



CLIMONT CASTEL INTERNATIONAL HOTEL MANAGEMENT GROUP

***Aménagement du domaine du Château d'Esclimont***

*Auneau-Bleury-Saint-Symphorien (28)*

**Autorisation environnementale au titre du Code de l'Environnement**

➤ *Corrections et précisions complémentaires relatives aux mesures de réduction et de compensation*



Conseil en Environnement  
 SAS au capital de 70 000 €  
 B . P . 4 0 3 2 2  
 17313 Rochefort Cedex  
 environnement@eau-mega.fr  
 Tel : 05.46.99.09.27  
 Fax : 05.46.99.25.53  
 www.eau-mega.fr

Février  
2020

Statut	Établi par	Vérfié par	Approuvé par	Date	Référence	Version
Définitif	S. MAZZARINO	K. BRUNETEAU	S. MAZZARINO	27/02/2020	13-18-001	A

## I. Corrections et éléments de précisions

### I.1. Contexte réglementaire – Rubrique 3.1.1.0.

Malgré le caractère temporaire des travaux dans le lit du cours d'eau et contrairement à ce qui est indiqué au contexte réglementaire (Pièce I p 30 et Pièce II p169), la mise en place de batardeaux (mise en place de big bag) est concernée par **la rubrique 3.1.1.0** Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : 1° Un obstacle à l'écoulement des crues; 2° Un obstacle à la continuité écologique. Cette rubrique **doit être visée à Autorisation**.

### I.2. Section d'écoulement de la Rémarde et coefficient de sinuosité

A la sortie du Haha, le lit naturel de la Rémarde sera restauré sur 320 m environ. L'objectif est de laisser le lit naturel d'étiage se reconstituer en l'accompagnant au sein d'un lit plein bord encore visible. La Rémarde aura un lit d'étiage de 0,6 à 1 m de large, accompagné par des déflecteurs. Le lit plein bord préexistant, large de 3 à 7 m (Cf. Pièce II figure 92 p 135 et figure 94 p136), sera alimenté depuis le Haha par un petit seuil au sein duquel l'échancrure du lit d'étiage permettra l'alimentation de la Rémarde (Cf. pièce II figure 93 p136).

Après 320 m, la Rémarde est sous influence de l'ouvrage aval OH10, avec un écoulement lentique. La sinuosité naturelle de la Rémarde reste donc fortement limitée, et ne pourra s'exprimer qu'au sein du lit plein bord. La section d'écoulement

réduite à l'étiage permettra ainsi une hauteur d'eau d'une vingtaine de centimètres favorable à la continuité piscicole et au maintien de la vie aquatique.

### I.3. Précisions relatives au rejet des eaux de piscines

Préalablement à la vidange, le traitement sera stoppé 1 mois avant.

Selon le guide d'autosurveillance des eaux de piscine de l'ARS de Bretagne, un dosage du chlore libre et du chlore disponible est réalisé selon la méthode DPD afin de vérifier les teneurs en chlore total, chloramine et chlore libre. La teneur en chloramine en est déduite et correspond au chlore total moins le chlore libre (DPD3-DPD1).

Avant la vidange des bassins, les teneurs (chlore libre, chlore disponible et chloramine) doivent être nulles.

Si cela n'est pas le cas après la mise à l'arrêt de 5 jours, tous les produits et sous-produits de désinfection, sont neutralisés au Thiosulfate de sodium.

Les teneurs sont alors revérifiées par un dosage DPD.

Afin de ne pas dépasser 1l/s, la vidange d'un bassin (40 m3 environ) s'étalera sur 24 heures minimum.

Une fois neutralisées, les eaux de vidanges présentent des caractéristiques similaires à celles de l'eau potable.

#### **I.4. Précisions de conception de la passe naturelle pour la restauration de la continuité piscicole**

Afin de restaurer le fonctionnement hydraulique au sein du domaine, un ouvrage hydraulique (OH2) doit être créé (Cf. Pièce II. Pages 115 et suivantes). Cet ouvrage permet d'envoyer l'essentiel des débits au cours naturel de La Rémarde tout en maintenant une alimentation du canal perché. L'aménagement de cet ouvrage constitue une opportunité de restauration de la continuité piscicole entre le domaine et l'amont de la Rémarde.

Toutefois, situé en Site Classé pour son caractère pittoresque, l'aménagement de l'ouvrage et du Haha doit répondre à des critères architecturaux et paysagers d'intégration. C'est la raison pour laquelle l'étude de la franchissabilité de l'ouvrage s'est limitée au dimensionnement d'une passe naturelle (rampe à macrorugosité), d'une longueur maximale de 30 m pour respecter l'emprise du Haha.

Afin d'apporter les éléments et la garantie du bon fonctionnement de la passe naturelle, une mission complémentaire a été réalisée pour dimensionner précisément cet ouvrage.

**L'étude de dimensionnement est jointe en annexe du présent document.** Toutefois, les plans et coupes précises de l'ouvrage seront réalisés ultérieurement, après validation par l'OFB et obtention de l'autorisation environnementale.

Pour rappel, aucune continuité piscicole n'est actuellement possible entre le domaine et l'amont de la Rémarde.

La restauration hydraulique, et par voie de conséquence de la continuité piscicole, est une opportunité pour l'amélioration du fonctionnement hydraulique et écologique de la Rémarde. Toutefois, même si l'opportunité de restauration de la continuité en amont du domaine a fait l'objet d'une réflexion, elle n'a pas été poursuivie car le pétitionnaire ne peut intervenir au-delà du linéaire sur lequel il maîtrise le foncier.

## **II. Mise en place de mesures spécifiques supplémentaires**

### **II.1. Mesures pour les chiroptères**

L'étude d'impact a mis en avant une certaine richesse en chiroptères, notamment en tant que territoire de chasse. En parallèle, un repérage des arbres à cavités et des vieux sujets arborés susceptibles d'être abattus a été réalisé (Pièce III Evaluation environnementale p97). La perte de 6 arbres induit une perte d'habitat pour les espèces forestières strictes utilisant les arbres à cavités en tant que gîtes de parturition et d'hibernation (Pièce III Evaluation environnementale p193 et suivantes)

Il n'en demeure pas moins que de nombreux gîtes potentiels, non concernés par les travaux, sont présents sur le domaine (toitures de bâtiments, nombreux vieux arbres dans le boisement Nord). Ainsi, grâce aux mesures d'évitement (modification du positionnement des certaines suites) et aux mesures de réduction, l'incidence du projet ne remet pas en cause les populations détectées sur le site.

Les mesures de réduction concernant directement les Chiroptères sont les suivantes :

- ME relative à la conception même du projet et notamment de la réduction de l'impact des éclairages (Pièce III Evaluation environnementale p187 et suivantes) ;
- MR04 : Adapter la période de travaux au cycle biologique des espèces (Pièce III Evaluation environnementale p227) : pas d'abattage d'arbre de mai à août inclus ;
- MR07 : Réduire le risque de destruction de chiroptères par des modalités d'abattage (Pièce III Evaluation environnementale p229) ;

Différents échanges dans le cadre de l'instruction du dossier ont conduit le pétitionnaire à améliorer la prise en compte de l'impact résultant de l'abattage des arbres par l'adoption d'une mesure de compensation supplémentaire, en posant des nichoirs spécifiques.

Pour leur pérennité dans le temps, il est préconisé de poser des nichoirs en béton de bois.

Comme les chauves-souris sont enclines à changer spontanément de gîtes, il est préférable de faire des groupes de 3 à 5 gîtes assez proches les uns des autres.

Ainsi nous retiendrons :

- la pose de 5 nichoirs au Nord Est du domaine en compensation des 2 arbres détruits pour l'implantation de grande suite

- la pose de 5 nichoirs au Sud-Ouest du domaine en compensation de 4 arbres détruits pour l'implantation des parkings et bâtiments techniques ;
- la pose de 5 nichoirs en lisière du boisement Sud, pour pallier au manque de gîte sur ce secteur en raison de l'âge du boisement ;
- La pose de 2 nichoirs de façade sur les bâtiments des services techniques.

Selon les espèces, 2 types de gîtes forestiers sont fréquentés, les cavités ou les fissures. Ainsi, 2 types de nichoirs différents seront posés pour chaque groupe de 5 nichoirs (Cf. illustration ci-dessous du type de gîtes), et un autre type sera posé sur les bâtiments techniques.



Exemple de différents types de nichoirs à chiroptères à mettre en place : de gauche à droite type « cavité », type « fissure », type « façade »

La meilleure hauteur de pose est **de 3 à 6 m**.

Les chiroptères aiment beaucoup la chaleur. Les nichoirs doivent donc être **orientés vers le sud, sud-est**, si possible dans des endroits clairs et ensoleillés, tels que les clairières, orées de forêts, allées forestières tranquilles, jardins. Il faut que les gîtes soient bien dégagés pour être abordés sans difficulté par leurs occupants. La proximité d'un plan d'eau ou d'un cours d'eau est toujours très positive.

Coût de la mesure : en moyenne 100 € par nichoir, hors pose soit environ 2000 € TTC tout compris.

## II.2. Mesures relatives aux amphibiens

3 espèces d'amphibiens ont été contactées sur le site à savoir la Grenouille agile, le Crapaud commun et la Grenouille rieuse. Les contacts se sont limités à des individus isolés, en déplacement. Aucun site de reproduction n'a pu être identifié, même si le plan d'eau est très certainement un site de reproduction de la grenouille rieuse.

Actuellement la zone humide ne présente pas ou peu d'eau stagnante favorable à la reproduction des amphibiens.

Plusieurs mesures visent à réduire le risque d'incidences sur ces espèces durant la phase travaux tandis que d'autres visent justement à les favoriser en phase exploitation.

- ME relative à la conception même du projet et notamment de la réduction de l'impact des éclairages (Pièce III Evaluation environnementale p187 et suivantes) ;
- Mesures de réduction MR04 : Adapter la période de travaux au cycle biologique des espèces. Les interventions au sein de la zone humide s'effectueront après la reproduction de l'ensemble des espèces susceptible de s'y reproduire à savoir après le mois d'août.
- Mesures d'accompagnement en lien aux adaptations du projet : création de zone d'hydromorphie plus importantes par étrepagement dans la zone humide (zone dénommé « atoll » dans le cadre du projet paysager).

Au regard des dates d'intervention sur la zone humide (hors période de reproduction) et de l'absence de zone favorable au stationnement d'individus, aucune mesure de sauvegarde n'apparaît pertinente.

## II.3. Mesures relatives au suivi écologique des travaux

Compte-tenu des enjeux et de la nécessité d'avoir un calage des interventions sur le site avec le cycle biologique des espèces, et pour veiller à la bonne mise en œuvre des mesures d'Évitement, Réduction, et Compensation (ERC), un suivi écologique du chantier par un écologue apparaît indispensable.

Le pétitionnaire s'engage à intégrer cette prestation lors de la consultation des entreprises.

Coût de la mesure : entre 7000 et 10 000 € HT.

# **ANNEXE : DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE DE RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE**

DEPARTEMENT DE L'EURE ET LOIRE

## CHATEAU D'ESCLIMONT

Commune d'Esclimont

Hydraulique fluviale / Restauration de la continuité écologique

# DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE DE RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE

Mémoire Explicatif

E  
I  
R  
E  
I  
E  
N  
I  
G  
É  
S  
O  
C  
A  
M  
A



Février 2020

# SOMMAIRE

I.	Objet.....	2
II.	Rappel des travaux projetes .....	2
III.	Analyse hydrologique .....	3
III.1.	relation hauteurs / débits entre le canal perche et le haha.....	3
III.2.	hauteur de chute .....	5
IV.	solutions techniques .....	5
IV.1.	Solutions techniques etudiees.....	5
IV.2.	les différents type de Passe naturelle .....	5
IV.2.1.	Généralités.....	5
IV.2.2.	Typologie suivant l'implantation de l'ouvrage .....	6
IV.2.3.	Typologie selon les modalités de dissipation de l'énergie.....	7
IV.3.	Choix du type de passe .....	8
IV.3.1.	Type de passe naturelle retenu .....	8
IV.3.2.	Critères hydrauliques à respecter suivant les groupes d'espèces .....	8
IV.4.	Passe naturelle en enrochements régulièrement répartis.....	8
IV.4.1.	Critères de dimensionnement.....	8
IV.4.2.	Dimensionnement de la passe .....	10
IV.4.3.	Implantation et calage altimétrique de la passe .....	12

## **I. OBJET**

Dans le cadre des travaux d'aménagement et de restauration du parc du château d'Esclimont, une partie des travaux vise à restaurer la continuité écologique sur le cours d'eau de la Rémarde.

Pour se faire, il est prévu actuellement d'aménager un ouvrage type « rivière de contournement » ou passe à enrochement régulièrement répartis entre le canal perché et le cours d'eau de la Rémarde en utilisant le Haha, sorte de lagune ou petit plan d'eau.

Le présent mémoire vise à dimensionner le type d'aménagement à réaliser via les feuilles de calcul de l'OFB et les données issues de l'étude hydraulique EAU MEGA.

## **II. RAPPEL DES TRAVAUX PROJETES**

Il est projeté que le lit de la Rémarde retrouve un cours naturel en amont de la zone d'influence de l'ouvrage OH10. Pour se faire, l'eau du Canal perché sera déviée vers le Ha-ha et alimentera l'ancien lit de la Rivière. Il est possible d'assurer un transit sédimentaire partiel vers la Rémarde via la mise en place d'une vanne de fond calé au fond du lit du canal perché. Toutefois, il est à rappeler que les sédiments les plus intéressants (sable, graviers, galets, cailloux, etc.) se seront déposés bien en amont de cet ouvrage.

L'ouverture de la vanne permettra uniquement la chasse de sédiments fins (argiles, limons, etc.). Il est à souligner que la vidange du canal pourra s'effectuer depuis l'ouvrage OH4. Cela limitera les interventions de curage.

L'ouvrage de dérivation des eaux vers le fond de la vallée ou le déversoir, créé en pierres jointes, pourra avoir les caractéristiques suivantes :

- Ouvrage en trapèze :
  - Largeur en base : 4 m
  - Largeur haut de berge : 7 m
  - Hauteur de l'ouvrage (espace entre le haut de berge/muret et le niveau d'eau avant l'étiage sévère) : 0,5 m
- Surapprofondissement en forme de trapèze pour assurer un débit réservé :
  - Largeur en base : 0,2 m
  - Largeur haut de berge : 0,5 m
  - Hauteur : 0,06 m

Cet aménagement, de pente de 4% permettra la montaison piscicole des espèces cibles sur une longueur de 29 m. En cas de réouverture visuel du Ha-ha (suppression des arbres), il convient de mettre en place des éléments grossiers minéraux en pied de berge gauche et du muret.

Afin d'assurer un niveau d'eau relativement constant dans le canal, l'exutoire en fond de vallée (fond du lit naturel ou aménagement spécifique en pierre) devra présenter une largeur importante pour lisser le niveau d'eau. Les dimensions peuvent être les suivantes :

- Lit pour le débit réservé
  - Largeur : 0,7 m
  - Largeur en base : 0,6 m
  - Hauteur : 0,1 m

- Lit supérieur :
  - Largeur en base : 7 m (même largeur que le canal du Haha)
  - Largeur plein bord : 11 m
  - Hauteur : 0,5 à 1 m

A partir de ces éléments, la hauteur d'eau varierait de 25 cm entre le débit réservé (16 l/s) et un débit de 1 m<sup>3</sup>/s au-delà duquel la Rémarde peut être considéré en crue.

Sur l'année 2018, la hauteur d'eau aurait varié de 11 cm entre Février 2018 et Septembre 2018. En aval du Haha, le lit de la Rémarde, bien que recouvert par la végétation, est toujours visible et semble dans les dimensions naturelles du cours d'eau. Ainsi, il est préconisé d'éviter le terrassement et d'aménager plutôt des déflecteurs de type végétal ou minéral pour orienter l'écoulement des eaux à certains endroits, notamment au niveau de l'îlot central.

Les berges pourront être reprofilées sur une longueur de 50 m en aval du canal du Haha afin d'obtenir une progression des berges et des dimensions du lit entre l'extutoire du canal du Haha et le lit naturel de la Rémarde. La morphologie du lit naturel pourra être retrouvée 50 m en aval du Haha.

### **III. ANALYSE HYDROLOGIQUE**

#### **III.1. RELATION HAUTEURS / DEBITS ENTRE LE CANAL PERCHE ET LE HAHA**

L'analyse hydrologique n'a pas été reprise dans le détail dans le présent document.

Il est uniquement présenté ci-après les relations hauteurs débits dans le canal perché et dans le Haha. Ces données nous ont été transmises par EAU MEGA.

Situation hydrologique	Débit de la Rémarde (m3/s)	Alimentation du canal perché (OH1 et OH2)		Alimentation de la zone humide (OH3)	Alimentation du bief de Bouchemont en (OH4)	Alimentation de la Rémarde (OH1 et OH2)		
		Niveau d'eau dans le canal perché (NGF)	Débit (L/s)	Débit (L/s)	Débit (L/s)	Débit (m3/s)	Niveau d'eau dans le Haha (NGF) géré par l'ouvrage OH6	Niveau d'eau dans le Grand Canal et la pièce d'eau (NGF) géré par l'ouvrage OH10
<b>Etiage sévère</b>	0,015	126,71	<b>Nul</b>	<b>Nul</b>	<b>Nul</b>	0,015	125,55	124,56
<b>Etiage</b>	0,030	126,72	<1L/s	<1L/s	<1L/s	0,030	125,58	124,57
	0,061	126,74	<1L/s	<1L/s	<1L/s	0,061	125,61	124,59
<b>Basses eaux</b>	0,083	126,75	<1L/s	<1L/s	<1L/s	0,083	125,62	124,60
	0,143	126,77	1 L/s	0,5 L/s	0,5 L/s	0,142	125,63	124,63
<b>Module</b>	0,166	126,78	1,2 L/s	0,6 L/s	0,6 L/s	0,165	125,64	124,64
<b>Hautes eaux</b>	0,214	126,79	2 L/s	1 L/s	1 L/s	0,212	125,65	124,66
	0,295	126,81	4 L/s	2 L/s	2 L/s	0,291	125,66	124,69
<b>Crues</b>	1,450	127,00	56 L/s	28 L/s	28 L/s	1,394	125,69	Selon ouverture des vannes OH10
<b>Crues centannales</b>	4,390	127,19	200 L/s	100 L/s	100 L/s	4,190	125,89	Selon ouverture des vannes OH10

**Tableau 1 : Hauteurs d'eau (en m NGF) et débits dans les différentes chenaux et parties de cours d'eau**

### **III.2. HAUTEUR DE CHUTE**

En fonction des débits et des hauteurs d'eau dans le canal perché et dans le Haha les hauteurs de chute pour les différents débits caractéristiques de dimensionnement sont les suivants :

Débit caractéristique	Débits de la Rémarde (m <sup>3</sup> /s)	Hauteur d'eau canal perché (m NGF)	Hauteur d'eau Haha (m NGF)	Hauteur de chute (m)
QMNA5	0,06	126,74	125,61	1,13
Module	0,166	126,78	125,64	1,14
2 x module	0,332	126,82	125,66	1,16
3 x module	0,498	126,85	125,67	1,18

La hauteur de chute maximale est atteinte à 3 x le module avec une valeur de 1,18 m. c'est cette valeur qui sera utilisée pour le dimensionnement de l'ouvrage.

## **IV. SOLUTIONS TECHNIQUES**

### **IV.1. SOLUTIONS TECHNIQUES ETUDIÉES**

Compte tenu de la hauteur de chute (1,18 m), de l'espèce cible retenue et des espèces accompagnatrices présentes (lamproie, anguille et autres espèces de poissons blancs), des caractéristiques physiques et hydrauliques de la Rémarde au droit de la zone d'étude et des contraintes réglementaires liées au site, il a été décidé pour des raisons paysagère et architecturale (site classé) d'étudier uniquement l'aménagement d'une passe naturelle.

### **IV.2. LES DIFFERENTS TYPE DE PASSE NATURELLE**

#### **IV.2.1. Généralités**

Les passes dites « naturelles » sont des ouvrages reliant les biefs amont et aval par un chenal dans lequel l'énergie est dissipée et les vitesses sont réduites par la rugosité du fond, plus éventuellement une succession de singularités plus ou moins régulièrement réparties.

On retrouve des aménagements très diversifiés allant de la rivière de contournement au seuil franchissable par conception.

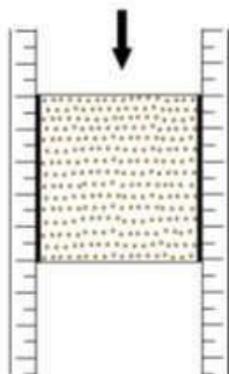
Ce type d'ouvrages accepte des caractéristiques géométriques et des débits très variés :

- Largeur allant de 2 ou 3 m à 10 ou 15 m
- Pentés allant de 1 à 10 %
- Débits de 200 ou 300 l/s à plus de 10 m<sup>3</sup>/s.

#### IV.2.2. Typologie suivant l'implantation de l'ouvrage

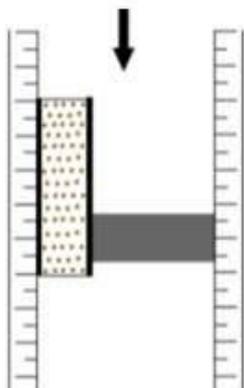
Suivant le guide de l'ONEMA, on distingue donc plusieurs typologies d'ouvrage selon l'implantation au niveau de l'obstacle :

- Rampe sur toute la largeur du cours d'eau



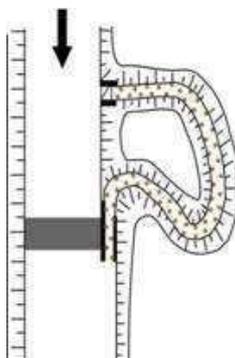
**Figure 1 : Rampe sur toute la largeur d'un ouvrage (ONEMA)**

- Rampe sur une partie de la largeur de l'ouvrage



**Figure 2 : Rampe sur une partie de la largeur d'un ouvrage (ONEMA)**

- Rivière de contournement



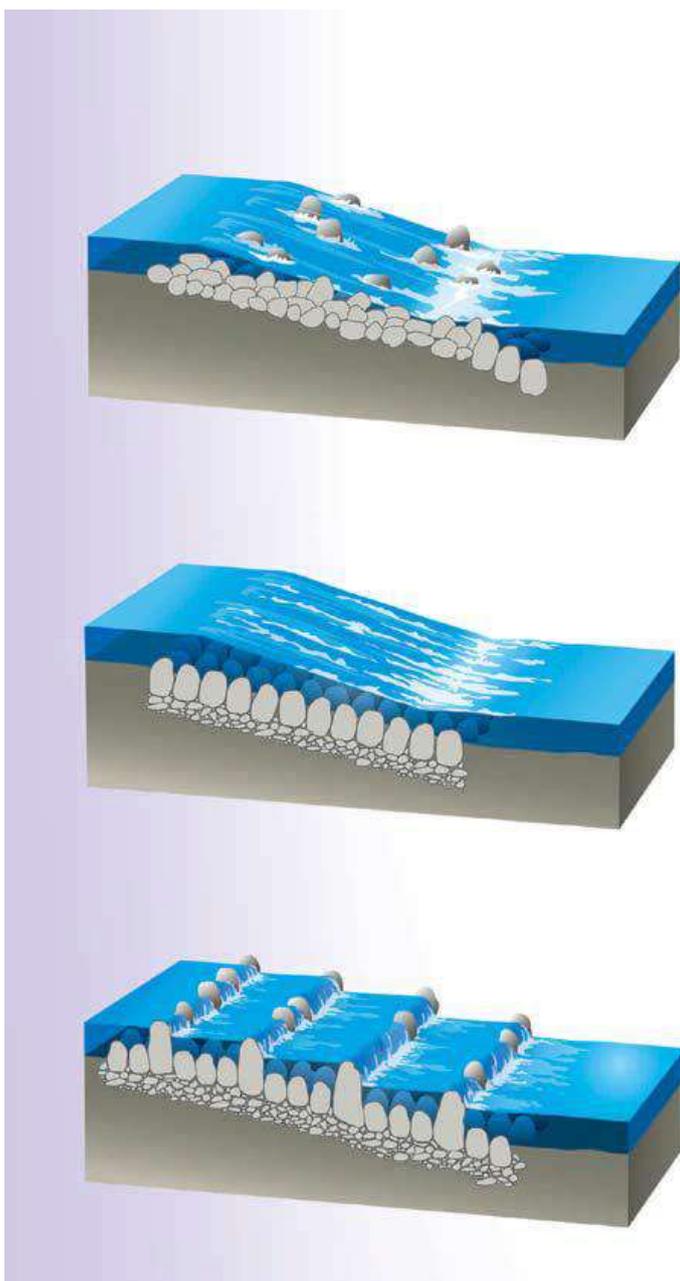
**Figure 3 : Rivière de contournement (ONEMA)**

#### **IV.2.3. Typologie selon les modalités de dissipation de l'énergie**

Toujours suivant le guide de l'ONEMA, on distingue également plusieurs typologies selon les modalités de dissipation de l'énergie :

- Enrochement régulièrement réparti
- Enrochement jointif
- Enrochement en rangées périodiques

La figure ci-après, qui illustre ces différentes solutions techniques est extraite du manuel de l'ONEMA : « 'Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons ».



**Figure 4 : Modalités de dissipation d'énergie pour passes naturelles (ONEMA)**

### **IV.3. CHOIX DU TYPE DE PASSE**

#### **IV.3.1. Type de passe naturelle retenu**

Compte tenu de la configuration du site et sur la base de l'étude réalisée par EAU Méga, la solution retenue consiste à créer une passe sur toute la largeur de l'ouvrage, soit sur toute la largeur du bras de raccordement entre le canal perché et le Haha.

Concernant les modes d'organisation des enrochements nous avons choisi **les enrochements régulièrement répartis (en rangées périodiques)**.

En effet, compte tenu des espèces présentes et de la hauteur du seuil ce type d'organisation d'enrochement est apparu comme le mieux adapté.

#### **IV.3.2. Critères hydrauliques à respecter suivant les groupes d'espèces**

Le tableau ci-après, extrait du guide de l'ONEMA sur les passes naturelles, synthétisent pour les critères hydrauliques à respecter par groupes d'espèces.

<b>Groupe d'espèces</b>	<b>Vitesses maximales dans les jets (m/s)</b>	<b>Hauteur d'eau minimale (m)</b>	<b>Puissances dissipées maximales (W/m<sup>3</sup>)</b>
Saumons, truites de mer, lamproies	2.5	0.4	500-600
Aloses	2.0	0.4	300-450
Truites fario	2.0	0.3	500-600
Ombres, cyprinidés rhéophiles	2.0	0.3	300-450
Petites espèces	1.5	0.2	200-300

**Tableau 2 : Critères hydrauliques à respecter pour les enrochements régulièrement répartis**

### **IV.4. PASSE NATURELLE EN ENROCHEMENTS REGULIEREMENT REPARTIS**

#### **IV.4.1. Critères de dimensionnement**

##### **Espèce cible**

L'espèce cible est la lamproie de planer, mais il convient que la passe soit franchissable pour un maximum d'espèces dont la plupart des cyprinidés d'eau calme très présents sur le secteur d'étude.

##### **Hauteur de chute en période de migration et hauteur du seuil**

L'ouvrage de franchissement est dimensionné sur la base de la hauteur de chute à 3 x le module soit 1,18 m.

### **Pente maximale de la passe**

Franchissabilité pour une concentration de blocs de 13%:

- Truite fario :
  - Jusqu'à 6-7% :  $0,35 < q < 0,6$  m<sup>3</sup>/s/m
  - à 5% :  $0,25 < q < 0,65$  m<sup>3</sup>/s/m
- Grands cyprinidés :
  - Jusqu'à 6% :  $0,2 < q < 0,45$  m<sup>3</sup>/s/m
  - à 5% :  $0,2 < q < 0,6$  m<sup>3</sup>/s/m
- Petites espèces :
  - Jusqu'à 4% :  $0,1 < q < 0,45$  m<sup>3</sup>/s/m
- Anguille : franchissement par reptation s'il existe des zones à faibles tirants d'eau, en bordure généralement.

Pente retenue pour le dimensionnement : 4%. En effet, du fait des contraintes réglementaires liées au site classé, l'espace disponible ne permet pas d'avoir une pente plus douce.

### **Hauteur d'eau minimale**

Sur la base des espèces présentes et de l'espèce cible, la hauteur d'eau minimale dans la passe doit être de 0,2 m (lamproie, anguille et petites espèces).

Nous retiendrons par sécurité une hauteur d'eau de 0,3 m pour le module.

### **Vitesse dans les jets**

Pour les petites espèces, la vitesse maximale dans les jets est de 1,5 m /s.

### **Puissance dissipée volumique**

La puissance dissipée volumique (Pv) est un indicateur du niveau d'agitation de l'eau dans la passe.

Pour les petites espèces, la puissance dissipée maximale est de 200 à 300 W/m<sup>3</sup>.

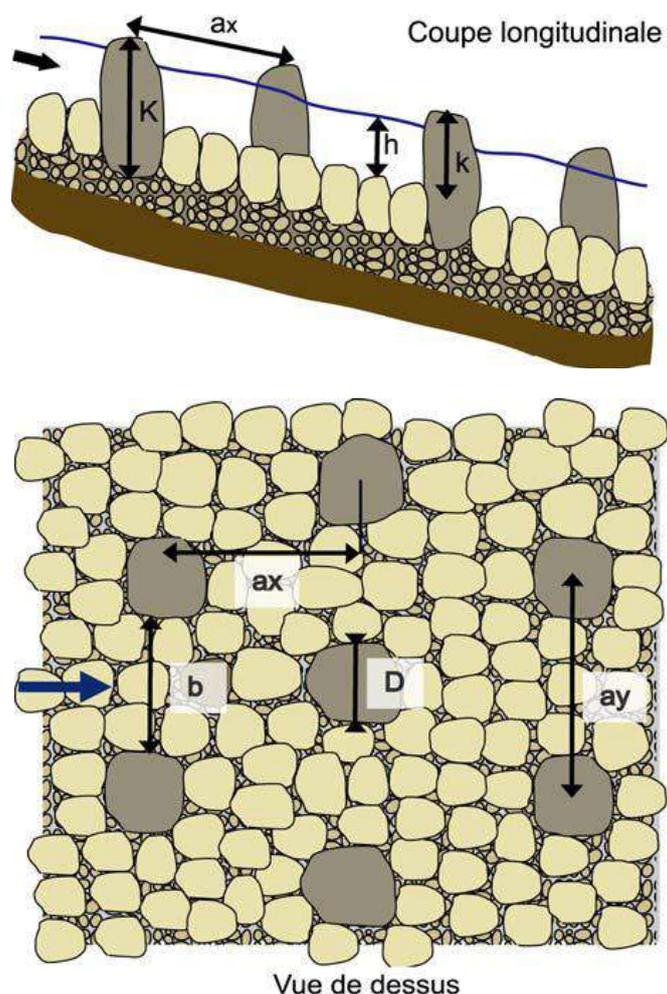
Nous tenterons dans le cadre du dimensionnement de notre passe d'avoir une puissance dissipée volumique d'environ 200 W/m<sup>3</sup> afin que la passe soit fonctionnelle pour un maximum d'espèce.

### **Dimension des blocs et concentration**

Les figures de la page ci-après illustre les différents paramètres retenus concernant la dimension des blocs (k : hauteur de la partie des blocs située au-dessus du fond et D : diamètre des blocs) et la répartition des blocs (ax : axe longitudinal – ay : axe transversale – b espace entre les blocs).

Les critères retenus sont les suivants :

- Bloc à face arrondi avec  $k = 0,5$  m et  $D = 0,3$  m
- $Ax = 0,75$  m
- $Ay = 0,75$  m
- $B = 0,45$  m
- Concentration des blocs  $C = 16$  %



**Figure 5 : Schéma de principe d'une disposition régulière des enrochements**

#### **IV.4.2. Dimensionnement de la passe**

Le dimensionnement de la passe a été réalisé à l'aide du tableur Excel de calcul pour les passes naturelles fourni par l'OFB.

En amont, la hauteur d'eau pour un débit quasi nul a été estimée par EAU MEGA 126,65 m NGF (niveau d'eau le plus bas dans le canal) pour une cote fond de canal à priori à 125,60 m NGF soit une hauteur d'eau d'environ 1,05 m dans le canal perché à débit quasi nul.

Suivant les débits, la hauteur d'eau en plus est la suivante :

- QMNA5 : 6 cm (126,74 m NGF)
- Module : 13 cm (126,78 m NGF)
- 2 x module : 17 cm (126,82 m NGF)
- 3 x module : 20 cm (126,85 m NGF)

Afin d'avoir une hauteur minimale de 20 cm au module, il convient que le point bas amont de la passe soit calée à minima à 126,48 m NGF. **En prenant une largeur de rampe de 2,5 m de large et un dévers latéral de 8 %, on obtient une cote de point haut à 126,67 m NGF.**

Les tableaux présentés ci-après sont issus du tableur Excel de l'OFB.

Hauteur d'eau moyenne sur les tranches (m) et submersion des macrorugosités			Cote du niveau d'eau amont (m)																			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier sur la tranche (m)	126,66		126,70		126,74		126,78		126,82		126,86		126,90		126,94		126,98		127,02	
			h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub	h	Sub
1	0,5	126,50	0,16	non	0,20	non	0,24	non	0,28	non	0,32	non	0,36	non	0,40	non	0,44	non	0,48	non	0,52	non
2	0,5	126,54	0,12	non	0,16	non	0,20	non	0,24	non	0,28	non	0,32	non	0,36	non	0,40	non	0,44	non	0,48	non
3	0,5	126,58	0,08	non	0,12	non	0,16	non	0,20	non	0,24	non	0,28	non	0,32	non	0,36	non	0,40	non	0,44	non
4	0,5	126,61	0,05	non	0,09	non	0,13	non	0,17	non	0,21	non	0,25	non	0,29	non	0,33	non	0,37	non	0,41	non
5	0,5	126,65	0,01	non	0,05	non	0,09	non	0,13	non	0,17	non	0,21	non	0,25	non	0,29	non	0,33	non	0,37	non

**Tableau 3 : Hauteur d'eau moyenne sur la rampe par tranches de 0,5 ml**

Débit par tranche et débit total transité (m³/s)			Cote du niveau d'eau amont (m)																			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier sur la tranche (m)	126,66		126,70		126,74		126,78		126,82		126,86		126,90		126,94		126,98		127,02	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0,5	126,5	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,08	0,10	0,09	0,12	0,10	0,14	0,11	0,16	0,12	0,18
2	0,5	126,54	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,08	0,10	0,09	0,12	0,10	0,14	0,11	0,16
3	0,5	126,58	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,09	0,08	0,10	0,09	0,12	0,10	0,14
4	0,5	126,61	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,08	0,07	0,09	0,08	0,11	0,09	0,13
5	0,5	126,65	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,08	0,07	0,09	0,08	0,11
Débit total (m³/s) :			0,08	0,07	0,12	0,12	0,17	0,17	0,21	0,24	0,25	0,30	0,30	0,38	0,35	0,45	0,39	0,54	0,44	0,62	0,49	0,71

**Tableau 4 : Débits sur la rampe par tranches de 0,5 ml**

Vitesse débitante dans les passages inter-blocs (m/s)			Cote du niveau d'eau amont (m)																			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier sur la	126,66		126,70		126,74		126,78		126,82		126,86		126,90		126,94		126,98		127,02	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0,5	126,5	0,668	0,67	0,68	0,75	0,69	0,81	0,70	0,87	0,71	0,92	0,72	0,97	0,72	1,02	0,73	1,06	0,73	1,11	0,74	1,15
2	0,5	126,54	0,65	0,59	0,67	0,67	0,68	0,75	0,69	0,81	0,70	0,87	0,71	0,92	0,72	0,97	0,72	1,02	0,73	1,06	0,73	1,11
3	0,5	126,58	0,63	0,49	0,65	0,59	0,67	0,67	0,68	0,75	0,69	0,81	0,70	0,87	0,71	0,92	0,72	0,97	0,72	1,02	0,73	1,06
4	0,5	126,61	0,61	0,40	0,64	0,52	0,66	0,61	0,67	0,69	0,68	0,76	0,69	0,82	0,70	0,88	0,71	0,93	0,72	0,98	0,72	1,03
5	0,5	126,65	0,53	0,19	0,61	0,40	0,64	0,52	0,66	0,61	0,67	0,69	0,68	0,76	0,69	0,82	0,70	0,88	0,71	0,93	0,72	0,98

**Tableau 5 : Vitesses débitantes dans les passages interblocs par tranches de 0,5 ml**

Vitesse maximale dans les jets (m/s)			Cote du niveau d'eau amont (m)																			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier sur la	126,66		126,70		126,74		126,78		126,82		126,86		126,90		126,94		126,98		127,02	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0,5	126,5	0,80	0,96	0,85	1,03	0,90	1,09	0,94	1,15	0,97	1,20	1,00	1,24	1,03	1,29	1,06	1,33	1,08	1,36	1,11	1,40
2	0,5	126,54	0,74	0,87	0,80	0,96	0,85	1,03	0,90	1,09	0,94	1,15	0,97	1,20	1,00	1,24	1,03	1,29	1,06	1,33	1,08	1,36
3	0,5	126,58	0,67	0,77	0,74	0,87	0,80	0,96	0,85	1,03	0,90	1,09	0,94	1,15	0,97	1,20	1,00	1,24	1,03	1,29	1,06	1,33
4	0,5	126,61	0,59	0,66	0,69	0,80	0,76	0,90	0,82	0,98	0,87	1,05	0,91	1,11	0,94	1,16	0,98	1,21	1,01	1,25	1,04	1,30
5	0,5	126,65	0,38	0,40	0,59	0,66	0,69	0,80	0,76	0,90	0,82	0,98	0,87	1,05	0,91	1,11	0,94	1,16	0,98	1,21	1,01	1,25

**Tableau 6 : Vitesses maximales dans les jets par tranches de 0,5 ml**

Puissance dissipée (Watt/m³)			Cote du niveau d'eau amont (m)																			
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier sur la	126,66		126,70		126,74		126,78		126,82		126,86		126,90		126,94		126,98		127,02	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0,5	126,5	157	159	160	176	163	191	165	204	167	217	168	229	170	240	171	250	173	260	174	270
2	0,5	126,54	154	139	157	159	160	176	163	191	165	204	167	217	168	229	170	240	171	250	173	260
3	0,5	126,58	148	116	154	139	157	159	160	176	163	191	165	204	167	217	168	229	170	240	171	250
4	0,5	126,61	143	94	150	123	155	145	158	163	161	179	163	194	165	207	167	220	169	231	170	242
5	0,5	126,65	125	46	143	94	150	123	155	145	158	163	161	179	163	194	165	207	167	220	169	231

**Tableau 7 : Puissance dissipée volumique par tranches de 0,5 ml**

Sur la base des données représentées dans les tableaux ci-avant, on s'aperçoit que la passe est fonctionnelle pour des débits dans la rivière allant de 100 l/s environ soit un peu plus que l'étiage à 3 x le module.

A l'étiage, compte tenu des faibles débits, la hauteur d'eau au point le plus bas sera proche de 0,16 m environ.

Pour des débits inférieurs à 2 x le module, la cote de ligne d'eau sera plus basse qu'actuellement. Pour des cotes supérieures à 2 x le module, la ligne d'eau sera légèrement plus haute.

#### **IV.4.3. Implantation et calage altimétrique de la passe**

La passe à poisson sera implantée sur toute la largeur du chenal.

Le point bas en amont de la passe sera calé à la côte altimétrique 126,48 m NGF et le point haut en amont de la passe sera calé à la côte 126,67 m NGF.

La pente longitudinale de la passe étant de 4 % et sa longueur étant de 29 m, le point bas aval sera calée à la cote de 125,32 m NGF et le point haut aval à la cote de 125,51 m NGF.