

# CIVIL-469

## Hydropower mitigation measures

Giovanni De Cesare

### Motivation -> durabilité de nos actions



Les dix-sept objectifs de développement durable établis par les États membres des Nations unies et qui sont rassemblés dans l'Agenda 2030

### Motivation

- ⇒ Les eaux sont parmi les écosystèmes les plus éloignés de l'état naturel
- ⇒ Biodiversité aquatique en Suisse fortement menacée
- ⇒ Biotopes et biocénoses atteints par l'utilisation intensive des eaux, notamment de la force hydraulique
- ⇒ La force hydraulique impacte les écosystèmes aquatiques, notamment
  - ◆ en régulant le débit
  - ◆ en altérant le régime de charriage
  - ◆ en découplant la continuité longitudinal
- ⇒ Il existe des solutions techniques et d'exploitation pour atténuer à un certain degré les effets néfastes liés à l'exploitation hydro-électrique

Sources:

- Baumgartner, Marc, Martin Huber Gysi, Lucie Lundsgaard-Hansen, et Manuel Nitsche. « Renaturation des eaux suisses - État de l'assainissement écologique de la force hydraulique 2018 ». Ittigen: Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2020.
- OFEV (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/info-specialistes/mesures-pour-la-protection-des-eaux/renaturation-des-eaux.html>)

### Renaturation et assainissement de la force hydraulique



#### Renaturation des cours d'eau en Suisse

##### Revitalisations

Le **rétablissement**, par des **travaux de construction**, des **fonctions naturelles** d'eaux superficielles endiguées, corrigées, couvertes ou mises sous terre (LEaux art. 4 let. m). Par ex. élargissement du lit, arasement de seuils, suppression de stabilisations de berges

##### Assainissement de la force hydraulique

###### Effet d'éclusée

**Réduction des effets de l'exploitation par éclusées**

###### Régime de charriage

**Réactivation d'un régime de charriage perturbé au moyen de solutions techniques ou solutions d'exploitation**

###### Migration des poissons

**Restauration de la migration des poissons à la hauteur de centrales hydrauliques**

###### Débits résiduels

**Réglementation du débit résiduel en aval des prélèvements d'eau**

##### Espace réservé aux eaux

**Détermination de l'espace nécessaire pour garantir les fonctions naturelles, la protection contre les crues et l'utilisation des eaux (LEaux Art. 36a)**

### *Rehabilitation of surface waters*

#### *Restoration measure*

Restoration by means of civil engineering of the natural functions of channelled, straightened, covered or culverted surface waters ([Water Protection Act WPA, Art. 4 m.](#))

#### *Remediation of the negative impacts due to hydropower*

##### *Sediment regime*

Conserved bed load budget in the body of water, no significant harm ([WPA, Art. 43](#))

##### *Hydro-peaking*

No significant harm to native species or their habitats ([WPA, Art. 39](#))

##### *Fish migration*

Removal of migration obstacles and promotion of fish passages ([Swiss Fishery Act, Art. 9 ff](#))

##### *Residual flow*

Requirements for minimum water quantity, quality, existence for habitats and communities, allowing fish migration ([WPA, Art. 31](#))

#### *Sufficient space provided for waters*

Fixing spatial requirements for surface waters to guarantee their natural functions, flood protection and the use of the waters ([WPA, Art. 36a](#))

### Chronologie et état des lieux

- ⇒ 2011: Révision de la loi fédérale sur la protection des eaux
  - La loi exige que les eaux soient rendues plus vivantes et riches en espèces, afin de se rapprocher de leur état naturel
- ⇒ Jusqu'à fin 2014: Planification stratégique des installations à assainir
- ⇒ D'ici à 2030: Obligation à l'assainissement des installations
  - ◆ entravant la libre migration des poissons
    - environ 1000 obstacles
  - ◆ entravant la dynamique naturelle du charriage
    - environ 140 ouvrages hydroélectriques et 360 autres installations (par ex. dépotoirs à alluvions)
  - ◆ provoquant des variations de débit artificielles (éclusées)
    - environ 100 ouvrages hydroélectriques

Source: Baumgartner, Marc, Martin Huber Gysi, Lucie Lundsgaard-Hansen, et Manuel Nitsche. « Renaturation des eaux suisses - État de l'assainissement écologique de la force hydraulique 2018 ». Ittigen: Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2020.

### Financement

- ⇒ Indemnisation à 100 % des coûts imputables pour les détenteurs d'ouvrages hydroélectriques concernés
- ⇒ Financement via un fonds national
  - ◆ Fonds approvisionné à travers un supplément de 0,1 centime par kilowattheure sur les coûts de transport des réseaux à haute tension
  - ◆ 50 Mio CHF par an
  - ◆ Financement similaire à celui des énergies renouvelables
- ⇒ Modèle de financement actuellement pas suffisant pour indemniser tous les détenteurs de centrales concernés jusqu'en 2030

Source: Baumgartner, Marc, Martin Huber Gysi, Lucie Lundsgaard-Hansen, et Manuel Nitsche. « Renaturation des eaux suisses - État de l'assainissement écologique de la force hydraulique 2018 ». Ittigen: Office fédéral de l'environnement (OFEV), 2020.

### Bases légales – Aperçu

Les plus pertinentes concernant la **renaturation des eaux**

- ⇒ Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) révision 2011
- ⇒ Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) révision 2011
- ⇒ Loi fédérale sur la pêche (LFSP)  
→ Restauration de la migration des poissons
- ⇒ Ordonnance relative à la loi fédérale sur la pêche (OLFP)

Financement de **l'assainissement de la force hydraulique**

- ⇒ Loi sur l'énergie (LEne)
- ⇒ Ordonnance sur l'énergie (OEne)

Protection et conservation des **zones alluviales**

- ⇒ Ordonnance sur la protection des zones alluviales d'importance nationale (Ordonnance sur les zones alluviales)

### Effet d'éclusée



- ⇒ Rétention d'eau pour adapter la production d'électricité à la demande
- ⇒ Débit saisonnier modifié : stockage estival, restitution hivernale
- ⇒ Turbinages intermittents suivant les fluctuations hebdomadaires et journalières
- ⇒ Alternances artificielles de débits forts et faibles, très distinctes des crues naturelles
- ⇒ L'Eaux art. 39a

Les détenteurs de centrales hydroélectriques sont contraints à prendre des mesures de construction pour empêcher ou éliminer les atteintes graves que des variations subites et artificielles du débit d'un cours d'eau (éclusées) portent à la faune et à la flore indigènes et à leurs biotopes



© Chris Wittmann

### Effet d'éclusée – Mesures d'assainissement

- ⇒ détourner l'éclusée, par exemple vers un lac ou un cours d'eau plus grand
- ⇒ déverser l'éclusée dans un bassin de compensation et restituer graduellement l'eau dans le cours d'eau
- ⇒ réduire les variations entre débit d'éclusée et débit plancher en augmentant la restitution minimale d'eau à partir de la centrale
- ⇒ atténuer la transition entre débit d'éclusée et débit plancher, par exemple grâce à un démarrage et à un arrêt plus lents des turbines
- ⇒ ...

Source: OFEV ([https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/info-specialistes/mesures-pour-la-protection-des-eaux/renaturation-des-eaux/effet-d\\_eclusee.html](https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/info-specialistes/mesures-pour-la-protection-des-eaux/renaturation-des-eaux/effet-d_eclusee.html))

### Effet d'éclusée – Mesures d'assainissement – Exemple

⇒ Bassin de compensation  
KWO, Innertkirchen

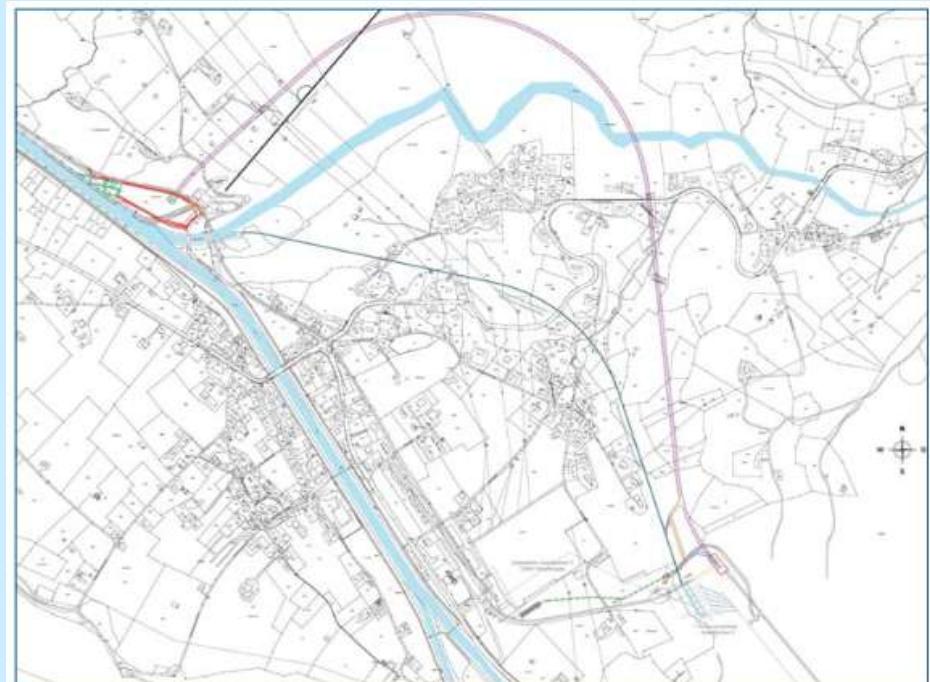


Bild 8. Verlauf des heutigen (blaue Linie) Stollens und des künftigen Speicherstollens (violette Linie, mit deutlicher Laufverlängerung gegenüber heute) sowie Lage des Beruhigungsbeckens (rote Linie).

Source: Schweizer et al. 2013 « Schwall/Sunk-Sanierung in der Hasliaare », Wasser Energie Luft 105, Nr. 4

### Régime de charriage



- ⇒ Déposition de sédiments dans le réservoir, interruption de la continuité des sédiments
- ⇒ Incision du lit en aval, manque de dynamique sédimentaire, appauvrissement éco-morphologique, colmatage
- ⇒ Disparition d'habitats essentiels pour la vie aquatique et le bon fonctionnement des zones alluviales
- ⇒ L'Eaux art. 43a  
Le régime de charriage d'un cours d'eau ne doit pas être modifié par des installations au point de porter gravement atteinte à la faune et à la flore indigènes et à leurs biotopes



### Charriage – Mesures d'assainissement

- ⇒ des adaptations constructives sur les ouvrages ou les vannes de fond des centrales hydroélectriques
- ⇒ l'aménagement d'un chenal pilote dans le dépotoir à alluvions pour faire transiter en partie les matériaux charriés
- ⇒ l'abaissement du niveau de retenue lors de débits de crue pour faire transiter les matériaux charriés à travers l'installation
- ⇒ la réduction ou l'arrêt des prélèvements de sédiments
- ⇒ le déversement de sédiments dans le bief aval d'une installation ne permettant pas le transit des matériaux
- ⇒ ...

Source: OFEV (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/info-specialistes/mesures-pour-la-protection-des-eaux/renaturation-des-eaux/charriage.html>)

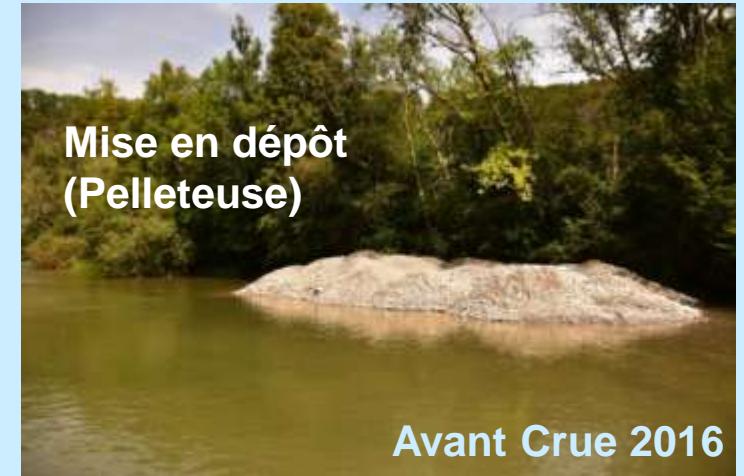
## Charriage – Mesures d'assainissement – La Petite Sarine

⇒ Crues artificielles



## Charriage – Mesures d'assainissement – La Petite Sarine

⇒ Apports de sédiments

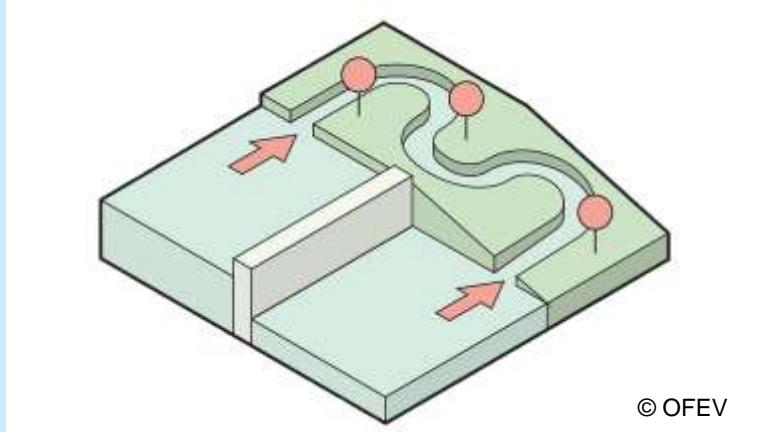


### Migration des poissons



- ⇒ Permettre aux poissons de se déplacer librement le long des cours d'eau
- ⇒ Importance pour
  - ◆ la reproduction
  - ◆ la diversité génétique des metapopulations
  - ◆ l'accès aux refuges

... et donc pour la résilience à d'autres facteurs de stress tels que les conséquences du changement climatique
- ⇒ LFSP: Libre migration des poissons à chaque intervention technique
- ⇒ LEaux (révision 2011): Obligation des propriétaires de centrales hydroélectriques à remédier aux perturbations écologiques



© OFEV

### Migration des poissons – Mesures d'assainissement

- ⇒ Migration vers l'amont (montaison)
  - ◆ dispositifs techniques (passes à poissons)
  - ◆ mesures semi-naturelles (cours d'eau de contournement)
- ⇒ Migration vers l'aval (dévalaison)
  - ◆ empêcher les poissons de passer par les turbines
    - systèmes de guidage et de by-pass
  - ◆ turbines « adaptées aux poissons »
- ⇒ Mesures d'exploitation particulières au moment des principales périodes de migration

Source: OFEV (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/eaux/info-specialistes/mesures-pour-la-protection-des-eaux/renaturation-des-eaux/restauration-de-la-migration-des-poissons.html>)

### Migration des poissons – Mesures d'assainissement – Exemples

- ⇒ Passe à poisson au barrage de Verbois près de Genève sur le Rhône
- ⇒ 107 bassins
- ⇒ 20 mètres de chute
- ⇒ débit dans la passe d'environ  $0.60 \text{ m}^3/\text{s}$
- ⇒ débit d'attrait d'environ  $2 \text{ m}^3/\text{s}$



© Wikipedia

### Migration des poissons – Mesures d'assainissement – Exemples

- ⇒ Cours d'eau de contournement entre l'Aar et le lac de Biel à la centrale de Hagneck
- ⇒ 8 mètres de chute
- ⇒ 2.3 millions CHF



### Migration des poissons – Mesures d'assainissement – Exemples

- ⇒ Cours d'eau de contournement et passes à poissons dans l'Aar à la centrale de Flumenthal
- ⇒ 480 m de long
- ⇒ 10.5 millions CHF



Source: Alpiq

(<https://www.alpiq.com/de/alpiq-gruppe/medien/news-stories/news-stories-detail/new-fish-pass-at-the-flumenthal-hydropower-plant>)