

# Essai sur le régime hydrologique du Doubs : en référence à la période 1973-1988 (de Biaufond à Ocourt, canton du Jura)

Autor(en): **Bouvier, Jean-Claude**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Actes de la Société jurassienne d'émulation**

Band (Jahr): **92 (1989)**

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-555172>

## **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.

# Essai sur le régime hydrologique du Doubs

En référence à la période 1973-1988  
(de Biaufond à Ocourt, canton du Jura)

par Jean-Claude Bouvier, D<sup>r</sup> ès sciences

La qualité biologique d'une rivière, suivie méthodiquement sur le Doubs depuis plus de 20 ans, dépend comme nous l'avions énoncé (Bouvier, 1982) de trois groupes de facteurs: débits, rhithromorphologie et souillures. Durant ces quinze dernières années la qualité chimique pour le secteur jurassien s'est notablement améliorée (analyses trimestrielles du Laboratoire cantonal de l'Office des eaux et de la protection de la nature depuis 1979). La mise en service de stations d'épuration et l'application législative de la police de protection des eaux contribuent évidemment à cette situation. Les interventions d'endiguement se résument encore à quelques murs et gabions construits sur les berges de certaines agglomérations (Goumois, Soubey, Saint-Ursanne) et de quelques barrages. Cela représente 1 km, dispersé à une dizaine d'endroits sur les 57 km du tronçon étudié, dont 30 km sont entièrement sur le canton du Jura. La morphologie du Doubs peut être qualifiée de naturelle sachant que seuls quelques travaux d'entretien, par de modestes contrôles de la végétation ligneuse et d'extraction de granulats (dans deux endroits), se pratiquent irrégulièrement. La rhithromorphologie est restée constante durant cette période. Cependant, un comblement de l'ordre de 50 cm se manifeste dans les fonds de certaines grandes mouilles («Go» dans le vocabulaire local). Ce phénomène, lié à une granulométrie fine, ne peut guère s'expliquer autrement que par les lâchers de granulats des barrages hydroélectriques. Ce sont bien les barrages hydroélectriques qui constituent depuis plus de 30 ans le principal dysfonctionnement du Doubs.

Ces barrages s'échelonnent ainsi d'amont vers l'aval:

*Chatelot* (concession franco-neuchâteloise) à 3,8 km du Saut du Doubs

Hauteur de chute: 75 m

Puissance maximum: 30 000 kW

Capacité de débit: 35-50 m<sup>3</sup>/s

*Refrain* (exploitation française) à 15 km du Chatelot

Hauteur de chute: 45 m

Puissance maximum: 10 000 kW

Capacité de débit: 23 m<sup>3</sup>/s

*La Goule* (exploitation jurassienne) à 9,3 km du Refrain

Hauteur de chute: 20 m

Puissance maximum: 5000 kW

Capacité de débit: 24 m<sup>3</sup>/s

*Le Theusseret* (concession abandonnée depuis 1975) à 3,6 km de la Goule

Hauteur de chute: environ 3,5 m

*Saint-Ursanne* (exploitation artisanale) à 31,4 km du Theusseret

Hauteur de chute: 2,7 m

*Bellefontaine* (concession abandonnée depuis 1975) à 4,8 km de Saint-Ursanne et à 17 km des Gros Bois, barrage hydroélectrique à l'aval de Vaufrey, sur le territoire français

Hauteur de chute: environ 9 m

Il serait banal de rappeler que les extrêmes d'un régime hydrologique ont des effets écologiques d'autant plus limitants que les durées ou les amplitudes sont grandes. A cela s'ajoutent les variations journalières dues à la demande d'électricité produite par les différents barrages. Les dégâts constatés, spécialement en période estivale, sur le benthos (Bouvier, 1969), sur les poissons, sur la végétation aquatique et la faune rivulaire, en relation avec l'exploitation des barrages et la construction du Chatelot notamment n'ont cessé de provoquer, depuis 1955 le mécontentement et les doléances des riverains, des pêcheurs, des milieux de la protection de la nature... Il faut bien aussi constater que d'une façon plus générale, le site perd beaucoup de sa beauté et de son attirance lorsque ces variations sont malheureusement trop souvent excessives.

## PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODE D'ANALYSE

Les niveaux du Doubs sont enregistrés dans les trois stations hydrométriques du Service hydrologique national qui a aimablement mis à ma disposition les limnigrammes hebdomadaires ainsi que de nombreux documents d'archives dont certains datent du début du siècle<sup>1</sup>.

Ces stations sont les suivantes d'amont en aval:

1. Combe des Sarrasins, 0,9 km à l'aval de l'usine hydroélectrique du Refrain;
2. La Goule, à l'aval de l'usine, soit à 6,1 km de la précédente;
3. Ocourt, à 43,8 km à l'aval de la station de la Goule.

Les trois stations sont jaugées régulièrement et les données sont publiées dans l'«Annuaire hydrologique de la Suisse» par le Service hydrologique national. Les

<sup>1</sup>Remerciements sincères à MM. Aebi, Koch, Sigrist et Tripet du Service hydrologique et géologique national (nouvelle appellation du Service hydrologique national).

limnigrammes hebdomadaires ont été analysés depuis 1973 pour Ocourt et depuis 1982 pour les deux autres stations. Il s'agissait en premier lieu de rechercher la part des basses eaux en prenant  $Q_{274}$  comme limite entre le débit normal et celui de basses eaux. Suivant les explications des Annuaires hydrologiques,  $Q_{274}$  correspond au 25 % des plus basses moyennes journalières des débits de l'année, soit 274 jours en débit normal et de hautes eaux ou 91 jours de basses eaux. Cette limite est purement arithmétique et correspond pour le Doubs à Ocourt, après 65 ans d'enregistrement (1921-1986), à  $11 \text{ m}^3/\text{s}$ . Après différents tâtonnements, la limite de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  a été choisie comme référence de début des basses eaux à Ocourt. Tenant compte d'environ  $185 \text{ km}^2$  de bassin versant, très karstique spécialement pour le territoire du Canton et du plateau de Maîche, comme aussi des contraintes économiques des barrages, la limite de  $5,3 \text{ m}^3/\text{s}$  a été retenue à la Goule et à la Combe des Sarrasins. Mais les variations journalières compliquent la lecture des hydrogrammes. La durée d'un minimum d'une heure est prise en compte, et non la moyenne journalière qui est publiée dans les Annuaires.

En effet, une brusque baisse de niveau de l'ordre d'une heure — et ceci est largement compté surtout en période estivale — marque, dans une rivière avec des habitats naturels, des perturbations sur les faunes benthique et piscicole comme aussi sur la végétation rivulaire. Les piétinements sur la zone exondée momentanément accentuent encore la dégradation et s'additionnent aux conséquences thermiques et hydriques conduisant de toute façon à un arrêt de la production biologique.

Lors du dépouillement fastidieux des hydrogrammes hebdomadaires<sup>2</sup>, il est aussi intéressant de retenir la séquence des hautes eaux. Pour le Doubs, cette dernière a été choisie en relation avec l'apparition de «remontées des eaux souterraines» (Bouvier, 1984). Des flaques de surface importante se manifestent à l'extérieur des berges, sur des terrains relativement plats, à l'exclusion de débordements sur les rives du Doubs ou d'un affluent. Les remontées des eaux souterraines constituent un phénomène lié à l'hydrogéologie très karstique du Doubs, structure dominante du bassin versant comme aussi pour celle de la plupart des cours d'eau du massif jurassien. La référence à  $Q_9$  (9 jours), soit le 2,5 % des débits classés les plus grands de l'année, a été retenue. Cela correspond à  $136 \text{ m}^3/\text{s}$  pour 65 ans d'enregistrements à Ocourt, respectivement  $115 \text{ m}^3/\text{s}$  et  $110 \text{ m}^3/\text{s}$  à la Goule et à la Combe des Sarrasins par simplification de lecture. Des observations plus soutenues conduiront certainement à une valeur un peu plus faible. Les débordements sur les rives, qui pourraient être diminués par la construction d'arrière digues aux endroits critiques ou par un entretien plus soutenu d'une façon plus générale, commencent à se manifester vers les  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  à Saint-Ursanne - Ocourt.

<sup>2</sup>Les dépouillements des hydrogrammes furent réalisés par Lucienne Bouvier, Daniel Crevoisier, et moi-même.

## LES DÉBITS EXTRÊMES

Les archives hydrologiques consultées du bassin supérieur du Doubs sont les suivantes :

- Observations limnimétriques avec trois relevés journaliers au lac des Brenets (Saut du Doubs) de juillet 1892 à décembre 1906.
- Observations limnimétriques à Moron/Chatelot de 1904 à 1921.
- Observations limnimétriques à Saint-Ursanne dès 1916; limnigraphe depuis juin 1920 jusqu'en 1938.
- La station limnigraphique d'Ocourt fonctionne depuis le 22 mai 1938.

A partir de ces archives, il est possible d'estimer avec prudence une corrélation entre ces différentes stations pour décrire le régime du Doubs, du moins pour les séquences de basses et de hautes eaux sur une durée d'un siècle. En outre, il a été tenu compte d'une variabilité des jaugeages, comme le démontre le tableau 1 pour ces dernières années. Les archives consultées livrent principalement des moyennes journalières de débits.

*Tableau 1: Variations de jaugeages de la station d'Ocourt  
(relations entre les niveaux et les débits en m<sup>3</sup>/s mesurées  
par le Service hydrologique national)*

Années (Alt.) Niveaux	1.1975	1.1976	2.1977	8.1978	1.1979	3.1980	1.1981	4.1983	2.1984	1.1985	1.1986	1.1988
	à 12.1975	à 2.1977	à 8.1978	à 12.1978	à 3.1980	à 1.1981	à 4.1983	à 2.1984	à 1.1985	à 1.1986	à 1.1988	
415.95		3.3		2.5	2.4	2.6	2.7	1.8	2.7			
416.00	3.3	4.2	4.1	3.4	3.3	3.7	3.7	2.7	3.7	2.1	3.1	3.8
416.19	10.3	10.2	10	9.7	9.8	10.2	9.8	8.7	9.8	9.2	10.3	8.5
416.64	36	35	37.5	35.9	36.5	37.6	36.6	36.1	36.6	38	37.9	35.9
417.40	103	100	107	104	105	106	105	105	105	105	105	108
417.75	140	137	145	141	142	142	141	141	141	141	141	151
418.25	199	195	203	199	200	200	201	201	201	203	203	217
418.70		253	259	256	258	258	263	263	263	264	264	277
419.00			297		297		309	309	309	307	307	319

## BASSES EAUX

Le minimum naturel devrait se situer autour de 4 m<sup>3</sup>/s à Ocourt. Cependant, les Annaires hydrologiques font état de débits beaucoup plus faibles surtout à l'époque du fonctionnement de l'usine hydroélectrique de Bellefontaine: 0,8 m<sup>3</sup>/s en septembre 1943; 1,3 m<sup>3</sup>/s en novembre et 1,4 m<sup>3</sup>/s en décembre 1962. Cette même année, d'août à septembre, le débit a été quasiment nul à la Combe des Sarrasins. A noter que La Goule n'enregistre pas. Il est difficile de trouver dans les chroniques des faits précis qui indiquent des estimations de débits minimums actuels. Les années de sécheresse se réfèrent essentiellement à des déficits agricoles ou d'eau de boisson, surtout en période estivale et ne donnent pas forcément de faibles débits dans les cours d'eau non navigables. Pratiquement, une ambiguïté se pose dans les critères d'estimation: faut-il rechercher des niveaux minimums sans grande chance de succès? Les jaugeages de faible débit ne sont fiables que depuis une époque récente. La recherche du total annuel de jours inférieurs à un débit normal, avec les séries mensuelles qui se prolongent, constitue le critère retenu pour les basses eaux (cf. tableau 5, un essai de description diachronique des débits). En plus, il convient de prendre en compte les durées annuelles des hautes eaux, ce qui devrait définir une appréciation du bilan des eaux pour le bassin versant étudié.

Outre les années 1985 et 1976 de la période récente spécialement étudiée, il est retenu les années présentant 5 mois (*débits moyens* pour chaque jour) de basses eaux avec un minimum de jours à hautes eaux. Les années remarquables à basses eaux sont indiquées par un \*:

- 1971 \*: pas de hautes eaux et basses eaux en janvier, puis de mi-juillet à mi-novembre, soit au total 158 jours d'étiage. 1972 et 1973 suivent avec un total de 7 mois de basses eaux et 7 jours de hautes eaux.
- 1964 \*: pas de hautes eaux et basses eaux en janvier-février, puis de juin à septembre, soit 196 jours d'étiage.
- 1962 \*: 5 jours de hautes eaux, puis basses eaux de juillet à décembre, soit 174 jours.
- 1953: 3 jours de hautes eaux en juin avec un étiage partiel sur toute l'année, soit 167 jours.
- 1945: 9 jours de hautes eaux, puis basses eaux de juin à mi-octobre, soit 144 jours. Si 1946 fut normal, 1947 vit un étiage plus fort qu'en 1945, soit 163 jours «équilibrés» par 16 jours de hautes eaux.
- 1929: ne subit pas de hautes eaux et accuse 123 jours d'étiage. Seule année remarquable depuis 1942, qui totalise 147 jours à faible débit pour 10 jours de hautes eaux (variations excessives à Bellefontaine pour la production d'électricité?).

1921 \*: constitue certainement *l'étiage centennal* avec 217 jours, d'autant plus que 1920 présente 160 jours de basses eaux et qu'il n'y a pas eu de hautes eaux de février 1920 à janvier 1922.

1911: basses eaux en janvier-février suivies de 4 jours de hautes eaux, puis d'un étiage de juillet à octobre, soit au total 146 jours.

1906: 7 jours de hautes eaux; basses eaux en février, et surtout de juillet à mi-novembre avec un total de 173 jours; 1907 eut 128 jours d'étiage avec aussi 7 jours de hautes eaux.

1893 \*: au moins 5 mois d'étiage de juin à octobre avec 1 jour de hautes eaux<sup>3</sup>.

Durant près d'un siècle on observe, en référence aux débits moyens quotidiens, que les 50 dernières années comptent le double d'années de plus de 135 jours d'étiage, par comparaison à la séquence 1890-1940. Il est raisonnable d'associer les années, voire une suite d'années, de basses eaux importantes, ayant en outre un faible apport de hautes eaux, au stockage hydrique des sols et des roches sous-jacentes. Il est aussi tentant d'en suggérer des relations causales avec des situations écologiques particulières comme l'état de santé des forêts, ou des crises de pollution, ou encore la production naturelle de poissons dans les cours d'eau, ce qui paraît évident pour le bassin du Doubs.

## HAUTES EAUX

Le niveau atteint lors de crues frappe beaucoup la mémoire populaire et il est nécessaire de relativiser pour saisir valablement le régime hydrologique. Le pont de Saint-Ursanne, d'une architecture identique depuis 1729, comme aussi les niveaux d'inondation de la ville, permettent de repérer et d'estimer les grandes crues. Grâce à des marques gravées aux ponts de Saint-Ursanne et de Soubey, confirmées par le limnimètre du Saut-du-Doubs, la crue du 28 décembre 1882 peut être qualifiée de centennale (Q 100). Son débit est estimé à environ 460 m<sup>3</sup>/s<sup>4</sup>.

La crue du 21 janvier 1910, qui s'est manifestée sur l'ensemble du territoire helvétique, atteignit un niveau inférieur à la précédente. Une marque conservée au pont de Soubey permet de l'estimer à 440 m<sup>3</sup>/s. Grâce à des photographies, le niveau de la crue du 24 décembre 1918 peut être retrouvé; il est un peu supérieur<sup>5</sup>

<sup>3</sup>F. Albin Perret cite 1811 et 1870 en référence au Tracoulat (la Roche marquée) du lac des Brenets, comme années remarquables de basses eaux.

<sup>4</sup>Calculs d'Hubert Froidevaux, professeur de mathématiques à l'EPF de Lausanne.

<sup>5</sup>Dans «Les débits de crue dans les cours d'eau suisse», 1988 - Office fédéral de la protection de l'environnement, il est indiqué 548 m<sup>3</sup>/s pour la crue du 24 décembre 1918. Le débit réel était au maximum de 400-420 m<sup>3</sup>/s. A 548 m<sup>3</sup>/s le pont de Saint-Ursanne aurait fait barrage et des inondations comportant des profondeurs de 2 à 3 mètres auraient été constatées dans les rues basses de la ville. A la suite de ces remarques, le Service hydrologique national communique, par une note de mai 1989, une révision du jaugeage des débits maximaux de 1916 à 1920 aboutissant à 380 m<sup>3</sup>/s pour ce cas.

au niveau de la crue du 26 février 1957. Ce dernier a été jaugé par le Service hydrologique national (Annuaire 1957) et correspond à  $400 \text{ m}^3/\text{s} \pm 20 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Depuis 1916, année des premières mesures de niveaux effectuées régulièrement à Saint-Ursanne puis à Ocourt, vraisemblablement depuis 1882 en référence au limnimètre du Saut-du-Doubs à l'aval du lac des Brenets ou de Chaillexon, ou depuis 1904 au Chatelot, les crues égales ou supérieures à  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  (Q 10) se succèdent ainsi :

1896; 1899; 1939 ( $300 \text{ m}^3/\text{s}$ ); 1944 ( $350 \text{ m}^3/\text{s}$ ); 1950 ( $300 \text{ m}^3/\text{s}$ ); 1953 ( $310 \text{ m}^3/\text{s}$ ); 1955 ( $360 \text{ m}^3/\text{s}$ ); 1965 ( $300 \text{ m}^3/\text{s}$ ); 1970 ( $300 \text{ m}^3/\text{s}$ ); 1980 ( $300 \text{ m}^3/\text{s}$ ); 1988 ( $320 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

Avec les quatre crues exceptionnelles décrites précédemment, le total s'élève à quinze en 106 ans, dont huit sont nettement supérieures à  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ces crues se sont manifestées de la mi-novembre à la fin mars (deux vers Noël et une exception à la mi-juin en 1953).

Les maximums de plus de  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  se répartissent ainsi selon les mois de 1904 à 1988 :

Janvier: 32	Février: 41	Mars: 34	Avril: 10
Mai: 7	Juin: 2	Juillet: 2	Août: 1
Septembre: 14	Octobre: 3	Novembre: 25	Décembre: 36

Des recherches en cours dans les chroniques réalisées par Ph. Froidevaux, historien-paléographe à la Fondation des Archives de l'ancien Evêché de Bâle, permettent de signaler des crues exceptionnelles du type Q 100, voisines de celles de 1882, 1910 et 1957, soit de  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  et plus :

- 18 septembre 1852: crue du Doubs, mais également de l'Allaine, de la Birse et du Rhin. A Saint-Ursanne, on parle dans les chroniques d'une crue de février-mars 1830<sup>6</sup>.
- 30-31 décembre 1801: les ponts étaient emportés à Goumois et Soubey. Il est fait allusion à une crue de 1739 dont le niveau se situait cependant 50 cm plus bas.
- 17 janvier 1670: le pont de Saint-Ursanne était emporté. Il fallut cinq mois de travail pour le reconstruire. Sa construction définitive date de 1729, après neuf ans de discussion.
- 5 février 1462: après un rapide dégel du Doubs, le pont de Saint-Ursanne était sauvé grâce à un vœu de la population à sainte Agathe.

<sup>6</sup>F. Albin Perret signale une situation exceptionnelle de hautes eaux en 1845 au lac des Brenets.



## DÉBITS DES BASSES ET HAUTES EAUX DE 1904 A 1988

Un aperçu général du régime hydrologique du Doubs à Ocourt est consigné dans les tableaux 2 et 3 :

*Tableau 2: Basses eaux*  
Débits mensuels, d'après les moyennes journalières  
inférieures à 10 m<sup>3</sup>/s

Estimation à Ocourt en comptant: 15-20 jours = ½ mois; 21-31 jours = 1 mois

\* à titre de comparaison: débits mensuels d'après l'amplitude journalière  
(débit d'au moins 1 h inférieur à 10 m<sup>3</sup>/s)

Ans	Années	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total (mois)
*	1977-1988						(½)	(3)	(8)	(8½)	(6)	(6)	(1)	(31½)
12	1977-1988							2½	6½	6	4½	5	1	25½
30	1947-1976	3½	3	½	½	4½	5½	8½	14	12	13	2½	2½	70
31	1916-1946	1½	4½	1	1	1½	6	8½	14½	12	6½	3½	3	63½
12	1904-1915	1½	4½	1	0	0	½	4	5½	4	4½	1	0	26½
85		6½	12	2½	1½	6	12	23½	40½	34	28½	12	6½	185½

Durant 85 ans, il est dénombré 185,5 mois (environ 5565 jours) de basses eaux égales ou inférieures à 10 m<sup>3</sup>/s. Les débits minimums pris en compte devaient présenter au moins 15 jours pour chaque mois étudié. Ce total représente le 18% de l'ensemble du régime, soit une moyenne de 2 mois et 5 jours par an, ce qui correspond à Q<sub>300</sub>.

*Tableau 3: Hautes eaux*  
Débits en jours, d'après les moyennes journalières  
supérieures à 140 m<sup>3</sup>/s

\*à titre de comparaison: débits journaliers d'après leur amplitude  
(débit d'au moins 1 h supérieur à 140 m<sup>3</sup>/s)

Ans	Années	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total (jours)
*	1977-1988	(15)	(40)	(38)	(8)	(11)	(5)	(1)	(2)	(4)	(3)	(9)	(20)	156
12	1977-1988	15	34	32	6	11	3	0	1	2	2	5	10	121
30	1947-1976	34	46	42	23	3	9	6	7	4	2	39	32	247
31	1916-1946	36	44	32	27	18	8	6	5	16	21	45	46	304
12	1904-1915	16	14	37	10	4	0	9	0	0	0	9	24	123
85		101	138	143	66	36	20	21	13	22	25	98	112	795

Un total de 786 jours ont eu un débit supérieur à 140 m<sup>3</sup>/s depuis 1904. Cela représente 2,2% de l'ensemble du régime, soit une moyenne de 8 jours par an, donc pratiquement légèrement inférieur à Q<sub>9</sub> des Annuaires hydrologiques.

### COMMENTAIRES SUR LA PÉRIODE HYDROLOGIQUE 1973-1988 (En référence à la station hydrographique d'Ocourt)

A la suite de cette recherche générale du régime du Doubs depuis la fin du siècle passé, la période 1973-1988 a été précisée en admettant que ce n'est qu'à partir de 1975 que la régularité et la précision des jaugeages semblent assurées pour des analyses fines de débits de basses eaux et de hautes eaux.

L'année 1973 présente un étiage hivernal important de janvier à mars, alors que le reste de l'année se déroule assez normalement. Ce cas unique pour cette période l'est également depuis le début du siècle; en effet, des basses eaux d'une durée un peu plus courte de janvier à février ne se sont manifestées qu'en 1964, 1953, 1942, 1911 et 1909 en février-mars. 1976 se caractérise par une durée estivale prolongée des basses eaux de mai à mi-septembre, ainsi que par un faible apport des hautes eaux. Son débit annuel moyen de 19.1 m<sup>3</sup>/s se retrouve en 1971 (18.6 m<sup>3</sup>/s), en 1964 (16.2 m<sup>3</sup>/s), 1943 (20.5 m<sup>3</sup>/s), 1929 (20.8 m<sup>3</sup>/s), mais c'est 1921 qui présente la moyenne annuelle la plus faible de 13.4 m<sup>3</sup>/s.

La séquence 1984-1986 présente un caractère relativement unique par ses étiages automnaux, si l'on repère le bilan d'eau et ses effets écologiques par une suite de basses et hautes eaux de la rivière. D'une année normale (1983), les basses eaux se prolongent de juillet à novembre 1984 avec un faible apport en septembre. En janvier 1985, durant une douzaine de jours de basses eaux, les trois quarts de la longueur du Doubs sont couverts de glace (en janvier 1971 également). Puis trois jours de hautes eaux modestes se manifestent en mai, alors que le bassin voisin de l'Allaine subit une crue cinquantennale. Les basses eaux se prolongent d'août à décembre 1985 et constituent un étiage automnal anormalement prononcé que l'on retrouve en 1971, 1962, puis lors de l'étiage centennal 1920-1921. 1986 est nettement au-dessus de la moyenne du nombre de jours inférieurs à 10 m<sup>3</sup>/s (118 jours sur les 16 dernières années). Les courtes périodes de hautes eaux de janvier et d'avril ne compensent pas le déficit général du bilan d'eau se répercutant certainement sur les réserves ultimes des réseaux karstiques du bassin versant. La séquence de trois ans, de mars 1984 à mars 1987 exprime une situation de faible bilan d'eau avec ses différentes caractéristiques :

écologie de la rivière, pêche, limites de l'utilisation des eaux, dessiccation prolongée des sols, physiologie forestière (déperissement des forêts)...

Les mois de basses eaux comprenant la totalité du mois ou au moins les deux tiers se répartissent ainsi :

Janvier:	1	Février:	1	Mars:	0	Avril:	1
Mai:	2	Juin:	2	Juillet:	5	Août:	11
Septembre:	9	Octobre:	6	Novembre:	4	Décembre:	1

Dans la règle, les basses eaux se prolongeant d'août à la fin de l'automne correspondent à un certain épuisement des eaux karstiques.

Les hautes eaux se répartissent ainsi pour la même période de 16 ans, en jours de plus de 140 m<sup>3</sup>/s :

Janvier:	24	Février:	41	Mars:	22	Avril:	10
Mai:	13	Juin:	7	Juillet:	1	Août:	2
Septembre:	4	Octobre:	5	Novembre:	12	Décembre:	29

Les hautes eaux se manifestent de décembre à mars généralement lors de la fonte totale ou partielle des neiges.

## COMMENTAIRES SUR LES VARIATIONS JOURNALIÈRES (Tableaux 4 et 6 plus annexes)

En ce qui concerne les variations journalières relevées à Ocourt, il est normal de constater que le nombre de jours inférieurs à  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , en prenant en compte un niveau atteint ou inférieur d'au moins 1 heure, soit plus élevé que la moyenne journalière égale ou inférieure à  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  telle qu'elle est publiée dans les Annuaire hydrologiques. Faut-il rappeler que c'est le débit le plus bas momentanément en basses eaux qui influence le plus la sensibilité du cours d'eau et non une moyenne, qui n'est en fait qu'un artifice hydraulicien.

On peut admettre que des variations de niveaux de l'ordre de 10 cm durant un jour, sont écologiquement admissibles. Elles constituent une référence de situation à la station limnimétrique d'Ocourt. Elles se retrouvent, avec un même ordre d'amplitude, sur une vingtaine de km en amont et 8 km en aval, où elles subissent alors l'influence du barrage hydroélectrique des Gros Bois. A l'aval des barrages de la Goule et du Refrain, l'amplitude admissible des variations de niveaux devient évidemment plus grande. Tout en admettant un certain turbinage, même en période de basses eaux, et en prenant en compte une limite de débit de moitié plus faible qu'à Ocourt, il a été retenu pour les comparaisons: 15 cm pour la Goule et 30 cm pour le Refrain.

Tableau 4: Débits et variations journalières du Doubs de 1973 à 1988  
(Station hydrométrique fédérale d'Ocourt (JU) - BV: 1230 km<sup>2</sup>)

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	m <sup>4</sup>
<u>Basses eaux</u>																	
<sup>1</sup> Q <sub>274</sub> (m <sup>3</sup> /s)	8	9,1	13,5	7,5	17,3	9,2	9,9	12,5	11,9	19,0	11,4	9,1	7,3	9,2			11
<sup>1</sup> Q <sub>347</sub> (m <sup>3</sup> /s)	5,4	6,0	7,2	4,6	7,3	3,7	5,5	7,2	6,7	10,1	5,9	5,3	4,3	5,7			4,5
<sup>1</sup> Minimum de l'année (m <sup>3</sup> /s)	4,7	3,7	4,9	4,1	6,0	3,2	3,9	4,3	4,6	7,0	4,7	3,9	3,3	4,7	6,4	6,1	
<sup>1</sup> Jours inférieurs à 10 m <sup>3</sup> /s	137	103	49	134	43	102	95	64	82	20	76	105	149	103	41		
<sup>2</sup> Jours inférieurs à 10 m <sup>3</sup> /s	154	156	101	184	85	137	140	109	102	47	102	124	171	145	54	120	
<sup>2</sup> Idem hiver	110	28	43	46	54	88	62	57	17	16	52	39	105	68	35	52	
<sup>2</sup> Idem été	44	128	58	138	31	49	80	52	85	31	50	85	66	77	19	68	
<sup>2</sup> Jours variant de + 10 cm	66	128	82	102	49	79	122	84	71	36	54	43	62	64	29	43	
<sup>2</sup> Idem en %	43	82	81	55	56	58	86	77	70	76	53	35	36	44	54	36	
<sup>2</sup> Minimum ~ 1 h (m <sup>3</sup> /s)	1,5	2,9	4,9	3,7	5,6	2,8	3,8	4,2	4,6	6,9	4,4	3,7	3,2	4,0	6,2		
<sup>1</sup> Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	29,4	34,1	30,3	19,1	44,7	36,7	36,3	35,5	41,3	42,5	41,8	33,3	25,1	32,6	40,9		33
<u>Hautes eaux</u>																	
<sup>1</sup> Q <sub>9</sub> (m <sup>3</sup> /s)	113	127	107	74	159	175	180	126	195	182	185	118	102	126			136
<sup>3</sup> Maximum absolu (m <sup>3</sup> /s)	176	180	175	170	281	260	220	291	296	282	260	202	259	203	243	322	
<sup>2</sup> Jours sup. à 140 m <sup>3</sup> /s	6	10	5	2	17	19	21	8	23	14	17	4	3	7	14	17	
<sup>1</sup> Jours sup. à 140 m <sup>3</sup> /s	3	3	2	1	12	16	16	5	18	13	13	2	3	6	10	13	
<sup>1</sup> Service hydrologique national (CH); d'après les Annuaire hydrologiques de la Suisse - Valeurs moyennes																	
<sup>2</sup> Valeurs minimums d'après les limnigrammes hebdomadaires																	
<sup>3</sup> Valeurs maximums d'après les limnigrammes hebdomadaires																	
<sup>4</sup> Moyennes (m) sur 66 ans (1921-1986)																	

Tableau 5: Description diachronique des basses eaux et des hautes eaux du Doubs (Station d'Ocourt)

Basses eaux (= b.e; en jours par mois): — + 27 jours; - - - + 21 jours; - - + 15 jours

Hautes eaux (= h.e; en jours par mois): | + 140 m<sup>3</sup>/s; | + 200 m<sup>3</sup>/s

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Totaux		Moyenne m <sup>3</sup> /s
													b.e.	h.e.	
1973	—	—	--			"		--	—	--	"	"	154	6	29.4
1974				- - -	—	- - -	- - -	—	--	"	"	"   "	156	10	34.1
1975	"			"				- - -		--			101	5	30.3
1976					—	—	—	—	--			"	184	2	19.1
1977	"	"			"				- - -	—			85	17	44.7
1978		"	"					"	—	—	—		137	19	36.7
1979	"	"	"				—	- - -	—	—	"	"	140	21	36.3
1980		"						- - -	—		- - -		109	8	35.5
1981			"			--		- - -	- - -			"	102	23	41.3
1982	"								- - -			"	47	14	42.5
1983				"	"			—		- - -	- - -		102	17	41.8
1984							—	—	- -		--		124	4	33.3
1985								—	—	—	—	- - -	171	3	25.1
1986	"			"			—	—	—	- - -	--		145	7	32.6
1987	"		"										54	14	40.9
1988			"					—		"	- - -		119	16	
1989		--				- - -							221	0	

Tableau 6: Basses eaux et effets des barrages sur le Doubs  
(d'après les analyses des limnigrammes hebdomadaires)

	1982	1983	1984	1985	1986	1987
<u>Ocourt</u>						
Amplitude des variations (cm)	5-38	0-41	3-31	2-32	2-31	5-30
Jours inférieurs à 10,2 m <sup>3</sup> /s	47	102	124	171	145	54
dont jours supérieurs à variations de > 10 cm	36	54	43	62	64	29
Jours inacceptables en %	76	53	35	36	44	54
Minimum m <sup>3</sup> /s	6.9	4.4	3.7	3.2	4	6.4
<u>La Goule (Le Noirmont)</u>						
Amplitude des variations (cm)	8-93	*2-54	3-50	1-47	1-66	20-56
Jours inférieurs à 5,3 m <sup>3</sup> /s	32	86	111	153	118	43
dont jours supérieurs à variations de > 15 cm	25	60	36	64	45	43
Jours inacceptables en %	78	70	32	42	38	100
Minimum (y compris - 1 h) m <sup>3</sup> /s	1.7	0.5	1.1	0.6	1.1	1.7
<u>Le Refrain (Combe des Sarrasins)</u>						
Amplitude des variations (cm)	20-121	*17-89	28-112	0-98	0-114	*26-94
Jours inférieurs à 5,3 m <sup>3</sup> /s	73	110	155	186	166	56
dont jours supérieurs à variations de > 30 cm	70	108	149	140	153	49
Jours inacceptables en %	96	98	96	75	92	87
Minimum (y compris - 1 h) m <sup>3</sup> /s	0.5	0.6	0.7	0.5	0.7	0.7

\*Travaux de réparation de juillet à septembre.

Par simplification dans la recherche d'une tendance générale, on peut relativiser les variations journalières en comparant les taux des jours inacceptables. Malgré les limites très optimistes admises, le Doubs présente, à l'aval du Refrain, un taux de jours inacceptables de 75 à 98 % pendant les périodes de basses eaux des six dernières années. Le taux se réduit à La Goule de 32 à 78 % sauf en 1987. Cette année-là, la dérivation du Refrain était en réparation de juillet à septembre et La Goule était dans l'impossibilité de moduler le débit imposé en fait directement par Le Chatelot. En 1983, des réparations mettant hors service La Goule et le Refrain, de la fin juillet au début septembre, ont produit des effets moins évidents, mis à part le fait que durant trois jours le Doubs présentait exceptionnellement

son débit naturel de basses eaux (8,3 m<sup>3</sup>/s à Ocourt et environ 7,35 m<sup>3</sup>/s à La Goule). Si l'on se réfère à Ocourt (tableau 4), la situation en basses eaux est intolérable à plus de 50% durant les 16 dernières années; elle apparaît légèrement meilleure durant les années à étiage prolongé. Il faut cependant remarquer qu'à partir de 1983, un certain progrès semble se réaliser, provenant manifestement d'un changement de programme, dirigé ou non, dans le turbinage. Une analyse fine des bilans de production énergétiques des différentes usines hydroélectriques incriminées permettrait de découvrir les causes précises, constituant ainsi une solution d'amélioration à encourager pour l'avenir.

En débit moyen, l'analyse n'a pas été faite systématiquement comme en basses eaux. Mais il ne serait pas difficile de démontrer des différences de niveau de l'ordre de 1 mètre à l'aval du Refrain. Les effets hydroécologiques apparaissent moins perturbants qu'en période d'étiage prolongé. Des mortalités importantes d'alevins de poissons et de têtards de grenouilles ont lieu au printemps, en avril-mai, du fait des variations de niveau importantes à débit moyen. Le dernier exemple en date fut observé le samedi 20 et le dimanche 31 mai 1989. Le limnigramme hebdomadaire de La Goule enregistra des variations de niveau de 44 cm correspondant à un brusque passage, à deux reprises durant 8 heures, de 4 à 18 m<sup>3</sup>/s. C'est une façon très critiquable et sans raison valable pour le concessionnaire d'annoncer, dans le cas particulier, une éventuelle période de basses eaux. Cela se confirme au début janvier 1990, date de la dernière lecture du manuscrit, avec le bilan suivant à la station d'Ocourt :

Basses eaux en février, puis de juin à décembre (6 ½ mois), soit 221 jours de moins de 10 m<sup>3</sup>/s (environ 193 jours en moyennes journalières).

Minimum de l'année le 31 juillet avec 4,5 m<sup>3</sup>/s.

Jours inférieurs à 10 m<sup>3</sup>/s pour l'hiver: 99.

Jours inférieurs à 10 m<sup>3</sup>/s pour l'été: 122.

Jours variant de + 10 cm: 65.

Idem en % (le meilleur depuis 1973): 29.

Hautes eaux absentes depuis la dernière crue du 6 au 8 décembre 1988 (229 m<sup>3</sup>/s),

Avec 1921 et 1964, il est certain que 1989 est une année exceptionnelle à basses eaux et à faible bilan hydrique.



## Développement du Doubs en kilomètres

du Saut-du-Doubs à Saint-Hippolyte

Tronçons remarquables	Cours naturel	Retenues	Débits réservés	Totaux
Saut-du-Doubs - Barrage de Moron (Châtelot)		3.8		
Barrage de Moron - Usine électrique			4	
Usine électrique - Chez Bonaparte	3.5			
Chez Bonaparte - Borne 606 (Biaufond)	2	3.5		
<i>Total frontière Neuchâtel - France</i>	(5.5)	(7.3)	(4)	16.8
Borne 606 - Barrage Refrain		2.2		
Barrage Refrain - Usine électrique			3.1	
Usine électrique - Limnimètre (Combe des Sarrasins)	0.9			
Limnimètre - La Bouège	2.8			
La Bouège - Barrage de la Goule		2.5		
Barrage de la Goule - Usine électrique			0.8	
Usine électrique - Chute du Theusseret	1.2	1.6		
Chute du Theusseret - Pont de Goumois	2.6			
Pont de Goumois - Moulin du Plain	4.2			
Moulin du Plain - Clairbief	5.1			
<i>Total Doubs français sur frontière Jura</i>	(16.8)	(6.3)	(3.9)	27
Clairbief - Pont de Soubey	4.8			
Pont de Soubey - Tariche	9			
Tariche - Chute de Saint-Ursanne	4.5	1.2		
Chute de Saint-Ursanne - Chute de Bellefontaine	3.3	1.5		
Bellefontaine - Pont d'Ocourt	3			
Pont d'Ocourt - Limnimètre	1.8			
Limnimètre - Borne 558 (La Motte)	1.2			
<i>Total Doubs sur canton du Jura</i>	(27.6)	(2.7)		30.3
<b>Total Doubs frontière</b> (+ environ 4 km sur Neuchâtel au lac des Brenets)	<b>49.9</b>	<b>16.3</b>	<b>7.9</b>	<b>74.1</b>
La Motte (558) - Barrage de Vaufrey	6	5		
Barrage de Vaufrey - Barrage des Gros Bois	3.2	2.8		
Barrage des Gros Bois - Saint-Hippolyte			6	
<i>Total Doubs en aval du Clos-du-Doubs</i>				23
<b>Total jusqu'à l'apport du principal affluent: le Dessoubre</b> (après le Drugeon, à l'aval de Pontarlier, situé à 43 km en amont du Saut-du-Doubs)				<b>97.1</b>

Basses eaux - Minimum de l'année: les 7, 11 et 12 juillet: 415.97 = 3,7 m<sup>3</sup>/s  
 Au-dessous de 416.19 = 10,2 m<sup>3</sup>/s.

Variations de niveau en cm			Périodes d'étiage en jours		Totaux	
			2 - 11 cm	12 - 50 cm	Été	Hiver
1 <sup>er</sup> janvier	416.15 - 416.19	4	1			
2 janvier	.15 - .29	14		1		
1 <sup>er</sup> - 7 février	.17 - .45	28		7		
8 février	.15 - .20	5	1			
9 février	.15 - .48	33		1		
13 mars	.18 - .50	32		1		
14 mars	.14 - .23	9	1			
15 - 18 mars	.14 - .39	25		4		
21 - 22 mars	.18 - .46	28		2		19
11 avril	.15 - .25	10	1			
17 - 27 avril	.10 - .41	31		11		
1 <sup>er</sup> et 2 mai	.13 - .16	3	2			
3 - 10 mai	.12 - .39	27		8		
13 mai	.18 - .27	9	1			
15 et 16 mai	.13 - .18	5	2			
17 mai	.13 - .29	16		1		
18 - 25 mai	.08 - .18	10	8			
26 et 27 mai	.08 - .10	2	2			
28 mai	.05 - .12	7	1			
29 mai	.04 - .25	21		1		
30 mai	.15 - .25	10	1			
31 mai	.11 - .19	8	1			
1 <sup>er</sup> et 2 juin	.13 - .52	38		2		
5 - 16 juin	.08 - .35	27		12		
17 juin - 6 juillet	415.99 - 416.08	9	20			
7 - 12 juillet	.97 - .04	7	6			
13 - 24 juillet	416.01 - .44	43		12		
25 et 26 juillet	.07 - .12	5	2			
27 juillet	.14 - .45	31		1		
30 et 31 juillet	.11 - .22	11	2			
1 <sup>er</sup> - 3 août	.07 - .14	7	3			
4 - 11 août	.00 - .09	9	8			
12 - 13 août	.02 - .15	13		2		
14 - 20 août	.00 - .08	8	7			
21 et 22 août	.01 - .19	18		2		
23 - 29 août	415.98 - 416.08	10	7			
30 et 31 août	416.01 - .13	12		2		
1 <sup>er</sup> septembre	.01 - .04	3	1			
2 - 7 septembre	.01 - .31	30		6		
8 septembre	.01 - .05	4	1			
9 et 10 septembre	.01 - .51	50		2	138	
23 - 29 septembre	.08 - .34	26		7		
1 <sup>er</sup> octobre	.17 - .40	23		1		
24 octobre	.15 - .19	4	1			
25 et 26 octobre	.15 - .28	13		2		
27 octobre	.12 - .21	9	1			
28 - 31 octobre	.06 - .30	24		4		
1 <sup>er</sup> novembre	.08 - .16	8	1			
2 - 5 novembre	.06 - .38	32		4		
24 et 25 novembre	.12 - .42	30		2		
27 - 30 novembre	.16 - .44	28		4		27
					138	46
Variations 2 - 11 cm: 82 jours			82	102		
Variations 12 - 50 cm: 102 jours			Total annuel: 184 jours			

Hautes eaux. - Maximum le 10 décembre 418.03 = 168 m<sup>3</sup>/s  
 Au-dessus de 417.79 = 141 m<sup>3</sup>/s (2) 10 et 11 décembre

2 jours de crue

## Doubs 1982

## Niveaux à Ocourt

Basses eaux - Minimum les 19 et 22 septembre: 416.12 = 6,9 m<sup>3</sup>/s

Au-dessous de 416.20 = 10,2 m<sup>3</sup>/s

Variations de niveau en cm			Périodes d'étiage en jours		Totaux	
			5 - 9 cm	14 - 38 cm	Été	Hiver
15 et 17 mai	416.17 - 416.48	31		3		
3 et 4 juin	.19 - .39	20		2		
11 - 17 juillet	.15 - .43	28		7		
18 et 19 juillet	.15 - .22	7	2			
20 juillet	.14 - .39	25		1		
3 - 6 septembre	.19 - .36	17		4		
12 - 14 septembre	.14 - .31	17		3		
15 - 19 septembre	.12 - .21	9	5			
20 et 21 septembre	.17 - .31	14		2		
22 et 23 septembre	.12 - .17	5	2		31	
24 - 26 septembre	.13 - .28	15		3		
28 sept. - 3 octobre	.15 - .42	27		6		
4 et 5 octobre	.13 - .24	11	2			
6 octobre	.17 - .55	38		1		
6 - 8 novembre	.17 - .31	14		3		
9 novembre	.19 - .54	35		1		
Variations 5 - 11 cm: 11 jours			11	36		
Variations 13 - 38 cm: 36 jours			<b>Total annuel: 47 jours</b>			

Hautes eaux. - Maximum le 9 janvier: 418.82 = 282 m<sup>3</sup>/s

Au-dessus de 417.75 = 141 m<sup>3</sup>/s

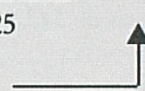
(8) 6-13 janvier 418.82  
 (6) 17-22 décembre 418.42  
**14 jours de crue**

## Doubs 1982

## Niveaux à la Goule

Basses eaux - Minimum le 14 septembre: 507.14 = 3,53 m<sup>3</sup>/s

- 1) En référence à Ocourt pour le choix des périodes\*  
 2) Limite supérieure du niveau protocolé: 507.22 = 5,33 m<sup>3</sup>/s

Variations de niveau en cm			Périodes d'étiage en jours		Totaux	
			8 - 15 cm	18 - 93 cm	Été	Hiver
* 3 mai	507.25 - 507.72	47				
* 15 - 16 mai	.18 - .63	45		2		
* 17 - 18 mai	.25 - .73	48				
* 19 - 20 mai	.20 - .55	35		2		
* 31 mai - 7 juin	.24 - .71	47				
* 11 - 13 juillet	.23 - .68	45				
* 14 - 17 juillet	.17 - .66	49		4		
* 18 - 19 juillet	.22 - .43	21		2		
* 20 juillet	.25 - .60	35				
* 22 juillet	.24 - .52	28				
* 3 septembre	.23 - .53	30				
* 4 - 6 septembre	.31 - .73	42				
11 septembre	.20 - .74	54		1		
* 12 - 13 septembre	.22 - .55	33		2		
* 14 septembre (1)	.04 - .47	43		1		
* 15 septembre	.20 - .33	13	1			
* 16 septembre	.20 - .43	23		1		
* 17 - 18 septembre	.18 - .26	8	2			
* 19 septembre	.18 - .55	37		1		
* 20 septembre	.31 - .53	22				
* 21 septembre	.14 - .33	19		1	20	
* 22 - 23 septembre	.17 - .28	11	2			
* 24 septembre	.27 - .49	22				
25 - 26 septembre	.18 - .31	13	2			
* 28 septembre	.24 - .64	40				
* 29 septembre	.21 - .65	44		1		
* 30 sept. - 3 oct.	.23 - .64	41				
* 4 - 5 octobre	.22 - .44	22		2		
12 octobre (1)	.09 - 508.02	93		1		
* 6 - 7 novembre	.18 - .36	18		2		
* 8 - 9 novembre	.20 - .80	60		2		12
1) 507.04 = 1,7 m <sup>3</sup> /s et 507.09 = 2,6 m <sup>3</sup> /s pendant ½ h Variations 8 - 15 cm: 7 jours Variations 18 - 93 cm: 25 jours			7	25	Total annuel: 32 jours 	

Hautes eaux. - Maximum le 9 janvier: 509.20 = 240 m<sup>3</sup>/s  
 Au-dessus de 508.61 = 115 m<sup>3</sup>/s

- (8) 6-13 janvier 509.20  
 (1) 16 octobre 508.63  
 (7) 16-22 décembre 509.02

16 jours de crue

## Doubs 1982

## Niveaux à la Combe des Sarrasins

Basses eaux - Minimum le 4 mai : 540.34 = 0,54 m<sup>3</sup>/s

1) En référence à la Goule pour le choix des périodes\*

2) Limite supérieure du niveau analysé: 540.67 = 5,33 m<sup>3</sup>/s

Variations de niveau en cm			Périodes d'étiage en jours		Totaux	
			20 - 29 cm	43 - 121 cm	Été	Hiver
16 février	540.67 - 541.10	43		1		
19 février	.67 - .10	43		1		
22 et 23 février	.66 - .20	54		2		4
* 3 mai	.35 - .20	85		1		
4 et 5 mai	.34 - .55	121		2		
* 15 et 16 mai	.36 - .11	75		2		
* 17 mai	.36 - .22	86		1		
* 18 mai	.67 - .22	55		1		
* 19 - 25 mai	.36 - .22	86		7		
* 30 et 31 mai	.65 - 540.85	20	2			
* 1 <sup>er</sup> juin	.37 - 541.07	70		1		
* 3 juin	.35 - .11	76		1		
* 5 - 7 juin	.47 - .05	58		3		
4 juillet	.40 - .26	86		1		
* 11 - 17 juillet	.42 - .29	87		7		
* 19 juillet	.42 - 540.71	29	1			
* 20 - 22 juillet	.42 - 541.17	65		3		
29 août	.50 - .11	61		1		
1 <sup>er</sup> septembre	.47 - .12	65		1		
* 3 - 8 septembre	.45 - .22	77		6		
* 10 - 19 septembre	.45 - .21	76		10	51	
* 22 - 30 septembre	.44 - .21	77		9		
* 2 octobre	.43 - .20	77		1		
* 3 - 6 octobre	.42 - .30	88		4		
* 6 - 7 novembre	.40 - 540.86	46		2		18
* 8 novembre	.39 - 541.12	73		1		
* 9 novembre	.39 - .51	112		1		22
Variations 20 - 29 cm: 3 jours			3	70		
Variations 43 - 121 cm: 70 jours			<b>Total annuel: 73 jours</b>			

Hautes eaux. - Maximum les 7 et 9 janvier: 543.23 = 241 m<sup>3</sup>/s

Au-dessus de 542.28 = 110 m<sup>3</sup>/s (8) 6-13 janvier 543.27 (qq.mn le 7)

le 9 janvier 543.23

(1) 16 octobre 542.36

(8) 16-23 décembre 542.93

17 jours de crue

# Doubs 1985

# Niveaux à Ocourt

Basses eaux - Minimum les 31 oct., 1<sup>er</sup>, 3 et 5 nov.: 416.04 = 3,2 m<sup>3</sup>/s

Au-dessous de 416.20 = 9,7 m<sup>3</sup>/s

Variations de niveau en cm			Périodes d'étiage en jours		Totaux	
			2 - 11 cm	12 - 32 cm	Eté	Hiver
1 <sup>er</sup> et 2 janvier	416.18 - 416.36	18		2		
5 et 6 janvier	.19 - .31	12		2		
16 - 18 janvier	.11 - .20	9	3			
19 - 21 janvier	.08 - .15	7	3			
23 - 25 février	.19 - .41	22		3		13
12 - 15 juillet	.15 - .40	25		4		
22 - 26 juillet	.19 - .38	19		5		
27 et 28 juillet	.12 - .21	9	2			
29 juillet	.12 - .24	12		1		
30 juillet - 3 août	.16 - .24	8	5			
4 - 5 août	.11 - .15	4	2			
6 et 7 août	.15 - .47	32		2		
9 - 17 août	.10 - .30	20		9		
18 et 19 août	.11 - .13	2	2			
20 - 30 août	.10 - .30	20		11		
31 août - 1 <sup>er</sup> sept.	.11 - .14	3	2			
2 septembre	.13 - .29	16		1		
3 - 7 septembre	.13 - .24	11	5			
8 - 13 septembre	.11 - .20	9	6			
14 septembre	.13 - .25	12		1		
15 - 22 septembre	.12 - .20	8	8		66	
23 - 28 septembre	.11 - .19	8	6			
29 sept. - 2 oct.	.08 - .13	5	4			
3 - 7 octobre	.10 - .12	2	5			
8 - 30 octobre	.05 - .12	7	23			
31 oct. - 5 nov.	.04 - .10	6	6			
6 et 7 novembre	.08 - .30	22		2		
8 - 10 novembre	.06 - .15	9	3			
13 - 14 novembre	.10 - .22	12		2		
15 - 30 novembre	.07 - .16	9	16			
1 <sup>er</sup> - 4 décembre	.12 - .21	9	4			
5 - 13 décembre	.11 - .30	19		9		92
14 - 17 décembre	.11 - .19	8	4			105
18 - 25 décembre	.08 - .25	17		8		
Variations 2 - 11 cm: 109 jours			109	62		
Variations 12 - 32 cm: 62 jours			Total annuel: 171 jours			

Hautes eaux - Maximum le 10 mai: 418.67 = 260 m<sup>3</sup>/s

Au-dessus de 417.75 = 141 m<sup>3</sup>/s (3) 9 - 11 mai 418.30 - 418.67

3 jours de crue

# Doubs 1985

# Niveaux à la Goule

Basses eaux - Minimum les 30 et 31 octobre, 7 au 9 novembre: 507.10 = 2,75 m<sup>3</sup>/s

1) En référence à Ocourt pour le choix des périodes\*

2) A la Goule, limite supérieure du niveau analysé: 507.22 = 5,33 m<sup>3</sup>/s

Variations de niveau en cm			Périodes d'étiage en jours		Totaux	
			1 - 15 cm	17 - 47 cm	Été	Hiver
* 5 et 6 janvier	507.22 - 507.40	18		2		
12 - 15 janvier (gel) ~	.20 - .54	34		4		
* 16 - 18 janvier (gel) ~	.13 - .20	7	3			
* 19 - 21 janvier	.13 - .22	9	3			12
* 12 - 15 juillet	.16 - .59	43		4		
* 27 - 29 juillet	.15 - .48	33		3		
* 3 - 4 août	.16 - .28	12		2		
* 5 - 6 août	.16 - .47	31		2		
* 7 - 10 août	.18 - .65	47		4		
* 11 août	.17 - .22	5	1			
* 12 - 16 août	.15 - .52	37		5		
* 19 - 30 août	.16 - .55	39		12		
* 31 août et 1 <sup>er</sup> sept.	.19 - .25	6	2			
* 2 - 3 septembre	.15 - .52	37		2		
* 7 septembre	.22 - .35	13	1			
* 8 septembre	.19 - .20	1	1			
* 9 septembre	.20 - .35	15	1			
* 10 septembre	.19 - .24	5	1			
* 11 septembre	.19 - .37	18		1		
* 14 septembre	.19 - .39	20		1		
* 16 - 18 septembre	.22 - .39	17		3		48
* 22 - 25 septembre	.22 - .26	4	4			
* 26 septembre	.22 - .36	14	1			
* 28 sept. - 6 octobre	.20 - .31	11		9		
* 7 - 21 octobre	.14 - .25	11	15			
* 22 oct. - 2 nov.	.10 - .16	6	11			
* 3 - 5 novembre	.11 - .20	9	3			
* 6 novembre	.11 - .56	45		1		
* 7 et 8 novembre	.10 - .23	13	2			
* 9 novembre	.10 - .12	2	1			
* 10 - 13 novembre	.11 - .45	34		4		
* 14 - 18 novembre	.16 - .24	8	5			
* 19 novembre(1)	506.96 - 507.36	40		1		
* 20 - 29 novembre	507.17 - .32	15	10			
* 30 nov. - 3 décembre	.21 - .22	1	4			
* 4 - 6 décembre	.17 - .60	43		3		
* 7 et 8 décembre	.16 - .24	8	2			
* 9 - 13 décembre	.16 - .51	35		5		
* 14 et 15 décembre	.18 - .24	6	2			
* 16 décembre	.16 - .35	19		1		
* 17 décembre	.16 - .21	5	1			
* 18 - 23 décembre	.15 - .44	29		6		
* 24 et 25 décembre	.16 - .25	9	2			
1) 506.96 = 0,6 m <sup>3</sup> /s pendant 1 heure			89	64		
Variations 1 - 15 cm: 89 jours			Total annuel: 153 jours			
Variations 18 - 47 cm: 64 jours						93
						105

Hautes eaux. Maximum le 10 mai: 509.03 = 200 m<sup>3</sup>/s  
 Au-dessus de 508.61 = 115 m<sup>3</sup>/s

(1) 11 avril 508.67  
 (2) 9-11 mai 509.03  
 3 jours de crue

## Doubs 1985

## Niveaux à la Combe des Sarrasins

Basses eaux - Minimum le 25 novembre: 540.33 = 0,5 m<sup>3</sup>/s

1) En référence à la Goule pour le choix des périodes\*

2) Limite supérieure du niveau analysé: 540.67 = 5,3 m<sup>3</sup>/s

Variations de niveau en cm			Périodes d'étiage en jours		Totaux	
			0 - 27 cm	32 - 98 cm	Eté	Hiver
1 <sup>er</sup> et 2 janvier	540.62 - 541.10	48		2		
* 5 janvier	.38 - 541.00	62		1		
6 - 10 janvier	.66 - 540.68	2	5			
* 11 - 14 janvier	.40 - .64	24	4			
* 15 - 21 janvier	.55 - .55	0	7			
22 janvier	.55 - 541.18	63		1		
23 - 25 février	.67 - 540.99	32		3		23
22 - 24 mars	.67 - 541.03	36		3		
7 - 8 juillet	.38 - .22	84		2		
9 - 10 juillet	.38 - .35	98		2		
* 11 - 15 juillet	.39 - .13	74		4		
19 - 25 juillet	.40 - .08	68		7		
* 26 juillet - 6 août	.41 - .02	61		12		
* 7 et 8 août	.43 - .29	86		2		
* 9 - 21 août	.42 - .06	64		13		
* 23 - 25 août	.50 - .07	57		3		
* 27 août	.52 - 540.74	22	1			
* 29 - 31 août	.47 - 541.08	61		3		
* 2 - 13 septembre	.47 - .15	68		12		
* 14 - 19 septembre	.45 - 540.74	29	6			
20 - 21 septembre	.44 - .90	46		2	72	
* 22 - 27 septembre	.44 - 541.07	63		6		
* 30 sept. - 11 oct.	.42 - 540.82	40		12		
* 12 - 20 octobre	.39 - .79	40		9		
* 21 octobre	.38 - .89	51		1		
* 22 - 27 octobre	.38 - .77	39		6		
* 28 oct. - 5 nov.	.35 - .86	51		8		
* 6 novembre	.37 - 541.13	76		1		
* 7 - 10 novembre	.35 - 540.85	50		4		
* 12 - 13 novembre	.34 - 541.12	78		2		
* 14 - 18 novembre	.34 - 540.84	53		5		
* 19 - 24 novembre	.58 - .59	1	6			
* 25 novembre	.33 - .95	62		1		
* 26 nov. - 4 déc.	.59 - .59	0	9			
* 5 - 13 décembre	.35 - 541.04	69		9		
* 14 - 17 décembre	.58 - 540.59	1	4			91
* 18 - 21 décembre	.56 - .83	27		4		
* 22 - 25 décembre	.59 - .60	1	4			114
Variations 0 - 27 cm: 46		46		140		
Variations 32 - 98 cm: 140		Total annuel: 186 jours				

Hautes eaux - Maximum le 10 mai: 542.98 = 202 m<sup>3</sup>/s

Au-dessus de 542.28 = 110 m<sup>3</sup>/s

(1) 11 avril 542.40

(3) 9 - 11 mai 542.98

4 jours de crue



Doubs 1989

Niveaux à Ocourt

Basses eaux - Minimum le 31 juillet: 416.04 = 4,5 m<sup>3</sup>/s

Au-dessous de 416.23 = 10 m<sup>3</sup>/s.

Variations de niveau en cm			Périodes d'étiage en jours		Totaux	
			0 - 11 cm	12 - 29 cm	Eté	Hiver
22 - 24 janvier	416.21 - 416.30	9	3			
25 - 29 janvier	.18 - .36	18		5		
30 janvier - 4 février	.11 - .19	8	6			
5 - 7 février	.13 - .13	0	3			
8 - 11 février	.12 - .21	9	4			
12 - 14 février	.11 - .14	3	3			
15 - 19 février	.13 - .26	13		5		29
20 - 31 mai	.14 - .41	27		12		
2 juin	.22 - .40	18		1		
3 - 16 juin	.11 - .34	23		14		
17 - 20 juin	.10 - .20	10	4			
21 - 28 juin	.08 - .14	6	8			
29 et 30 juin	.08 - .20	12		2		
1 <sup>er</sup> - 15 juillet	.06 - .15	9	15			
16 - 31 juillet	.04 - .08	4	16			
1 <sup>er</sup> - 7 août	.05 - .13	8	7			
8, 11 et 12 août	.11 - .24	13		3		
13 - 26 août	.05 - .12	7	14			
27 et 28 août	.06 - .31	25		2		
29 et 30 août	.19 - .25	6	2			
31 août - 3 septembre	.08 - .19	11	4			
4 septembre	.19 - .36	17		1		
6 et 7 septembre	.11 - .21	10	2			
8 - 13 septembre	.10 - .13	3	6			
14 - 17 septembre	.13 - .22	9	4			
18 - 22 septembre	.07 - .12	5	5		122	
23 - 30 septembre	.06 - .15	9	8			
1 <sup>er</sup> - 6 octobre	.05 - .06	1	6			
7 et 8 octobre	.05 - .33	28		2		
11 et 12 octobre	.21 - .30	9	2			
13 et 14 octobre	.13 - .24	11	2			
15 - 21 octobre	.11 - .19	8	7			
22 - 28 octobre	.08 - .11	3	7			
29 - 31 octobre	.10 - .33	23		3		
1 <sup>er</sup> - 3 novembre	.16 - .42	26		3		
16 et 17 novembre	.21 - .50	29		2		
18 novembre	.15 - .38	23		1		
19 novembre	.15 - .16	1	1			
20 - 24 novembre	.17 - .32	15		5		
25 - 27 novembre	.14 - .20	6	3			
28 - 30 novembre	.12 - .26	14		3		
1 <sup>er</sup> et 8 décembre	.11 - .18	7	2			
2 - 7 décembre	.11 - .14	3	6			
9 - 14 décembre	.10 - .17	7	6			
15 décembre	.12 - .31	19		1		70
					122	99
Variations 0 - 11 cm: 156 jours		156		65		
Variations 12 - 29 cm: 65 jours		Total annuel: 221 jours		↑		

Hautes eaux. - Maximum le 18 mars 417.35 = 102 m<sup>3</sup>/s

Au-dessus de 417.66 = 140 m<sup>3</sup>/s

- (1) 18 mars 417.35
- (1) 21 avril 417.22
- (1) 4 novembre 417.11
- (1) 19 décembre 417.02

4 jours de crue

## RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

La recherche du régime hydrologique du Doubs, dans le but d'exprimer l'évolution du bilan d'eau effectif d'une région, conduit à l'examen, avec le plus grand recul possible, des conséquences de débits, sinon de niveaux, correspondant aux mois de basses eaux et aux jours de hautes eaux. Cet essai ne permet pas de mettre en évidence avec certitude une rythmicité infrannienne (retour après plusieurs années d'une situation hydrologique de référence). Des corrélations entre le régime hydrologique et les pluviosités annuelles sont loin d'être évidentes en référence à la première synthèse sur les précipitations du canton du Jura, disponible depuis mars 1989. Cependant, la prise en compte du système karstique partiellement connu et caractérisant le bassin versant du Doubs, laisse entrevoir des effets cumulatifs pour des limites d'excédents ou de déficits hydriques en groupant plusieurs années. L'évolution de la perméabilité des sols et de l'imperméabilité du réseau hydrographique, repérée par le régime hydrologique du cours d'eau, serait d'une importance fondamentale pour la gestion du patrimoine naturel d'une région. Encore faudrait-il mieux connaître l'évapotranspiration en relation avec les variations météorologiques saisonnières.

Le Doubs, comme n'importe quel cours d'eau, présente des périodes de basses eaux qui ont été définies sur seize années d'enregistrements limnimétriques, basés sur le recul d'un siècle. Il est plus objectif de rechercher les durées annuelles des basses eaux en se référant pour chaque jour au minimum enregistré, plutôt qu'à une moyenne de débit quotidien ou mensuel. Quoi qu'il en soit, le débit ou le niveau de référence est défini par un ensemble d'effets, témoins de dysfonctionnement: indice de qualité biologique, valeurs bactériologiques et physico-chimiques, pratique de la pêche, mortalité de poissons et valeur esthétique du paysage. Pour le Doubs, en référence à la station d'Ocourt (environ 1200 km<sup>2</sup> de bassin versant), la durée des basses eaux s'articule entre 50 et 180 jours, correspondant à des débits de 4 à 10 m<sup>3</sup>/s. Pendant de telles périodes, la sensibilité de la rivière augmente considérablement et devrait coïncider avec un ensemble de mesures assurant au mieux le fonctionnement du cours d'eau. La mesure principale avec laquelle il est possible d'agir serait de changer la façon de turbiner aux barrages hydroélectriques. Il faut éviter les variations importantes de niveau lorsque le débit à Ocourt atteint 9 à 11 m<sup>3</sup>/s. Une utilisation permanente de 2 à 3 m<sup>3</sup>/s au Refrain permettrait un progrès certain, tout en éliminant les débits réservés qui sont appliqués dans la règle, mais insuffisante dans le cadre des concessions accordées.

Les hautes eaux du Doubs s'annoncent avec une synchronisation plus ou moins précise des remontées des eaux souterraines. Il est normal de s'attendre bon an mal an à des crues de l'ordre de 200 m<sup>3</sup>/s, sachant que les dégâts sur les rives ne peuvent s'atténuer que par la construction d'arrière-digues à certains endroits, et par un entretien régulier des berges. Les crues exceptionnelles (300 à 460 m<sup>3</sup>/s) ont

pour cause essentielle des situations météorologiques particulières, lors de brusques fontes des neiges dans les parties supérieures du bassin versant. Cependant, un amortissement dû aux structures karstiques prononcées du bassin versant diminue les valeurs extrêmes que l'on pourrait supposer *a priori* supérieures.

Dans le but d'améliorer le fonctionnement d'un cours d'eau, il est souhaitable de rechercher les périodes extrêmes, plutôt que des moyennes hydrauliciennes. Aux périodes extrêmes détectées, puis soigneusement analysées, des mesures techniques devraient être appliquées, qui prendraient en compte aussi bien les intérêts économiques qu'écologiques.

*Jean-Claude Bouvier*



Le Doubs en amont du pont de Saint-Ursanne. Crue du 26 mars 1988 à son maximum, soit 310 m<sup>3</sup>/s.



Débit de l'ordre de 10 m<sup>3</sup>/s en août 1988.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANNUAIRE hydrologique de la Suisse, Service hydrologique national, 3001 Berne, 1964 à 1984.
- BOUVIER J.-Cl. Aspects quantitatifs de la protection des eaux dans le Canton du Jura, Société jurassienne d'Emulation, 16 p. + 1 carte, Porrentruy, 1984.
- BOUVIER J.-Cl. Les effets des variations journalières du Doubs sur la petite faune aquatique, Bulletin Association Défense des Intérêts du Jura N° 3, 15 p., Moutier, 1969.
- BOUVIER J.-Cl. La qualité biologique des cours d'eau du Canton du Jura, Bulletin Association romande pour la protection des eaux et de l'air (ARPEA), 19/110, pp. 20-36, 1982.
- CACAS J. et DUMONT B. Petite hydraulique et débit réservé CEMAGREF - Section Qualité des Eaux, BP 99, Colloque Petite hydraulique, 13603 Aix-en-Provence, oct. 1985.
- Contribution à la morphologie du lit du Doubs, Groupe scolaire de plongée et d'études subaquatiques (GSPESA), Bulletin Association Défense des Intérêts du Jura N° 1, pp. 3-18, janvier 1970.
- Débites de crue dans les cours d'eau suisses, Service hydrologique et géologique national, Berne, 1988.
- Le développement de l'hydrométrie en Suisse, Bureau hydrométrique fédéral, Rösch et Schatzmann, Berne, 1909 (épuisé).
- Glossaire des termes hydrologiques avec définitions, Service hydrologique national, Berne, 1982.
- Guide pour les jaugeages de cours d'eau (communication N° 4a), Service hydrologique national, Berne, 1983.
- Jährliche Hochwasserspitzen, Office fédéral de l'économie des eaux (Beilage zur Publikation ASF), 1894-1975.
- Mangelsdorf Joachim/Scheurmann Karl, Flussmorphologie 262 p R. Odenbourg Verlag München Wien, 1980.
- MOUTTET Henri. Le Doubs, rivière franco-suisse, tirage à part «Bulletin de l'Association pour la défense des intérêts du Jura, N° 5, 1959.
- Rapport d'analyse des fortes précipitations du Canton du Jura, Grüner A. G., mars 1989, inédit.
- PERRET F. Albin, Le Doubs, Delachaux & Niestlé, 1913.
- VERNEAUX J. Rapport Lab. Hydrobiologie. Université de Franche-Comté: Etude complémentaire à l'étude d'impact de la microcentrale «Gaz et Eaux» sur la Loue à Lods (Doubs).
- I. Mosaïques d'habitats et peuplement pisciaire.
- II. Communautés benthiques (Macrophytes et invertébrés), p. 38, 1985.

# LETTRES

