

**Zeitschrift:** Energeia : Newsletter de l'Office fédéral de l'énergie  
**Herausgeber:** Office fédéral de l'énergie  
**Band:** - (2010)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Recherche tuyaux pour prévenir les ruptures de conduites  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-642712>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Recherche tuyaux pour prévenir les ruptures de conduites

## INTERNET

Recherche énergétique à l'Office fédéral de l'énergie:  
[www.recherche-energetique.ch](http://www.recherche-energetique.ch)

Laboratoire des constructions hydrauliques à l'EPFL:  
<http://lch.epfl.ch>

Laboratoire de machines hydrauliques à l'EPFL:  
<http://lmh.epfl.ch>

HydroNet:  
<http://hydronet.epfl.ch>

Les puissantes turbines hydrauliques actuelles imposent des contraintes mécaniques importantes aux puits blindés qui amènent l'eau d'un barrage à une usine électrique. Dans le pire des cas, cela peut aller jusqu'à la rupture comme en décembre 2000 sur l'aménagement de Cleuson-Dixence. En 2008, l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne a lancé, avec le soutien de l'Office fédéral de l'énergie et celui du consortium HydroNet du Centre de compétence énergie et mobilité, un projet de recherche visant à développer une nouvelle méthode améliorée de calcul permettant de dimensionner au mieux ces puits blindés et également de surveiller leur comportement après leur mise en service.

Nos belles montagnes sont trouées de toutes parts. Pas uniquement par des infrastructures militaires cachées, mais également par de véritables autoroutes hydrauliques qui permettent d'amener à grande vitesse l'eau d'un barrage vers une usine électrique. Dans le seul cas de l'aménagement de la Grande Dixence, dont la production électrique équivaut à quelque 4% de la consommation suisse, ce sont environ 100 kilomètres de galeries souterraines qui ont été creusées entre la vallée de Matter (Zermatt) et celle de Bagnes (Fionnay). Ces galeries sont de différents types et peuvent être revêtues d'un blindage d'acier selon la pression à laquelle elles sont soumises.

Aujourd'hui, le développement de la force hydraulique en Suisse passe notamment par l'extension des aménagements existants et l'augmentation de la puissance de turbinage. Avec pour objectif de produire de l'énergie de super pointe qui peut être injectée sur demande et dans des délais très courts dans le réseau électrique. Des questions se posent alors. Les puits blindés existants sont-ils adaptés à ces nouvelles puissances? Comment dimensionner au mieux les nouvelles galeries et puits blindés pour limiter au maximum le risque de rupture?

### Acier cassant comme du verre

L'équipe du professeur Anton Schleiss au Laboratoire des constructions hydrauliques de l'Ecole

polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) s'intéresse à toutes ces questions. «Outre l'augmentation de la puissance des turbines, explique Anton Schleiss, l'évolution des propriétés de l'acier utilisé pour le blindage des galeries et puits est aussi un paramètre à prendre en compte. Pour limiter l'épaisseur du blindage, on recourt aujourd'hui à un acier à haute performance. Inconvénient, cet acier est moins ductile que les aciers traditionnels qui sont capables de se déformer d'une manière plastique pour absorber localement de fortes contraintes. En présence de microfissures, le nouveau matériau peut casser d'un coup, comme du verre.»

Selon le professeur Schleiss, les méthodes de calcul classiques ne tiennent pas compte de cette évolution. C'est la raison pour laquelle il a lancé, en 2008 et avec le soutien de l'Office fédéral de l'énergie, un nouveau projet de recherche intitulé «Dimensionnement des galeries et puits blindés». Cette recherche, effectuée dans le cadre d'un travail de thèse par le doctorant Fadi Hachem, devrait être terminée début 2012. L'objectif est double. En premier, il s'agit de développer une nouvelle méthode améliorée de calcul pour le dimensionnement des puits blindés qui tient compte des nouvelles propriétés des aciers à haute performance. Deuxièmement, il s'agit de concevoir un dispositif de surveillance des conduites existantes. «Aujourd'hui, il n'y a pas

de surveillance directe des puits blindés, analyse Anton Schleiss. Les exploitants mesurent uniquement les éventuelles pertes d'eau entre le haut et le bas de la conduite. Or, si une perte est constatée, c'est généralement déjà trop tard.»

### Le coup de bélier

Que ce soit pour développer la nouvelle méthode de calcul ou encore pour concevoir le dispositif de surveillance non invasif, le travail de recherche de l'équipe lausannoise repose sur l'analyse du signal du phénomène physique appelé coup de bélier. «Ce phénomène intervient lors d'une variation brusque de la vitesse d'un liquide dans une conduite, suite à la fermeture ou à l'ouverture rapide d'une vanne ou d'une turbine», développe Anton Schleiss. C'est le même phénomène qui s'observe, ou plutôt qui s'entend, dans les conduites des anciennes maisons. Pour le comprendre, il faut s'imaginer un train lancé à vive allure contre un mur. Alors que le premier wagon sera stoppé net au moment

**«PAR NOS MESURES, NOUS POUVONS LOCALISER IMMÉDIATEMENT LA ZONE FRAGILISÉE.»**  
**PROFESSEUR ANTON SCHLEISS, DIRECTEUR DU LABORATOIRE DES CONSTRUCTIONS HYDRAULIQUES À L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE.**

du choc, les suivants poursuivront leur chemin et viendront se tamponner les uns après les autres. L'eau dans la partie supérieure de la conduite poursuit également son déplacement même une fois la vanne fermée. Il en résulte une surpression dans la conduite. Cette surpression va se déplacer rapidement sous la forme d'une onde et effectuer des allers-retours dans la conduite. Au fil des cycles, l'onde va s'atténuer avant de disparaître entièrement.

«Pour éviter que l'onde du coup de bélier se propage dans la galerie d'amenée jusqu'au barrage, poursuit Anton Schleiss, une chambre d'équilibre est aménagée en amont du puits blindé. Elle peut être comparée à une voie de détresse pour l'eau. Malgré cette précaution, le coup de bélier peut encore conduire à une surpression d'environ 10%. Pour atténuer davantage encore le phénomène, il faudrait éviter les fermetures et les ouvertures trop rapides des vannes.» Or cela n'est évidemment pas dans l'intérêt des exploitants qui souhaitent au contraire pouvoir répondre le plus rapidement possible à la demande d'énergie. A noter que l'exploitation toujours plus intensive des centrales hydrauliques à accumulation pour produire de l'énergie de pointe peut également augmenter le risque d'une rupture par fatigue d'un puits blindé, en raison de coups de bélier de plus en plus fréquents.

### Jusqu'à 1200 mètres par seconde

Pour développer leur nouvelle méthode de calcul ainsi que leur dispositif de surveillance, les cher-

cheurs de l'EPFL ont construit un modèle réduit de conduite dans les locaux du Laboratoire de machines hydrauliques en plein cœur de Lausanne. Cette installation expérimentale se compose d'un tuyau en acier dans lequel circule de l'eau sous pression. Le tuyau est muni d'une valve de fermeture à l'extrémité inférieure. La conduite est divisée en plusieurs sections de différentes rigidités. «La vitesse de propagation de l'onde de pression dans le tuyau dépend de la rigidité de la conduite. Plus le tuyau est rigide, comme c'est le cas avec un acier à haute résistance, plus la vitesse est grande. Ca peut aller jusqu'à 1200 mètres par seconde, soit un peu moins que la vitesse de déplacement du son dans l'eau.»

Les différentes sections du tuyau sont interchangeables. De plus, les éléments en acier peuvent être échangés avec des éléments faits d'un autre matériau, du PVC ou de l'aluminium notamment. Des appareils de mesure de l'onde de pression tels que des sondes de pression

et des microphones sont installés sur toutes les sections du tuyau ainsi qu'aux extrémités. «Grâce à cette installation, nous pouvons mesurer précisément la vitesse de propagation de l'onde de pression et sa dépendance par rapport à la composition du tuyau.» Et le chercheur de poursuivre: «Imaginons une fissure à un endroit précis de la conduite. La rigidité de la conduite et donc également la vitesse de déplacement de l'onde sont aussitôt réduites de manière très locale. Par nos mesures, nous pouvons localiser immédiatement la zone fragilisée.»

### Grimsel 2 examiné

Afin de calibrer le modèle théorique et de valider la procédure de surveillance, des mesures sont également réalisées sur une installation grande nature, l'aménagement de pompage-turbinage de Grimsel 2 en l'occurrence, en collaboration avec la société des Forces motrices de l'Oberhasli. «Des visites ont été faites à la fin 2009 pour identifier les endroits stratégiques où poser les appareils de mesure explique Anton Schleiss. La récolte des données a démarré en avril 2010 et devrait durer une année.» Il restera ensuite une année pour analyser toutes les données et développer le modèle de calcul et le système de surveillance. Une pierre à l'édifice de la sécurité des centrales hydroélectriques qui jouent un rôle central dans l'approvisionnement électrique de notre pays. Même si elles trouvent nos montagnes.

(bum)

## HydroNet, un consortium de recherche multidisciplinaire

L'essor des nouvelles énergies renouvelables constitue un cadre très favorable à la production hydroélectrique et plus particulièrement aux centrales de pompage-turbinage. Celles-ci permettent en effet de stocker de l'énergie électrique produite en excédant et de la restituer en période de pointe. La Suisse, où la production électrique est majoritairement d'origine hydraulique, occupe aujourd'hui déjà une position privilégiée dans ce secteur. Avec la libéralisation du marché de l'électricité, les perspectives deviennent plus intéressantes encore et elles favorisent l'accroissement des capacités de production dans le segment de l'électricité de pointe.

En Suisse comme ailleurs, d'importants investissements sont déjà engagés pour réhabiliter de vieilles centrales et pour en construire de nouvelles. Toutefois, les centrales de pompage-turbinage continuent de poser des défis techniques majeurs dans les domaines de l'hydrodynamique, de l'électricité, du génie civil et de l'environnement. Pour étudier ces problèmes et pour développer une méthodologie standardisée pour la conception, la fabrication, l'exploitation et la surveillance des centrales de pompage-turbinage, le consortium «HydroNet» a été lancé en 2007, impliquant six laboratoires suisses et partiellement financé par le Centre de compétences énergie et mobilité du domaine des Ecoles polytechniques fédérales ainsi que par Swissselectric research. Deux projets de recherche dans le cadre d'«HydroNet», dont celui intitulé «Dimensionnement des galeries et puits blindés» mené par l'équipe du professeur Anton Schleiss à l'EPFL (lire l'article principal), sont actuellement cofinancés par l'Office fédéral de l'énergie.

**Pour en savoir plus:**  
<http://hydronet.epfl.ch>