relative est calculée en divisant la différence entre valeur estimée et valeur observée par la valeur observée.

Graphiquement, ces résultats se présentent comme le montre la figure 4.

**Remarques:**

Les écarts entre valeurs calculées et valeurs observées sont relativement faibles et presque systématiquement positifs. On est en droit de penser que la connaissance de la pluviométrie moyenne sur le bassin aurait amélioré les prévisions et réduit l'erreur relative moyenne annuelle qui est de 10,8%.  
La faible dispersion des valeurs autour de leur valeur moyenne (11,2 ± 7,4) montre la bonne représentativité du bassin versant de l'Urnäsch.

**4.2 Prédétermination des modules spécifiques du bassin versant de la Broye à Payerne**

- a) *Données:*  
altitude moyenne du bassin versant: 710 m  
surface du bassin: 392 km<sup>2</sup>  
pluviométrie moyenne annuelle (1903-78): 1172 mm
- b) *Recherche de bassins versants représentatifs:*  
en altitude: n° 14 (Murg, 650 m), n° 19 (Mentue, 679 m), n° 24 (Langeten, 713 m), n° 13 (Aubach, 778 m)  
en surface: aucun bassin parmi ceux figurant à l'annexe 1 n'est suffisamment grand pour être représentatif

TABLEAU III  
Bassin versant de l'Urnäsch à Hundwil  
A: modules spécifiques mensuels observés (l/s.km<sup>2</sup>)  
B: coefficients d'écoulement mensuels observés

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
A	23,7	32,1	42,8	80,6	71,0	58,6	50,7	49,6	34,8	26,8	33,2	33,0	44,7
B	0,53	0,72	0,96	1,80	1,59	1,31	1,13	1,11	0,78	0,60	0,74	0,74	1,00

TABLEAU IV  
Bassin versant de la Sihl  
A: modules spécifiques mensuels calculés (l/s.km<sup>2</sup>)  
B: modules spécifiques mensuels observés (l/s.km<sup>2</sup>)  
C: erreurs relatives (%)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
A	23,4	31,7	42,3	79,3	70,1	57,7	49,8	48,9	34,4	26,5	32,6	32,6	44,1
B	20,4	34,1	36,1	71,3	55,3	50,3	47,4	46,3	29,0	24,7	32,2	31,2	39,8
C	14,7	-7,0	17,2	11,2	26,8	14,7	5,1	5,6	18,6	7,3	1,2	4,5	10,8

de la Broye à Payerne. On conservera néanmoins les bassins nos 19 et 24, à savoir:

- la Mentue à Yvonand (105 km<sup>2</sup>)
- la Langeten à Lotzwil (115 km<sup>2</sup>)

autres critères: non considérés

c) Calcul de la lame annuelle moyenne écoulée

La relation (7) permet le calcul de la lame écoulée connaissant la lame précipitée

$$R = 1,29 \times P - 920,5$$

$$= 1,29 \times 1172 - 920,5$$

$$\cong 590 \text{ mm}$$

soit un débit spécifique annuel moyen de 18,75 l/s.km<sup>2</sup>.

Dans l'hypothèse où les précipitations ne sont pas connues, l'équation (4) donne les résultats suivants:

$$R = 1,99 \times \text{altitude} - 720,2$$

$$\cong 693 \text{ mm}$$

soit une valeur 17,4% plus forte que celle déterminée sur la base des précipitations moyennes annuelles observées, valeur que nous conservons pour la suite des calculs. Relevons que dans la mesure du possible, il sera préférable d'utiliser une hauteur de pluie calculée sur la base d'observations (méthode de la moyenne arithmétique, des polygones de Thiessen, des isohyètes, etc.) plutôt que la hauteur calculée par régression.

d) Détermination des modules mensuels de la Broye à partir des valeurs observées sur les deux bassins (Mentue et Langeten).

Nous avons déterminé les modules mensuels de la Broye à partir des données des bassins de la Mentue et de la Langeten séparément. Dans le premier cas, on constate une bonne concordance entre valeurs mesurées et valeurs calculées, ceci malgré la sous-estimation des modules d'été et la surestimation de ceux d'hiver. La valeur moyenne des erreurs relatives est de -7,2% avec un écart-type de ±16,5%. La somme des carrés des erreurs est de 3615,4.

Dans le second cas, la valeur moyenne des erreurs relatives est de 6,6% avec un écart-type de ±26,7%.

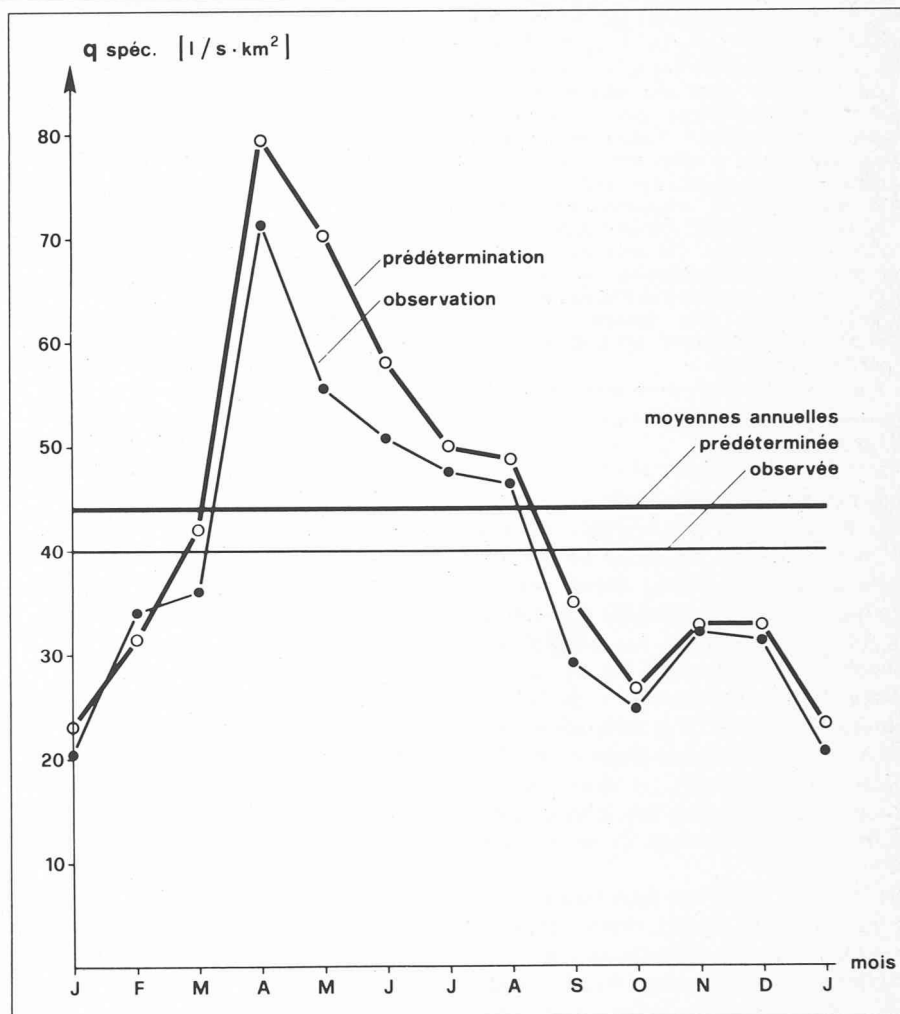


Fig. 4. — Bassin versant de la Sihl — Modules mensuels spécifiques observés (12 ans) et prédéterminés à partir du bassin de l'Urmäsch.

La somme des carrés des erreurs est de 8395,9. La grande dispersion des erreurs autour de leur valeur moyenne et le fait que les écarts soient systématiquement positifs en été et négatifs en hiver montre la mauvaise adéquation des prévisions aux valeurs observées. Une étude de certaines caractéristiques des deux bassins pourrait expliquer ces écarts et ces différences systématiques; ainsi la faible amplitude d'altitude de la Langeten (altitude min. = 500 m, altitude max. = 1119 m) et le fort

taux de boisement du bassin pourraient bien être la cause de la faible variation des modules mensuels autour de leur valeur moyenne.

En moyennant les coefficients d'écoulement mensuels des deux bassins (1<sup>re</sup> ligne du tableau V), on obtient les modules calculés pour le bassin de la Broye (2<sup>e</sup> ligne).

Les valeurs observées et les erreurs relatives sont données respectivement en 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> lignes.

Graphiquement, ces résultats se présentent comme le montre la figure 5.

TABLEAU V

Bassin versant de la Broye

- A: moyenne des coefficients d'écoulement de la Langeten et de la Mentue
- B: modules spécifiques calculés (l/s.km<sup>2</sup>)
- C: modules spécifiques mensuels observés (l/s.km<sup>2</sup>)
- D: erreurs relatives (%)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
A	1,15	1,51	1,22	1,09	0,97	0,87	0,76	0,68	0,72	0,78	1,09	1,26	1,00
B	21,6	28,3	22,9	20,4	18,2	16,3	14,3	12,8	13,5	14,6	20,4	23,6	18,75
C	24,3	26,5	28,1	22,4	15,6	13,4	11,5	11,8	14,0	14,8	23,6	22,6	19,0
D	-11,1	6,8	-18,5	-8,9	16,7	21,6	24,3	8,5	-3,6	-1,4	-13,6	4,4	-1,3



**Remarques:**

La valeur moyenne des erreurs relatives est de 2,1% avec un écart-type de  $\pm 14,0\%$ . La somme des carrés des erreurs est de 2218,3. Toutes ces valeurs sont inférieures à celles obtenues précédemment pour chacun des bassins individuellement, et la «systématique» des écarts (soit en positif, soit en négatif) a été fortement atténuée. On peut conclure à une bonne prédétermination des modules mensuels qui suppose à la fois une bonne représentativité des bassins repères choisis et une bonne aptitude de la méthode proposée.

**5. Conclusions**

La méthode proposée ci-dessus a pour but d'estimer les écoulements moyens d'un bassin pour lequel on ne connaît rien, ou presque. Nous avons montré qu'il est tout à fait possible d'atteindre ce but en s'appuyant sur des valeurs observées dans d'autres bassins, considérés comme représentatifs du bassin étudié. L'efficacité de la méthode repose bien évidemment sur le choix du ou des bassins représentatifs, et donc sur la quantité et la qualité des informations composant l'échantillon de ces bassins repères.

La méthode, testée sur deux bassins versants choisis au hasard, donne de bons résultats. La prédétermination des modules mensuels est tout à fait satisfaisante dans les deux cas analysés. Des améliorations sont évidemment possibles: l'une d'entre elles consisterait à prendre en compte d'autres paramètres que ceux utilisés, à savoir altitude et surface. L'utilisation de facteurs tels que le taux de boisement et la topographie peut préciser dans une large mesure la variation des modules mensuels autour de leur valeur moyenne.

En résumé, cette méthode d'ingénieur constitue une première approche intéressante du problème de prédétermination de volumes moyens et permet de bonnes estimations dans des cas où les données hydrologiques font cruellement défaut.

**Bibliographie**

JATON, J.-F.: *La fonction de production des modèles déterministes de transformation de pluie en débit*. Rapport interne de l'Institut de génie rural, EPF-Lausanne 1979.

JATON, J.-F.: *Estimation des débits moyens mensuels du bassin du Boiron à la station des Valerettes*. Rapport non publié. Mars 1980.

Office fédéral de l'économie hydraulique. *Annuaire hydrographique de la Suisse*. 1975.

**Adresse de l'auteur:**

J.-F. Jaton, ing. EPFL, Institut de génie rural, Ecole polytechnique de Lausanne, En Bassenges, 1024 Ecublens.

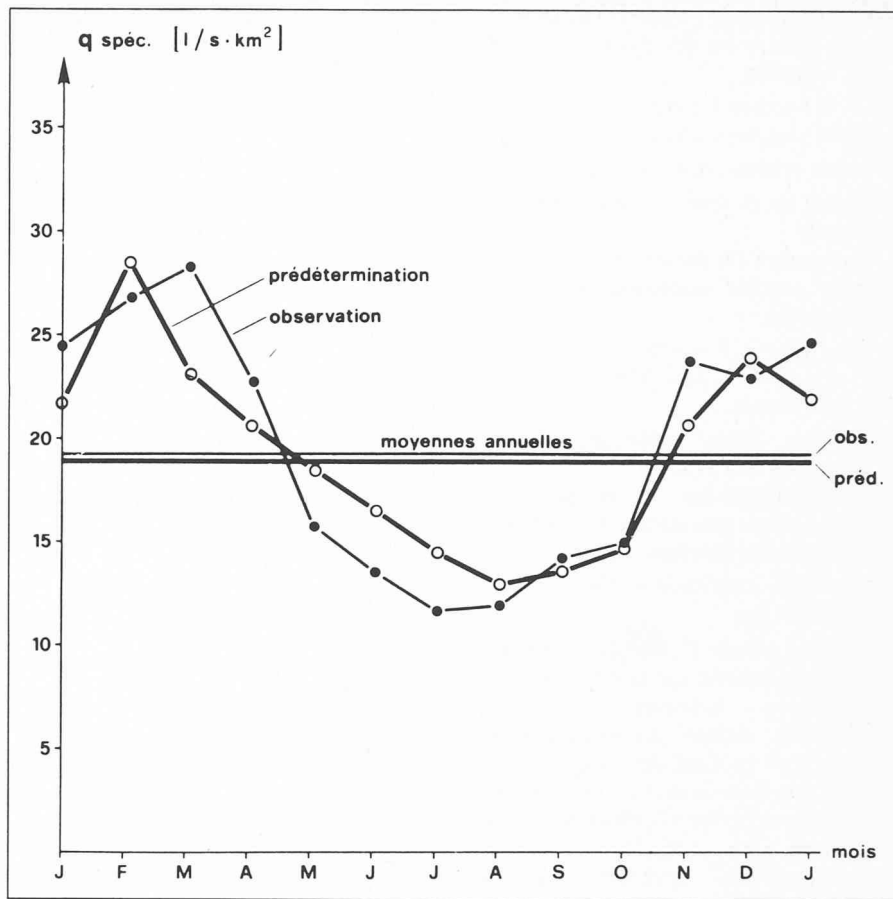


Fig. 5. — Bassin versant de la Broye à Payeme — Modules mensuels spécifiques observés (58 ans) et prédéterminés à partir des bassins de la Mentue et de la Langeten.

**ANNEXE I**

*Répertoire d'une partie des bassins repères hydrologiques suisses*

N°	Nom du bassin versant	Surface (km²)	Alt. moy. (m.s.m.)	Mois d'apparition du module		Durée de la période d'observation
				Maximum	Minimum	
1	Ferrerabach, Trun	12,5	2461	VII	II	15 ans
2	Hinterrhein, Hinterrhein	53,7	2360	VI (VII)	II	33
3	Averserrhein, Campsut	124	2424	VI	II	14
4	Dischmabach, Davos	43,3	2372	VI (VII)	III	14
5	Landwasser, Davos	140	2174	VI	II	10
6	Albula, Tiefencastel	346	2073	VI (VII)	II	10
7	Taschinasbach, Grünsch	63	1768	V (VI)	I	6
8	Simmi, Gams	23,2	1387	IV	I	10
9	Goldach, Goldach	49,8	833	IV	X	16
10	Necker, Mogelsberg	88,2	959	IV	I	6
11	Sitter, Appenzell	74,2	1252	V-VI	I	54
12	Urnäsch, Hundwil	64,5	1085	IV	I	16
13	Aubach, Fischingen	3,82	778	XII	V	5
14	Murg, Wängi	78,0	650	XII	IX	5
15	Allenbach, Adelboden	28,8	1856	V (VI)	I	28
16	Gürbe, Belp	124,0	837	V (VI)	X	55
17	Rotenbach, Plaffeien	1,65	1454	(IV) V	I	16
18	Sense, Thörishaus	352	1068	IV (V)	I	50
19	Mentue, Yvonand	105	679	II	VIII	7
20	Biberen, Kerzers	50,1	540	II	VII (VIII)	22
21	Sperbelgraben, Wasen	0,544	1063	IV	X	61
22	Rappengraben, Wasen	0,596	1141	IV	X	61
23	Langeten, Huttwil	59,9	766	IV	X	12
24	Langeten, Lotzwil	115	713	III	(IX) X	54
25	Witenwasserrenneus, Realp	30,7	2427	(VI) VII	III	21
26	Furkareus, Realp	30,0	2465	VII	II (III)	14
27	Alpbach, Erstfeld	20,6	2200	VII	I	17
28	Grosstalbach, Isenthal	43,9	1820	(V) VI	I	21
29	Lorze, Baar	84,7	866	IV	X	27
30	Steinenbach, Kaltbrunn	19,1	1112	V	I	10
31	Minster, Euthal	59,2	1351	V	I	17
32	Eubach, Euthal	8,95	1216	IV (V)	I	17
33	Grossbach, Gross	9,06	1276	V	I	6
34	Massa, Blatten	195,0	2945	VII (VIII)	II	53
35	Grande Eau, Aigle	132,0	1560	V (VI)	I	43
36	Melera, Melera	1,05	1419	V	II	16
37	Calneggia, Caveragno	24,0	1996	VI	II	11
38	Krummbach, Klusmatten	19,8	2276	VI	II	11
39	Zwischbergenbach, Im Fah	17,3	2531	VI (VII)	(II) III	26
40	Poschiavino, La Rösä	14,1	2283	VI	II	8
41	Varunasch, Poschiavio	4,29	2332	VI (VII)	(II) III	8
42	Breggia, Chiasso	47,3	927	V	XII	11
43	Sihl, Einsiedeln-Schindellegi	93,9	1067	IV	I	12

