

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	75 (1984)
<b>Heft:</b>	10
<b>Artikel:</b>	L'ensablement des retenues hydro-électriques : une solution concrète
<b>Autor:</b>	Jacqueroud, J.-N.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-904407">https://doi.org/10.5169/seals-904407</a>

### 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:** 14.01.2026

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

Les principales caractéristiques de la machine sont:

Profondeur de travail	0-200 m
Rendement en sédiments	30-60 m <sup>3</sup> /h
Passage de la turbine	Ø 60 mm
Alimentation	200 kW
Poids de la machine	35 t
Poids du ponton	40 t
Opérateurs	2-3 hommes

Il est bien entendu possible, selon les besoins, de réaliser des installations offrant des rendements plus importants.

Afin que le travail de pompage s'effectue, dans certains cas, sur une surface bien définie, le ponton est positionné sur le plan d'eau.

Ce positionnement se fait à partir d'une carte et de points fixes sur le rivage à l'aide d'un rapporteur d'angles et d'une calculatrice. Les angles relevés, programmés auparavant, permettent à tous moments de vérifier l'emplacement de la pompe au fond du bassin.

Cette machine répond aux demandes des propriétaires de barrages

confrontés aux problèmes d'envasement des retenues.

L'unité de pompage HV 300 est la première machine en Europe à pouvoir prélever des matériaux en continu à grande profondeur, soit entre 0 et -200 m.

#### 4. Applications

Les Forces Motrices de Blenio, dont le siège social se trouve à Locarno, canton du Tessin, exploitent les eaux du Val Blenio par l'intermédiaire de trois retenues: Carassina, Luzzone et Malvaglia.

Le barrage de Luzzone est le 4<sup>e</sup> plus haut de Suisse avec un parement de 208 m, après ceux de la Dixence, de Mauvoisin et de Verzasca.

A la suite de différents examens, il a été constaté que des sédiments d'une hauteur d'environ 25 m recouvrant le fond du bassin et commençaient à obstruer la prise d'eau.

Les Forces Motrices Neuchâteloises ont été mandatées en 1982 pour développer et exploiter une machine permettant d'extraire les matériaux se trouvant devant la prise d'eau (fig. 4).

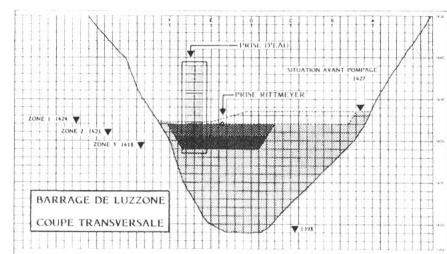


Fig. 4 Plan de pompage

En 1983, l'unité de pompage à grande profondeur HV 300 était construite et mise en service durant l'été de la même année.

- 1982 Evacuation, au cours de plusieurs opérations, d'environ 7000 m<sup>3</sup> de matériel par ouverture des vannes de fond.
- 1983 Pompage de 17 150 m<sup>3</sup> de sédiments, et retraitement de ces sédiments, en aval du barrage, dans un bassin de décantation.
- 1984 Reprise du travail. Pompage pour extraire environ 25 000 m<sup>3</sup> de sédiments.

## L'ensablement des retenues hydro-électriques: une solution concrète

J.-N. Jacquieroud

*De plus en plus la question de l'ensablement des retenues hydro-électriques se pose de manière aiguë pour les exploitants. La description d'une solution concrète réalisée récemment pour le compte des Entreprises Electriques Fribourgeoises (E.E.F.) sur la retenue artificielle de Lessoc est présentée ci-après.*

*Die Versandung von Staubecken wird für deren Betreiber immer mehr zu einem akuten Problem. Der Beitrag beschreibt eine konkrete Lösung, die vor kurzem im Auftrag der Freiburgischen Elektrizitätswerke (Entreprises Electriques Fribourgeoises, E.E.F.) beim künstlichen Stausee von Lessoc realisiert wurde.*

#### Adresse de l'auteur

J.-N. Jacquieroud, ing. ETS, Entreprise Jean Pasquier & Fils SA, 1630 Bulle

#### 1. Le problème en général

L'ensablement des retenues hydro-électriques préoccupe les milieux intéressés depuis de nombreuses années, et a déjà fait l'objet de multiples études et publications.

La solution décrite ci-après, concernant un cas particulier, pourra certainement à l'avenir être utilisée avec profit ailleurs, compte tenu des exigences nouvelles auxquelles doivent répondre les producteurs d'énergie.

En effet, jusqu'à ces dernières années, le problème de l'ensablement des retenues était résolu de manière assez simple, par l'ouverture de la vanne de fond du barrage et évacuation des sédiments dans le lit aval du cours d'eau. Cette manière de faire soulevait peu ou pas de protestations des milieux touchés.

Aujourd'hui il en va différemment du fait de la prise de conscience des problèmes de l'environnement par de larges couches de la société. Les groupements de protection de la nature, les pêcheurs, s'élèvent avec véhémence contre les dégâts causés aux rives, à la faune et à la flore par les matières solides déversées en grande quantité et forte concentration lors des curages réguliers des retenues.

#### 2. Description d'un cas particulier

La description du problème suivant a été faite lors d'une conférence de presse en 1982 par MM. Golliard, chef S.I.G.G., et M. B. Comte, chef d'usine, tous deux ingénieurs auprès des E.E.F.

«Mis en eau au mois de juillet 1973, le lac de Lessoc constitue le palier inférieur de l'aménagement de la Haute-Sarine. Le régime torrentiel de la Sarine provoque dans cette retenue de faible capacité, 1 500 000 m<sup>3</sup>, un envasement rapide qui se situe principalement devant le barrage sur une surface de 15 000 m<sup>2</sup>.

Dès le début de l'exploitation du barrage, on remarque ce phénomène de sédimentation, spécialement lors des manœuvres de la vanne de fond. A chaque ouverture de celle-ci, une quantité importante de boue était évacuée.

En avril 1976, un premier curage du lac était effectué par une vidange totale de la retenue de Lessoc. Cette méthode, très peu appréciée par les milieux piscicoles, avait permis d'évacuer environ 14 000 tonnes de sédiments. Lors de cette vidange des taux de turbidité de 26 milligrammes par litre furent observés alors que les normes admises ne dépassent pas 10 milligrammes par litre. A la suite de cette vidange, l'ensemble du lac préoccupa de plus en plus l'exploitation, et afin d'en suivre l'évolution, un important programme de mesures bathymétriques par échos sondeurs à ultrasons fut mis en place (bathymétrie = mesure de la profondeur des mers et des lacs) sur la base des conseils de M. le prof. Jacques Piccard, océanographe de renom, et réalisé par M. Pierre Martin, spécialiste en travaux sous-marins à Peney.

Les résultats obtenus ont permis de suivre l'évolution du fond du lac et donnent une idée très précise du phénomène d'ensablement. De 1976 à 1982, ce ne sont pas moins de 30 000 m<sup>3</sup> d'un mélange de 51% d'argile, de 41% de limon et de 8% de sable qui se sont déposés devant le barrage. A certains endroits, proches du barrage, l'épaisseur de la couche de sédiments dépasse les 6 m.

Afin de ne pas compromettre le bon fonctionnement des organes de vidange et, par là, de l'ouvrage, conformément à l'article 3 bis de la loi fédérale concernant la police des eaux, la décision d'un nouveau curage du lac en 1982 s'imposait, mais quelle méthode fallait-il choisir?

Une étude très détaillée des possibilités était entreprise dès 1980. Quatre solutions pouvaient être envisagées.

1. Vidange dite «sauvage» comme en 1976.

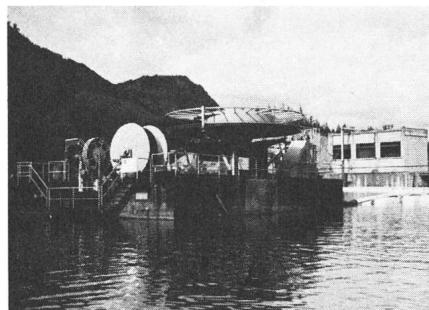


Fig. 1 Vue de la drague sur le lac de Lessoc

2. Vidange dite «programmée» à faible débit, avec pêche du poisson de la Sarine en aval de Lessoc et évacuation des sédiments en dilution ou en extraction depuis le lit ou la rive.
3. «Dragage» avec installation flottante et restitution des sédiments à l'aval dans la rivière après dilution respectant les taux admis.
4. «Dragage» avec installation flottante et dépôt des sédiments par décantation dans une décharge située à l'aval du barrage dans des terrains appartenant aux E.E.F., solution proposée par l'entreprise Jean Pasquier & Fils SA à Bulle (J.P.F. SA) (fig. 1).

Après de nombreuses discussions et entrevues avec les services fédéraux et cantonaux de la pêche, de la protection des eaux et de la nature ainsi que de la Fédération Fribourgeoise des sociétés de pêche, la solution n°4 (J.P.F. SA) fut finalement retenue afin de préserver au maximum la nature et le milieu aquatique. Cette solution offrait les avantages suivants:

- Pas besoin d'abaisser le niveau du lac, donc aucune perte de production d'énergie.
- Pas de sédiments remis à la rivière, donc amélioration du cours d'eau et diminution de l'ensablement de la retenue inférieure, soit le lac de La Gruyère.
- Pas de pollution, ni d'eau troublée dans le lac avec le procédé de dragage tout à fait nouveau, utilisé pour la première fois en Suisse.»

### 3. Réalisation pratique des travaux

Pour l'entreprise chargée de la réalisation des travaux décrits ci-dessus, les opérations se scindaien t en deux parties distinctes:

- D'une part la création des bassins de décantation et de stockage des boues.
- D'autre part l'extraction des boues au fond du lac et leur transport aux bassins.

#### 3.1 Les bassins à boue

La construction des bassins ne présentait pas de problèmes particuliers pour une entreprise rompue aux travaux d'exploitation de gravière. Les matériaux stériles de la surface du terrain appartenant aux E.E.F., furent décapés et utilisés pour la constitution de digues, augmentant ainsi la capacité de stockage en boue des bassins.

Les matériaux graveleux furent traités, concassés et lavés de façon à donner un produit fini répondant aux exigences de la construction routière.

Il n'y a pas lieu d'entrer plus en détail sur cette opération, si ce n'est pour préciser que grâce à l'utilisation économique des produits du sous-sol du terrain E.E.F., il a été possible de créer un dépôt à boue de capacité maximale à moindres frais. Tel qu'elle existe à ce jour, la possibilité de stockage permet le dépôt des boues provenant des deux ou trois prochaines vidanges, ceci sans tenir compte de la possibilité d'excavation des digues. Grâce à la division du bassin par une digue intermédiaire, il n'y a jamais eu de problèmes de décantation. Les sédiments se déposaient dans le 1er bassin et les eaux résiduelles s'évacuaient par un trop plein dans un 2<sup>e</sup> bassin d'où elles disparaissaient par infiltration dans les couches graveleuses formant les bords et le fond de l'excavation. A aucun moment, de l'eau chargée ne fut restituée à la Sarine, bien que chaque jour pendant l'extraction des boues, des volumes de 10 000 à 12 000 m<sup>3</sup> d'eau arrivaient aux bassins (fig. 2).

#### 3.2 La drague

Pour l'extraction des boues, l'entreprise a étudié différentes solutions de dragage:

- Drague à grappin
- Drague à godets
- Drague suceuse
- Drague Air-Lift

C'est cette dernière solution, appelée aussi pompe pneumatique Mammoth ou Siphon à eau par air comprimé, qui fut retenue.

Le système Air-Lift est connu depuis longtemps déjà, puisqu'il a fait l'objet de thèses à Berlin au début de ce siècle. Il est utilisé en Suisse sur quelques dra-

gues pour l'exploitation de gravier, mais c'est la première fois, à notre connaissance, qu'il est utilisé pour le dessablement de retenue hydro-électrique.

Pour mémoire, rappelons qu'il s'agit d'injecter de l'air sous pression à la base de tube d'extraction se trouvant au fond du lac, l'émulsion ainsi créée diminue la densité de l'eau dans la colonne. Sous l'influence de la pression atmosphérique et de la hauteur d'eau environnante, la colonne d'eau émulsionnée s'élève à l'intérieur du tube en prenant de la vitesse et aspire le matériel se trouvant à proximité de la tête.

### 3.3 Avantages du système

Par rapport à une drague ordinaire à benne preneuse, avec chaîne à godets ou à têtes aspirantes rotatives, cette machine ne provoque aucun brassage du fond autour de la tête d'extraction, donc aucune pollution.

Le plan d'eau peut rester à son niveau maximum pendant toute la durée du travail, d'où aucune perte de production d'énergie hydro-électrique ou d'empêchement à la navigation.

L'air compressé injecté, exempt d'huile, provoque même une amélioration de la qualité de l'eau par oxygénéation.

Toutes les graisses et huiles utilisées sur la machine sont synthétiques et ne peuvent donc altérer les eaux du lac.

Le transport par conduite des matériaux solides peut se faire sur de longues distances.

La très forte capacité de la machine permet d'effectuer des travaux de grandes envergures en un temps restreint.

### 3.4 Caractéristiques techniques

- Profondeur d'extraction maximum actuelle 35 m.  
En cas de nécessité, cette cote peut-être portée jusqu'à 200 m.
- Diamètre maximum des matériaux exploités: 350 mm.
- Débit horaire, mélange eau + solide =  $1400 \text{ m}^3$ .

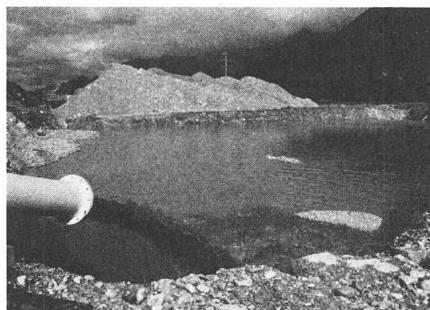


Fig. 2 Vue du dépôt des boues créé artificiellement

- Obtention d'une proportion de solide jusqu'à 50% suivant les matériaux.
- Criblage et concassage aux granulométries à définir suivant l'usage du matériau, actuellement 80 mm.
- Diamètre de la conduite de transport 300 mm.
- Dimension de la drague:

Longueur	16,80 m
Largeur	11,00 m
Hauteur sur l'eau	5,00 m
Tirant d'eau maximum	1,80 m
Poids à vide	120 tonnes
Poids en ordre de marche	170 tonnes

- Cette machine est démontable et peut être transportée par voies routières normales.
- Le déplacement de la drague sur le plan d'eau est provoqué par trois treuils synchronisés fixés à des bloquins ou à des ancrages marines.
- L'énergie nécessaire est produite par une génératrice, ce qui confère à cette machine une autonomie totale.
- Cette machine est homologuée par les Services fédéraux et cantonaux de la navigation et de la protection des eaux.

## 4. Conclusions à tirer de cette réalisation

La direction des E.E.F. a déclaré:  
«La solution choisie pour ce curage est sans aucun doute la meilleure pos-

sible et elle donne satisfaction à tous les intéressés: les exploitants du barrage, de l'usine, aux poissons et surtout aux pêcheurs.»

Le maître d'œuvre a par ailleurs fait procéder à des relevés de contrôle après l'exécution de travaux, il s'avère que le nettoyage est parfait et que tous les sédiments ont été évacués. Il est même possible d'envisager de prolonger la durée entre les différents curages.

Pour l'entreprise exécutante, les enseignements sont également concluants. Naturellement, tout ne s'est pas déroulé sans mal. La mise au point de la drague a été plus longue que prévue, particulièrement la recherche avec le constructeur d'une solution aux problèmes posés par la grande susceptibilité des sédiments à rester en suspension, alors que la drague était conçue pour des matériaux plus lourds tel que du gravier.

Avec la collaboration de l'entreprise une solution fut trouvée qui donna entière satisfaction: la drague se révéla particulièrement performante puisqu'en moins de trois semaines plus de  $20\,000 \text{ m}^3$  de sédiments furent évacués. Cette réalisation a d'autre part permis à l'entreprise de se familiariser avec un domaine nouveau et ainsi d'acquérir une technologie permettant une diversification de ses activités.

## 5. L'avenir

Au vu des excellents résultats apparus lors de la réalisation, cette solution a un avenir certain et de nombreux cas d'ensablement pourraient être résolus de cette manière.

De façon plus générale, la drague permet d'autres travaux, particulièrement l'extraction subaquatique jusqu'à 200 m si nécessaire, de sable et gravier, de leur criblage et concassage ainsi que leur transport et mise en stock sur les rives d'un plan d'eau ou plus loin si nécessaire.