

Petite centrale hydroélectrique à Sonceboz "Sous les Roches"

Renaissance d'une installation oubliée

Michel Hausmann

L'exploitation de la force hydraulique le long de la rivière Suze connaît une réelle renaissance avec la construction et la remise en état de diverses installations sur des sites qui jadis avaient été déterminants pour le développement industriel de cette région du Jura bernois. Ainsi, plusieurs petites centrales hydroélectriques ont repris la production d'électricité, d'autres projets sont actuellement en cours.

Turbinor SA a entrepris la planification et la réalisation d'une mini-centrale sur le site de "Tournedos", lieu sur lequel s'était établie la petite centrale hydraulique qui amena l'électrification aux communes de Sonceboz et Sombeval dès l'année 1895; l'installation d'origine a fonctionné jusqu'en 1974 puis, vouée à une rentabilité compromise, elle céda sa place à l'implantation de la station d'épuration du Bas-Vallon (SEBV). Toutes les images de Michel Hausmann.

Sommaire

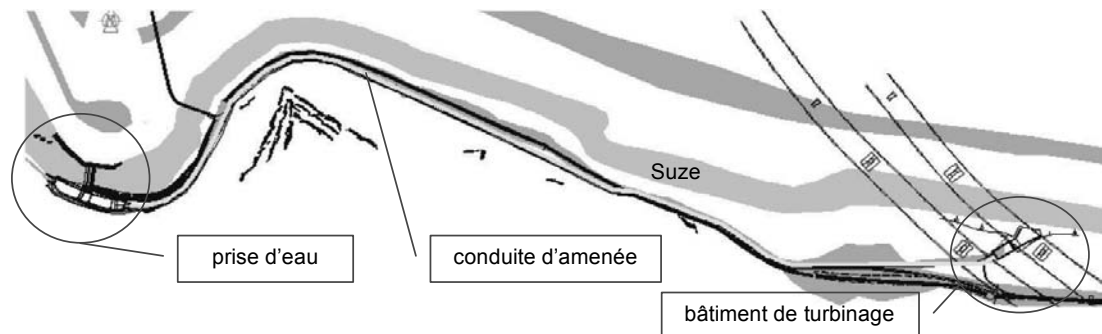
C'est durant le printemps de l'année 2001 que l'auteur du projet s'est rendu auprès de la commune de Sonceboz pour exposer ses intentions d'étude et pour mettre en œuvre un **projet** qui exploiterait l'énergie renouvelable de la **Suze** à l'est du village. Le projet a de suite bien été reçu par les administrateurs communaux puis par le comité SEBV et le syndicat des berges de la Suze dont les membres ont activement **encouragé et aidé l'entrepreneur** dans l'avancement du dossier de conception puis durant l'exécution des travaux.

Initialement, des relevés de hauteur d'eau ont dû être effectués dans le tronçon résiduel de la Suze, ceci dans le cadre de la détermination du **débit résiduel** applicable au projet. Des études de faisabilité et des avant-projets ont suivi sur cette base pour aboutir à l'obtention du droit d'eau et pour pouvoir débiter avec les travaux de

construction en mars 2005. La génératrice a pu être synchronisée avec le réseau le **29 octobre 2005** et, depuis, l'installation fonctionne en régime commercial.

Les **difficultés majeures** dans le cadre de la définition du projet auront été:

- a)** l'élaboration du **concept de la prise d'eau** en relation avec le profil existant du terrain susceptible de recevoir la conduite (problème des niveaux),
- b)** l'obtention du droit d'implanter le bâtiment de turbinage sous l'ouvrage du **pont de l'autoroute N16**, autorisation qui aura été délivrée grâce à beaucoup de bonne volonté de la part de l'Office des ponts et chaussés,
- et **c)** de trouver des solutions rationnelles quant à la pose d'une conduite forcée sur un **tracé à partager** avec le réseau 16 kV, les fibres optiques de télécommunication et une conduite existante des eaux usées de la SEBV (conduite de dia. 1,5 m) qu'il aura encore fallu croiser.



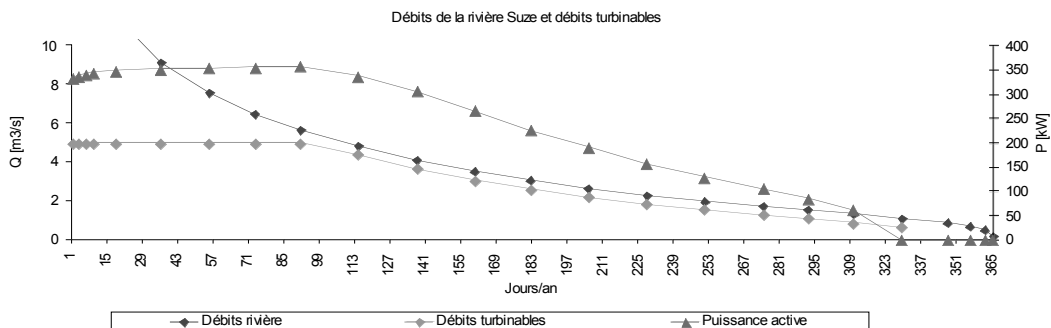
Situation

Tout comme la centrale de l'époque, la nouvelle réalisation consiste en une prise d'eau (captage), une conduite d'amenée et un bâtiment de turbinage. Dans le cadre de ce projet, tous les ouvrages ont dû être **reconstruits à neuf**; une simple remise en état des vestiges n'a guère été possible.

Caractéristiques techniques

Les installations ont été dimensionnées à partir de la chute exploitable, de la disponibilité des débits de la rivière (la **station hydrologique n° 2307** qui se trouve à 1 km en amont du site livre des données fiables depuis 1963), du débit résiduel imposé et en considération des critères économiques.

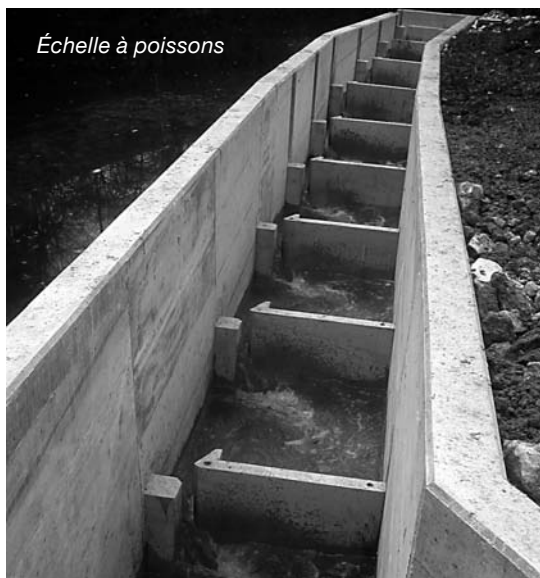
Chute brute:	11,6 m
Débit d'installation:	5 m³/s
Turbine:	Kaplan horizontale (type S) à double réglage [Hydrohrom SK1000]
Génératrice:	Synchrone 400 V, 441 kVA [TES Vsetin]
Puissance nominale:	370 kW
Production moyenne anticipée:	1'800'000 kWh, ce qui équivaut à la consommation d'environ 360 ménages



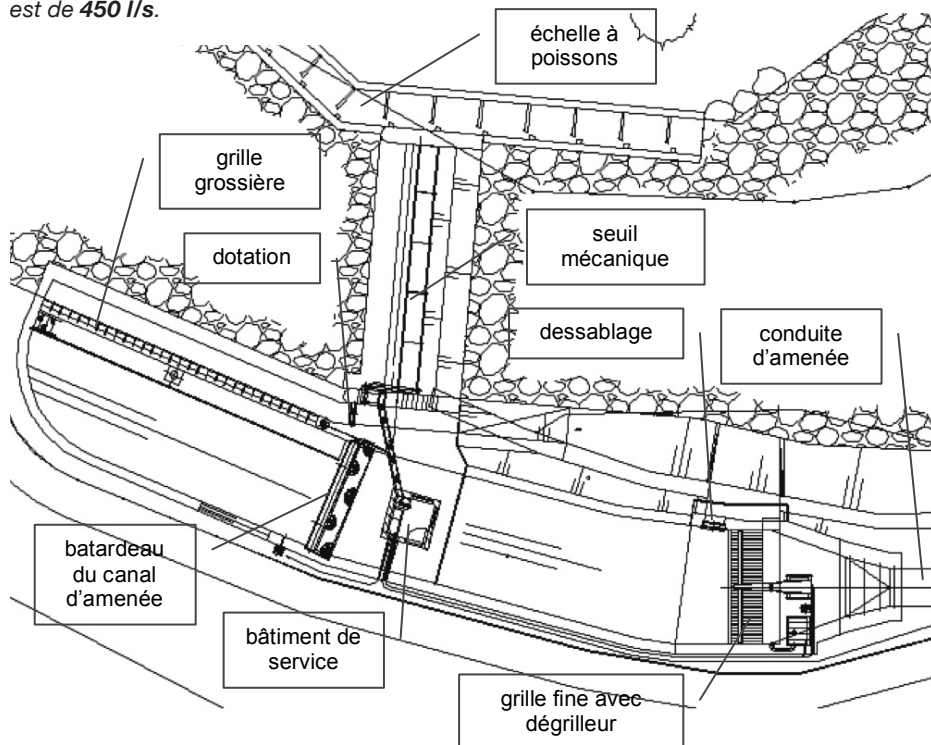
Descriptif des ouvrages à la prise d'eau

Les ouvrages à la prise d'eau servent avant tout à la déviation de l'eau de rivière vers la conduite d'amenée. Le concept exécuté permet également d'**assurer** que la **qualité d'eau** soit suffisante pour le turbinage (limitation de la taille des corps solides et des corps en suspension), de maintenir un niveau d'eau stable en amont du seuil, de faire passer les crues et d'éviter des problèmes d'inondation ainsi que d'offrir l'accès nécessaire pour les travaux de maintenance des installations.

Une **échelle à poissons** assure la connectivité outre-seuil des espèces aquatiques; elle déverse une partie du débit résiduel conjointement avec le débit de dotation qui passe par un batardeau de service situé sur le côté droit du seuil. Le **débit résiduel** prescrit par la concession du droit d'eau est de **450 l/s**.



Échelle à poissons



Commande

Tous les équipements actifs de la prise d'eau sont commandés par un **automate programmable** qui se situe dans le tableau électrique du bâtiment de service. Un affichage "**touch screen**" affiche les valeurs physiques du procédé technique et permet à l'utilisateur d'ajuster certains paramètres opérationnels. L'alimentation électrique des installations provient du bâtiment de turbinage avec lequel la prise d'eau est reliée. Les organes de commande sont interconnectés par le biais d'une **liaison fibre optique** posée entre le bâtiment de turbinage et le bâtiment de service de la prise d'eau.

Principe de régulation

Le seuil mécanique opère à l'aide d'un cylindre hydraulique qui est piloté pour maintenir le niveau amont de la rivière dans une plage donnée (p. ex. +0,030 à +0,090 m), alors que la **turbine** reçoit sa consigne pour **maintenir précisément le niveau** de régulation (p. ex. 0,000 m). Ainsi, durant l'opération à charge partielle, le seuil est entièrement levé. Lors

de l'arrêt de la turbine ou en cas de crues, le seuil s'abaisse pour maintenir les niveaux. La régulation du seuil est une **régulation lente** et intermittente. En cas d'une rapide augmentation du niveau d'eau, un **dispositif de sécurité** actionne directement le vérin et abaisse le seuil selon les besoins. La commande du seuil est assurée contre une panne de courant par un système d'alimentation de secours (batteries).

Installations prévues pour la maintenance

Le **batardeau du canal** d'amenée permet d'isoler le canal et la conduite selon nécessité (p. ex. mise à sec pour inspecter les ouvrages, la conduite, la turbine, etc...). Ce batardeau est motorisé en raison de son poids et de sa taille.

Le **batardeau du dessableur** permet de purger le canal d'amenée. Il est desservi manuellement lors des crues et selon un calendrier de purge. Le **batardeau de dotation** et le seuil sont également opérés périodiquement pour évacuer le matériel qui s'accumule en amont de la retenue.



Prise d'eau

Descriptif de la conduite d'amenée

La conduite d'amenée achemine l'eau vers la turbine sur quelque **465 m de distance** qui sépare la prise d'eau du bâtiment de turbinage.

Une conduite en **PRV (polyester renforcé par fibres de verre)** de diamètre **1,5 m**, SN5000, PN6 a été posée. Celle-ci se compose d'un total de 66 tubes droits et de 18 coudes chaudronnés. Les éléments de la conduite ont été manchonnés sur place, le manchon faisant office de joint étanche.

Le tracé et la pose de la conduite ont été effectués avec **beaucoup de soin** et avec grande précision, ceci pour ne pas entrer en conflit avec les canalisations existantes.

Bien que le tracé suive un terrain plat sur quelque 400 m (sous un sentier) et qu'il a fallu croiser la conduite des eaux usées par le dessous, la conduite d'amenée respecte toujours une **pente de pose positive**. Pour ce faire, chaque élément de la conduite a été aligné au laser.

Le remblayage de la conduite a été fait avec le matériel prescrit par le fournisseur de la conduite et bien compacté selon spécifications. Tous les **coudes** sont **enrobés de béton** pour soutenir leur position contre les forces exercées par le débit.



Construction des ouvrages à la prise d'eau

Descriptif des installations de turbinage

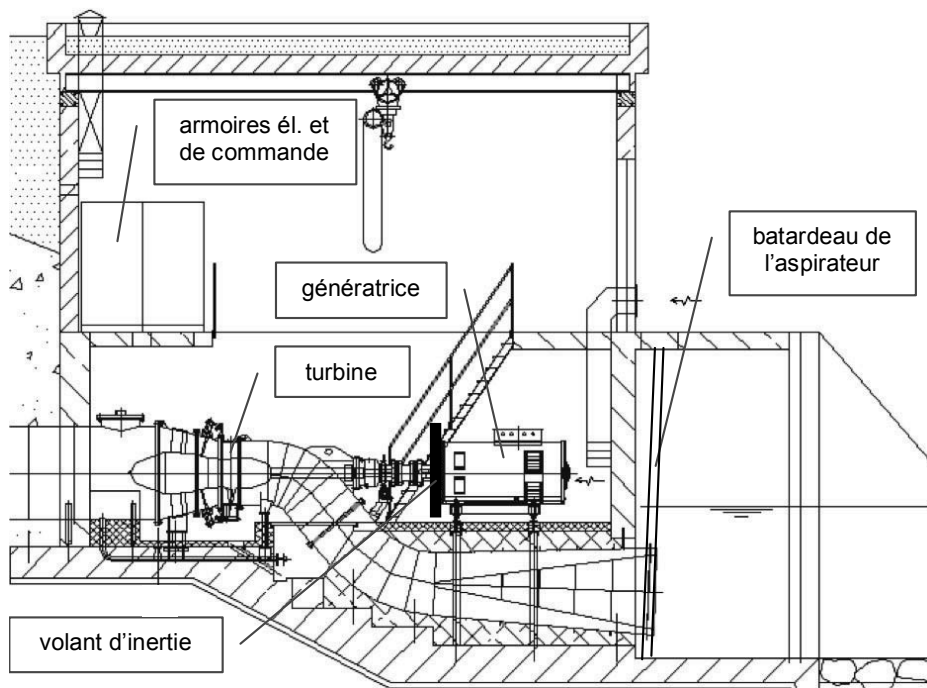
Le **bâtiment de turbinage** loge les équipements électromécaniques ainsi que la commande du procédé de turbinage.



Arrivée de la turbine

La conduite d'amenée alimente la turbine qui restitue l'eau à la rivière. Elle entraîne une génératrice synchrone à douze pôles qui est fixée directement à l'arbre de la turbine par le biais d'un **accouplement flexible**. Pour améliorer la réponse transitoire en cas d'emballlement de la turbine et pour ménager la conduite d'amenée, un **volant d'inertie** a été intégré sur l'axe de la génératrice. La vitesse de rotation du groupe est de 500 t/min.

La turbine est conçue avec **4 pales** mobiles, le distributeur comprend **11 directrices**. Le distributeur et la turbine sont réglés individuellement (double-réglage) selon une courbe de corrélation établie dans l'organe de commande pour atteindre une marche stable avec les meilleurs rendements.



Distributeur, roue motrice

Commande

Analogue à celle de la prise d'eau, la commande des installations du bâtiment de turbinage est assurée par un **automate programmable**. Un écran "touch screen" sert d'interface avec l'utilisateur; quelques fonctions importantes sont directement accessibles par les **interrupteurs** montés au **panneau électrique**. L'état de marche est signalé par des lampes témoins.

Un enregistreur des alarmes et des erreurs sert à l'**archivage de l'historique** du fonctionnement des installations. Un module compact mesure les grandeurs électriques et mémorise tous les paramètres qui peuvent être obtenus sur la base des courants et des tensions (valeurs instantanées/max/min/moy, puissances, facteur de puissance, comptage, harmoniques, etc...).

Le contrôle à distance des installations est assuré par une **liaison GSM**. Les données (valeur instantanées, alarmes, erreurs) sont échangées par un protocole SMS. Cette solution est simple et économique. Elle évite le raccordement d'une ligne physique. D'autre part ces données sont transmises sur un **téléphone portable**, ce qui permet presque toujours d'atteindre le gardien des installations (s'il n'a pas oublié son portable...) pour les alarmes/erreurs, ceci indépendamment de l'endroit où il se trouve.

Pour parfaire les réglages et dans le but d'archiver tous les signaux de l'automate programmable, un **système SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition) a été intégré dans la communication existante de l'installation de commande.

Installations prévues pour la maintenance

Un batardeau a été intégré à la sortie de l'aspirateur, ceci pour permettre d'**isoler la turbine** et d'éviter un refoulement de la rivière, en cas d'inspection de cette dernière. Rem: la turbine est partiellement immergée de part sa hauteur d'implantation (sécurité contre la cavitation).

Un **palan de 7,5 tonnes** a permis d'entrer les installations telles que turbine, génératrice, volant d'inertie, etc... L'installation ne sera utilisée qu'en cas de travaux de révision ou de réparation.

Installations auxiliaires

Une **pompe submersible** est installée dans le puits sous la turbine. Cette dernière permet d'évacuer l'eau de drainage qui afflue lors d'interventions dans la conduite ou dans la turbine. Par ailleurs elle offre une certaine sécurité en cas de petites fuites (capacité d'évacuation env. 6 l/s).

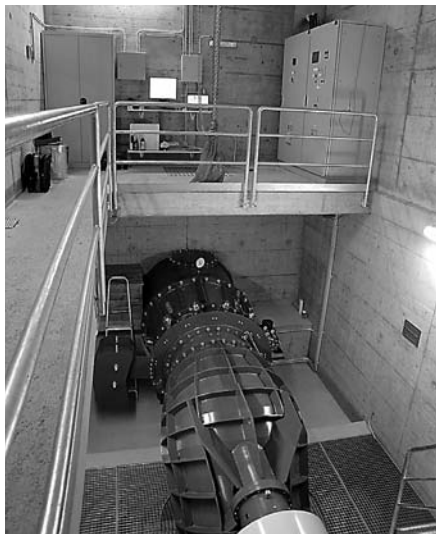
Un **système de ventilation** a été intégré au bâtiment pour extraire la chaleur de la

génératrice. Ce système ne sera utile que durant les jours chauds de l'année et sous pleine charge des installations. Le contrôle du système a été choisi avec une **régulation de la vitesse** du ventilateur en fonction de la température (p. ex. pour une température de consigne de 18 °C, le ventilateur se met en marche déjà à 15 °C, il atteindra sa pleine puissance à 21 °C au cas où la température n'aurait pu être contrôlée avec une puissance plus faible.

Actuellement (mois d'hiver...) le système est **en veilleuse** et le courant d'air qui s'établit naturellement suffit largement à évacuer la chaleur dégagée.

Distribution de l'énergie électrique

L'énergie produite au niveau de la basse tension est acheminée à la station transformatrice "Cuchatte" qui est logée dans le bâtiment de la SEBV à quelque 150 m de distance du bâtiment de turbinage. Un **transformateur** convertit la tension au niveau **16 kV** ; l'énergie électrique est alors redistribuée dans le réseau local.



Disposition sur deux étages

Calendrier de réalisation

Etude préalable effectuée à titre privé:	03.2001 - 05.2002
Avant-projet effectué par MHyLab avec le soutien de l'OFEN et de l'OEHE:	06.2002 - 03.2003
Révision de concept, demande de concession et projet d'exécution par Turbinor, Hydrolink/Hydrohrom, P.-A. Niederhaeuser:	09.2003 - 02.2005
Attribution de la concession du droit d'eau:	07.01.2005
Début effectif des travaux:	15.03.2005
Opération commerciale:	29.10.2005

Intervenants

Maître d'ouvrage:	Turbinor SA, Sonceboz
Reprise du courant par:	BKW FMB Energie SA, Bienne
Bureau de développement:	Turbinor SA, Sonceboz
Bureau d'ingénieurs du génie civil:	P.-A. Niederhaeuser SA, Bévillard
Entrepreneur génie civil:	Charly Hugelot, Tavannes
Entrepreneur construction:	Annoni SA, Bévillard

Fournisseurs principaux

Equipements à la prise d'eau:	Hydrolink/Hydrohrom s.r.o, Roztoky (CZ)
Conduite d'amenée:	Amitech, Camarles (E), importée par PlastiteCH, Eysins
Pièces de forme pour la conduite:	PlastiteCH, Eysins
Equipements de turbinage:	Hydrolink/Hydrohrom s.r.o, Roztoky (CZ)
Travaux de serrurerie:	P.-H. Gobat, Court

Coût du projet: 2,6 mio. CHF

Financement: Turbinor SA, Prêt bancaire (Crédit Suisse), Prêt LIM, Prêts actionnaires

Expériences faites

La réalisation de ce projet s'est déroulée en accord avec une **planification minutieuse** des travaux. Les coûts réels du projet ont pu être contenus quelque peu en dessous du budget. Il n'y aura eu que peu de surprises lors de l'exécution des travaux du génie civil, de la maçonnerie ou de l'installation des équipements. Ceci a permis de conclure l'avancement des travaux en accord avec le calendrier de réalisation prévu, bien que le début des travaux avait été quelque peu retardé par la **neige** qui fut **abondante** et qui resta longtemps en ce début d'année 2005.

Ainsi, la **mise en service** des installations aura pu être conduite bien avant l'hiver et la centrale hydroélectrique immédiatement mise en régime productif.

Malheureusement les **conditions hydrologiques** ont de suite rendu impossibles les essais et les travaux d'optimisation à haute puissance, les débits étant trop faibles durant tout le mois de novembre et de décembre 2005; il aura fallu attendre la nouvelle année pour effectuer ces réglages et être rapide...

Les **valeurs clés** de l'installation ont pu être **mesurées** en accord avec les calculs et le dimensionnement théorique établi durant la phase du développement. Les rendements, la puissance et le comportement opérationnel des différents composants correspondent bien ce qui avait été anticipé.

Il n'y a eu que peu de problèmes de démarrage. Actuellement les installations fonctionnent de manière fiable et automatique, ce qui ne nécessite que quelques **visites périodiques** pour effectuer les travaux de routine tels que les graissages et le nettoyage manuel de la grille grossière après les crues.

Il reste cependant que la production générée à ce jour est de loin inférieure à ce qui avait été prévu: depuis la date de mise en service les débits de la rivière n'ont atteints que **45% de la valeur moyenne** qui serait de vigueur durant ces mois d'hiver. Il est à espérer que le climat se reprenne et que les nappes phréatiques se rechargent pour normaliser la situation.



16.02.2006: Enfin de l'eau – beaucoup d'eau!

Adresse de l'auteur:

Michel Hausmann
Turbinor SA
Rue des Prés 5
CH-2605 Sonceboz
Tél. +41 (0)78 674 42 65
Fax +41 (0)32 940 18 65
E-Mail mhausmann@turbinor.com
Internet www.turbinor.com



Tout est bien qui finit bien: Rien de tel qu'un bon cigare après la mise en eau de l'usine.