



# ANALYSE SOMMAIRE

## PETITE CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DE SOMBEVAL « LES ILES »

Rapport 2008

Auteur

**Michel Hausmann, Turbinor SA**  
Rue des Prés 5, CP 55,  
2605 Sonceboz-Sombeval

[mhausmann@turbinor.com](mailto:mhausmann@turbinor.com)  
[www.turbinor.com](http://www.turbinor.com)

Maître d'ouvrage

**Atel EcoPower AG**  
Bahnhofquai 12  
4601 Olten

[eric.wuilloud@atel.ch](mailto:eric.wuilloud@atel.ch)  
<http://www.atel.eu>



Date: 27.01.2008

**Soutenu par l'Office fédéral de l'énergie OFEN**

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Adresse postale: CH-3003 Berne

Tél. +41 31 322 56 11, fax +41 31 323 25 00

[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

Responsable OFEN: [bruno.guggisberg@bfe.admin.ch](mailto:bruno.guggisberg@bfe.admin.ch)

Référence : 2180/mbo

**Le ou la mandataire de l'étude est seul(e) responsable de son contenu.**



## Table des matières

Avant-propos.....	4
Résumé .....	4
Zusammenfassung .....	5
Maître d'ouvrage .....	6
Buts du projet.....	6
Situation .....	6
Hydrologie.....	7
Débit résiduel .....	8
Statistique des crues .....	9
Concept d'aménagement des eaux .....	9
Dimensionnement hydraulique.....	14
Turbine, accouplement et génératrice.....	14
Situation foncière .....	16
Rehaussement du niveau d'eau en amont du seuil, clapet de seuil.....	17
Niveau d'eau nominal à la retenue.....	18
Régulation du niveau d'eau à la retenue.....	18
Evacuation des crues.....	19
Influence du niveau d'eau aval.....	21
Chute brute .....	23
Maison de turbinage .....	23
Ouvrages à la prise d'eau .....	24
Captage.....	24
Rivière de contournement (Passe à poissons) .....	25
Calcul de la production .....	26
Caractéristiques d'exploitation.....	26
Connexion au réseau électrique .....	26
Protection de la nature, du paysage et des intérêts publics .....	27
Raison et utilité .....	27
Répercussions probables du prélèvement sur l'environnement .....	28
Emissions sonores .....	30
Rinçage de la retenue .....	30
Traitement des détritiques flottants .....	31
Dispositions préliminaires pour la réalisation des travaux.....	31
Calendrier prévisionnel de réalisation.....	31
Rentabilité économique .....	31



Recommandations finales.....	33
Annexe.....	34

## Avant-propos

Cette étude sommaire concerne le projet d'un nouvel aménagement hydroélectrique sur la Suze à Sombeval sur les lieux d'un barrage et d'une ancienne prise d'eau qui alimentait jadis la roue à aubes d'une scierie. Actuellement il persiste encore l'ouvrage d'un seuil avec quelques aménagements ainsi qu'un canal d'amenée qui a été comblé au fil des ans. Le projet de petite centrale hydroélectrique permettra de remettre en état la zone en question tout en valorisant l'énergie gagnée à partir de la force hydraulique. Le projet a par ailleurs été conçu pour, le cas échéant, permettre à la roue à aubes de l'ancienne scierie d'effectuer des démonstrations publiques, le projet hydroélectrique n'excluant le projet de restauration mené par l'Association scierie de Sombeval (ASS).

## Résumé

Le projet de petite centrale hydroélectrique, dénommé PCH Sombeval « Les Iles » selon le lieu-dit, est prévu sur la commune de Sonceboz-Sombeval dans le Jura bernois. Il prévoit de remettre en valeur le potentiel hydraulique de la Suze à partir d'une chute existante qui avait été construite pour alimenter la roue à aubes d'une ancienne scierie.

Un clapet de seuil est prévu pour créer une retenue d'eau et pour assurer l'évacuation des crues. Celui-ci remplace les vestiges des écluses qui anciennement furent utilisées pour assurer un niveau d'eau adéquat pour l'installation motrice de la scierie. Le prélèvement sur la Suze s'effectuera par le biais d'un ouvrage de prise d'eau qui sera aménagé à partir du déversoir de trop plein qui persiste encore sur la gauche des vestiges du barrage. Des préfilles sont prévues pour retenir les objets de taille qui parfois dévalent la rivière, une vanne batardeau permet d'isoler l'amenée en amont des équipements techniques, une vanne batardeau de dessablage est prévue pour purger le canal de l'amenée et aussi pour partiellement déverser le débit résiduel, une grille avec machine de dégrilleur assure la qualité requise de l'eau qui entre la turbine.

L'aménagement d'une rivière de contournement sur la rive gauche sert de passe à poissons et permet aux espèces aquatiques de franchir le barrage.

Un canal d'amenée relie la prise d'eau immédiatement à la maison de turbinage où sont logés tous les équipements électromécaniques tels que la turbine Kaplan (simple réglage) avec une génératrice asynchrone, les équipements auxiliaires et la commande des installations.

L'installation est dimensionnée pour exploiter économiquement les débits du cours d'eau. La turbine fonctionnera à plein régime durant env. 90 jours par an avec un débit de **5.2 m<sup>3</sup>/s**. La chute nominale pour ce projet est de **1.7 m** (projet ultra basse chute). La puissance attendue aux bornes de la génératrice est de **61 kW**, la production annuelle moyenne atteindra **269 MWh**.

Le projet hydroélectrique présente un bilan énergétique médiocre mais il reste tout de même favorable à un développement durable.

La rentabilité économique de la réalisation projetée ne peut qu'être assurée moyennant la mise à disposition intégrale des fonds propres.



## Zusammenfassung

Das Kleinwasserkraftwerksprojekt KWK Sombeval « Les Iles », das nach dem Standort des Projekts genannt wurde, ist in der Gemeinde von Sonceboz-Sombeval im Berner Jura vorgesehen. Ziel ist es, die vorhandene Wasserkraft der Suze über einer bestehenden Flussschwelle, die früher für das Anspeisen des Wasserrads der Sägerei in Sombeval diente, auszunutzen.

Eine Wehrklappe soll dazu dienen, eine Stauung zu ermöglichen und, im Fall von Hochwasser, dieses sicher abzuführen. Die Wehrklappe ersetzt die alten Tafelschützen, mit denen damals die Stauung für die Sägerei von Hand kontrolliert wurde. Die Wasserfassung wird an Stelle des heutigen vorhandenen Bypass-Kanals auf der linken Flussseite geplant. Ein Grobrechen wird grösseres Treibgut der Wasserfassung fernhalten, ein Tafelschütz ist vorgesehen, um den Einlass für Wartungsarbeiten oder Reparaturen absperren zu können, ein Entsanderschütz erlaubt es, den Einlasskanal zu spülen und teilweise auch das Restwasser abzugeben. Ein Rechen mit Rechenreinigungsmachine dient dazu, die nötige Wasserqualität für die Turbine zu sichern.

Der Bau eines natürlichen Gerinnes ist auf der linken Flussseite vorgesehen. Dieses hat den Zweck eines Fischpasses und wird auch dementsprechend ausgebaut.

Der Einlasskanal führt unmittelbar zum Turbinenhaus. Dort sind alle elektromechanischen Komponenten, die zum Betrieb der Anlage dienen, wie die Kaplan-Turbine (laufradgeregelt) mit einem Asynchrongenerator, die Hilfssysteme und die Steuerung der Anlage eingebaut.

Die Anlage wird so ausgelegt, dass die Abflüsse effizient und wirtschaftlich turbinieren werden. Die Anlage wird während ca. 90 Tage pro Jahr auf Volllast fahren mit einer Ausbaumenge von **5.2 m<sup>3</sup>/s**. Das nominale Bruttogefälle beträgt **1.7 m** (Projekt mit sehr niedrigem Gefälle). Dies erlaubt es, eine Maximalleistung, gemessen an den Klemmen des Generators, von **61 kW** und eine jährliche Energieabgabe von **269 MWh** zu ermöglichen.

Das Kleinwasserkraftwerksprojekt weist eine eher mittelmässige positive Energiebilanz auf, das Projekt dient dennoch einer nachhaltigen Energieausnutzung.

Die Wirtschaftlichkeit des Projekts kann nur erreicht werden, wenn für die gesamte Finanzierung Eigenkapital eingesetzt wird.



## Maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage et investisseur dans le cadre de ce projet est ...

ATEL EcoPower AG      Représenté par M. Eric Wuilloud, Chef de projet  
Bahnhofquai 12  
CH-4601 Olten

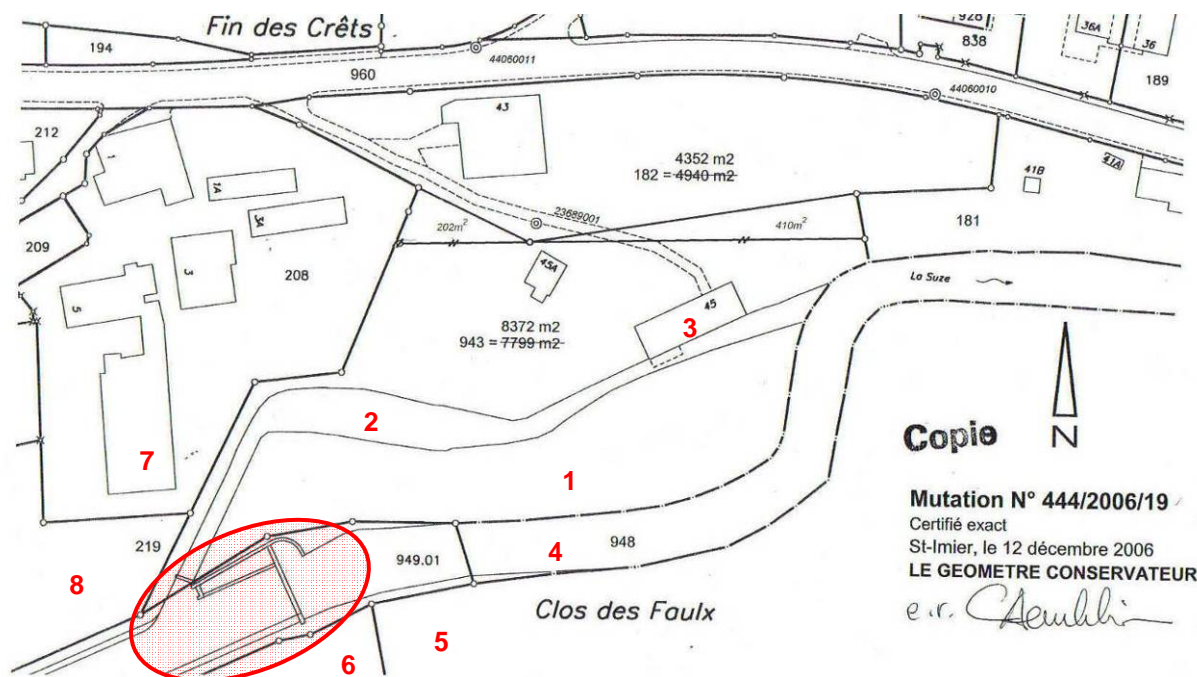
... reprenant un projet qui avait été initié par Turbinor SA.

## Buts du projet

- Exploitation de la force hydraulique de la Suze à Sombeval
- Production d'électricité en utilisant une ressource renouvelable, sans déchets d'exploitation, sans pollution et sans émission de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)
- Conception de l'installation selon les critères « Green Hydro » visant à pouvoir solliciter une certification écologique du type « naturemade star » de l'Association pour une électricité respectueuse de l'environnement (VUE)
- Conception de l'installation pour une utilisation rationnelle des ressources en utilisant des équipements modernes avec le meilleur rendement
- Conception indépendante mais compatible avec le projet de restauration de l'ancienne scierie de Sombeval
- Promotion des énergies renouvelables en accord avec les buts fixés par la confédération et le canton
- Alimentation en électricité du réseau régional de BKW FMB Energie (400V)
- Création d'un emploi à temps partiel pour le personnel de surveillance

## Situation

La zone d'intérêt se situe entièrement sur la commune de Sonceboz-Sombeval dans le Jura bernois. L'altitude à la prise d'eau est de 637.90 m s.m. Une zone humide protégée<sup>1</sup> s'étend au nord-est de l'aménagement projeté, entre l'ancien canal d'amenée<sup>2</sup> de la scierie<sup>3</sup> et le cours d'eau corrigé de la Suze<sup>4</sup>. Un champ cultivé<sup>5</sup> (maïs) s'étend à partir de la berge droite au bas du barrage. A l'amont, un large champ<sup>6</sup> mène jusqu'aux habitations de la rive droite (maisons familiales). Le bâtiment principal de l'usine Vorpe Engrenages SA<sup>7</sup> est établi de l'autre côté de la rivière, à l'amont du barrage et devant une vaste parcelle cultivée<sup>8</sup> (maïs).

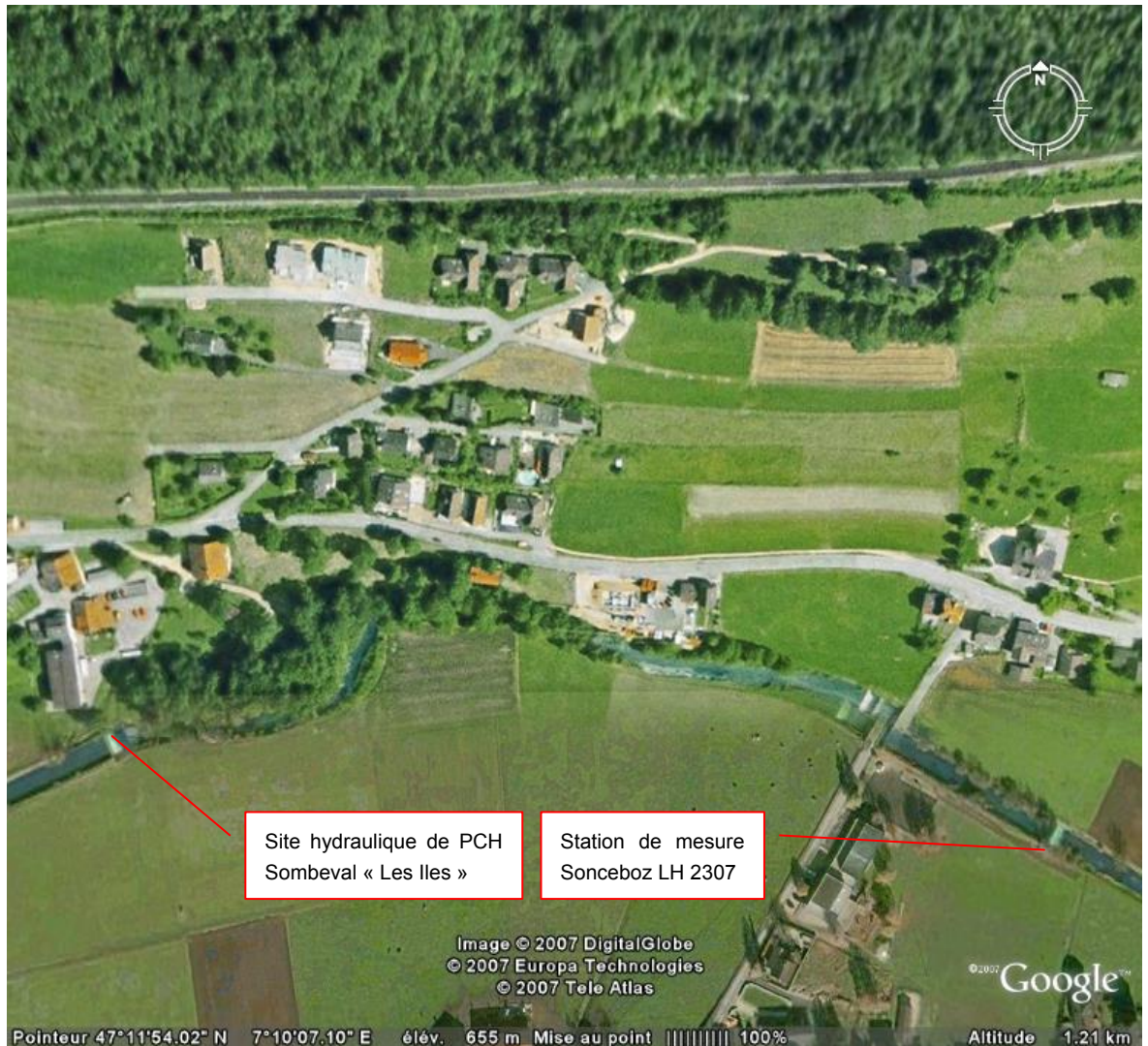




## Hydrologie

Dans la zone prévue du captage, les débits de la Suze peuvent être estimés à partir des relevés de la station de mesure officielle de Sonceboz [LH 2307] qui se situe à quelque 600 m en aval du site en question. Pour plus d'information sur les relevés à la station de mesure de Sonceboz, consulter :

<http://www.hydrodaten.admin.ch/f/index.htm>



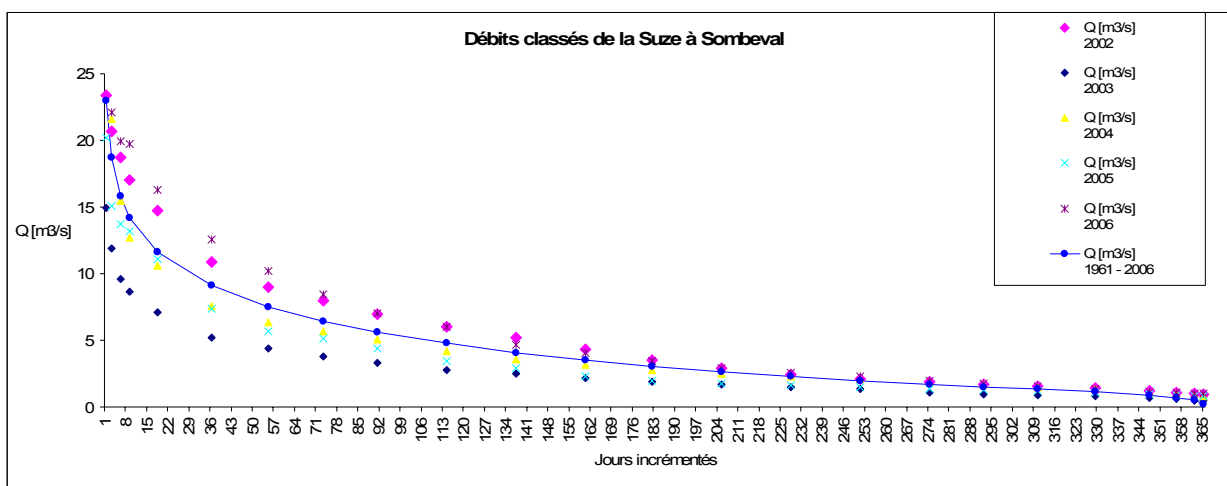
Sombeval-Sonceboz

Comme la distance entre le captage et la station de mesure est moindre et qu'il n'y a d'affluents ni de prélèvements sur cette distance nous validons les débits de la station de mesure sans aucune correction :

Débit de la Suze à Sombeval en zone du captage (prise d'eau) = Débit de la Suze à Sonceboz [LH 2307]
--

Voir par exemple en [annexe 1](#) les données historiques des débits relevés pour l'année 2006, la courbe des débits classés et l'information des débits moyens et des débits extrêmes.





Débits classés de la Suze à Sombeval dans la zone prévue du captage (prise d'eau)

#### Constatations :

Les débits de la Suze varient considérablement suivant les ans. A moyen terme, les années pluvieuses compensent les années sèches et vice versa. Remarque : pour le dimensionnement du débit d'installation, il est approprié de considérer la moyenne des débits classés et de tenir compte de la volatilité des débits sur le court terme.

En général, c'est en hiver et au printemps (fonte des neiges) que le cours d'eau achemine les plus hauts débits, l'étiage est principalement rencontré durant les mois d'août à octobre.

Paramètres clés à la station de mesure de Sonceboz [LH 2307] :

Extension glacier 0.00 % ; Altitude moyenne 1050 m s.m. ; Bassin versant 150 km<sup>2</sup>

### DÉBIT RÉSIDUEL

La proposition pour le débit résiduel se réfère aux prescriptions des débits résiduels minimaux selon l'art. 31 de la Loi fédérale de la protection des eaux (LEaux).

Dans ce calcul, le débit  $Q_{347}$  (= débit garanti durant 347 jours par an) est déterminant.

Nous obtenons la valeur du débit résiduel min. sur la base de la moyenne des  $Q_{347}$  enregistrés entre 1961 – 2006 (données validées par l'OFEV):

$Q_{347}$  de la Suze à Sombeval = 100 %  $Q_{347}$  de la Suze à Sonceboz [LH 2307]

En résulte :

Année	Débit $Q_{347}$ [m <sup>3</sup> /s]
Moyenne 1961 – 2006	100 % 0.87 = 0.87

#### Calcul du débit résiduel minimal :

Pour les premiers 500 l/s de  $Q_{347}$ : 280 l/s

Pour les l/s de  $Q_{347}$  suivants: plus 31 l/s par tranche de 100 l/s :  $(870 - 500) \cdot 31 / 100 = 114.7$  l/s

Débit résiduel minimal calculé: 394.7 l/s





>> Débit résiduel proposé:

**400 l/s**

Comme le tronçon à débit résiduel est court (env. 25 m) une augmentation du débit résiduel au-delà du débit résiduel minimal ne semble se justifier.

## STATISTIQUE DES CRUES

La statistique des crues permet de dimensionner proprement les ouvrages pour qu'ils résistent aux hautes eaux et ne détériorent la caractéristique d'écoulement originale du cours d'eau.

Les débits de crue à Sombeval peuvent être estimés sur la base des statistiques officielles de l'OFEV :

Crue de la Suze à Sombeval en zone du captage (prise d'eau) = 100% Crue de la Suze à Sonceboz [LH 2307]

Périodicité [années]	Débit [m <sup>3</sup> /s] [LH 2307]	Débit [m <sup>3</sup> /s] Sombeval en zone du captage (prise d'eau)
2	29	29
5	37	37
10	43	43
20	48	48
50	54	54
100	59	59
200	64	64

*Tabelle de la statistique des crues*

Dans le cadre de ce projet nous proposons de dimensionner toutes les constructions et les installations afin d'éviter de graves problèmes d'inondation dus à l'aménagement prévu jusqu'à des débits de crue de 65 m<sup>3</sup>/s (débit max. enregistré en 1991, correspondant à une périodicité > HQ<sub>200</sub>).

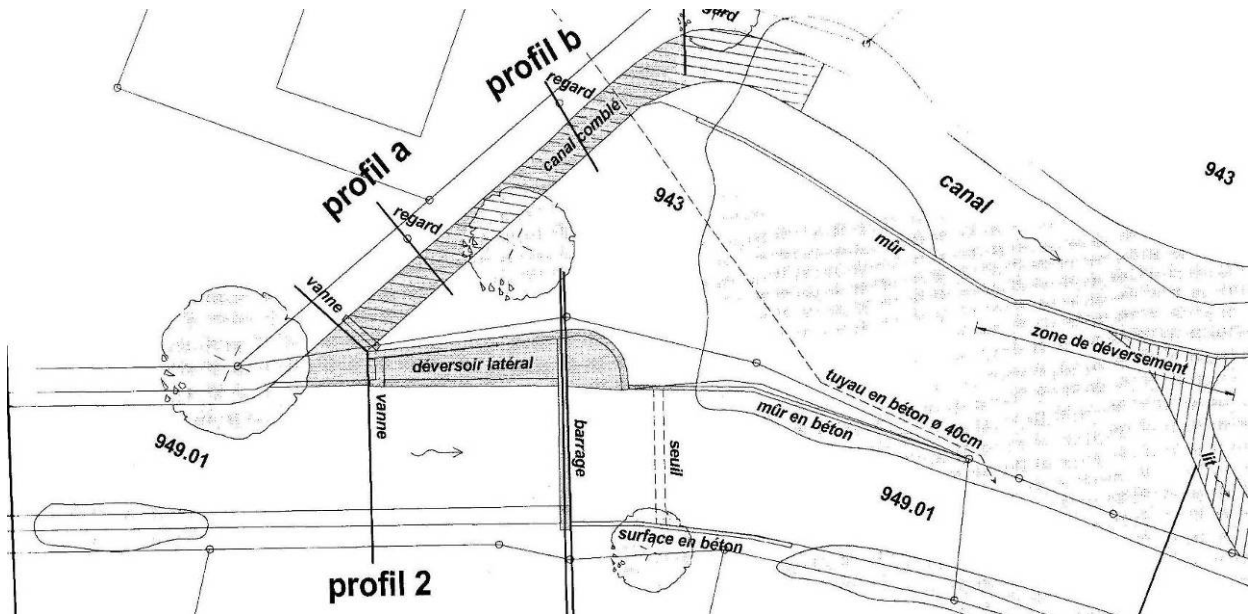
## Concept d'aménagement des eaux

Le projet est établi à partir des vestiges de l'ancien barrage qui alimentait jadis la scierie de Sombeval et qui se caractérise comme suit :

- Seuil fixe à travers la Suze (hauteur env. 1 m). La maçonnerie du seuil semble être en bon état.
- 3 écluses (vannes batardeaux) attachés à sur la superstructure du seuil formant une passerelle. Ces écluses sont en fort mauvais état (écluse gauche sans planches, écluse droite et du milieu avec planches détériorées. Structures coulissantes et éléments de levage fortement corrodés.
- Déversoir latéral (bypass) sur la gauche du seuil. La maçonnerie de l'ouvrage est dans un état médiocre.
- 1 écluse (vanne batardeau) de purge du canal de trop plein. Les planches de la vanne sont détériorées, la structure métallique de la vanne est altérée.
- Ouvrage d'amenée au canal de la scierie. La maçonnerie est dans un état médiocre.



- 1 écluse (vanne batardeau) d'isolation du canal d'amenée de la scierie. Cette écluse est en relativement bon état. Les planches du batardeau ont été remplacées récemment.



*Situation actuelle*



*Déversoir latéral, seuil et écluses*



*Ecluse (vanne batardeau) d'isolation du canal d'amenée de la scierie et écluse de purge du déversoir latéral*

#### 1 Critères importants pour la définition de l'aménagement de la prise d'eau (captage)

- Utilisation au possible des ouvrages et des équipements existants. Impact minimal sur l'environnement / économies d'investissement pour la construction.
- Niveau d'eau à la retenue permettant l'utilisation du canal d'amenée pour alimenter la roue à aubes de la scierie (projet de démonstration de l'ASS)
- Evacuation des crues
- Purge de la retenue
- Transport des solides

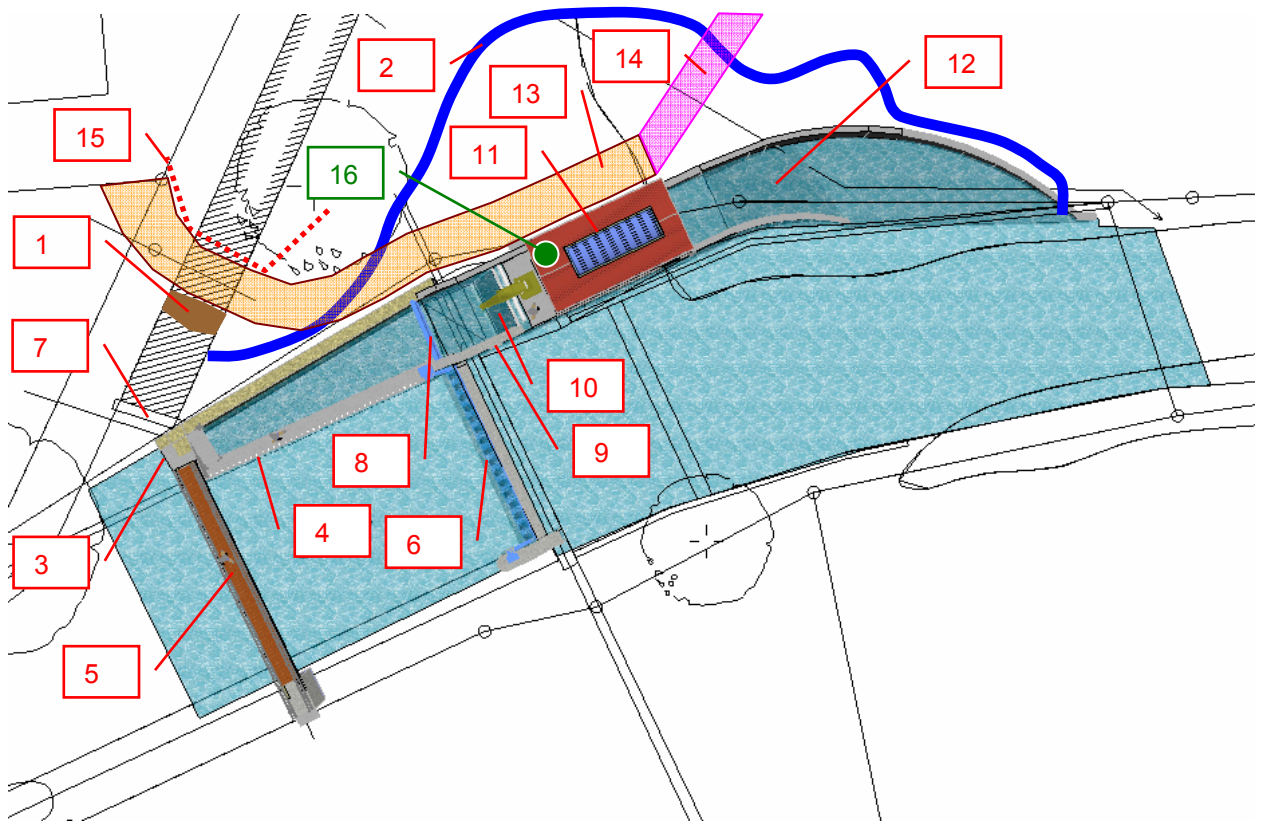


## 2 Critères importants pour le choix de la localisation de la maison de turbinage (restitution)

- Utilisation au possible des ouvrages et des équipements existants. Impact minimal sur l'environnement / économies d'investissement pour la construction.
- Implantation sans entrer en conflits avec la remise en service de la roue à aubes de la scierie (projet de démonstration de l'ASS)
- Exploitation du maximum de la chute disponible moyennant des coûts de projet raisonnables

### Solution proposée :

Le batardeau d'isolation du canal de la scierie est conservé tel quel. Un bouchon (batardeau en marne) sera installé provisoirement dans le canal d'amenée de la scierie. Le déversoir latéral est modifié en une prise d'eau (déviation) avec une prégrille. Le batardeau du canal de trop plein est supprimé, un mur en béton fermera cette ouverture devenue inutile avec le nouveau projet. Un batardeau d'isolation du canal d'amenée de la centrale sera installé pour offrir la possibilité d'exécuter des travaux de service aux installations de turbinage. Un batardeau de dessablage est prévu devant la grille. Celle-ci sera équipée d'un dégrilleur. Une maison de turbinage sera bâtie à l'aval du canal d'amenée. Le bassin de fuite de la turbine permettra de restituer l'eau à la rivière. Une passe à poissons (rivière de contournement) reliera le début du canal d'amenée de la scierie à l'aval du bassin de fuite de la turbine. Un clapet de seuil sera installé à la place des écluses du barrage. Une nouvelle passerelle sera construite sur la Suze.



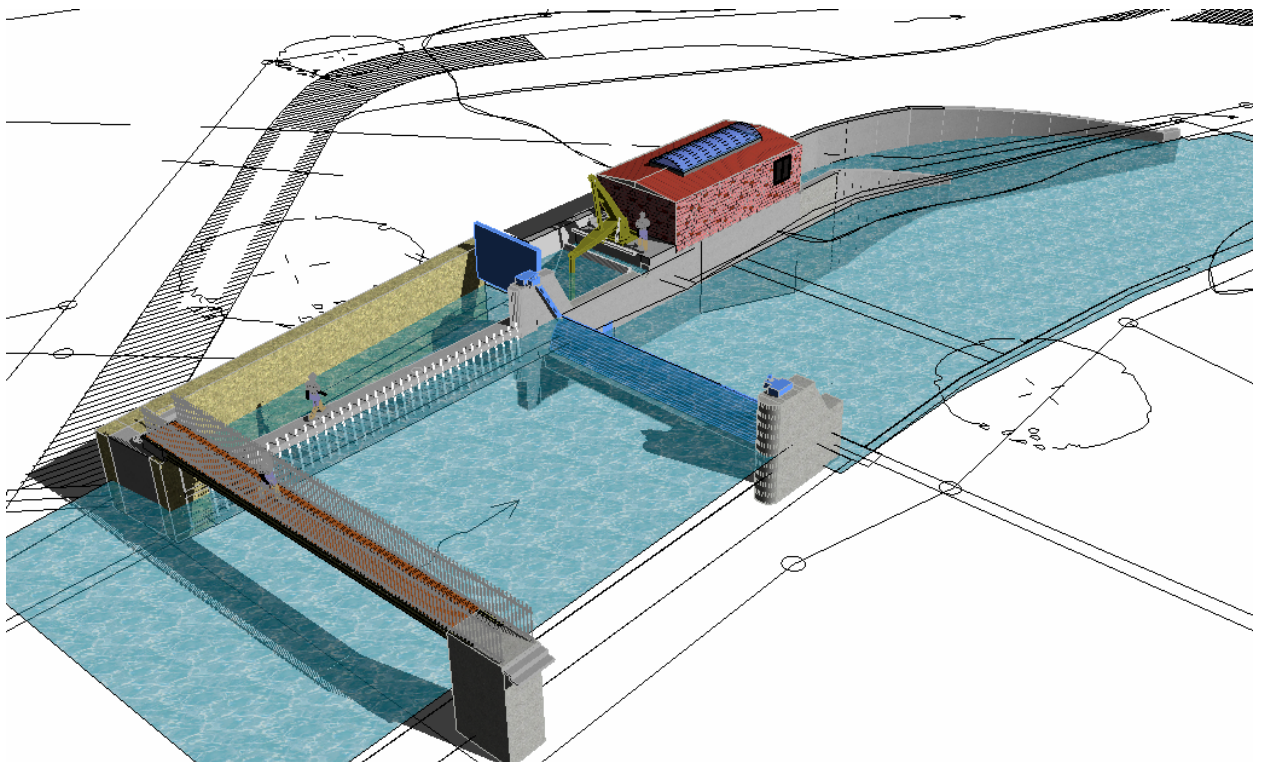
*Situation de projet*





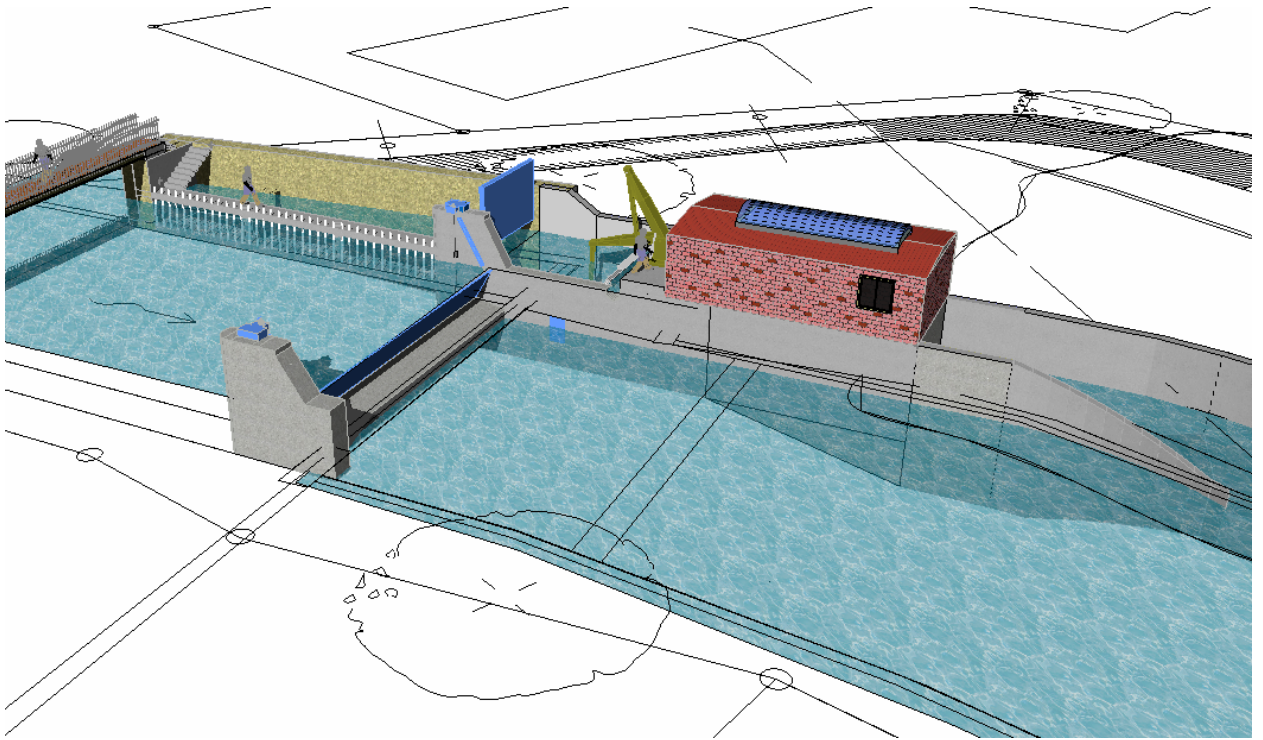
### Légende :

- |  |  |
|--|--|
| 1 : Bouchon provisoire du canal d'amenée à la scierie      | 9 : Batardeau de dessablage de l'amenée de la centrale |
| 2 : Rivière de contournement (env. 200 l/s)                | 10 : Grille avec dégrilleur                            |
| 3 : Batardeau du canal de trop plein (à supprimer)         | 11 : Centrale de turbinage                             |
| 4 : Prise d'eau avec prégrilles                            | 12 : Restitution (bassin de fuite de la turbine)       |
| 5 : Nouvelle passerelle sur la Suze                        | 13 : Chemin d'accès à la centrale                      |
| 6 : Clapet de seuil  | 14 : Piste de chantier                                 |
| 7 : Batardeau d'isolation du canal d'amenée de la scierie  | 15 : Limite de propriété                               |
| 8 : Batardeau d'isolation du canal d'amenée de la centrale | 16 : Point de raccordement électrique                  |

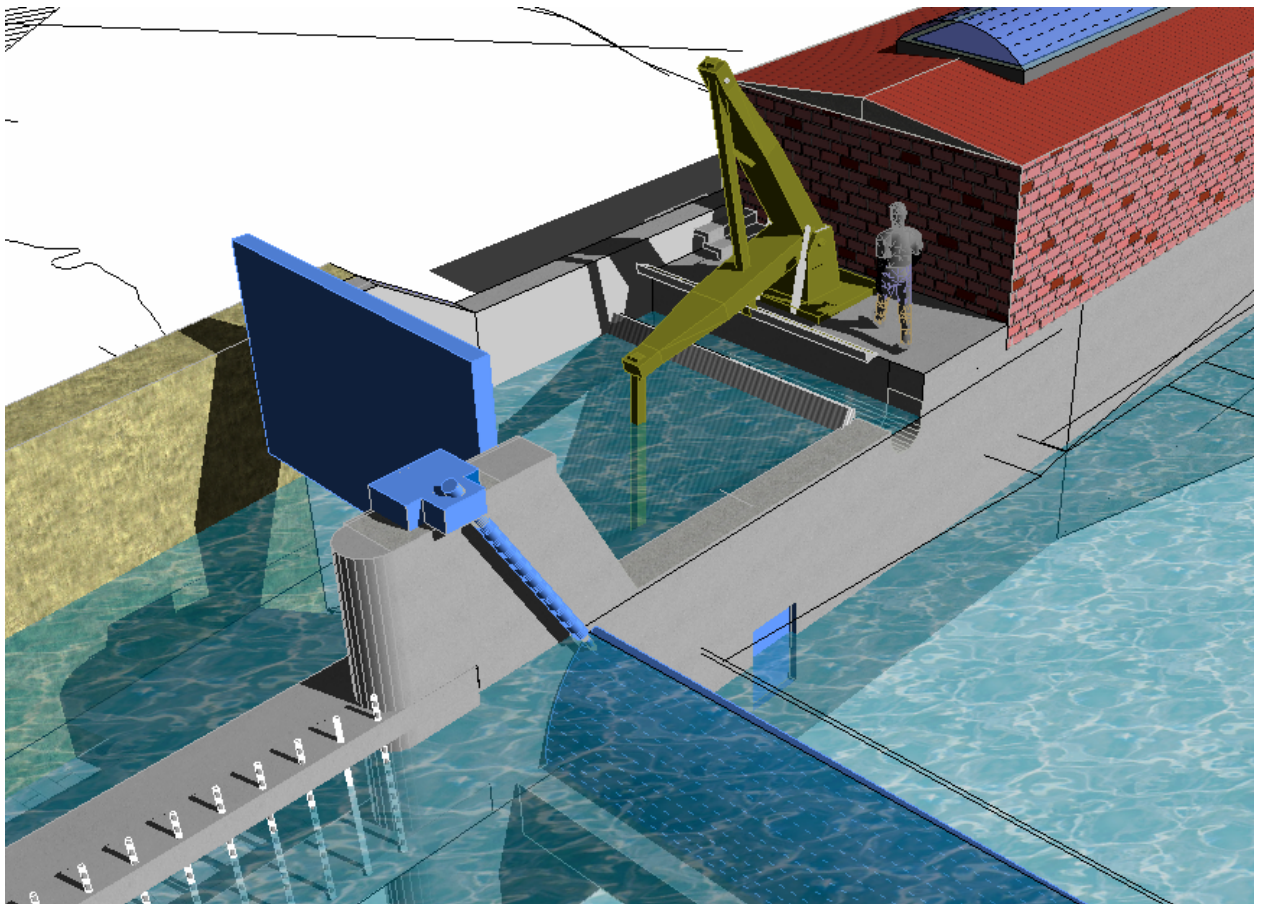


*Situation de projet*





*Vue de projet*



*Vue de projet (Détails de la prise d'eau et de l'amenée)*





## Dimensionnement hydraulique

Le dimensionnement technique de l'aménagement hydraulique s'effectue en considération de l'infrastructure existante (déversoir latéral servant de canal d'amenée au nouveau projet) et en accord avec les règles courantes visant à atteindre l'optimum économique et l'utilisation rationnelle des ressources.

Dans le cas présent l'on dimensionnera le débit d'installation correspondant à env. au  $Q_{90}$  de la rivière moins le débit résiduel, soit à env.  $5.6 - 0.4 \text{ m}^3/\text{s} = 5.2 \text{ m}^3/\text{s}$ . et l'on cherchera des solutions en accord avec les modèles courants que proposent les fournisseurs de turbines.

Compte tenu de la faible production de l'installation, il est adéquat de respecter un budget en conséquence. Celui-ci ne permettra de prévoir des solutions avec plusieurs machines ni le luxe de choisir la turbine en double réglage. Il est néanmoins possible d'atteindre de très bons résultats en prévoyant une turbine « S » à simple réglage (Semi-Kaplan / réglage des pales de la turbine, distributeur fixe).

## Turbine, accouplement et génératrice

Selon le dimensionnement hydraulique décrit au chapitre précédent, nous retenons préliminairement une solution proposée avec la coopération de l'entreprise HYDROHROM :

Désignation :	HH 1300 SSK
Type de turbine :	Semi-Kaplan (réglage des pales de la turbine/ distributeur fixe/ vanne guillotine à l'amenée)
Diamètre de la turbine :	1300 mm
Débit nominal :	$5.21 \text{ m}^3/\text{s}$

Avec une vitesse de rotation d'env. 200 t/min il est possible de coupler directement la turbine à la génératrice. Cette solution est cependant onéreuse et dans le cadre de ce projet il est préférable de prévoir une transmission. Pour la puissance à considérer (env. 60 kW) il est recommandé d'utiliser un entraînement à l'aide de courroies en V (6 – 8 courroies sur poulies). Nous obtenons alors la vitesse de rotation optimale pour la turbine de 190 t/min et 750 t/min pour la génératrice.

La génératrice est à prévoir du type asynchrone, 3 x 400 V, 70 kW, couplage triangle.



Exemple de 2 x groupe Semi-Kaplan type « S » avec vanne guillotine et génératrice montée à la verticale à l'aide d'un entraînement à courroie (HYDROHROM, Bechyně CZ)

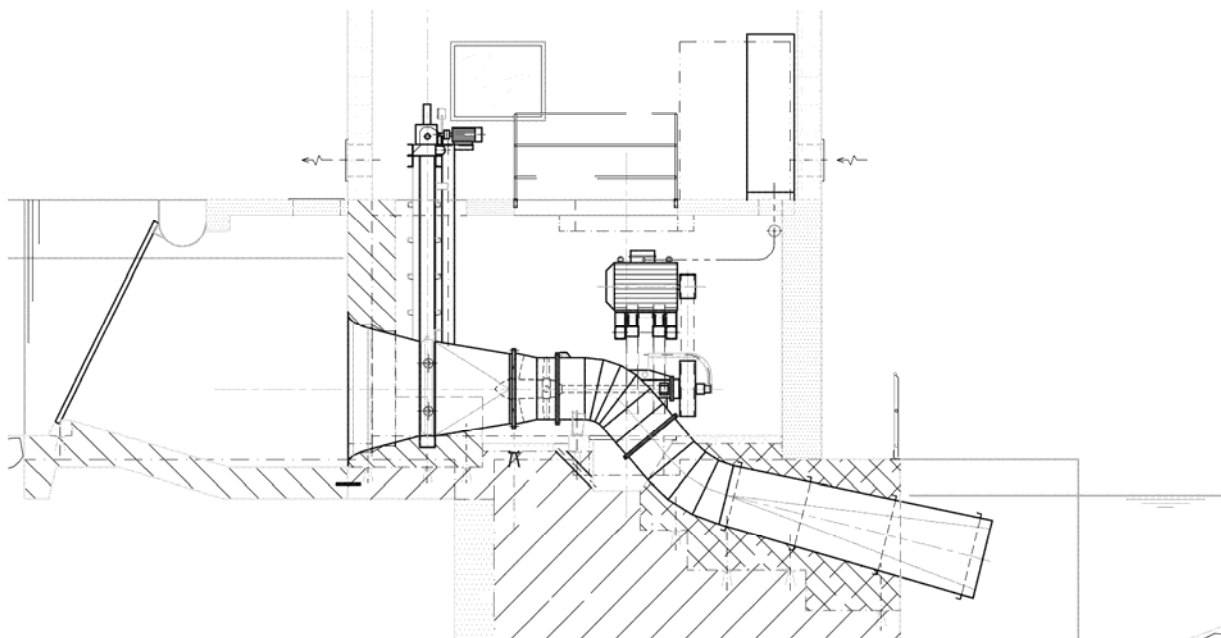




*Exemple d'un groupe Semi-Kaplan avec génératrice montée sur le côté (HYDROHROM, Hazelbank IR)*



*Entraînement avec courroies en V sur turbine de type « K » (HYDROHROM)*



*Coupe type d'un aménagement avec turbine « S » Semi-Kaplan (HYDROHROM)*

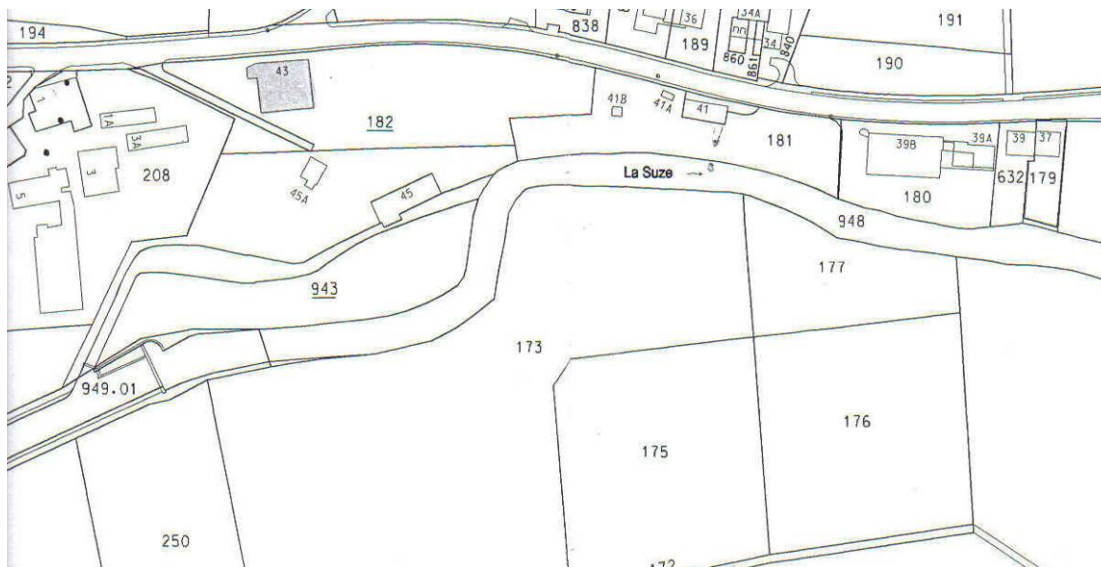
## Situation actuelle des droits d'eau

Suite aux clarifications entreprises avec l'OEH (Monsieur B. Oppeliger) il persiste encore un droit immémorial qui avait été accordé pour le fonctionnement de l'ancienne scierie. Celui-ci a été établi au bénéfice de la famille Bourquin de Neuchâtel (actuellement c'est éventuellement son successeur, la Municipalité de Sonceboz-Sombeval qui en serait bénéficiaire). Ce droit n'a pas de relation avec le barrage sur la Suze qui a été érigé ensuite avec la correction du cours d'eau. Dans le cadre du nouveau projet de petite centrale hydroélectrique l'on peut attendre qu'une nouvelle concession de force hydraulique soit accordée pour une durée de 40 ans, le droit immémorial éradiqué et la mise à disposition des débits pour la scierie réglée par le biais d'un contrat privé avec le bénéficiaire de la nouvelle concession.



## Situation foncière

Le projet s'étend uniquement sur des terres de la commune de Sonceboz-Sombeval. La situation foncière est simple et claire.



Extrait du plan parcellaire de Sonceboz-Sombeval

Le projet d'aménagement hydroélectrique affecterait les parcelles suivantes :

Nr. de parcelle	Commune	Propriétaire	Affectation
949.01 <i>Suze</i>	Sonceboz-Sombeval	Canton de Berne	Ouvrages de la prise d'eau (captage) Ouvrages du seuil Passerelle Débit résiduel
943	Sonceboz-Sombeval	Municipalité de Sonceboz-Sombeval	Maison de turbinage Ouvrage de restitution

Planification foncière pour la mise en œuvre du projet :

Affectation sur parcelle Nr. 949.01 : Une concession de force hydraulique réglera les modalités nécessaires.

Affectation sur parcelle Nr. 943 : La municipalité de Sonceboz-Sombeval accepte de céder gratuitement env. 200 m<sup>2</sup> pour la réalisation de l'aménagement hydroélectrique. Par ailleurs, elle accepte d'accorder gratuitement un droit de passage à pieds et à véhicules d'une largeur de 3 mètres reliant la route cantonale avec l'emprise de la centrale de turbinage, voir la convention en [annexe 12](#).

Remarque : L'accès définitif à la centrale depuis la route cantonale est prévu par le nord-ouest en passant sur la parcelle no. 208 (Propriété Vorpe Engrenages SA). Les modalités pour bénéficier d'un droit de passage restent à négocier avec le propriétaire foncier.



## Rehaussement du niveau d'eau en amont du seuil, clapet de seuil

Un rehaussement du niveau d'eau est prévu en amont du seuil en accord avec les considérations suivantes:

Raison et utilité :

- Un rehaussement du niveau d'eau amont est nécessaire pour atteindre la chute d'eau minimale pour laquelle une turbine peut fonctionner.
- L'augmentation de la chute d'eau assure une puissance et une production de l'installation qui est proportionnellement plus élevée. La rentabilité de l'investissement s'améliore également en fonction de la hauteur de chute.
- Un rehaussement au seuil est nécessaire afin de créer une hauteur d'eau suffisante pour réaliser une bonne prise d'eau. Le rehaussement permettra de limiter les pertes hydrauliques dues au captage et d'éviter une attirance trop forte des corps en suspension (bois, feuilles, plastiques, etc...).
- L'augmentation du volume d'eau de la retenue assurera un tampon qui sera bénéfique à une régulation lente et stable du débit de la turbine.

Limites :

- Le rehaussement ne doit pas influencer l'évacuation des crues.
- La retenue créée par le rehaussement ne doit pas conduire à l'inondation des terrains et des bâtiments avoisinants.
- La libre migration des poissons doit être garantie

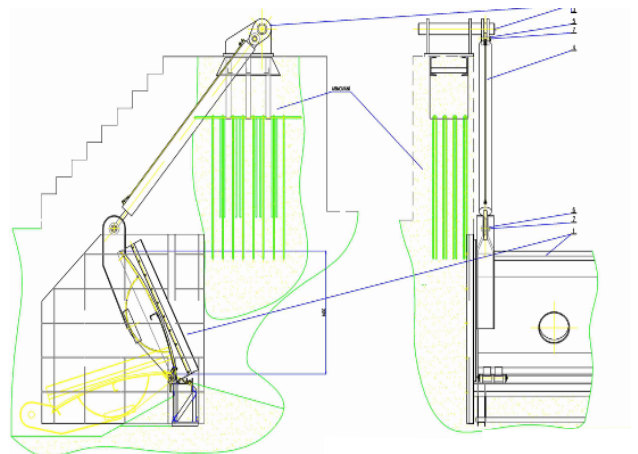
Solution proposée :

- i. Le rehaussement est prévu avec un système mobile (clapet de seuil) ancré sur le seuil fixe.
- ii. Le rehaussement maximum est établi en considération des berges et des terrains qui se situent en amont de la retenue.
- iii. Une passe à poissons sera construite sur la berge gauche

Le rehaussement mobile a l'avantage d'offrir la possibilité de pouvoir bénéficier d'une hauteur d'eau maximale à la retenue et également d'assurer la sécurité requise pour l'évacuation des crues (abaissement progressif, à total, du dispositif). Il existe actuellement diverses solutions techniques pour réaliser un rehaussement mobile. Selon les caractéristiques du rehaussement prévu, nous préconisons toutefois la solution avec un clapet de seuil contrôlé par vérins hydrauliques. Vu la largeur du seuil, un vérin hydraulique est prévu de chaque côté du clapet (total = deux vérins). Les points fixes se situent en haut du clapet, les extrémités supérieures sont ancrées à des colonnes porteuses. Le clapet dispose de plusieurs paliers sur sa base d'ancrage qui doit être scellée dans le béton du nouveau seuil à constituer.



Exemple d'un clapet de seuil...  
PCH Sonceboz « Sous les Roches »



...avec plan d'implantation







Autre exemple d'un clapet de seuil (KLEWA)



Autre exemple d'un clapet de seuil (IGINSA)

## Niveau d'eau nominal à la retenue

La hauteur du rehaussement (crête de déversement du seuil en position totalement levée) est définie en fonction de la caractéristique de la rivière et de ses berges, le but étant de pouvoir bénéficier du niveau d'eau maximal tout en assurant que la rivière reste bien dans son lit et qu'elle ne crée de problèmes sur les terres avoisinantes.

Une simulation hydraulique de la rivière utilisant le programme REHM FLUSS Version 9.1 a permis de déterminer le niveau d'eau nominal qui est proposé pour la régulation de la retenue, voir les résultats de simulation en [annexe 4](#) :

Hypothèses de simulation :

- Le lit de la rivière se compose majoritairement de blocs et de pierres de diamètre 50 à 150 mm, sa rugosité peut être modélisée avec un facteur  $K_{st} = 34$ . Les berges à l'amont de la retenue sont partiellement soutenues avec des murs qui ont jadis été confectionnés à l'aide de blocs bétonnés. Un boisement naturel et varié a gagné les rives. Pour les calculs hydrauliques l'on admettra une rugosité équivalente des berges avec un facteur  $K_{st} = 22$  et  $K_{st} = 45$  pour les berges constituées par des murs en bon état. Pour tenir compte du boisement des berges l'on applique en outre une correction du facteur de rugosité selon la proposition de Felkel avec  $Lo/U = 0.050$ .
- Le débit de la rivière est simulé pour la condition de charge maximale avec le clapet de seuil totalement levé, soit avec  $5.21 \text{ m}^3/\text{s}$  de débit turbiné +  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$  de débit résiduel =  $5.61 \text{ m}^3/\text{s}$

Ainsi, nous proposons de réguler le niveau de la retenue à **647.90 m s.m.**

## Régulation du niveau d'eau à la retenue

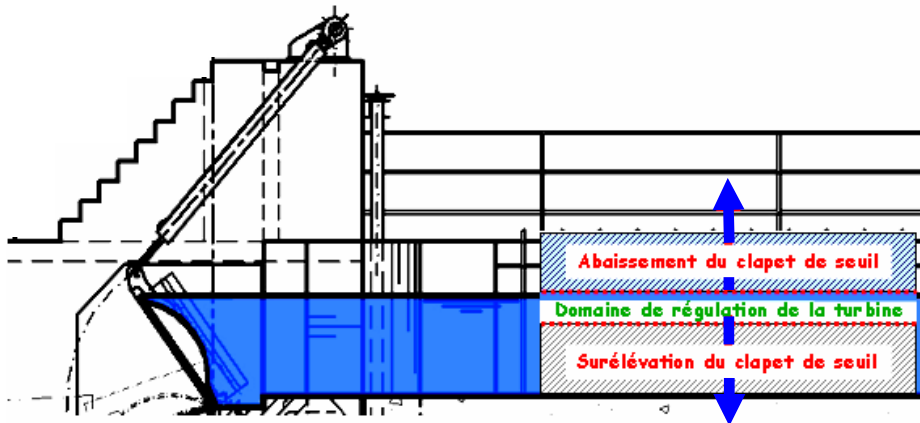
Le contrôle de l'élévation du clapet de seuil fonctionne à l'aide de vérins hydrauliques qui sont commandés pour maintenir un niveau d'eau fixe à la retenue.

La régulation du niveau d'eau est établie à partir du signal d'une sonde de pression d'eau et de la gérance électronique qui commande l'ouverture de la turbine et l'élévation du clapet de seuil. La consigne du niveau d'eau à régler par la turbine se situe en dessous de la plage de régulation du clapet de seuil. Ainsi, le clapet de seuil est entièrement levé lorsque la turbine fonctionne à charge partielle. Lors de crues (turbine 100% ouverte) ou lors de l'étiage (turbine arrêtée) c'est la régulation du clapet de seuil qui devient active. Typiquement, l'on programmera une « régulation à deux points » pour le clapet de seuil. Cette dernière fonctionne avec un niveau de limite supérieur et un niveau de limite inférieur formant ainsi une plage de niveaux qui sont tolérés à la retenue. Lorsque le niveau d'eau dépasse l'une de ces limites, le clapet de seuil s'abaisse resp. se lève moyennant une commande à impulsions et des temporisations adéquates.





Un flotteur connecté à un circuit indépendant pour l'évacuation de l'huile maintenue sous pression dans les vérins hydrauliques veillera à abaisser le clapet de seuil en cas de panne du circuit principal de régulation ou si le niveau d'eau à la retenue devait dépasser une limite inacceptable.



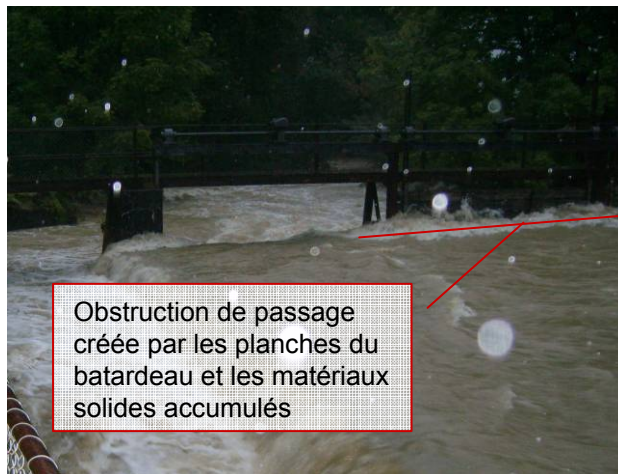
*Schéma de régulation du clapet de seuil*

## Evacuation des crues

Pour assurer l'évacuation des crues nous proposons de mettre en œuvre les mesures suivantes :

### 1. Démantèlement des vannes batardeaux et des colonnes de support au barrage existant

L'installation prévue avec un clapet de seuil sur toute la largeur de la rivière permet de démonter les vannes batardeaux et ses supports d'ancrage (2 x). Ceci évitera l'obstruction de passage qui se crée lorsque la rivière atteint un certain niveau et qu'elle est fortement chargée en matériaux solides (arbres, planches, branches, ...).



*Crue du 29.08.2007, 19:20h*

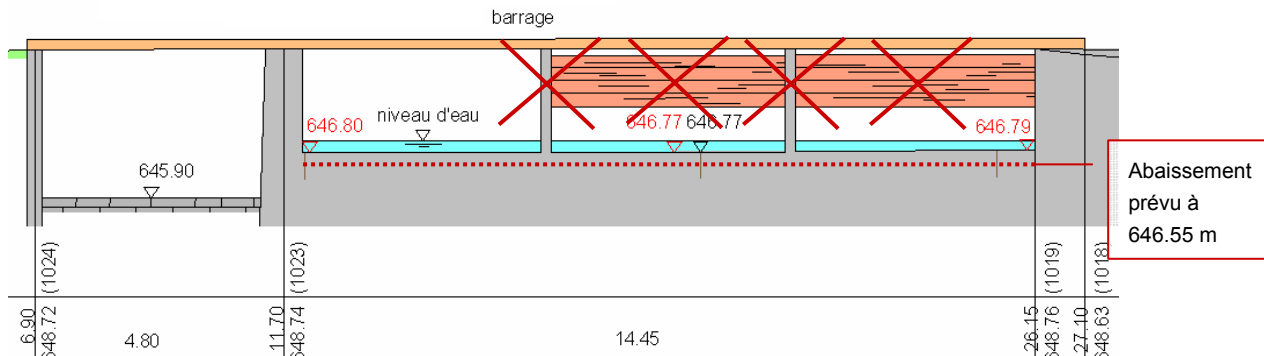


*Solides accumulés contre les supports d'ancrage des batardeaux (constat du 04.09.2007)*



## 2. Abaissement du niveau de la crête déversante au seuil existant

Actuellement le niveau de la crête déversante du seuil existant est à 646.77 m s.m. Pour améliorer l'écoulement par le seuil en cas de crues nous proposons d'installer le clapet de seuil de manière à abaisser la crête déversante à 646.55 m s.m. lorsque le seuil est totalement abaissé.



*Profil actuel au barrage et abaissement prévu*

## 3. Construction d'une crête déversante sur le canal d'amenée à la scierie

Le canal d'amenée à la scierie permettra d'évacuer une petite partie des débits de crue. Il est proposé d'aménager une crête déversante sur quelque 27 m de longueur le long du mur sud du canal. La hauteur de la crête déversante sera construite à précisément 647.92 m s. m, soit 2 cm au dessus du niveau de régulation à la retenue.

Dans ces conditions, la capacité d'écoulement du canal réaménagé de la scierie déversera environ 5 m<sup>3</sup>/s par sa crête déversante en cas de la crue centennale (59 m<sup>3</sup>/s).

Remarques :

L'entrée en vigueur du canal d'amenée dépendra du calendrier de réalisation du projet à l'ancienne scierie. En phase initiale (bouchon du canal d'amenée de la scierie) aucun débit ne pourra être évacué par ce biais.

L'implantation d'une vanne batardeau de purge au bout du canal d'amenée ne permettra d'améliorer sensiblement la contribution à l'évacuation des crues. En effet, si cette vanne est levée en cas de crue c'est le débit par la crête déversante du canal qui diminue (augmentation des pertes de charge dans le canal à ciel ouvert et diminution de la hauteur de déversement).

## 4. Surélévation des digues dans les zones sensibles en amont du seuil

Afin de protéger les habitations des rives contre un débordement de la rivière en cas de crues max. et extrêmes, il est recommandé de surélever quelque peu les berges en augmentant la hauteur des digues de 40 cm aux endroits stratégiques.

Il ne faudrait cependant pas toucher à la berge droite donnant sur les champs à l'aval des habitations (Haut de la Praye / Clos des Faulx) pour ainsi permettre à la Suze, en cas de crues extrêmes, de sortir de son lit précisément dans cette zone.

Il est proposé de profiter durant la phase de chantier de l'aménagement hydroélectrique pour effectuer également les travaux de rehausse des digues. Comme la situation de la protection contre les crues n'est pas détériorée par la réalisation de l'aménagement hydroélectrique il est attendu que ces travaux s'effectuent à charge des autorités responsables du cours d'eau (OPC- III. Arrondissement / Syndicat d'Aménagement des Eaux de la Suze).



### Simulation de la crue centennale et max.

Des simulations hydrauliques de la rivière en cas de crue centennale ( $59 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et max. ( $65 \text{ m}^3/\text{s}$ ) permettent de percevoir la situation d'écoulement de la Suze en considération du projet envisagé, voir les résultats de simulation [en annexe 5](#) :

Hypothèses de simulation :

- Rugosité du lit de la rivière modélisée avec un facteur  $K_{st} = 34$ . Rugosité des berges modélisée avec un facteur  $K_{st} = 22$  et  $K_{st} = 45$  selon la nature du terrain. Facteur de correction de la rugosité des berges adapté où nécessaire en accord avec la proposition de Felkel avec  $Lo/U = 0.050$
- Une limite hydraulique a été appliquée en haut de chaque berge. Ainsi la simulation ne tient compte d'un écoulement qui s'effectuerait en dehors du lit de la rivière.
- Par mesure de prudence il a été simulé le cas le plus défavorable sans écoulement par le canal de la scierie, sans débit dans la passe à poissons, sans écoulement par la turbine et sans écoulement par le batardeau de purge du dessableur (i.e. obstruction totale devant les préfilles)
- Le débit de la rivière est simulé pour les débits de crue avec le clapet de seuil totalement abaissé

Constatations et conclusion :

La situation hydraulique simulée avec le projet en cas de crues présente des résultats comparables avec la situation présente (estimation empirique établie sur la base d'évaluations à partir de photographies historiques des lieux en périodes de crues et comparaison avec les résultats de simulation).

En effet, l'amélioration de l'écoulement qui est réalisé par le biais d'un seuil qui est dépourvu de vannes batardeau et de ses supports d'ancrages et par l'augmentation de la section de passage avec l'abaissement du point bas au seuil est dans une certaine mesure compensée par la suppression du déversoir latéral de trop plein.

La mise en œuvre des mesures 1 à 4 proposées dans les chapitres précédents permettra la réalisation de l'aménagement hydroélectrique tout en assurant une protection contre les crues qui est raisonnable et appropriée pour la zone en amont du seuil.

### Influence du niveau d'eau aval

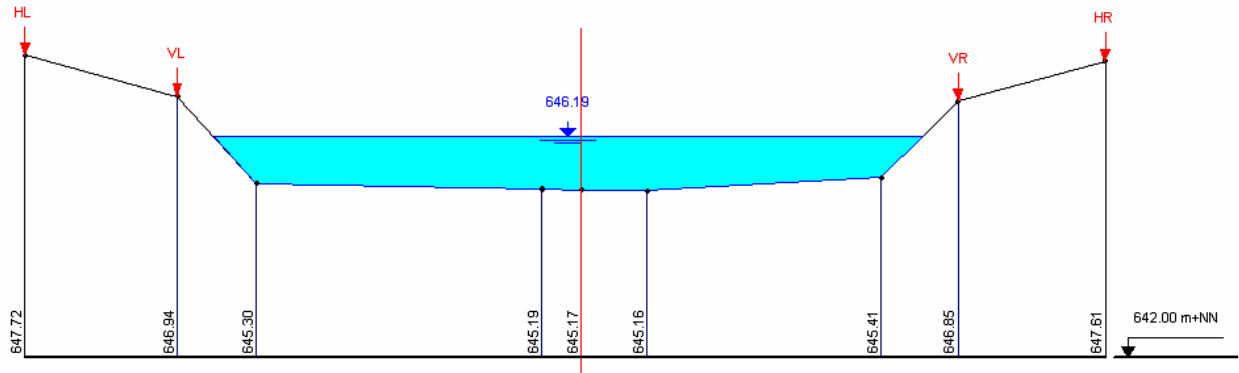
La restitution de l'eau turbinée s'effectue à partir de quelque 25 m en aval du barrage et 15 m en aval du seuil existant qui délimite le bassin amortisseur.

Une série de simulations du cours d'eau pour différents débits a permis d'établir la caractéristique hydraulique à la section de restitution.

Hypothèses de simulations :

- La section du cours d'eau à la restitution est caractérisée par une pente du lit de la rivière qui est très faible (environ 0.35 %). Le lit de la rivière se compose majoritairement de galets et de pierres de diamètre 50 à 150 mm, sa rugosité peut être modélisée avec un facteur  $K_{st} = 34$ . Les berges sont partiellement soutenues avec de la maçonnerie ancienne comprenant des blocs de taille moyenne à petite. Un boisement naturel s'étend sur les talus. Pour les calculs hydrauliques l'on admettra une rugosité équivalente des berges avec un facteur  $K_{st} = 22$  et  $K_{st} = 45$  pour les berges constituées par des murs en bon état. Pour tenir compte du boisement des berges l'on applique en outre une correction du facteur de rugosité selon la proposition de Felkel avec  $Lo/U = 0.050$ .





Section modélisée de la rivière en zone de restitution















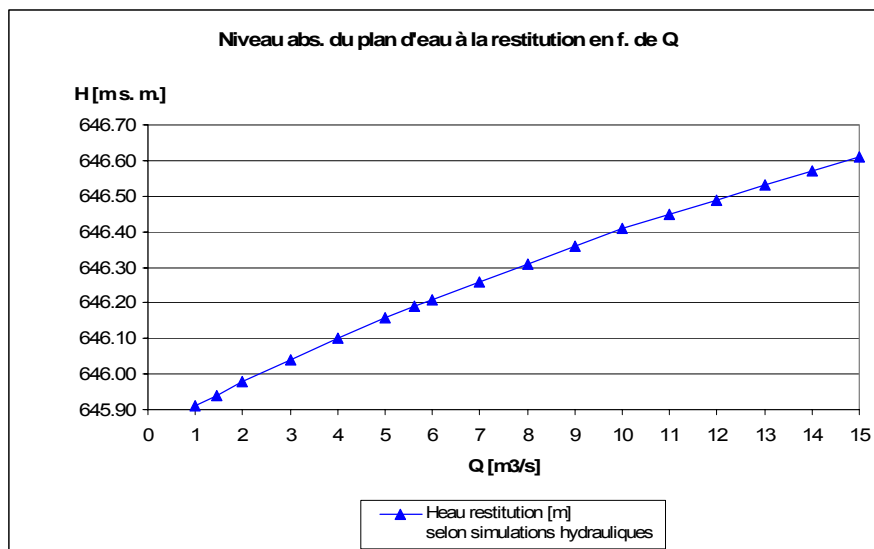
- 0 km - 721.13 m				 		  		
	Nr.	Länge	Höhe	Grenze	kst-Klasse	kst-Wert	Profilabst.	Bewuchspar.
	1	-10.54	647.72	HL	0	0.0	0.000	0.000
	2	-7.65	646.94	VL	22	45.0	10.810	0.000
	3	-6.15	645.30		0	0.0	0.000	0.000
	4	-0.74	645.19		0	0.0	0.000	0.000
	5	0.00	645.17	AA	0	0.0	0.000	0.000
	6	1.25	645.16		0	0.0	0.000	0.000
	7	5.69	645.41		0	0.0	0.000	0.000
	8	7.14	646.85	VR	22	45.0	10.810	0.000
	9	9.93	647.61	HR	0	0.0	0.000	0.000

Tabelle des relevés et des définitions à la restitution



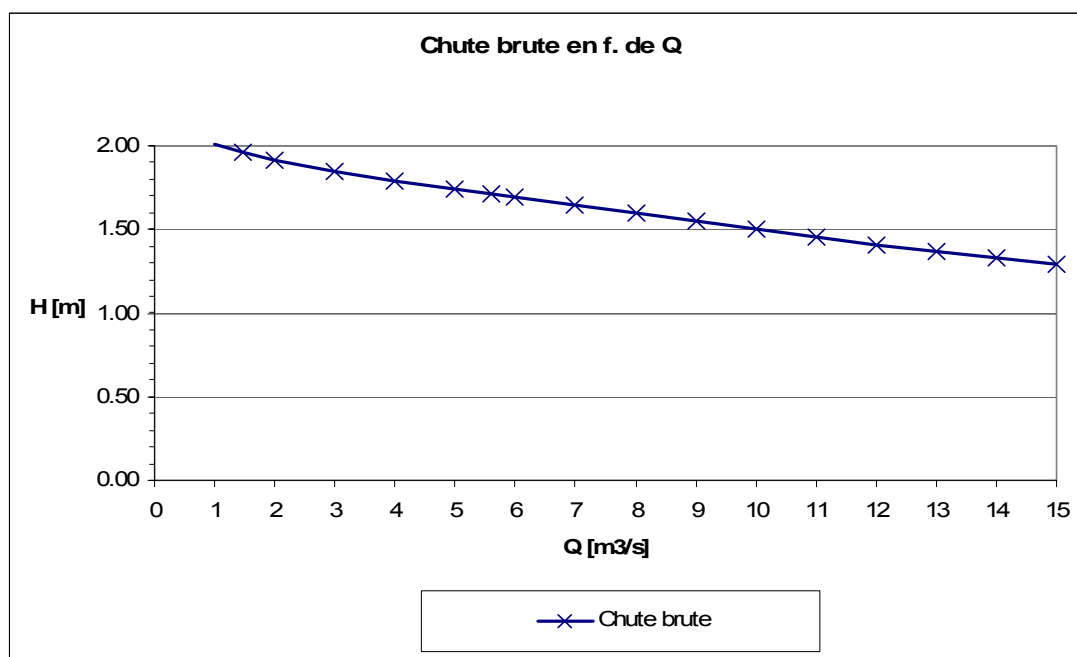
Courbe  $h = f(Q)$  à la section de la restitution



## Chute brute

Connaissant le niveau d'eau qui sera réglé à la retenue ainsi que la caractéristique de l'influence du niveau d'eau aval en fonction du débit de la rivière, il est possible d'établir la caractéristique de la chute brute en fonction du débit de la rivière. Cette dernière peut être modélisée à l'aide des formules simplifiées comme suit :

Pour $Q \leq 7 \text{ m}^3/\text{s}$ :	$H_b = f(Q) \approx 647.90 - \sqrt{Q_{\text{rivière}}} / 4.6 + 645.675$
Pour $Q > 7 \text{ m}^3/\text{s}$ :	$H_b = f(Q) \approx 647.90 - \sqrt{Q_{\text{rivière}}} / 3.4 + 645.470$



Graphique de la chute brute en fonction du débit de la rivière

La chute brute nominale en accord avec les conditions minimales de la pleine charge est de **1.71 m**.

## Maison de turbinage

Les installations de turbinage, le contrôle - commande, et les systèmes auxiliaires (bloc hydraulique de la turbine, bloc hydraulique du dégrilleur, etc...) prennent tous place dans le bâtiment de la maison de turbinage. Celui-ci est prévu avec un sous-sol au niveau des machines et d'une demi dalle au rez-de-chaussée (niveau des armoires électriques). L'entrée au bâtiment est assurée par une porte de service sur le côté nord du bâtiment qui donne accès au rez-de-chaussée. Un escalier constitué de marches caillebotis relie le sous-sol avec le rez-de-chaussée.

Pour des raisons économiques la hauteur du rez-de-chaussée est limitée au minimum nécessaire, les murs sont construits avec des briques ciment ou terre cuite, crépis de part et d'autre. La maison de turbinage ne dispose de système de palan fixe. Les équipements sont entrés dans le bâtiment par une ouverture amovible sur le toit. L'alignement des équipements et les éventuels déplacements de ces derniers pour des travaux de service nécessitent l'intervention d'une autogrupe ou de moyens de levage équivalents.

La toiture est prévue d'être constituée à partir d'éléments métalliques légers (tôles de toiture sur charpente métallique) et d'une coupole amovible préfabriquée.

La partie construite sous le rez-de-chaussée (murs, radiers) est prévue d'être réalisée en béton armé (épaisseur = 30 cm).





Les dimensions du bâtiment peuvent préliminairement être estimées comme suit :

Longueur du bâtiment : 9.5 m

Largeur du bâtiment : 4 m

Hauteur du bâtiment : murs de 2.5 m de hauteur par rapport au terrain naturel, faible inclinaison de la toiture

Un système simple de ventilation du bâtiment est à prévoir pour évacuer la chaleur de la génératrice et des équipements électromécaniques. Dimensionnement approximatif : débit = 1'200 m<sup>3</sup>/h, puissance = 0.15 kW.

## Ouvrages à la prise d'eau

### CAPTAGE

La prise d'eau se situe sur le côté gauche de la rivière substituant la crête déversant actuelle du déversoir latéral.

Le concept de la prise d'eau a été choisi en considération de la situation des ouvrages d'origine et des terrains avoisinants. Il est établi sur la base de réalisations techniques similaires.

La prise d'eau se composera d'ouvrages et d'équipements comme suit :

### Clapet de seuil

*Lire le chapitre précédent « Rehaussement du niveau d'eau à la retenue, clapet de seuil ».*

Les dimensions du clapet de seuil sont :

Hauteur = 1350 mm

Largeur = 12.3 m

Remarque : la fonction principale du clapet de seuil est de réguler un niveau d'eau fixe à la retenue. Pour assurer le transport des solides et pour purger la section devant les prégrilles, il est entre autres prévu d'abaisser périodiquement le seuil durant les fortes crues, ceci selon constat du dépôt des alluvions à la retenue.

### Batardeau d'isolation de l'amenée

La fonction de ce batardeau est d'isoler la prise d'eau en amont de la grille et de la turbine. Ceci permet d'isoler les voies d'eau avalées pour permettre d'effectuer des travaux de maintenance ou des réparations sur les équipements concernés.

La manutention du batardeau est assurée à l'aide d'un moteur électrique et d'une transmission par crémaillère.

Les dimensions approximatives du batardeau d'isolation de l'amenée sont :

Hauteur = 2000 mm

Largeur = 4000 mm

### Batardeau de purge du dessableur

Une rigole dans le radier avant la grille sert à retenir les corps solides qui se déplacent au fond du canal d'amenée (sable, éventuellement graviers). Cette dernière est purgée manuellement en levant le batardeau de purge du dessableur. Les purges s'effectuent à intervalles réguliers lors des crues. La chasse s'effectue directement dans la rivière sous le seuil. Cet équipement est levé à force d'homme (volant sur vis sans fin).

### Prégrilles

Les prégrilles protègent l'amenée d'eau des objets de taille qui dévalent la rivière (branches de taille, troncs d'arbres, ...). Elles se composent de tubes amovibles en acier que l'on insert dans une plaque de fond et une plaque de base



tous les 45 cm environ. Le nettoyage des prégrilles s'effectue manuellement.

### **Grille et dégrilleur**

La fonction de la grille est de retenir les solides qui ont une dimension suffisante pour perturber le procédé de turbinage. Elle est fabriquée à partir de modules à barres verticales; l'ouverture nette entre les barres est proposée à 30 mm. Le dégrilleur à bras hydraulique nettoie la grille et dépose les solides dans une cuve d'évacuation qui est purgée en permanence. Les déchets organiques seront retournés à la rivière; les débris inorganiques seront récoltés manuellement lors des visites de l'installation. Ces débris seront alors évacués selon la nature des matériaux.

Pour diminuer le bruit que génère cette installation, l'on place le bloc hydraulique (pompe) à l'intérieur du bâtiment de service de la prise d'eau que l'on raccorde avec les vérins à l'aide de tuyaux hydrauliques. L'huile utilisée sera du type biodégradable.

### **Chambre de mise en charge**

Derrière le dégrilleur, l'eau sera progressivement mise sous pression dans l'avaloir de la chambre de mise en charge relié à l'élément d'entrée de la turbine.

### **RIVIÈRE DE CONTOURNEMENT (PASSE À POISSONS)**

Pour assurer la libre migration du poisson de part et d'autre du barrage, il est prévu d'aménager une passe à poissons sur le côté gauche du cours d'eau. La passe à poisson débute à l'entrée du canal d'amenée de la scierie, à quelques mètres en amont du bouchon provisoire qui persistera jusqu'à la remise en état des voies d'eau de l'aménagement de la roue à aubes de la scierie.

Afin de pouvoir calibrer le débit dans la rivière de contournement il est prévu d'ériger deux bassins techniques du type « à fentes verticales » puis d'aménager la rivière de contournement aussi naturellement que possible avec des méandres et des bassins constitués de blocs calcaire. La pente de la rivière de contournement sera faible (env. 3%), sa longueur totale sera d'environ 65 m. La rivière de contournement déversera dans le bassin de restitution, proche de la rivière. Ceci permettra de bénéficier du courant d'attrait de la turbine pour guider les poissons en direction de la rivière de contournement.

Le débit proposé par la rivière de contournement est de max. 200 l/s, soit 50% du débit résiduel total.



*Réalisation technique prévue à l'amont*



*Réalisation proche du naturel à partir de l'amenée technique*



## Calcul de la production

Le calcul de la production est établi en considération des paramètres principaux qui influencent le régime opérationnel des installations :

- Débits disponibles au turbinage
- Chute brute en fonction des débits de la rivière (le niveau amont est considéré fixe)
- Pertes de charge dans l'ouvrage de la prise d'eau (prégrilles, grilles)
- Pertes de charge à la restitution
- Niveau aval de la rivière en fonction des débits du cours d'eau
- Rendement de la turbine, de la transmission et de la génératrice
- Consommation propre des installations + marge de sécurité

Résultats (voir les détails en [annexe 6](#)) :

Puissance max. aux bornes des génératrices :	<b>61 kW</b>
Puissance théorique moyenne * :	<b>43 kW</b>
Production moyenne annuelle :	<b>269 MWh</b>

\* Calcul selon l'Art. 51 de la Loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques (LFH) (Etat le 1<sup>er</sup> janvier 2008)

La production moyenne annuelle (269 MWh) équivaut à la consommation moyenne d'environ 50 ménages ou, respectivement, à la consommation de 114 habitants.

Rem: 5'369 kWh/ménage (selon les statistiques de l'OFEN pour la consommation en 2005)  
2'350 kWh/habitant (selon les statistiques de l'OFEN pour la consommation en 2005)

[http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00630/index.html?lang=fr&dossier\\_id=00765](http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00630/index.html?lang=fr&dossier_id=00765)

## CARACTÉRISTIQUES D'EXPLOITATION

Nombre de jours opérationnels de la turbine :	~ 335	jours/an
Déversement naturel du seuil (crues) :	~ 90	jours/an
Déversement naturel du seuil (étiage) :	~ 30	jours/an

La turbine fonctionne aussi longtemps que le débit d'eau est suffisant (commande d'après le signal de la sonde de mesure du niveau d'eau à la retenue).

## Connexion au réseau électrique

Le raccordement s'effectuera probablement au niveau basse tension (400 V).

Selon les premières informations obtenues par M. J. Mettraux (Ingénieur projets, BKW FMB Energie SA, Délégation régionale Bienne) le raccordement fait l'objet d'une étude. Les coûts du raccordement se situeraient aux alentours de CHF 30'000.- plus les frais du génie civil (creusage, pose, etc...) pour un tube de protection de dia. 120 mm de la maison de turbinage jusqu'au point de raccordement.



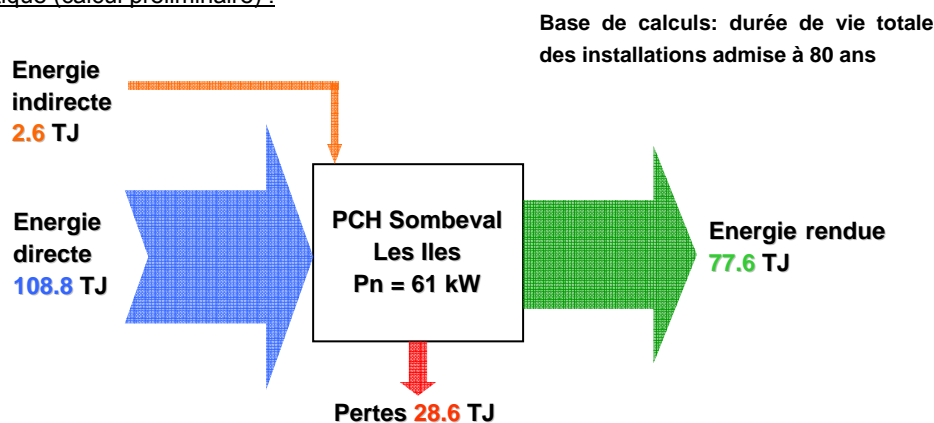
## Protection de la nature, du paysage et des intérêts publics

### RAISON ET UTILITÉ

Le prélèvement sert exclusivement à la production d'énergie électrique.

Son utilité écologique peut être estimée selon la publication Diane10 « Bilans énergétiques de PCH ». Voir le sommaire des calculs en [annexe 7](#).

Bilan énergétique (calcul préliminaire) :



#### Légende :

- Energie indirecte:** énergie nécessaire à la réalisation du projet
- Energie directe:** énergie hydraulique brute du captage
- Pertes:** pertes d'exploitation (principalement en chaleur)
- Energie rendue:** énergie injectée dans le réseau électrique

Energie de sortie / Energie indirecte :	30
Energie de sortie / Energie indirecte électrique* :	51
Amortissement écologique :	2.7 années
Amortissement écologique électrique* :	1.6 années

\* Facteur de conversion thermique à électrique admis à 2.67 pour la plus-value de l'énergie électrique en comparaison avec l'énergie brute

Remarque : Dans cette estimation du bilan énergétique il n'a pas été tenu compte de la démolition des anciennes vannes et de la reconstruction d'une nouvelle passerelle, ces activités étant nécessaires avec ou sans la réalisation de l'aménagement hydroélectrique.



Constatation : Selon cette estimation préliminaire, le bilan écologique est médiocre comparé au bilan écologique que l'on attend normalement des installations hydroélectriques. Le fait de pouvoir bénéficier d'une certaine infrastructure existante (seuil, canal d'amenée, ...) ne permet d'améliorer considérablement la situation. Ce résultat ne surprend cependant pas si l'on considère la faible chute exploitable. Il n'empêche cependant que ce projet reste favorable à un développement durable qui, comparé à certaines « nouvelles » énergies renouvelables se justifie tout à fait.

L'analyse des *réductions d'émissions de gaz à effet de serre* est calculée selon le modèle GES (Gaz à Effets de Serre) RETScreen®, voir la formulation en [annexe 8](#). Cette analyse permet d'estimer la réduction des émissions de gaz à effet de serre en comparant l'équivalent de l'énergie produite par la petite centrale hydroélectrique à un *réseau électrique de référence*, resp. à une production générée à partir d'autres ressources.

Le réseau électrique de référence avec lequel le comparatif est effectué dans le cas présent a été choisi en considérant une production électrique issue de centrales à cycle combiné (turbines à gaz - chaudières - turbines à vapeur). Ainsi, il est directement possible d'estimer les réductions d'émissions de gaz à effet de serre en comparaison avec des réalisations existantes et des projets qui sont actuellement à l'étude en Suisse :

Réduction annuelle nette d'émission GES :	<b>122</b>	t CO <sub>2</sub> (tonnes de gaz carbonique)
Réduction nette d'émission GES * :	<b>4'880</b>	t CO <sub>2</sub> (tonnes de gaz carbonique)
Réduction nette d'émission GES ** :	<b>9'760</b>	t CO <sub>2</sub> (tonnes de gaz carbonique)
* Base de calculs : durée de vie totale des installations admise à 40 ans		
** Base de calculs : durée de vie totale des installations admise à 80 ans		

## RÉPERCUSSIONS PROBABLES DU PRÉLÈVEMENT SUR L'ENVIRONNEMENT

Les répercussions probables du prélèvement et les mesures prévues pour limiter les effets néfastes sont identifiés comme suit :

- Le prélèvement réduit le débit et la hauteur d'eau tout au long du tronçon résiduel

Effets néfastes possibles	Mesures entreprises pour limiter les effets néfastes
Réduction de l'effectif des poissons et des invertébrés	Débit résiduel conforme à la recommandation des débits résiduels minimaux.  Tronçon court-circuité sur une distance limitée (env. 25 m)  Tronçon court-circuité avec débit de dotation (50% du débit résiduel)

- Le prélèvement influence la remontée du cours d'eau pour les poissons.

Effets néfastes possibles	Mesures entreprises pour limiter les effets néfastes
Réduction de l'effectif des poissons	La construction d'une rivière de contournement assurera le libre passage au-delà du barrage. Ceci présente une nette amélioration par rapport à la situation présente.





- L'exploitation de la turbine hydraulique peut nuire aux poissons qui entreraient la turbine

Effets néfastes possibles	Mesures entreprises pour limiter les effets néfastes
Poissons entrant dans la turbine (fatalités et blessures)	<p>L'ouverture de la grille à la prise d'eau est choisie en accord avec les recommandations du type « Green Hydro » (env. 30 mm de distance entre les barreaux).</p> <p>La turbine prévue dispose d'un distributeur fixe (peu de risques de blessures à travers cette section pour les poissons)</p> <p>La turbine choisie est du type Semi-Kaplan. Ce type de turbine présente moins de dangers pour les poissons que les autres modèles.</p> <p>La turbine choisie est de diamètre relativement grand (1300 mm) ce qui réduit aussi le risque de blessures.</p> <p>La turbine choisie tourne lentement (190 t/min).</p> <p>La différence de pression extrados- intrados est très faible (17 kPa).</p>

- Le prélèvement va favoriser le dépôt de sédiments à la retenue

Effets néfastes possibles	Mesures entreprises pour limiter les effets néfastes
Modification de l'habitat pour les invertébrés et les espèces aquatiques	Lire le chapitre RINÇAGE DE LA RETENUE
Modification de la caractéristique d'écoulement du cours d'eau (conséquences à long terme: rehaussement du niveau d'eau)	

- L'ouvrage de restitution de la turbine se situe partiellement dans la zone humide protégée

Effets néfastes possibles	Mesures entreprises pour limiter les effets néfastes
Réduction de la superficie de la zone humide	<p>Compensation à 100% des arbres à abattre dans la zone nord-ouest (compensation de part et d'autre de la rivière de contournement).</p> <p>Identification préliminaire des populations d'arbres dans la zone prévue pour la restitution :</p> <p>Frênes (<i>Fraxinus excelsior</i>) 25-40 ans d'âge : 3 x 3 bosquets + 11 arbres individuels</p> <p>Merisiers (<i>Prunus padus</i>) 25-40 ans d'âge : 2 bosquets de 4 + 5 arbres individuels</p> <p>Peuplier (<i>Populus canadensis</i>) env. 60 ans d'âge : 1 arbre isolé</p>
Réduction des espèces végétales et des arbres dans la zone en question	





*Vue de la zone à défricher (dans le sens du courant)*



*Vue de la zone à défricher (à contre-courant)*

- Le prélèvement n'a pas de répercussions en ce qui concerne l'usage d'eau de tiers. Une convention a été signée avec la Municipalité de Sonceboz-Sombeval pour régler les modalités concernant l'attribution des débits, voir [annexe 12](#).

## EMISSIONS SONORES

Les émissions sonores en zone de la prise d'eau augmenteront vraisemblablement pour certains régimes hydrauliques et diminueront pour d'autres. Voici les sources de bruit préliminairement identifiées :

### 1a. Bruit de la rivière qui déverse par le seuil

Une partie du débit résiduel et les débits de crues déverseront du clapet de seuil créant ainsi une chute d'eau. Le niveau sonore aux alentours du seuil dépendra du régime de la rivière et de celui des installations de turbinage.

### 1b. Vibration et pulsation de l'eau passant par le seuil

En régime transitoire, lorsque l'eau ne forme plus qu'un fin rideau sur le seuil, il est possible que des vibrations et des pulsations de basse fréquence soient initiées. Celles-ci ne seront cependant que de courte durée et, si nécessaire, il sera possible de commander le clapet de seuil pour limiter cette nuisance.

### 1c. Bruit provenant du clapet de seuil

Occasionnellement et lorsque le clapet de seuil est en mouvement, il est possible qu'un bruit sourd provenant des paliers ou des tôles de clapet soit émis en raison des forces appliquées.

### 1d. Bruit provenant du dégrilleur

Des émissions sonores proviendront du dégrilleur lorsque celui-ci nettoie la surface de la grille. Pour éviter les nuisances de la pompe hydraulique du dégrilleur, l'on placera cette dernière dans le bâtiment de la maison de turbinage.

Les émissions sonores n'affectent actuellement aucune habitation avoisinante et l'on n'attend pas un grand changement du niveau sonore par rapport à la situation présente (bruit de la rivière).

A la maison de turbinage les émissions sonores des équipements (turbine, génératrice) seront contenues dans le bâtiment et seul un très faible niveau sonore s'échappera des bouches de ventilation. Comme cette zone n'est pas habitée et compte tenu de la faible amplitude de l'émission sonore il n'y aura de conséquences sur l'environnement.

## RINÇAGE DE LA RETENUE

Pour parer à la problématique des sédiments qui se déposeront en amont de la retenue et pour ne pas interrompre la migration des solides, un programme de rinçage sera à établir.



Le rinçage s'effectuera en périodes de crues pour éviter de troubler la Suze de manière trop importante. Dans le cadre de cet exercice, l'on abaissera totalement le clapet de seuil. La durée de rinçage sera à établir selon la sédimentation constatée.

Si nécessaire, le rinçage de la retenue sera annoncé et effectué avec la coordination des autorités compétentes.

## **TRAITEMENT DES DÉTRITUS FLOTTANTS**

La rivière transporte des solides qui, partiellement, s'accumuleront devant les prégrilles, dans la rigole du dégrilleur ou dans la zone du déversement.

Ces matériaux seront collectés lors des visites périodiques (1x par semaine pour les périodes calmes, 1x par jour lors des crues) et triés sur place comme suit :

- les plastiques seront évacués pour être incinérés
- les algues, les feuilles mortes et les petites branches seront remises à la rivière
- les branches (à partir de dia. 3 cm environ), les troncs et les rondins seront empilés près du bâtiment de la maison de turbinage et évacués au moins une fois par an. Ce bois sera brûlé dans des installations de chauffage du bâtiment
- les objets de taille (planches et bois traités, échelles, tables, cadre de fenêtre, vélos, pneus, ..., et autres objets pouvant dévaler la rivière...) seront retirés de l'eau et évacués au ramassage des cassons ou livrés directement à une décharge appropriée

## **Dispositions préliminaires pour la réalisation des travaux**

Tous les travaux qui se dérouleront sur les abords et dans la rivière feront l'objet d'une attention particulière pour ne pas souiller l'eau. Les travaux s'effectueront en accord avec les directives pour la protection des eaux et de la gestion des déchets sur les chantiers.

En particulier l'on définira des zones d'entrepôt qui se situeront en dehors de la zone humide à protéger.

Le projet de construction de la centrale hydroélectrique comprend 3 objets distincts:

1. Seuil et ouvrages à la prise d'eau
2. Maison de turbinage et ouvrage de restitution
3. Passe à poissons

Le mode d'exécution, les étapes et les phases de réalisation restent à établir.

## **CALENDRIER PRÉVISIONNEL DE RÉALISATION**

Une planification détaillée sera effectuée avec l'avancement des démarches administratives (concession, permis de construire, ...). Le requérant souhaite réaliser le projet sans délais.

## **Rentabilité économique**

La rentabilité économique du projet est calculée à l'aide du modèle RETScreen®, voir le sommaire financier en [annexe 10](#).

Un plan d'investissement a été établi séparément avant d'être introduit dans ce modèle analytique, voir [annexe 9](#).

Remarques:

Le tarif de reprise de l'énergie est actuellement de 15 ct/kWh selon les recommandations fédérales en vigueur. Avec la venue de la LApEI (Loi sur l'approvisionnement en énergie) et de la révision de l'ordonnance sur l'énergie une nette hausse des prix de reprise est attendue. Le calcul de la rentabilité effectué dans le cadre de cette analyse sommaire se base sur le tarif de reprise selon le projet de consultation du 27 juin 2007 de l'ordonnance sur l'énergie



(OEne), voir les pages 13 et 14 du document « révision de l'ordonnance sur l'énergie - ouverture de la procédure de consultation » disponible sur le site de l'OFEN (Office fédéral de l'énergie) à partir du lien

[http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/00613/index.html?lang=fr&dossier\\_id=01392](http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/00613/index.html?lang=fr&dossier_id=01392) .

#### Calcul de la rétribution :

<i>Puissance équivalente :</i>	<i>30.7 kW</i>
Rétribution de base selon la classe des puissances :	22.60 ct/kWh
Bonus de niveau de pression par classes de hauteur de chute :	5.5 ct/kWh
Bonus d'aménagement des eaux par classe des puissances : (calculé au prorata selon les dernières nouvelles)	4.65 ct/kWh

> Rétribution attendue : 32.75 ct/kWh

#### Calcul de l'investissement :

L'investissement total brut est estimé à 1.65 mio Frs. incl. 81 k Frs d'imprévus (réserve), voir le plan d'investissement en [annexe 9](#).

Note : Le plan d'investissement a été établi à partir d'offres et d'estimations par rapport à des réalisations similaires.

#### Chiffre d'affaire :

Le chiffre d'affaire atteint 88 k Frs.

#### Paramètres financiers :

Le modèle de calcul est établi en considérant la mise à disposition de fonds propres à raison de 100 % (= placement de liquidités). Si des fonds de tiers sont nécessaires pour financer le projet, celui-ci devient vite déficitaire et sa faisabilité est donc compromise.

La période d'amortissement fiscal a été admise à 29 ans avec un taux d'amortissement annuel de 3.5% sur la valeur de construction et des installations de la centrale hydraulique (≈ amortissements autorisés selon Art. 6 de l'Ordonnance sur les amortissements (OAm) du 18 octobre 2000, canton de Berne RSB 661.312.59).

La durée de vie du projet a été admise à 40 ans avec une valeur résiduelle nulle à son terme (pas de valeur pour les ouvrages et les installations, pas de frais pour remettre en état).

Les frais annuels d'exploitation et d'entretien ont été comptabilisés avec un montant de 25 k Frs.

#### Constatations :

L'analyse financière révèle que le projet est rentable à long terme moyennant l'apport des fonds nécessaires à sa réalisation.

L'année de flux monétaire nulle sera atteinte après quelque 25.7 années, une durée qui est relativement longue pour un investissement dans une réalisation de petite hydraulité.

Le taux de revient après impôts (TRI) est estimé à 2.2 % sur 40 ans (40 ans = durée de vie minimale du projet).

L'analyse de sensibilité et de risque démontre que c'est le prix de l'énergie (*Coût évité en énergie*) qui a le plus d'impact sur le résultat financier. La production (*Energie renouvelable fournie*) et les coûts d'investissement influencent également fortement le résultat et c'est sur ces paramètres que le maître d'ouvrage peut intervenir.

L'analyse financière et l'analyse de sensibilité et de risque sont jointes au dossier, voir [annexe 10](#) et resp. [annexe 11](#).





## Recommandations finales

Le projet, comme préliminairement défini, offre une solution complète pour remettre en états les lieux en réalisant une installation qui fournit de l'énergie électrique à partir d'une ressource renouvelable. Sa réalisation permettra entre autres d'améliorer quelque peu l'évacuation des crues. Il permettra également au projet d'aménagement de la scierie à pouvoir bénéficier des ouvrages qui gèrent le barrage et la retenue d'eau, ce qui facilitera aussi la mise en œuvre de ce projet. Une rivière de contournement permettra de rétablir la libre migration des poissons au-delà du barrage et peut-être d'étendre la zone humide le long de ses berges.

La mise en œuvre prévue d'un programme de démonstration de l'ancienne scierie qui pourra être combiné avec la visite de la nouvelle installation hydroélectrique permettra d'offrir une attraction régionale pour les écoles et les cercles intéressés.

Moyennant la capacité de pouvoir investir sans attendre de grands bénéfices pécuniaires mais en considérant la possibilité de récolter une bonne compagne publicitaire, il est recommandé de continuer le développement du projet et de concrétiser la réalisation.

Recommandation pour les étapes à suivre :

- Distribution de l'analyse sommaire auprès de l'OEH (Office de l'économie hydraulique) avec demande de préavis des services concernés
- Distribution de l'analyse sommaire auprès de la Municipalité de Sonceboz-Sombeval / Association scierie
- Information des résultats de l'analyse sommaire auprès de la direction de l'usine Vorpe Engrenages SA
- Présentation du projet à l'Association régionale Jura – Bienne. Elaboration d'une demande de prêt LIM

A la réception des préavis un projet de concession pourra alors être élaboré.

Dans cette phase de la planification l'on révisera entre autres le projet dans le but d'atteindre une réduction des coûts (but : coûts du projet < 1.4 mio. Frs) ce qui favorisera sa mise en œuvre. Dans le cadre de cette entreprise l'on contactera la Municipalité de Sonceboz-Sombeval pour essayer de trouver des zones sur sa parcelle no. 943 ou ailleurs, susceptibles de pouvoir recevoir le matériel d'excavation, un potentiel d'économie considérable par rapport à la mise en décharge. Selon la nature du matériel excavé il pourra aussi être utilisé pour construire les digues de protection le long des berges à l'amont.

Saint-Imier, 27.01.2008

Turbinor SA, Michel Hausmann



## Annexe

- 1 : Hydrologie
- 2 : Plan de situation de projet
- 3 : Plan de profils en travers la rivière
- 4 : Simulation hydraulique de la rivière avec le projet pour  $Q_n = 5.61 \text{ m}^3/\text{s}$
- 5 : Simulation hydraulique de la rivière avec le projet pour  $HQ_{100} = 59 \text{ m}^3/\text{s}$  et  $Q_{\text{max}} = 65 \text{ m}^3/\text{s}$
- 6 : Calcul de la production
- 7 : Estimation du bilan énergétique
- 8 : Analyse des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES)
- 9 : Plan d'investissement
- 10 : Sommaire financier
- 11 : Analyse de sensibilité et de risque
- 12: Convention avec la Municipalité de Sonceboz-Sombeval et l'ASS

