# L'importance de l'accumulation par pompage-turbinage pour l'approvisionnement en électricité

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **82 (1991)**

Heft 16

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-902990

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# L'importance de l'accumulation par pompage-turbinage pour l'approvisionnement en électricité

Commission fédérale de l'économie des eaux

***La Commission fédérale de l'économie des eaux (CFEE) recommande au Conseil fédéral d'encourager en Suisse l'accumulation saisonnière par pompage-turbinage. Le débat âprement controversé l'année dernière sur les problèmes liés à l'énergie a montré, entre autres, que le public doit être informé de manière objective et exacte sur les fonctions et les buts des installations de pompage turbinage. Ainsi, la Commission considère qu'il est également nécessaire de clarifier les malentendus qui existent en relation avec l'accumulation par pompage-turbinage dans l'optique de la réalisation du programme d'action «Energie 2000» du Conseil fédéral. En sa qualité d'organe consultatif de la Confédération, la Commission a dès lors rassemblé, dans un rapport succinct, les arguments qui militent en faveur d'un encouragement de l'accumulation saisonnière par pompage-turbinage.***

**Adresse des auteurs**
Commission fédérale de l'économie des eaux. Secrétariat: Office fédéral de l'économie des eaux, case postale, 3001 Berne

## Situation présente

De nos jours, la Suisse produit encore à peine 60% de son courant dans des centrales hydro-électriques. Un bon 40% provient des centrales nucléaires, alors que la production de centrales fonctionnant sur la base de combustibles fossiles ne représente qu'une portion marginale. L'énergie électrique produite à partir de l'énergie solaire n'a – du moins pour le moment – absolument aucune importance. La Suisse dispose ainsi d'un parc de centrales électriques, qui, l'Autriche mise à part, se différencie essentiellement du parc de centrales électriques des pays réunis dans le cadre du réseau électrique interconnecté européen. Ce parc est constitué, dans une mesure prépondérante, d'installations thermiques.

Une grande partie des forces hydroélectriques, et les centrales à accumulation plus particulièrement, permettent un mode de production, qui se différencie essentiellement de celui mis en œuvre dans les centrales thermiques. Si les centrales thermiques (y compris les centrales nucléaires également) sont vouées, avant tout, à la production en continu de l'énergie de base, les centrales à accumulation se prêtent particulièrement bien pour faire face, dans de brefs délais, aux pointes de charge, de par leur aptitude à fonctionner à pleine puissance, en quelques minutes seulement.

Il n'en va pas de même dans le cas des usines au fil de l'eau: elles sont, ou seraient respectivement en mesure d'être connectées très rapidement au réseau, et d'être mises hors service tout aussi rapidement. On préfère les utiliser, de manière très judicieuse à vrai dire, pour la production d'énergie de base; les cours d'eau présentent des débits plutôt dépendant des saisons, tout en étant d'une certaine régularité. L'eau provenant des usines au fil de l'eau, lorsque ces dernières sont utilisées en qualité de centrales destinées à faire face aux pointes de consommation, serait en réalité évacuée par l'intermédiaire du déversoir en cas de non emploi, et ne contribuerait en aucune façon à la production de courant.

Inversement, ce sont justement les usines au fil de l'eau qui contribuent principalement aux excédents d'exportation de courant réguliers de notre pays: les débits des cours d'eau étant sensiblement plus élevés en été qu'en hiver, la Suisse dispose, pour le moment encore, grâce à la production supplémentaire des usines au fil de l'eau lors de la période estivale, d'excédents de courant; ces derniers sont régulièrement exportés et servent fréquemment à mettre hors service, pour une période déterminée, des centrales thermiques situées à l'étranger. Pour les mêmes raisons, les travaux de révision et de remplacement de combustibles dans les centrales nucléaires suisses sont effectués, dans la mesure du possible, durant les mois d'été. Du fait de la diminution des débits, la production des usines au fil de l'eau régresse cependant sensiblement lors des périodes froides de l'année. Dans ces conditions, l'approvisionnement en courant de la Suisse durant les mois d'hiver ne serait plus assuré à long terme. Ceci d'autant moins que la consommation de courant durant la période hivernale est d'environ 10% supérieure à celle de la période estivale.

## Lacs d'accumulation en tant que réservoirs saisonniers

L'énergie électrique ne pouvant, jusqu'à maintenant, être stockée directement en grandes quantités, les quelque 100 plus grands lacs d'accumulation de Suisse jouent principalement le rôle d'une batterie indirecte, respectivement d'un accumulateur: ils retiennent l'eau provenant de la fonte des neiges et des

| | Tous les aménagements hydro-électriques | Aménagements mixtes de pompage-turbinage | Part de pompage-turbinage |
|---|---|---|---|
| Nombre de centrales | 462 | 16 | 3,5% |
| Puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs | 11 624 MW | 1455 MW | 12,5% |
| Production annuelle moyenne escomptée | 32 830 GWh | 1640 GWh | 5,0% |
| Production hivernale moyenne escomptée | 14 227 GWh | 1101 GWh | 7,7% |

**Importance de l'accumulation par pompage-turbinage en Suisse**
– Seules les centrales d'une puissance maximale égale ou supérieure à 300 kW sont prises en considération
– Aménagements internationaux: seule la part de souveraineté Suisse est prise en considération
– Energie de pompage pour l'accumulation saisonnière non déduite

glaciers durant l'été derrière les barrages situés dans les hautes vallées alpines, d'où on la prélève en hiver, selon les besoins, pour la «recycler» dans les turbines des centrales à accumulation. Pour citer un exemple tiré de la culture des fruits et des légumes: le courant d'été, respectivement l'eau d'été, est, en quelque sorte, «mise en cave» pour l'hiver.

Convertis en production d'énergie possible, ce sont environ 8 milliards de kWh qui sont «sauvés», respectivement «mis en cave» lors de la période d'été pour la période hivernale. Cela correspond à un peu plus d'un sixième de la consommation actuelle de courant en Suisse. Jusqu'au mois d'avril, les lacs d'accumulation sont vidés jusqu'à ce qu'ils ne comportent plus qu'une «réserve de crise» de 10 à 15%, c'est-à-dire correspondant à environ 1 milliard de kWh.

Etant donné les besoins en courant toujours encore croissants – en hiver principalement – le transfert d'énergie d'été en énergie d'hiver suffit de moins en moins à mesure que le temps passe. Le fait que la Suisse est encore et toujours tributaire d'importations de courant lors des années présentant de faibles débits d'eau durant la période hivernale le démontre à l'évidence. Ce fut le cas, en dernier lieu, lors de l'hiver 1989/90, lorsque les importations nettes de courant se montèrent à 1,9 milliard de kWh. Pour couvrir, en hiver, les besoins en électricité de pointe de notre pays par nos propres moyens, au lieu de le faire par l'intermédiaire d'importations en provenance des centrales nucléaires françaises, la Suisse devrait disposer depuis longtemps d'une nouvelle centrale nucléaire, ou alors de centrales à accumulation, ou de centrales à accumulation par pompage-turbinage supplémentaires.

## Exigence d'une plus grande puissance

Les centrales à accumulation ne servent pas seulement au transfert d'énergie d'été en énergie d'hiver. Du fait que les turbines hydrauliques et les générateurs qui leur sont couplés atteignent, comme nous l'avons déjà mentionné, très rapidement leur nombre nominal de tours, ces centrales sont extraordinairement bien adaptées pour amortir les pointes de charge. La consommation de courant n'est en effet pas constante; elle varie littéralement de minute en minute et présente, spécifiquement – avant midi, par exemple – des pointes très prononcées. Si ces pointes n'étaient pas en mesure d'être compensées, l'approvisionnement en courant s'écroulerait dans les délais les plus brefs.

Les centrales à accumulation de notre pays remplissent une mission importante, non seulement sur le plan national, mais également dans le cadre du réseau électrique interconnecté de l'Europe de l'ouest, avec son parc constitué en majeure partie de centrales thermiques. Du fait de leur système de régulation simple, elles sont volontiers mises en œuvre dans le cadre de la compensation des petites variations continuelles de consommation du réseau, à côté de la couverture des pointes de charge. C'est du reste également pour cette raison que la Suisse exporte, elle-même, de l'énergie de pointe, c'est-à-dire de la «puissance» lors des jours les plus froids de l'hiver – à bon prix naturellement – et qu'elle importe en échange, lors de périodes de faible charge, de l'énergie de base – à des prix sensiblement inférieurs. Les avantages de cette politique basée sur les exportations et importations ne sont, au demeurant, pas à l'avantage des «barons de l'électricité», ainsi qu'on les dénomment souvent, mais au contraire bel et bien à l'avantage des consommateurs, sous forme d'un prix de courant plus favorable. En effet environ trois quarts des centrales électriques suisses se trouvent en mains publiques.

## Pourquoi l'accumulation par pompage-turbinage?

La consommation suisse de courant continue de croître; en 1990 l'accroissement s'est élevé à 2,4% ou environ 1,1 milliard de kWh. Cela correspond environ au double de la consommation annuelle de courant de la ville de Winterthur, ou à plus d'un tiers de la consommation de courant de la ville de Zurich. Etant donné ces taux de croissance et le moratoire sur les centrales nucléaires entériné sur le plan constitutionnel depuis de 23 septembre 1990, il est compréhensible que les milieux de l'industrie électrique aient entrepris, depuis quelques années déjà, de conclure

## Explication de ces notions particulières

*Aménagements à accumulation:*
N'exploitent qu'une partie des apports immédiatement. Le reste est accumulé dans un bassin en vue d'une utilisation ultérieure. Les apports peuvent également être amenés par pompage (pompes d'alimentation). On rangera également parmi les aménagements à accumulation les aménagements au fil de l'eau situés dans la zone préalpine ou en amont des lacs du plateau suisse et qui produisent une part d'énergie importante en profitant du mode d'exploitation des aménagements d'amont, mode qu'ils peuvent influencer de manière significative. Un tel aménagement sera classé sous «aménagement à accumulation» si la capacité énergétique que représente pour lui le volume d'eau stocké dans les aménagements d'amont est égale ou supérieure au 25% de sa production d'hiver moyenne escomptée.

*Aménagements de pompage-turbinage pur:*
N'utilisent que l'eau préalablement pompée dans le bassin d'accumulation. En règle générale, les pompes et les turbines ont en commun le bassin d'accumulation et le bassin inférieur.

*Aménagements mixtes de pompage-turbinage:*
Il s'agit d'une combinaison entre aménagements à accumulation et de pompage-turbinage pur.

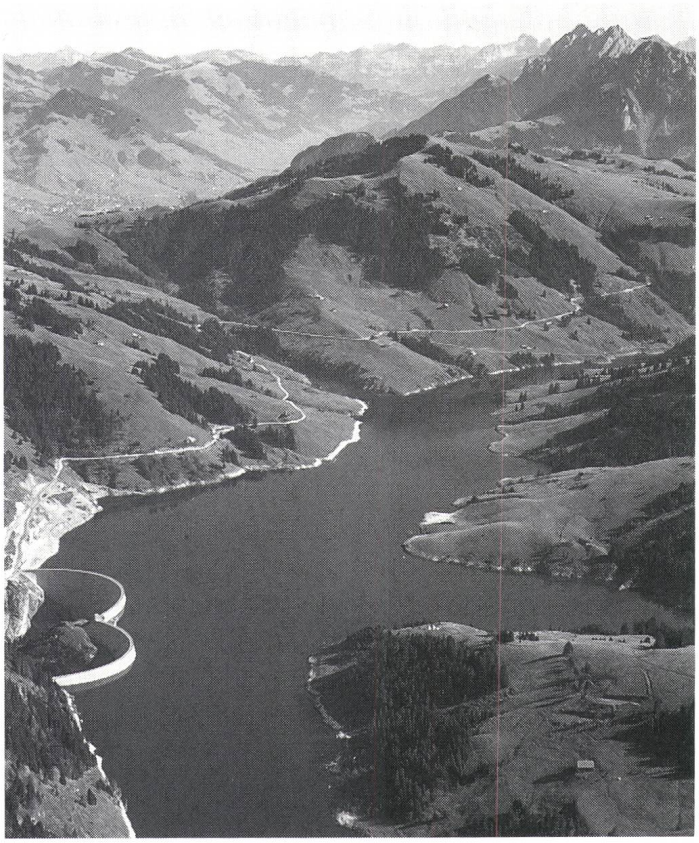
Source: Office fédéral de l'économie des eaux

des contrats de livraison de courant d'origine nucléaire en provenance de la France. Mis à part le fait que la Suisse devient, dans ces conditions, tributaire de l'étranger dans le cadre de la production d'électricité, ces contrats présentent un inconvénient d'importance: Electricité de France, en sa qualité d'exploitante des centrales nucléaires françaises, dispose du droit de réduire ses livraisons de courant annuelles durant un nombre bien spécifié de jours d'hiver, choisis librement (20 environ).

La Suisse est dès lors tributaire de ses propres possibilités de production, et cela sous deux aspects différents: elle doit, d'une part, produire l'énergie (kWh) dans ce cas indispensable dans ses propres centrales; d'autre part, elle doit également fournir elle-même la puissance (kW) que les consommateurs exigent. Au regard de la croissance continuelle de la consommation de courant et des besoins en puissance qui augmentent pratiquement de manière parallèle, cela peut conduire en hiver à de réels goulets d'étranglement, la consommation de courant étant d'environ 10% plus élevée qu'en été.

Même si, aujourd'hui déjà, les forces hydroélectriques de la Suisse sont largement mises à contribution, il existe cependant encore une possibilité de produire à l'avenir d'une manière encore plus axée sur la consommation, c'est-à-dire de mettre en réserve une partie de l'énergie produite en été pour la période hivernale. La recette s'appelle accumulation par pompage-turbinage. Dans ce cas, des pompes, respectivement des pompes-turbines de pompage sont mises en action durant l'été, grâce à l'énergie électrique à bas prix provenant des grandes quantités disponibles; l'eau est transférée des vallées dans les lac d'accumulation situés à des altitudes supérieures, d'où elle peut, selon les besoins, c'est-à-dire en hiver, être «prélevée» à nouveau pour être transformée en courant.

Dans le cas de l'accumulation par pompage-turbinage, il ne s'agit bien entendu pas d'obtenir de l'énergie supplémentaire, mais seulement de transférer cette énergie, avec un rendement d'environ 70%. Un tel scénario serait toutefois en mesure de contribuer de manière essentielle à l'amélioration, dans le futur, de la sécurité de l'approvisionnement de la Suisse en courant. La condition serait évidemment que les capacités d'accumulation des lacs de retenue existants puissent être augmentées par une élévation des barrages et par la construction de lacs d'accumulation supplémentaires.



**Le lac d'accumulation d'Hongrin**

Contrairement à ce qui se passe à l'étranger, où des centrales de pompage-turbinage (par exemple Hotzenwald dans le sud de la Forêt noire avec une puissance de 1000 MW) servent à compenser les variations des pointes de charge durant la journée, le pompage-turbinage n'a joué pour ainsi dire aucun rôle en Suisse jusqu'à maintenant. Les pointes de charge pouvaient et peuvent, en effet, être amorties par la mise en service rapide de centrales à accumulation. De véritables installtenant, en fonction que dans les aménagements hydroélectriques des Forces motrices Oberhasli (lac du Grimsel/lac de l'Oberaar), des Forces motrices de l'Engadine (lac d'accumulation de Livigno) ainsi que dans une petite centrale électrique dans les environs de Schaffhouse. A cela s'ajoute évidemment un grand nombre de pompes de refoulement, qui servent à pomper l'eau collectée en-dessous du niveau de retenue des lacs d'accumulation, pour que ces derniers soient effectivement remplis jusqu'au début de l'hiver. L'exemple le plus connu, dans ce contexte, pourrait être le lac d'accumulation de la Grande Dixence. Un transfert d'énergie saisonnier, de grande envergure, par pompage, n'a cependant encore jamais eu lieu en Suisse. Moins de 3% de la production totale d'énergie électrique du pays sont consacrés, chaque année, à l'exploitation de pompes d'alimentation.

C'est justement là que résiderait une chance, non seulement de réduire notre dépendance des livraisons de courant en provenance de l'étranger, mais également d'élargir la contribution spécifique de la Suisse en faveur du réseau électrique interconnecté européen toujours plus important, à savoir la couverture des pointes de puissance.

## Complément grâce à l'énergie photovoltaïque

Celui qui regarde un peu plus loin dans le futur découvrira évidemment une autre possibilité, respectivement une nécessité inaliénable du pompage-turbinage: si la production de courant à partir d'énergie photovoltaïque, c'est-à-dire à partir de cellules solaires prend pied un jour sur une base plus large, le transfert saisonnier indirect d'énergie électrique gagnera encore sensiblement en importance. Car, ainsi que l'ont montré les résultats des mesures effectuées jusqu'à maintenant, les installations solaires fournissent environ 70% de leur production annuelle durant la période estivale, mais seulement 30% environ lors de la période hivernale. Et aussi longtemps qu'aucune batterie plus efficace, respectivement aucun accumulateur, ne sera à disposition, la seule et unique mesure praticable pour un transfert été/hiver de grande envergure restera le pompage-turbinage.