



VALUE-ADDED ENGINEERING

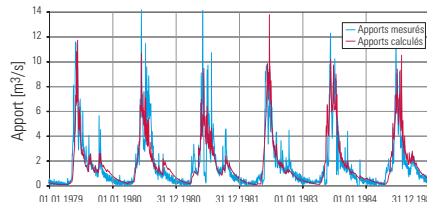
PRÉVISIONS D'APPORTS - INFLOW FORECAST

Dans le cadre de la réhabilitation d'aménagements hydroélectriques, les travaux d'assainissement des ouvrages de retenues impliquent en général un abaissement temporaire de la cote normale du niveau d'eau et, par conséquent, une limitation de leur volume utile. Une telle restriction engendre dans de nombreux cas des difficultés pour l'exploitation.

Il s'avère ainsi que le maintien d'une cote normale abaissée pour la période des travaux ne peut être assuré que par une régulation basée sur l'utilisation régulière des vannes de vidange.

La mise en place d'un modèle de prévisions d'apports à court et moyen terme permet de limiter l'ouverture des organes de vidange par des abaissements préventifs du plan d'eau par turbinage. Un tel mode de gestion permet donc d'optimiser la gestion de l'aménagement.

Dans ce but, STUCKY SA a établi, à la demande de différents exploitants, un modèle hydrologique de type précipitations – températures – apports, couplé à un modèle de prévisions à moyen terme basé sur le stock d'eau disponible dans le bassin versant et des courbes de fontes historiques.



Résultats du modèle de prévisions
(comparaison entre les apports mesurés et modélisés)

Results of the forecast model
(comparison between measured and modelled inflow)

Within the framework of the rehabilitation of hydroelectric schemes, reservoir cleaning generally requires a temporary lowering of the normal water level and, consequently, a reduction of their live storage. Such a restriction generates in many cases operational problems.

A lowered normal water level during the work period can only be ensured through a regulation based on the frequent use of the outlet gates.

The use of a short and mid-term water inflow forecast model allows a preventive lowering of the water level through energy production rather than by water loss through the outlet works. Such an operational mode thus allows for optimization of the management of the scheme.

Following various Clients' demands, STUCKY Ltd has established a precipitation – temperature – inflow hydrological model, coupled with a mid-term forecast model, based on the available water storage capacity in the catchment area and historical snow melt curves.

PLAN DE DÉLESTAGE DE CHARGE - LOAD SHEDDING PROGRAMME

La Suisse se trouve au centre du réseau électrique européen avec des interconnexions vers cinq pays limitrophes. Il est dès lors normal qu'elle participe aux efforts de sécurité liés au maintien du réseau en cas de surcharge.

La Suisse a signé, avec l'UCTE, le document «Operational Handbook» (Policy 1: Load-frequency control and performance, Appendix 5: Emergency Operations), qui l'oblige à soutenir le réseau européen lorsque, en cas d'événements majeurs, la consommation d'énergie dépasse la production disponible. Ce manque d'énergie, s'il n'est pas rapidement maîtrisé, peut conduire à un black out complet du réseau.

Afin de réduire très rapidement la charge du réseau, un plan de délestage de charge automatique lié à la fréquence est en phase de réalisation en Suisse romande et devrait être opérationnel au début 2008.

Energie Ouest Suisse (EOS) a confié à STUCKY le mandat pour la gestion de ce projet.



Relais de mesure de fréquence du réseau pour le délestage de charge automatique, en fonction de seuils programmés.

Grid frequency measuring relay for automatic load shedding with threshold levels

Switzerland is located at the centre of the European electric grid with interconnections to five neighboring countries. It is therefore normal that it participates in the efforts made to protect the grid in case of overload.

By signing the so-called «Operational Handbook» (see Policy 1: Load frequency, Appendix 5: Emergency operations) with UCTE, Switzerland has committed itself to support the European grid when, in case of major events, the power consumption exceeds the available generation. If such lack of energy is not rapidly controlled, it can lead to a complete black out of the grid.

To reduce very rapidly the grid load, an automatic load shedding program bound to the frequency is under implementation in Western Switzerland and should become effective in early 2008.

EOS (Energie Ouest Suisse) has entrusted STUCKY with the management of this project.



G. de Montmollin

MODÈLE HYDROLOGIQUE DE PRÉVISIONS D'APPORTS À COURT ET MOYEN TERME

HYDROLOGICAL MODEL OF SHORT AND MID-TERM WATER INFLOW FORECAST

Le modèle hydrologique développé par STUCKY SA est basé sur une subdivision du bassin versant en bassins versants virtuels représentant des tranches d'altitudes. Pour chacun de ces bassins versants virtuels, un modèle hydrologique complet est établi, comprenant la répartition des précipitations selon leur nature (pluie ou neige), la gestion de la neige et de la pluie, la génération des crues, ainsi que la gestion de la glace. A chaque pas de temps, le modèle permet de connaître les apports, ainsi que le stock dans chacun des bassins versants virtuels (voir schéma) et, par conséquent, sur l'ensemble du bassin versant considéré.

Le modèle de prévisions à court terme (quelques jours) se base sur le modèle hydrologique décrit ci-dessus et sur les prévisions de températures et de précipitations proposées par des fournisseurs externes (MétéoSuisse par exemple).

Le modèle de prévisions à moyen terme (quelques mois) est réalisé en considérant d'une part, les courbes de fontes historiques (c'est-à-dire la diminution du stock sur la période de prévision considérée durant les années hydrologiques de référence, en admettant une situation de sécheresse) ramenées au stock disponible à la date de prévision et d'autre part les apports directs liés aux précipitations. Dans les différents modèles réalisés, environ vingt ans de données historiques étaient disponibles.

Lors des prévisions à moyen terme, vingt séries de fontes historiques sont générées et combinées avec vingt séries d'apports directs, ce qui conduit à quatre cents séries équiprobables qui peuvent être traitées statistiquement pour dégager une prévision. Un tel modèle permet ainsi de prévoir les apports sur plusieurs mois et d'apprécier une certaine incertitude liée aux précipitations et à l'évolution effective de la fonte du stock de neige.

The hydrological model developed by STUCKY Ltd is based on a subdivision of the catchment area into virtual catchment areas, representing elevation stages. For each virtual catchment area, a complete hydrological model, including the distribution of precipitations (rain or snow), snow and rain management, flood generation, as well as ice management, is established. At each time step, the model determines the water inflow, as well as the stock in each virtual catchment area (see flow chart) and, consequently, over the whole catchment area.

The short term water forecast model (a few days) is based on the above hydrological model and on temperature forecasts proposed by external suppliers (e.g. MétéoSuisse).

The mid-term water forecast model (a few months) is carried out taking into account on the one hand historical snow melt curves (i.e. the stock decrease during the forecast period considered for hydrological reference years, assuming a situation of drought) reduced to the available stock at the date of forecast. On the other hand, the direct inflow is linked to the precipitation. The different models established were based on around twenty years of historical data.

During mid-term forecast, twenty historical snow melt series are generated and coupled with twenty direct inflow series, which leads to four hundred equiprobable series. These can be studied statistically to draw a forecast. The use of such a model allows inflow to be forecasted over several months and uncertainty of water inflow linked to precipitation and snow melt to be estimated.

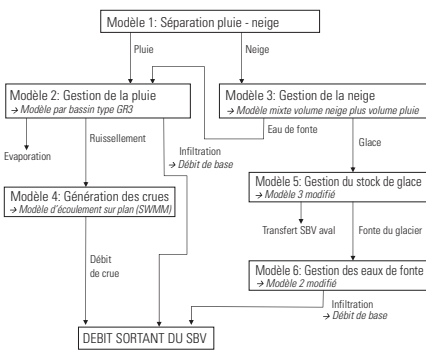
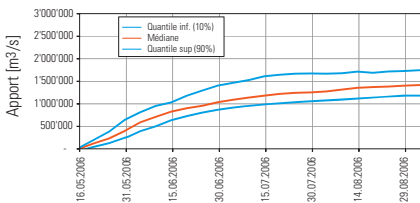


Schéma du modèle hydrologique appliqué sur chaque bassin versant virtuel

Flow chart of the hydrological model used on each virtual catchment area



Résultats du modèle de prévisions d'apports à moyen terme pour une prévision le 15 mai 2006

Results of the mid-term water inflow forecast model for a forecast on May 15, 2006

MISE EN ŒUVRE DU PLAN DE DÉLESTAGE DE CHARGE EN SUISSE ROMANDE IMPLEMENTATION OF THE LOAD SHEDDING PROGRAMME IN WESTERN SWITZERLAND

Afin de pouvoir maîtriser la chute subite de la fréquence sur le réseau européen, un concept de délestage par minimum de fréquence est en cours de réalisation en Suisse romande. Ce concept est développé en accord avec Swissgrid (coordinateur du réseau au niveau Suisse) et les autres partenaires du pays.

La courbe présentée ci-contre démontre la nécessité d'un tel plan, puisque lors d'un affaiblissement récent du réseau nord européen, la fréquence du réseau d'interconnexions était tombée près du seuil fatidique des 49,0 Hz. Cette valeur correspond au premier niveau de délestage automatique par minimum de fréquence. La Suisse a été épargnée lors de cet événement, mais de nombreuses régions des pays voisins ont dû être délestées.

L'UCTE prescrit 4 seuils de délestage automatique s'échelonnant entre 49,0 et 48,1 Hz, permettant une diminution progressive de la charge pouvant aller jusqu'à 70 % de la charge initiale.

Préalablement, pour empêcher la fréquence du réseau d'atteindre les seuils du délestage automatique, des mesures correctives sont prises par les gestionnaires du réseau. Il s'agit principalement de l'engagement des centrales de réserve et de l'arrêt du pompage.

Si tous les seuils de délestage devaient être atteints, les centrales électriques seraient alors mises en îlotage (hors réseau).

Afin de garantir les seuils prescrits, le concept qui a été retenu par l'équipe de projet a les caractéristiques suivantes :

- Décentralisation : le relais de délestage se trouve tout près des organes de coupure.
- Simplicité maximum : pas de liaison directe avec les centres de gestion.
- Permutation manuelle (directement sur le relais) des groupes de clients en fonction des seuils de délestage.
- Choix d'un relais identique par tous les partenaires de la même zone bilan, d'où simplification de programmation et de schématique.
- Coupure de la charge au secondaire des transformateurs selon plan de tension 3.
- Fonction df/dt déjà implémentée dans le relais (en standby).

EOS (Energie Ouest Suisse) a confié à STUCKY les prestations suivantes : direction du projet, étude et mise en œuvre du concept avec les partenaires de la zone bilan.

To control a sudden frequency drop on the European grid a concept of load shedding by frequency minimum is under implementation in Western Switzerland. This task is performed under an agreement with Swissgrid (the new coordinator of the Swiss grid) and other domestic partners.

The attached diagram shows the necessity of such a program, as during a recent weakening of the North European grid, the frequency of the interconnected plants dropped close to the crucial level of 49.0 Hz. This value corresponds to the first level of automatic load shedding by minimum frequency. Switzerland was spared during this event, but load shedding occurred in several areas of the surrounding countries.

The UCTE prescribes 4 levels of automatic load shedding from 49.0 to 48.1 Hz, enabling a progressive load reduction that can reach 70% of the initial load.

To prevent the grid frequency from reaching the levels of automatic load shedding, corrective measures are usually taken by the grid operators beforehand. They consist mainly of starting the operation of standby power plants and stopping pumped storage activities.

If all load shedding levels were reached, then grid sectioning would be imposed, isolating the power plants.

To guarantee the prescribed levels, the following concept has been developed by STUCKY's project team :

- Decentralization : the load shedding relay is close to the circuit breaker components.
- Maximum simplicity : no direct connection with the operation centers.
- Hand operated permutation (directly on the relay) of the client groups as a function of the load shedding levels.
- Selection of an identical relay by the balance responsible utilities leading to simplified programming and schematics.
- Load cutting at the secondary winding of the transformers according to voltage plan 3.
- df/dt function already implemented in the relay (standby).

STUCKY managed the project and provided supporting services to EOS (Energie Ouest Suisse) and developed and implemented the concept with the balance responsible utilities.



C. Wyssa

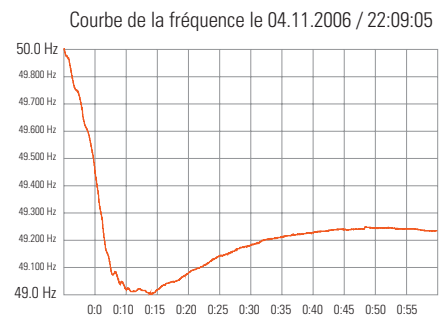
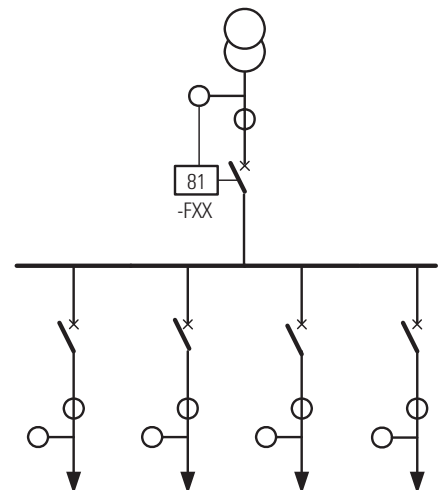


Diagramme de fréquence du 4 novembre 2006 : suite à un incident au nord du réseau européen, la fréquence a chuté jusqu'à 49,005 Hz

Frequency diagram of Nov. 4, 2006; following an incident on the North European grid the frequency dropped down to 49.005 Hz



Principe d'implantation d'un relais de délestage dans une station de distribution

Schematic implementation of a load shedding relay in a switchyard

Bilan des bétons du barrage-voûte de Deriner (Turquie)
Review of mass concrete works at Deriner arch dam (Turkey)

Le Lignon – Nouvelle centrale à gaz à cycle combiné de 100 MW (Suisse)
Le Lignon – 100 MW new combined cycle gas power plant (Switzerland)



STUCKY SA

Rue du Lac 33
Case postale
1020 Renens VD 1

SUISSE

Tél. + 41 21 637 15 13
Fax + 41 21 637 15 08
E-mail : stucky@stucky.ch



STUCKY Ingénieurs Conseils SA

180, Rue Guy Arnaud
30900 Nîmes

FRANCE

Tél. + 33 466 04 05 70
Fax + 33 466 04 05 69
E-mail : stucky@stucky.fr



STUCKY PARS

4th floor, # 64
Khoddami St., Vanak Sq.
Téhéran

IRAN

Tél. + 98 21 8867 8246
Fax + 98 21 8867 8247
E-mail : info@stuckypars.com



STUCKY Consulting Engineering Ltd

Janzour Alsharqia
Tripoli

LIBYE

Tél. + 218 21 489 51 57
Fax + 218 21 489 68 23
E-mail : tripoli@stucky.ch



STUCKY – ENHYD SpA

Route de la Base Aérienne
Chéraga-Alger

ALGÉRIE

Tél. + 213 21 37 57 43
Fax + 213 21 36 97 93
E-mail : stucky-enhyd@stucky-enhyd.com