

# Troisième correction du Rhône: Une revitalisation du fleuve est-elle conciliable avec l'exploitation hydroélectrique?

Contrairement à celles qui l'ont précédée, la troisième correction du Rhône actuellement en projet prévoit d'octroyer plus d'espace au fleuve. Il est envisagé de procéder à un élargissement du lit à divers endroits dans un double objectif de protection contre les crues et d'amélioration de la capacité écologique du Rhône. Les données du problème sont cependant autrement plus complexes aujourd'hui que par le passé: au cours des 50 dernières années, de nombreuses centrales hydroélectriques ont été construites dans le bassin versant alpin du Rhône qui sont à l'origine de fortes variations périodiques du niveau du fleuve. L'EAWAG a lancé une étude pour déterminer l'influence sur le niveau de la nappe alluviale du Rhône des élargissements prévus – et des variations perpétuelles de hauteur d'eau – ainsi que pour estimer les chances de voir s'installer une faune naturelle dans de telles conditions.

«On se représente sans peine l'attitude des hommes devant le fleuve: ses grandes crues assez fréquentes devaient leur donner l'impression que le Rhône est une force contre laquelle l'homme ne peut rien.» Pendant des siècles, les hommes de la Vallée du Rhône se sont sentis impuissants face à ses crues brutales et dévastatrices tant sur le plan humain que matériel [1]. Après la crue dramatique de 1860, on décida de procéder à des aménagements «rigides» du fleuve qui furent mis en œuvre dans le cadre de la première et de la deuxième correction du Rhône réalisées respectivement de 1863 à

1928 et de 1930 à 1960. Les crues qui se sont produites ces dernières années ont cependant mis à jour des problèmes non résolus qui sont à l'origine du projet de la troisième correction du Rhône.

## La troisième correction du Rhône

Au temps de la première et de la deuxième correction du Rhône, les aménagements «rigides», ou mesures structurelles, occupaient une place de premier plan dans les stratégies de protection contre les inondations. Aujourd'hui, le principal souci de l'aménageur en charge d'un cours d'eau est d'élaborer une stratégie globale qui tienne compte à la fois des aspects socio-économiques et politiques et des aspects écologiques de la situation à traiter [2]. La troisième correction du Rhône compte par conséquent parmi ses objectifs outre une amélioration de la protection contre les inondations, un accroissement de la capacité écologique du fleuve. La renaturation du Rhône, au sens d'une «restauration du fleuve dans un état naturel ou du moins proche de l'état naturel» [3] restera cependant un rêve pieux. La troisième correction du Rhône prévoit bien davantage la revitalisation de certains tronçons choisis, qui comprendra par exemple un élargissement du lit rendant au fleuve l'espace qui lui est nécessaire pour remplir ses fonctions écologiques.

## La 3<sup>ème</sup> correction du Rhône

engendrera une dépense de l'ordre de 900 millions de francs répartis sur 30 ans. Elle poursuit les objectifs suivants:

- une sécurisation accrue par rapport aux inondations,
- un accroissement de la valeur écologique de l'espace fluvial,
- une plus grande attractivité du paysage fluvial.

Un projet de recherche interdisciplinaire traitant de questions spécifiques et impliquant également l'EAWAG accompagnera le projet cantonal, lui conférant ainsi une base scientifique solide. Une enquête en Suisse et à l'étranger permettra d'autre part de faire le point des connaissances pratiques acquises dans le cadre de projets similaires.

## L'exploitation hydroélectrique apporte son lot de problèmes

De par sa topographie, le Valais se prête particulièrement bien à la production d'énergie hydroélectrique. Au cours du siècle dernier, plusieurs installations d'envergure y ont été construites, notamment la plus grande centrale hydroélectrique de la Suisse, celle de Cleuson-Dixence, dont la capacité équivaut à celle d'une centrale nucléaire. Les usines produisent en fonction de la demande et ne sont en général mises en service que pendant les périodes de pointe. Pour ce faire, de l'eau est prélevée dans les lacs haut-alpins et acheminée en conduite forcée jusqu'aux turbines de l'usine située à quelques centaines de mètres plus bas dans la vallée.

Le problème, c'est qu'après avoir livré sa force, l'eau est restituée au Rhône provoquant localement des variations momentanées de niveau. Ce phénomène connu sous le nom de marnage peut entraîner à certains endroits des fluctuations de niveau allant jusqu'à un mètre. Cette situation place les ingénieurs chargés de la planification de la troisième correction du Rhône devant des problèmes qui ne se limitent pas aux préoccupations d'ordre sécuritaire.

## L'élargissement du lit des cours d'eau et ses conséquences

Les mesures de revitalisation envisagées vont entraîner un élargissement des rives qui pose diverses questions d'aménagement du territoire:

- Le déplacement de la digue tel qu'il est prévu dans le cadre des mesures de revita-

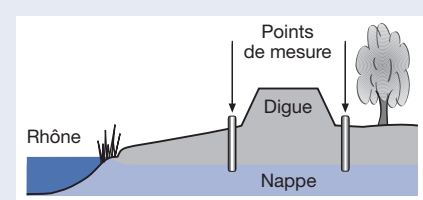


Fig. 1: Coupe transversale à travers le Rhône et sa digue indiquant les points d'observation de la nappe.

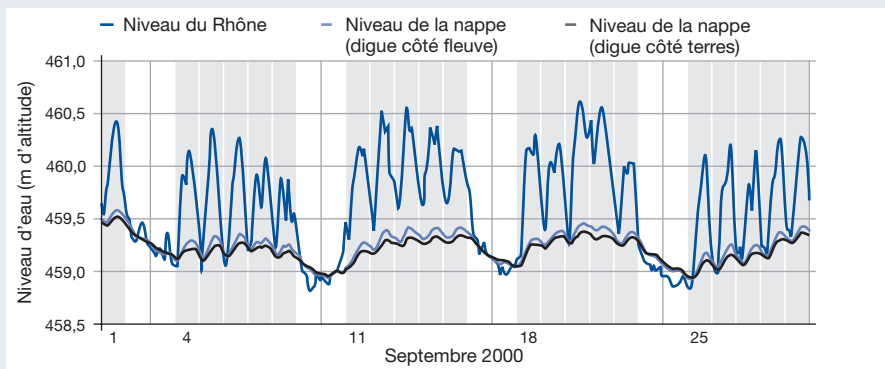


Fig. 2: Niveaux piézométriques au niveau de la digue de rive gauche du Rhône à hauteur de Martigny comparés au niveau du Rhône (Données brutes: Canton du Valais/Bureau BEG). Zones en gris: du lundi au vendredi; zones en blanc: samedi et dimanche.

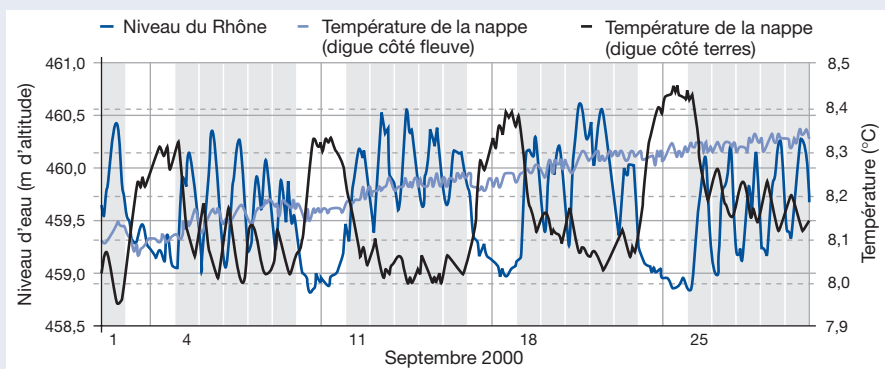


Fig. 3: Profils de température dans la nappe au niveau de la digue de rive gauche du Rhône à hauteur de Martigny (Données brutes: Canton du Valais/Bureau BEG). Zones en gris: du lundi au vendredi; zones en blanc: samedi et dimanche.

lisation entraînera-t-il des modifications du niveau piézométrique de la nappe?

■ Quelle sera l'influence du marnage consécutif sur l'équilibre écologique des tronçons restaurés?

Ces aspects font actuellement l'objet de deux projets de recherche de l'EAWAG. Le présent article fait état des premiers résultats obtenus.

## Le marnage a un effet sur le niveau piézométrique

Pour tenter de savoir si un déplacement de la digue pourrait entraîner des modifications du niveau piézométrique, des profils de

niveau et de température sont effectués sur des points de mesure de l'eau souterraine situés de part et d'autre de la digue et comparés entre eux (Fig. 1). Comme le montre la figure 2, l'effet du marnage se reflète nettement sur le niveau d'eau du Rhône. Du lundi au vendredi (zones en gris) le niveau du fleuve présente des fluctuations quotidiennes de l'ordre d'un mètre (courbe bleu foncée). On observe au niveau des points de mesure de part et d'autre de la digue une évolution similaire quoique atténuée et légèrement décalée dans le temps (courbe bleu claire ou noire). Quand l'eau cesse d'être turbinée tard le vendredi soir, les niveaux se normalisent aussi bien dans le fleuve que dans sa nappe alluviale.

Alors que l'on n'observe pas de modifications significatives du profil thermique au point de mesure situé côté fleuve (courbe bleu claire, Fig. 3), l'évolution des températures de l'autre côté de la digue est clairement influencée par le régime du marnage puisqu'elle est exactement l'inverse de celle observée dans le Rhône (courbe noire, Fig. 3). On mesure ainsi côté terres des fluctuations de température de l'ordre de 0,1 à 0,2 °C pendant les périodes du marnage, la température pouvant augmenter de 0,4 °C pendant le week-end. Des mesures

effectuées à plus grande distance de la digue (>100 m) révèlent que l'influence du marnage sur la nappe n'y est plus perceptible. Les variations de niveau observées à proximité de la digue sont donc probablement dues à une transmission dans le domaine souterrain des ondes de compression causées par le marnage. D'autre part, nos résultats suggèrent aussi l'existence d'échanges d'eau. Etant donné que le pied de la digue situé côté fleuve semble être isolé du reste du système sur le plan hydraulique, il est probable qu'un échange d'eau se produit en dessous de la digue.

## La chimie des isotopes fournit certains indices

La chimie des isotopes apporte un complément de valeur à l'étude de la dynamique d'infiltration et d'exfiltration des eaux du Rhône. On entend par isotopes les différentes formes d'un même élément qui se distinguent par leur masse atomique. Ainsi, par exemple, l'élément d'oxygène se rencontre dans l'eau sous la forme de l'isotope  $^{16}\text{O}$ , de masse 16, et de l'isotope  $^{18}\text{O}$ , de masse 18.

Au cours du cycle de l'eau, ces isotopes se retrouvent dans l'atmosphère qui les restitue à travers les précipitations. Des processus de fractionnement qui se produisent dans l'atmosphère sont à l'origine du fait que les eaux de pluie d'altitude sont plus légères, c'est-à-dire moins riches en  $^{18}\text{O}$ , que celles de fond de vallée. La part relative de l'isotope  $^{18}\text{O}$  est indiquée en ‰ par rapport à une valeur de référence et désignée par le symbole  $\delta^{18}\text{O}$ . Des cours d'eau situés à des altitudes différentes présentent ainsi des valeurs différentes de  $\delta^{18}\text{O}$ . Cette «mémoire de l'altitude» peut être mise à profit pour déterminer l'origine d'une eau donnée. La valeur moyenne du  $\delta^{18}\text{O}$  (Fig. 4) de l'eau du Rhône (-13,32), de sa nappe alluviale (-13,17) et d'un affluent du Rhône, la Printse (-13,12) permet ainsi d'estimer si la masse d'eau souterraine est principalement alimentée par les eaux du Rhône ou par des eaux de montagne. Ne disposant pas encore de données suffisantes à leur sujet,

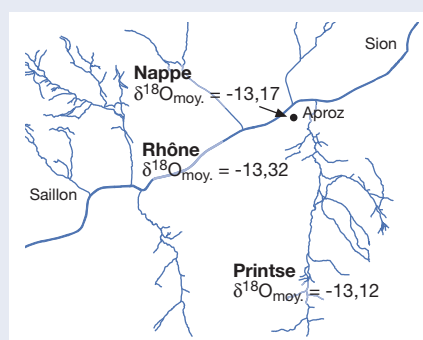


Fig. 4: Données isotopiques dans le domaine d'étude.

## Aménagements prévus par la 3<sup>ème</sup> correction du Rhône [4]

- Actualisation du système de protection contre les crues existant: renforcement et exhaussement des digues en place.
- Extension de l'espace accordé au fleuve et revitalisation des rives.
- Creusement d'un deuxième écoulement parallèle au Rhône pour recueillir les eaux des restitutions hydroélectriques.

nous avons été contraints de négliger l'influence des eaux souterraines d'amont et des précipitations. D'après nos calculs, l'eau de la nappe alluviale provient à parts à peu près égales du Rhône et des zones de montagne.

## Une diversité amoindrie sous l'effet du marnage

Un deuxième projet de l'EAWAG est actuellement consacré à l'étude des effets du régime de marnage sur l'équilibre écologique d'un tronçon de cours d'eau revitalisé. Ces recherches sont basées sur une observation sur plusieurs années de la diversité de la faune riveraine invertébrée aquatique et terrestre de divers cours d'eau. Des échantillons sont prélevés de part et d'autre de la ligne de rivage, c'est-à-dire aussi bien dans le domaine immergé que dans le domaine émergé de la rive. Pour l'étude, 12 tronçons différents ont été sélectionnés en fonction de leur état hydrologique et morphologique. Figure 5 représente les résultats de la première campagne de prélèvements. Conformément à notre hypothèse de départ, le régime de marnage s'avère néfaste pour la biodiversité. Ainsi, le nombre de taxons d'invertébrés aquatiques est nettement plus faible dans les cours d'eau soumis au marnage que dans ceux présentant un régime d'écoulement naturel. On observe le même phénomène, quoique moins prononcé, dans le cas des invertébrés terrestres (Fig. 5A). Contrairement à leurs homologues aquatiques, les invertébrés terrestres présentent une biodiversité dépendante des caractéristiques morphologiques du milieu: dans les tronçons rectifiés, le nombre de taxons est près de deux fois plus faible que sur les rives de morphologie naturelle (Fig. 5B). Ces résultats semblent indiquer qu'un élargissement du lit des cours d'eau peut avoir une répercussion tout à fait positive sur la faune riveraine terrestre. D'un autre côté, il semble indispensable de travailler sur le régime de marnage si l'on souhaite donner une réelle chance aux communautés aquatiques.

## Retour à la question de départ ...

Une revitalisation du fleuve est-elle oui ou non compatible avec une forte activité de production hydroélectrique? Dans l'état actuel de nos connaissances, nous pouvons répondre à cette question par un «non» prudent pour le Rhône.

Pour la sécurisation du fond de vallée, on ne peut se passer de digues même dans le cadre d'un élargissement du lit. Si l'on remplace les digues vieillissantes par des aménagements modernes, le *statu quo* hydro-



La restitution des eaux turbinées provoque l'effet du marnage.

lique de la nappe alluviale ne devrait pas être compromis de façon inquiétante.

D'un point de vue biologique, il s'avère qu'un régime du marnage s'opposerait au bon développement d'une biocénose naturelle sur les rives des tronçons élargis. Il est donc nécessaire de prendre des mesures atténuant les effets de ce régime d'écoulement comme par exemple, la mise en place de réservoirs ou de canaux latéraux destinés à absorber l'effet du marnage. Si l'on veut donc que la troisième correction du Rhône soit un succès, il faut qu'elle s'appuie sur une combinaison de mesures techniques structurelles «rigides» et de mesures «souples» plus écologiques.

Dans le cas du Rhône, il faut tenir compte de deux faits importants: Ce fleuve présente un cours fortement modifié par des aménagements structurels divers (endiguements, etc.) et il est fortement sollicité par la production d'hydroélectricité. Il est donc utopique d'espérer que les mesures prévues permettront de transformer le cours inférieur du Rhône en une idylle à forte richesse faunistique et floristique. «*Le Rhône (...)* symbole d'une force inflexible, toujours

*jeune et triomphante, qui descend vers le soleil, il suscite dans notre esprit des pensées vivantes*» [1] – ces aspirations poétiques restent un idéal dont il faut s'efforcer de s'approcher le plus possible.



Markus Fette est ingénieur et prépare une thèse de doctorat à la division «Eaux de surface» de l'EAWAG. Les études présentées s'inscrivent dans le cadre du projet «Rhône» de l'EAWAG et du WSL.

### Coauteurs:

Bernhard Wehri, Achim Pätzold, Klement Tockner

Plus d'informations: [www.rhone-thur.eawag.ch](http://www.rhone-thur.eawag.ch)

- [1] Mariétan I. (1953): Le Rhône, la lutte contre l'eau en Valais. Edition du Griffon, Neuchâtel, 22 p.
- [2] Willi H.-P. (2001): Conjuger protection contre les crues et écologie des cours d'eau. EAWAG news 51f, 26–28.
- [3] Friedrich G. (1986): Was bedeutet Renaturierung von Fließgewässern? – LWA-Materialien Nr. 3/86. Aktuelle Fragen der Unterhaltung von Fließgewässern, S. 23–35.
- [4] Kanton Wallis (2000): Dienststelle für Strassen und Flussbau: Broschüre zur Dritten Rhonekorrektion. Voir aussi: [www.vs.ch/rhone.vs](http://www.vs.ch/rhone.vs)

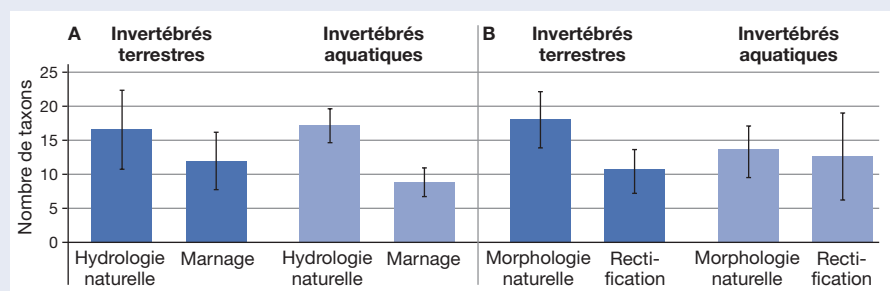


Fig. 5: Diversité de la faune invertébrée aquatique et terrestre des cours d'eau à fortes fluctuations de niveau (régime marnage) ou à régime d'écoulement naturel (A) ainsi que dans des cours d'eau à rives aménagées et à rives naturelles (B).