

La réponse des cours d'eau aux crues expérimentales

Peut-on restaurer l'intégrité écologique des rivières en aval des barrages en provoquant des crues artificielles? Des crues expérimentales obtenues par des lâchers à partir d'un barrage situé à la limite du Parc National Suisse ont fortement influencé l'écologie de la rivière réceptrice. La réponse de la faune et de la flore aquatiques à ce type de perturbations dépendait des traits d'histoire de vie des espèces et de l'effet cumulatif des crues précédentes. Nos résultats indiquent que les crues artificielles peuvent trouver une place honorable dans les stratégies de restauration des cours d'eau régulés.

Les grands barrages (>15 m de haut) sont des éléments constitutifs marquants de la plupart des rivières [1]. De par le monde, on compte près de 40 000 grands barrages utilisés pour la production d'électricité, l'irrigation, la navigation, l'approvisionnement en eau potable, la récréation et récemment pour des raisons écologiques [2]. Dans les

Alpes, les grands barrages servent principalement à la production hydroélectrique; les cours d'eau situés en aval de ces barrages présentent un écoulement fortement réduit ou inexistant suite à la dérivation des eaux et se trouvent fortement perturbés dans leurs propriétés physiques (augmentation de température, colmatage du fond par les sédiments fins, etc.) [3, 4]. Suite à la perturbation des habitats, les biotes changent eux aussi, généralement en faveur d'organismes privilégiant les conditions environnementales stables et au détriment d'organismes adaptés aux variations naturelles [5]. On assiste de plus en plus fréquemment au démantèlement de petits barrages, en particulier en Amérique du Nord où 180 d'entre eux ont été supprimés au cours des dix dernières années [6]. Mais pour diverses raisons de gestion, la plupart des grands barrages sont laissés en place et l'on compte qu'environ 260 nouveaux grands barrages sont mis en service chaque année [7]. Il existe donc un besoin réel de restauration des régimes naturels des rivières régulées pour tenter d'augmenter leur intégrité écologique [1, 2]. Nous nous sommes penchés sur l'utilisation des crues artificielles comme outil potentiel de gestion visant à améliorer l'état des cours d'eau en aval des barrages.

Le projet Spöl: une première dans le domaine de la gestion des crues

Une seule autre étude a jusqu'à présent porté sur les effets d'une crue sur une rivière

re située sous un grand barrage et il s'agissait du barrage du Glen Canyon aux USA [3]. Notre étude avait pour objet le Spöl qui s'écoule après un grand barrage (Punt da Gall) dans le Parc National Suisse à la frontière italo-suisse (Fig. 1). Le fonctionnement du barrage depuis 1974 impose un débit réservé constant de moins de 2,5 m³/s. Cet écoulement réduit a entraîné un colmatage des fonds de la rivière par des sédiments fins et permis la formation dans le chenal principal de cônes de déjection formés de matériaux érodés sur les versants latéraux. Une rivière de référence, dans le Val da l'Aqua, a été choisie à proximité pour établir les conditions écologiques régnant dans un cours d'eau non régulé. La direction du Parc et les compagnies d'hydroélectricité ont donné leur accord pour tenter de savoir si des crues artificielles pouvaient favoriser le retour de conditions plus naturelles dans la rivière. Il s'agit d'un projet pluridisciplinaire impliquant le Parc National Suisse, la société Engadiner Kraftwerke AG, l'Université de Berne, Hydra, le Service des Pêches et de Récréation des Grisons et l'EAWAG, chaque partenaire se concentrant sur différentes composantes du système. Cet article se concentre sur la réponse aux crues artificielles des algues et du zoobenthos, deux groupes indicateurs de changements biologiques.

Régime de crue expérimental

La figure 2 indique le régime des débits du Spöl pendant:

- trois années typiques (1960–1962) de la situation avant la construction du barrage (opérationnel en 1974),
- une année typique de la situation après la construction du barrage (1999),
- la première année de crues expérimentales (2000).

Une réduction du débit résiduel à partir de septembre 1999 a permis d'emmagasiner assez d'eau pour que les crues expérimentales n'entraînent pas de coûts supplémentaires. Les crues artificielles provoquées une fois par mois en juin, juillet et août

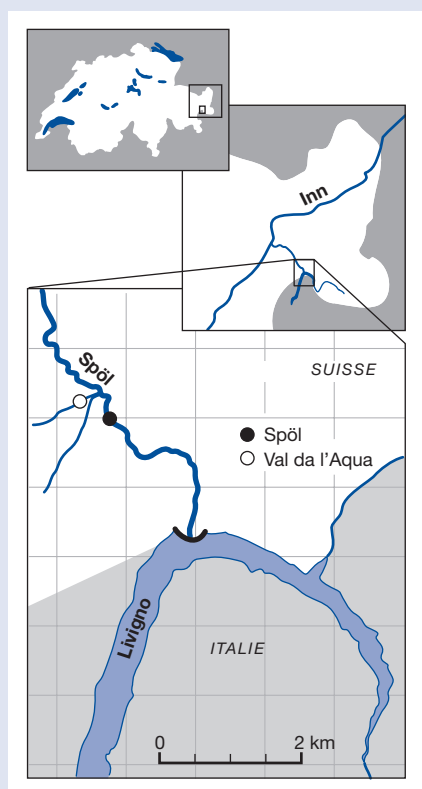


Fig. 1: Localisation du site d'étude du Spöl en Suisse.

étaient comparables à celles qui se produisaient avant la construction du barrage, mais de plus courte durée. La quatrième crue a été le résultat au mois d'octobre de fortes précipitations qui ont rempli le réservoir du barrage, permettant le lâcher de l'eau en excès.

Effets généraux des crues sur le plan écologique

La première crue: La première crue a eu un effet inégal sur les algues et le zoobenthos. Certaines parties du cours d'eau ont été fortement modifiées par des processus d'affouillement et de déplacement du lit, la biomasse algale et le zoobenthos s'en trouvant réduits, alors que d'autres zones du lit, comme celles occupées par de gros galets, étaient moins touchées et servaient de refuge à de nombreux organismes. Ces zones moins perturbées ont probablement favorisé le rétablissement des populations décimées en livrant des colonisateurs et des propagules, comme cela se produit dans les systèmes non régulés. Certaines pierres étaient encore couvertes d'un épais tapis de mousses qui a probablement retenu certains organismes et servi de refuges à d'autres. Les peuplements d'algues et le zoobenthos se sont rapidement rétablis après la première crue (Fig. 3 et 4), leur



Le Spöl à son écoulement de base et ...

répartition restant cependant très inégale. Dans le Val da l'Aqua, notre référence, les algues et le zoobenthos ont montré peu de changements au cours de la période d'étude.

La deuxième crue: La deuxième crue a été la plus importante et a touché la majeure partie du cours d'eau, provoquant une forte réduction de la biomasse algale et du zoo-

benthos (Fig. 3 et 4). Certaines mouilles se sont même remplies de sédiments. Les pierres, y compris les gros galets, ont été mises à nu et le couvert de mousses fortement restreint. Le rétablissement des populations après cette crue a été beaucoup plus lent que pour la première et ni les algues ni le zoobenthos n'ont pu atteindre leurs populations d'origine avant que la prochaine crue ne survienne. Ce mauvais rétablissement s'explique probablement par l'impact plus important de la crue, par son mauvais moment par rapport aux cycles vitaux des biotes et par un changement dans la composition des communautés biotiques (Fig. 5).

La troisième crue: Le potentiel de perturbation et d'affouillement de la troisième crue s'est trouvé fortement limité par le travail de «nettoyage» déjà effectué par la seconde, une grande quantité de sédiments fins ayant déjà été transportés vers l'aval. Cette troisième crue a néanmoins provoqué une réduction de l'abondance du zoobenthos, son effet sur les algues restant très faible. Bien que la troisième crue ait été aussi importante que la première, le rétablissement des populations a été plus important après la première crue qu'après la troisième (Fig. 3 et 4).

Changements de structure des communautés suite aux crues

Au cours de l'année de crues expérimentales, le couvert des fonds de la rivière a changé de nature, les mousses (*Fontinalis* sp.) cédant la place aux diatomées et aux algues filamenteuses, notamment *Hydrurus foetidus*, une algue très répandue en hiver dans les cours d'eau alpins. Le zoobenthos

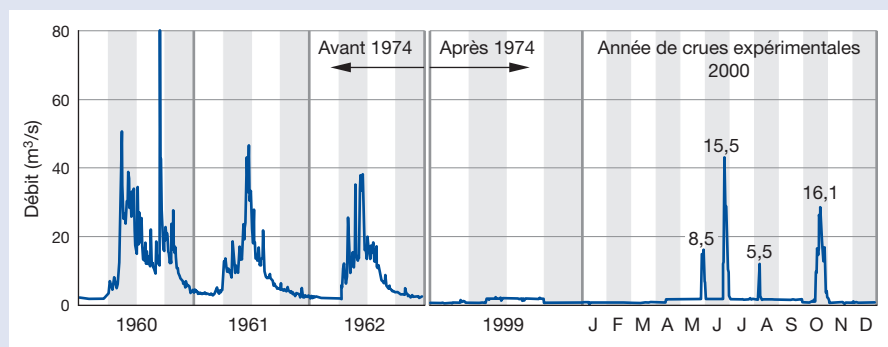


Fig. 2: Régime d'écoulement caractéristique du Spöl avant la construction du barrage (années 1960 à 1962), après sa construction (1999) et pendant l'année des crues expérimentales (2000). L'écoulement de 1999 correspond au débit résiduel maintenu en aval du barrage, tout excédent d'eau étant dérivé pour la production d'électricité. Les nombres figurant au-dessus des pics de l'année 2000 représentent le débit moyen journalier en m³/s.

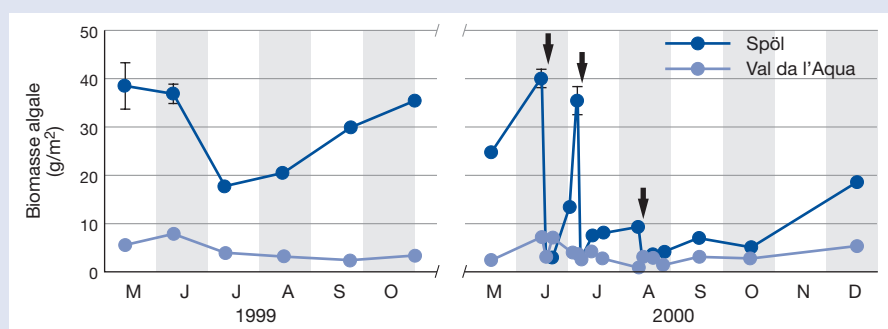


Fig. 3: Biomasse algale moyenne (± 1 écart-type) exprimée en mg de matière sèche sans cendre par m² dans le Spöl et le Val da l'Aqua de mai à décembre 1999 et 2000. Les flèches indiquent les trois crues expérimentales de 2000.



... pendant la crue importante de juillet 2000.

caractéristique des rivières à écoulement plutôt constant a décliné au cours de l'année d'étude, notamment *Crenobia alpina*

(turbellarié) et *Gammarus fossarum* (amphipode) (Fig. 5). Les turbellariés ont connu une régression importante après la pre-

mière crue alors que les amphipodes ont vu leur densité augmenter après la première et diminuer après la seconde. Cette différence s'explique probablement par le fait que les gammaridés sont de bons nageurs alors que les turbellariés doivent ramper jusqu'aux refuges. Le zoobenthos plus caractéristique des cours d'eau non régulés a été favorisé par les crues et s'est rétabli plus rapidement, notamment les chironomidés, les éphémères (baetidés) (Fig. 5) et les mouches noires (simuliidés, donnée non présentée).

Conclusions

Le régime d'écoulement fait partie intégrante des cours d'eau et ses modifications, notamment lors de l'évacuation des crues, constituent des perturbations importantes pour les organismes rivulaires et peuvent transformer les communautés biotiques. Nos résultats montrent que les crues artificielles peuvent modifier l'abondance des algues et du zoobenthos, réduisant celle d'espèces favorisées par la régulation des cours d'eau. D'autres études sont nécessaires pour évaluer l'effet à long terme de ce type de crues, en particulier en fonction de leur intensité et de leur position dans le temps, puisque nos résultats suggèrent que des crues d'importance similaire peuvent avoir des effets différents suivant les crues passées et les changements saisonniers d'abondance des populations.

Christopher T. Robinson (voir portrait p. 9)

Coauteurs:
U. Uehlinger, M.T. Monaghan

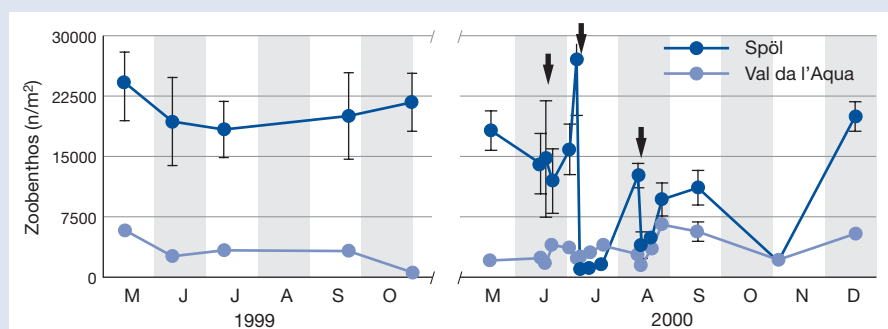


Fig. 4: Densité moyenne de zoobenthos (± 1 écart-type) exprimée en nombre d'individus par m^2 dans le Spöl et le Val da l'Aqua de mai à décembre 1999 et 2000. Les flèches indiquent les trois crues expérimentales de 2000.

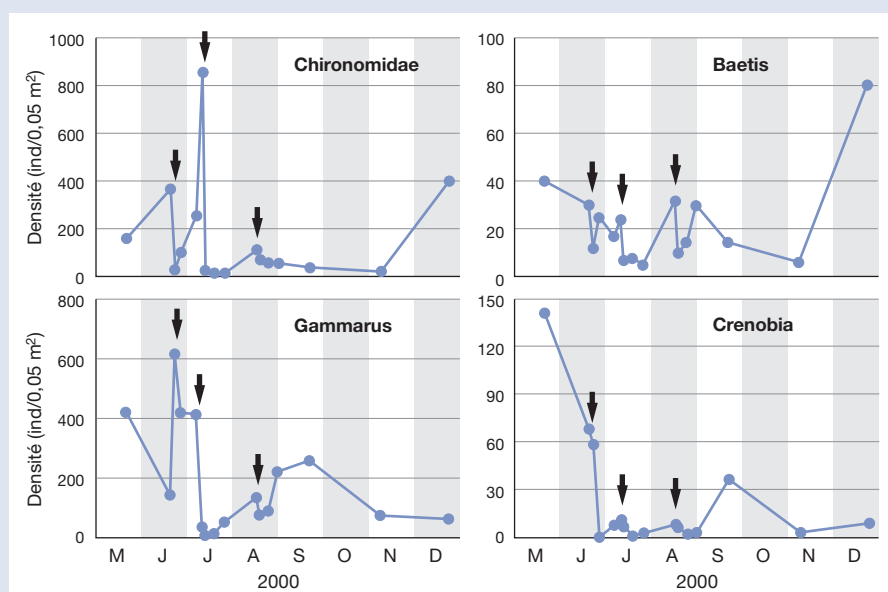


Fig. 5: Densité moyenne (nombre d'individus par m^2) de 4 taxons de macro-invertébrés représentant les différents types de réponses aux crues expérimentales (flèches). Intervalles de confiance non représentés.

- [1] Pringle C.M. (2001): Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: a global perspective. *Ecological Applications* 11, 981-998.
- [2] Jackson R.B., Carpenter S.R., Dahm C.N., McKnight D.M., Naiman R.J., Postel S.L., Running S.W. (2001): Water in a changing world. *Ecological Applications* 11, 1027-1045.
- [3] Patten D.T., Harpman D.A., Voita M.I., Randle T.J. (2001): A managed flood on the Colorado River: background, objectives, design, and implementation. *Ecological Applications* 11, 635-643.
- [4] Ward J.V., Stanford J.A. (1979): The ecology of regulated streams. Plenum Press, New York, 398 p.
- [5] Vinson M.R. (2001): Long-term dynamics of an invertebrate assemblage downstream from a large dam. *Ecological Applications* 11, 711-730.
- [6] Born S.M., Genskow K.D., Filbert T.L., Hernandez-Mora N., Keefer M.L., White K.A. (1998): Socioeconomic and institutional dimensions of dam removals: the Wisconsin experience. *Environmental Management* 22, 359-370.
- [7] McCully P. (1996): *Silenced rivers: the ecology and politics of large dams*. Zed Books, London, UK, 350 p.