

## RÉACTIVATION DE LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DU THEUSSERET SUR LE DOUBS À GOUMOIS



**- PRÉSENTATION TECHNIQUE DU PROJET -**

PORTEUR DE PROJET :  
MARCEL HETT

FÉVRIER 2018

RÉACTIVATION DE LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DU THEUSSERET SUR LE DOUBS À GOUMOIS

- PRÉSENTATION TECHNIQUE DU PROJET -

RÉALISÉ PAR :

**Stromkarlen SARL**

F-73 000 Chambéry

Déborah Lepoutre

deborah.lepoutre@lepoutre.info

POUR LE COMPTE DE :

**Marcel Hett**

Friedrich-Ebert-Str.5

D-61 476 Kronberg im Taunus

info@marcelhett.de

**TABLE DES MATIÈRES**

I. Contexte.....	4
II. Implantation.....	5
III. Prise d'eau ichtyocompatible.....	6
III.1 Concept de la grille horizontale.....	6
III.2 Dégrilleur et vanne double.....	7
III.3 Dimensions.....	8
IV. Turbine et bâtiment de production.....	9
IV.1 Niveau de retenue.....	9
IV.2 Caractéristiques techniques.....	9
IV.3 Intégration paysagère.....	9
IV.4 Périodes de fonctionnement.....	10
V. Situation de crue.....	11
VI. Continuité piscicole.....	12
VI.1 Passe de montaison.....	12
VI.2 Passe de dévalaison.....	13

**ANNEXE**

- A - 1 Plan d'implantation pour discussion avec l'administration, vue de dessus et en coupe longitudinale, Échelle 1:100, format A0 paysage

## I. CONTEXTE

Le projet d'aménagement du Theusseret présenté dans ce document et dans le plan en annexe porte sur la restauration de la continuité écologique au niveau du barrage, classé en liste 2 suivant l'article L214-17 du code de l'environnement, et aujourd'hui infranchissable pour les espèces piscicoles, tout en exploitant le potentiel hydroélectrique pour produire une électricité renouvelable locale. Avec un débit moyen du Doubs de  $27 \text{ m}^3/\text{s}$  et une hauteur de chute moyenne d'environ 3,1 m, une centrale hydroélectrique moderne de 650 kW pourra produire au Theusseret environ 3 GWh/an, soit la consommation annuelle moyenne de 600 foyers.

Placée directement au barrage, sans dérivation contrairement à l'usine historique, elle assurera un fonctionnement optimal de la passe à poissons de montaison et de dévalaison et permettra le transit sédimentaire par une vanne de dégravement.

Ce projet global de valorisation du Theusseret du point de vue écologique, énergétique et du patrimoine industriel et paysager, continuera de faire vivre ce site qui tient à cœur à la population locale.



*Illustration 1: vue du Theusseret depuis la rive gauche*

## II. IMPLANTATION

La position de la passe à poissons est déterminante pour l'implantation d'une centrale hydroélectrique au barrage : l'entrée piscicole doit se trouver à proximité de la sortie de la turbine et de l'aval direct du barrage pour qu'elle puisse être trouvée par les poissons remontant le courant et qu'il n'y ait pas d'effet "cul de sac".

Pour des raisons d'accessibilité, la centrale et sa passe de montaison se trouveront en rive droite au niveau de l'ancienne prise d'eau.



*Illustration 2: schéma d'implantation de la nouvelle centrale au barrage*

Le nouvel ouvrage, constitué d'une prise d'eau ichtyocompatible, d'une chambre turbine et d'un aspirateur en sortie est conçu de manière compacte pour faciliter son intégration dans l'environnement du Theusseret.

### III. PRISE D'EAU ICTHYOCOMPATIBLE

Pour lutter contre la mortalité des poissons au passage des turbines, toute centrale hydroélectrique doit aujourd'hui être conçue avec une prise d'eau ichtyocompatible, constituée d'un plan de grille fine associé à un exutoire. Celle-ci a comme fonction d'arrêter les poissons à l'amont des turbines et de les guider vers un exutoire les emmenant sans dommage à l'aval de l'ouvrage.

Dans le cas du Theusseret, la prise d'eau ichtyocompatible se base sur un système global composé :

- d'une grille dite horizontale
- d'un dégrilleur
- d'une vanne double de défeuillage et de dégrèvement intégrant l'exutoire de dévalaison

#### III.1 Concept de la grille horizontale

Il s'agit d'une grille fine, orientée en plan par rapport à la direction de l'écoulement, dont le plan de grille est vertical et les barreaux horizontaux.



*Illustration 3: exemple d'une grille horizontale*  
Source : Hydro-Energie Roth GmbH

L'exutoire est intégré dans une vanne positionnée à l'extrémité aval du plan de grille de sorte que les poissons, après avoir été arrêtés par la barrière physique que constitue la grille, suivent son orientation et se dirigent naturellement vers l'exutoire de dévalaison.

La grille respecte les critères biologiques de dimensionnement, à savoir un espacement maximal entre les barreaux de 20 mm et une vitesse à l'entrée inférieure ou égale à 0,5 m/s. Étant donné que les poissons sont plus hauts que larges, ils sont mieux protégés, à espacement égal, par une grille à barreaux horizontaux que par une grille conventionnelle à barreaux verticaux.

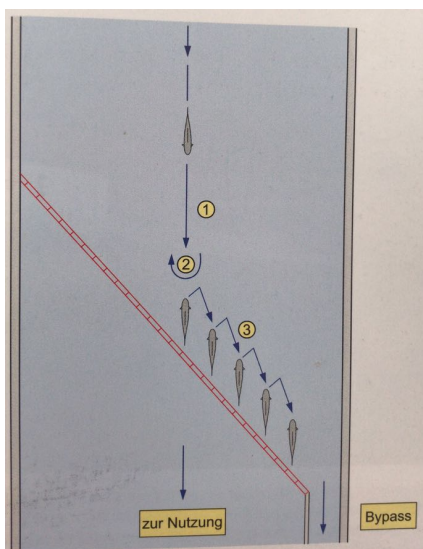


Illustration 4: comportement du poisson devant une grille horizontale, source : Guntram Ebel

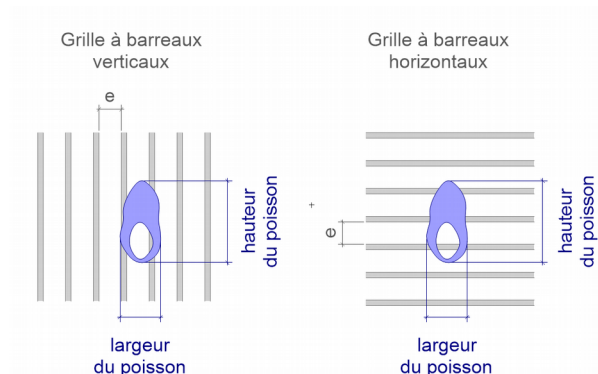


Illustration 5: comparaison barreaux verticaux / horizontaux

La grille horizontale présente l'avantage de ne pas être obligatoirement implantée perpendiculairement à l'écoulement comme dans le cas d'une grille verticale conventionnelle mais de pouvoir être placée en travers de l'écoulement sans perte de charge supplémentaire au niveau des barreaux horizontaux de profil hydrodynamique. Cela permet d'agrandir facilement la surface de la grille pour respecter la vitesse d'entrée maximale de 0,5 m/s.

### III.2 Dégrilleur et vanne double

La grille horizontale est nettoyée de l'amont vers l'aval par le bras râteau d'un dégrilleur mobile. Les dégrillats sont évacués en eau par la vanne de défeuillage, située juste en aval, qui s'abaisse d'environ 25% de la hauteur de la grille. Le nettoyage de la grille a lieu en fonction de son encrassement (fonctionnement sur perte de charge) et a minima à intervalle de temps régulier.

Le radier amont est plus bas que la grille et forme une pente vers la vanne double, laquelle peut se lever pour dégraver la prise d'eau et permettre ainsi la continuité sédimentaire.

La vanne double est également utilisée pour la régulation du niveau amont, d'abord par la partie haute de la vanne (vanne de défeuillage) puis par le levage de l'ensemble en période de crue.



Illustration 6: photo lors d'un cycle de nettoyage (trajet retour)  
Source :Hydro-Energie Roth GmbH

La grille se trouve au minimum à 0,1 m sous l'eau pour éviter son englacement en période hivernale. Le dégrilleur doit être hors de portée de la crue centennale.

A l'opposé du bras articulé ou télescopique d'un dégrilleur conventionnel, ce système compact a un faible impact visuel et s'intègre plus facilement dans un environnement naturel.

### III.3 Dimensions

Les tableaux suivants donnent les dimensions du système de grille horizontale.

Tableau 1: dimension de la grille

Longueur	20 m
Hauteur	2,5 m
Espacement entre les barreaux	20 mm maximum
Surface de grille	50 m <sup>2</sup>
Vitesse d'entrée maximale	0,5 m/s

Tableau 2: dimension de la vanne double

Largeur	3,5 m
Hauteur totale	3,6 m
Abaissement max. de la vanne de défeuillage	1,4 m
Levée max. de la vanne entière	2 m



## IV. TURBINE ET BÂTIMENT DE PRODUCTION

### IV.1 Niveau de retenue

Pour un fonctionnement optimal de la passe à poissons de montaison, le niveau de retenue sera maintenu constant 330 jours par an à la hauteur du niveau amont moyen actuel d'environ 0,5 m au-dessus de la crête du barrage.

### IV.2 Caractéristiques techniques

La turbine installée sera de type Kaplan double réglage, adaptée à ces hauteurs de chute et ces débits et présentant un bon rendement. Elle sera directement accouplée au générateur à aimants permanents, ce qui minimisera les émissions sonores et les coûts d'entretien, en plus d'augmenter le rendement total de la centrale.

Tableau 3: caractéristiques techniques de la turbine

Type de turbine	Turbine Kaplan verticale à double réglage
Diamètre de roue	Ø 2,5 m
Nombre de pales	4
Vitesse de rotation	100 tr/min
Générateur	Générateur à aimants permanents
Transmission	Accouplage direct du générateur sur la turbine
Débit d'équipement	$Q_A = 25 \text{ m}^3/\text{s}$
Débit d'amorçage	$Q_{\min} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$
Hauteur de chute d'équipement	$H_{A, \text{net}} = 3,1 \text{ m}$
Puissance électrique	$P_{\text{elec}} = 650 \text{ kW}$
Production annuelle moyenne	$N = 3 \text{ GWh/a}$

### IV.3 Intégration paysagère

Une attention particulière sera portée à l'aspect extérieur du bâtiment qui hébergera le groupe turbo-générateur pour qu'il s'intègre parfaitement au site du Theusseret.

#### IV.4 Périodes de fonctionnement

Les figures ci-dessous présentent le fonctionnement de la centrale en fonction des débits classés.

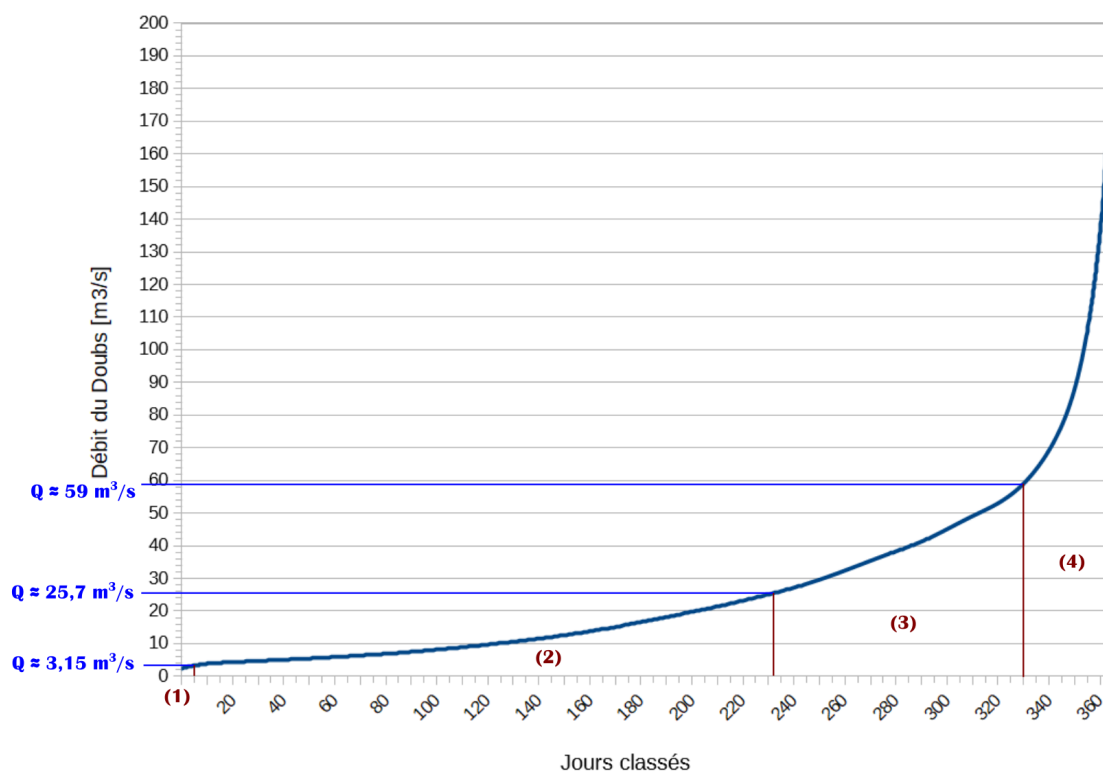


Illustration 7: Courbe des débits classés du Doubs au Theusseret et périodes de fonctionnement de la centrale, données issues de la station "Le Noirmont, La Goule" de 1971 à 2015 (bassin versant à la station 1047 km<sup>2</sup>, au Theusseret 1053 km<sup>2</sup>, les débits sont considérés identiques)

Tableau 4: Description du fonctionnement de la centrale hydroélectrique

Période	Jours classés	Débit du Doubs	Niveau amont	Etat
(1)	0 - 5	< 3,15 m <sup>3</sup> /s	0,5 m (local)	Centrale à l'arrêt
(2)	5 - 232	3,15 m <sup>3</sup> /s - 25,7 m <sup>3</sup> /s	0,5 m (local)	Régime partiel
(3)	232- 330	25,7 m <sup>3</sup> /s - 59 m <sup>3</sup> /s	0,5 m (local)	Plein régime, le niveau de retenue est maintenu fixe pour le fonctionnement de la passe à poissons, régulation par la vanne double et le barrage gonflable
(4)	330 - 364	59 m <sup>3</sup> /s - 195 m <sup>3</sup> /s	0,5 - 1,6 m (local)	Plein régime, le niveau de retenue augmente, ouverture de la vanne double et abaissement du barrage
(5)	364	195 m <sup>3</sup> /s	1,6 m (local)	Centrale à l'arrêt

## V. SITUATION DE CRUE

Ce projet d'aménagement du Theusseret ne doit en aucun cas détériorer la capacité du site à évacuer les crues. La perte d'une partie de la surface déversante de l'actuel barrage par la construction des nouveaux ouvrages doit être compensée par l'installation d'un organe mobile sur le barrage.

Le seuil actuel sera équipé d'un barrage gonflable qui viendra épouser sa forme arrondie actuelle. Ce type de barrage présente l'intérêt de pouvoir s'effacer en toute situation, même en cas de coupure réseau, car il se dégonfle automatiquement sous le poids de l'eau. Pour des questions d'esthétisme, une lame d'eau de quelques centimètres pourra être laissée en journée, pour que le barrage ne soit pas visible.



Illustration 8: exemple d'un barrage gonflable  
source : Stefan Ludwig

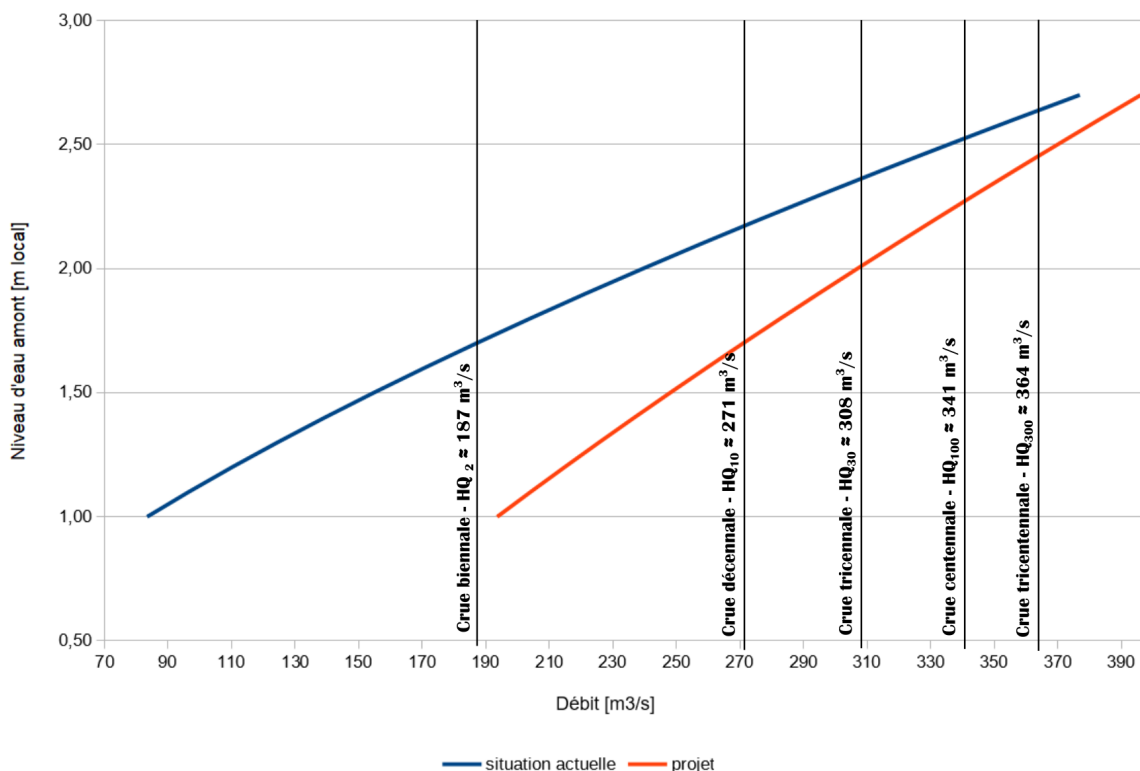


Illustration 9: capacité d'évacuation des crues au Theusseret, comparaison situation actuelle / projet

## VI. CONTINUITÉ PISCICOLE

### VI.1 Passe de montaison

La passe à poissons de montaison prévue est une passe à fentes verticales, moins sensible aux remontées d'eau aval que d'autres types de passe et qui convient à un large panel de poissons, notamment ceux à faible capacité de nage.

Le dimensionnement de la passe à poissons se fera en concertation avec l'AFB pour qu'elle soit adaptée aux espèces cibles présentes au Theusseret.



*Illustration 10: exemple d'une passe à poissons à fentes verticales,  
source : Hydro-Energie Roth GmbH*

## VI.2 Passe de dévalaison

La passe de dévalaison est située au bout de la grille horizontale. De par son orientation, les poissons sont guidés vers l'exutoire intégré dans la vanne de défeuillage. L'exutoire est conçu avec les bords arrondis, de manière à ce que l'écoulement au travers ne présente aucun risque de blessure et aucune zone de décollement. Il est à dimensionner en concertation avec l'AFB en fonction des espèces cibles.

Les poissons arrivent dans la fosse de dévalaison située à l'aval dont la profondeur est au moins égale au quart de la hauteur de chute et au minimum de 0,9 m.



*Illustration 11: exemple d'une passe de dévalaison en aval d'une grille horizontale, dimensionnée pour les smolts avec un débit 250 l/s, source : Hydro-Energie Roth GmbH*