

Etude de dispositifs assurant la libre circulation des anguilles et des lamproies sur les seuils de l'ancien barrage de Kernansquillec sur la rivière du Léguer



Rapport final de synthèse

2011



Parc d'activités du Laurier
29 avenue Louis Bréguet
85180 LE CHATEAU D'OLONNE
Tél : 02 51 32 40 75 Fax : 02 51 32 48 03
Email : hydro.concept@wanadoo.fr

Etude de dispositifs assurant la libre circulation des anguilles et des lamproies sur les seuils de l'ancien barrage de Kernansquillec sur la rivière du Léguer	
Provisoire	
Définitif	
Date d'édition :	10/10/2011

SOMMAIRE

SOMMAIRE	0
I - INTRODUCTION	2
II - DIAGNOSTIC – ETAT INITIAL	3
1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE	3
2 - CONTEXTE DU PROJET	4
⇒ Réglementation	4
⇒ Historique	4
3 - DONNEES HYDROLOGIQUES	5
⇒ Débits caractéristiques du Léguer	5
⇒ Caractéristiques des ouvrages hydrauliques	6
⇒ Modélisation hydraulique initiale	6
4 - DONNEES PISCICOLES SUR LE LEGUER	8
⇒ Le saumon atlantique	8
⇒ La lamproie marine	8
⇒ L'anguille	8
⇒ La truite fario	8
⇒ Diagnostic du franchissement piscicole	9
* Pour le saumon atlantique	9
* Pour la lamproie marine	9
* Pour l'anguille	10
* Pour la truite fario	10
III - AVANT-PROJETS	11
1 - AVANT-PROJET N°1	12
⇒ Description de l'avant-projet	12
⇒ Caractéristiques de l'aménagement	12
⇒ Evolution des vitesses et hauteurs d'eau pendant l'année	13
⇒ Incidence du projet sur le franchissement des espèces cibles	14
⇒ Synthèse de l'avant-projet n°1	15
2 - AVANT-PROJET N°2	16
⇒ Description de l'avant-projet	16
⇒ Caractéristiques de l'aménagement	17
⇒ Evolution des vitesses et hauteurs d'eau pendant l'année	17
⇒ Incidence du projet sur le franchissement des espèces cibles	18
⇒ Synthèse de l'avant-projet n°2	19
3 - AVANT-PROJET N°3	20
⇒ Justification de l'avant-projet	20
⇒ Caractéristiques de l'aménagement	21
⇒ Evolution des vitesses et hauteurs d'eau pendant l'année	21
⇒ Incidence du projet sur le franchissement des espèces cibles	23
⇒ Synthèse de l'avant-projet n°3	23
4 - AVANT-PROJET N°4	24
⇒ Description de l'avant-projet	24
⇒ Incidence du projet sur le franchissement des espèces cibles	24
⇒ Synthèse de l'avant-projet n°4	25
5 - AVANT-PROJET N°5	26
⇒ Description de l'avant-projet	26
⇒ Incidence du projet sur le franchissement des espèces cibles	26

⇒ Synthèse de l'avant-projet n°5	27
6 - SYNTHÈSE	28
IV - DESCRIPTION DU PROJET	29
1 - CALAGE DES RAMPES EN ENROCHEMENT	29
2 - CONDITIONS D'IMPLANTATION DE L'AMÉNAGEMENT	30
⇒ Calage de la rampe du seuil B1	31
⇒ Calage de la rampe du seuil B2	33
⇒ Calage de la rampe du seuil B3-4	36
3 - ESTIMATION FINANCIÈRE	39
V - CONCLUSION	41
VI - BIBLIOGRAPHIE	42
ANNEXES	44

I - INTRODUCTION

Le maître d'ouvrage de l'étude est :

Communauté de communes de Beg Ar C'hra

Maison du développement

22 420 Plouaret

☎ : 02 96 38 33 33

La Communauté de communes de Beg Ar C'hra, propriétaire des seuils de l'ancien barrage de Kernansquillec souhaite aménager ses ouvrages pour le franchissement des anguilles, lamproies marines et truites fario.

Le présent rapport s'articule en trois parties :

- Un diagnostic d'état initial qui présente les capacités de franchissement des seuils pour chaque espèce en fonction des conditions hydrauliques tout au long de l'année ;
- Une étude comparative des différentes solutions d'aménagements (avant-projet) : incidences hydrauliques, incidences sur le franchissement, estimation du coût, modalités d'entretien, pérennité, incidences réglementaires et Natura 2000.
- Etude de projet de la solution retenue et validé par l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques)

Suite au choix d'une solution par le comité technique de l'étude, les plans définitifs du projet et une notice de fonctionnement seront réalisés.

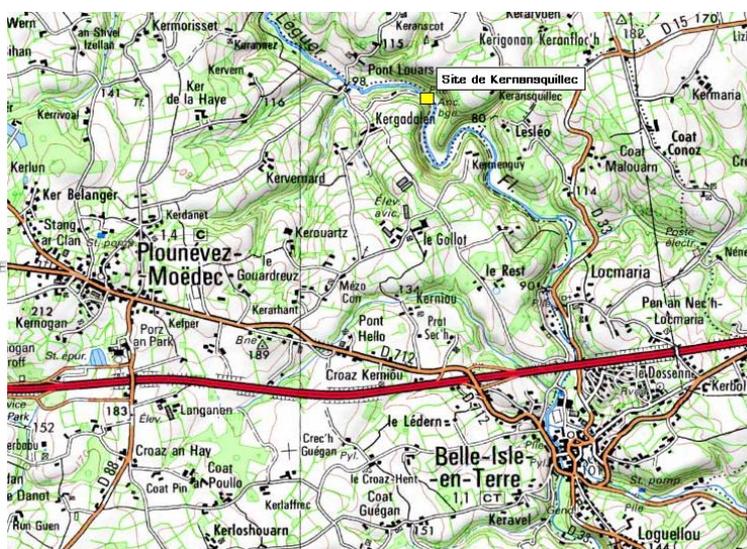
II - DIAGNOSTIC – ETAT INITIAL

1 - Situation géographique

L'ancien barrage de Kernansquillec est situé sur le cours d'eau du Léguer, entre les communes de Trégrom et de Plounévez-Moëdec. Les terrains appartiennent aux communautés de communes de Beg Ar C'hra et de Belle-Isle en Terre.



Source : Etat des lieux du DOCOB N2000



Source : Géoportail

Le site est accessible en rive gauche depuis les villages de Belle-Isle-en-Terre ou Plounévez-Moëdec.

2 - Contexte du projet

⇒ *Réglementation*

Le Léguer est inscrit dans la liste des cours d'eau classés pour les migrateurs au titre de l'article L432-6 du code de l'environnement (liste complète dans le document du SDAGE 2010-2015). Cette disposition du Code de l'Environnement impose aux propriétaires des ouvrages d'aménager un dispositif de franchissement pour les poissons migrateurs. Sur le Léguer, les espèces concernées pour le tronçon compris entre la confluence avec le Saint-Eturien et la confluence avec le Guic sont : l'anguille, le saumon atlantique, la lamproie marine, la truite de mer. De plus, le site de Kernansquillec est un ouvrage Grenelle, et doit donc être aménagé avant 2012.

Le Léguer fait également l'objet d'un site Natura 2000 qui comprend le saumon atlantique et la lamproie marine comme espèces d'intérêt communautaire. Les objectifs du DOCOB Natura 2000 intègrent la gestion des ouvrages hydrauliques identifiés comme perturbant la libre circulation de ces espèces.

⇒ *Historique*

Le barrage de Kernansquillec a été détruit en 1996 car il présentait un risque de sécurité publique. Suite aux travaux de démantèlement, les fondations ont été maintenues afin d'éviter les phénomènes d'érosion régressive. Trois seuils ont été construits pour rattraper le dénivelé et présentent une échancrure centrale dimensionnée pour le passage du saumon atlantique et la descente des canoës kayak.

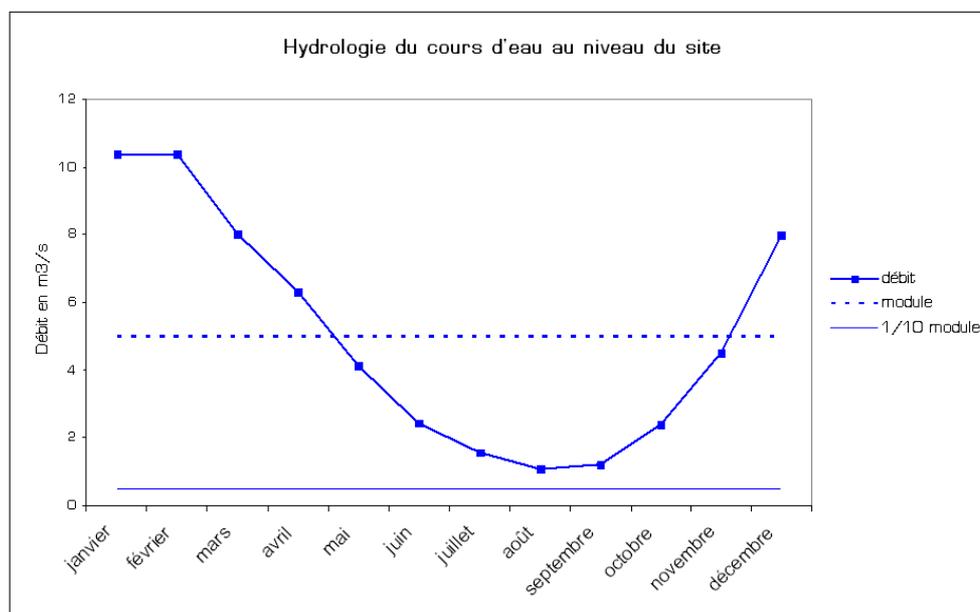
Selon un diagnostic de l'ONEMA, ces ouvrages permettent le franchissement du saumon atlantique au niveau des échancrures (classe 1), mais restent difficilement franchissables pour l'anguille (classe 3). Aucune classe n'a été attribuée pour les autres espèces, mais les ouvrages semblent difficilement franchissables pour la lamproie marine et la truite fario. L'objectif du présent rapport est d'identifier la franchissabilité pour ces espèces.

3 - Données hydrologiques

⇒ Débits caractéristiques du Léguer

Les débits du site de Kernansquillec ont été calculés par interpolation à partir des surfaces de bassin versant et des données de la station limnimétrique de Belle-Isle-en-Terre.

Les débits															
Ancien barrage de Kernansquillec															
Surface du bassin versant en km ² 274															
Station limnimétrique J2233010 Le Léguer à Belle-Isle-en-Terre															
Surface du bassin versant en km ² 260 Module m ³ /s 4,8															
Débits classés en m ³ /s															
	0,99	0,98	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
Station limnimétrique	24,80	20,30	14,80	11,00	7,50	5,57	4,18	3,02	2,06	1,46	1,04	0,78	0,64	0,48	0,43
Ouvrage	25,82	21,14	15,41	11,45	7,81	5,80	4,35	3,14	2,15	1,52	1,08	0,81	0,67	0,50	0,44
Débits moyens mensuels en m ³ /s															
	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.			
Station limnimétrique	9,95	9,96	7,70	6,06	3,96	2,32	1,49	1,02	1,17	2,29	4,34	7,67			
Ouvrage	10,36	10,37	8,02	6,31	4,12	2,42	1,55	1,06	1,22	2,38	4,52	7,99			
Débits d'étiage															
	DMR	QMNA	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50			
Station limnimétrique	0,48	0,57	40,00	56,00	67,00	78,00	91,00	31,00	44,00	53,00	62,00	73,00			
Ouvrage	0,50	0,59	41,65	58,31	69,77	81,22	94,76	32,28	45,82	55,19	64,56	76,02			



⇒ *Caractéristiques des ouvrages hydrauliques*

Annexe 1 : Fiches de présentation des ouvrages en annexe 1

Plan 1 : Etat initial

Le site de Kernansquillec est constitué de quatre seuils que nous avons nommé B1, B2, B3, B4 de l'aval vers l'amont. Les ouvrages B3 et B4 sont localisés au niveau des fondations de l'ancien barrage. Ils présentent des échancrures centrales conçues pour le passage du saumon.

	B1	B2	B3	B4
Largeur déversée totale (m)	17	21	23.6	23.6
Largeur de l'arase de l'échancrure (m)	1.9	1.9	1.9	1.9
Longueur de déversement de l'amont vers l'aval au niveau de l'échancrure (m)	1.5	1.5	1.5	4.00
Cote d'arase du déversoir (m)	69.16	69.69	70.23	70.57
Cote d'arase de l'échancrure (m)	68.85	69.40	69.96	70.03
Dénivelé amont / aval mesuré le 24/05/2011	0.76	0.54	0.5	0.38

⇒ *Modélisation hydraulique initiale*

Annexe 2 : note méthodologique de calcul des débits

Au niveau d'un seuil, les vitesses et les hauteurs d'eau ont été calculées d'une part au droit de l'échancrure et d'autre part au droit du déversoir. Le dénivelé entre la cote d'eau amont et aval est donné au niveau de chaque seuil.

Remarques sur le calage du modèle:

- Le jour du terrain, le 9 Novembre 2010, le débit moyen journalier estimé grâce aux données de la station limnimétrique est de 3,86 m³/s. L'écart entre le débit donné à la station limnimétrique et le débit estimé par le calcul est donné dans le tableau ci-dessous.
- Le 24/05/2011, une mesure de débit a été réalisée in situ. La valeur mesurée était de 1,01 m³/s. L'écart entre le débit mesuré et le débit estimé par le calcul est donné dans le tableau ci-dessous.

Débit mesuré le 09/11/2010	3,86	(m ³ /s)
Débit mesuré le 24/05/2011	1,01	(m ³ /s)

	09/11/2010			24/05/2011		
	Cote mesurée en amont	Débit (m ³ /s)	Ecart par rapport à la valeur théorique (%)	Cote mesurée en amont	Débit (m ³ /s)	Ecart par rapport à la valeur théorique (%)
B1	69,36	3,67	-4,92%	69,2	1,013	0,30%
B2	69,86	3,26	-15,54%	69,74	1,033	2,28%
B3	70,38	3,17	-17,88%	70,24	0,62	-38,61%
B4	70,7	3,51	-9,07%	70,46	0,91	-9,90%
Moyenne		3,4025	-11,85%		0,894	-11,49%

En rouge : l'écart important s'explique par la présence d'un renard sous le seuil B3. Une partie du débit s'échappe par un siphon sous le seuil. En conséquence, la cote mesurée en amont est inférieure à la cote théorique attendue

En bleu : à l'étiage, on observe un abaissement significatif de la cote d'eau entre l'amont du seuil (cote du plan d'eau à 70,61) et au niveau de l'échancrure (-15 cm environ).

En conclusion, les valeurs estimées par le calcul présentent un écart d'environ 12% par rapport aux valeurs mesurées, ce qui reste acceptable. Cet écart s'explique par la configuration géométrique des échancrures et déversoirs qui ne sont pas parfaites (présence de blocs en berge, irrégularité de surface, etc...). Ces éléments ont été utilisés comme base de calcul pour le dimensionnement du projet.

4 - Données piscicoles sur le Léguer

⇒ *Le saumon atlantique*

Un suivi des indices d'abondance des juvéniles de saumon est réalisé annuellement depuis 1997. Cette même année, le Léguer a contribué à 5.74% de la production Bretonne. Et sur la période 1997-2007, l'essentiel de la production (72%) s'est effectué sur le cours principal du Léguer. En moyenne, l'indice d'abondance augmente de l'aval vers l'amont.

Il a été constaté que les années de faible production globale correspondent à des faibles productions dans la partie amont (Léguer, le Guic et le Guer). Ceci confirme la présence de nombreuses frayères de qualité. Il est par conséquent essentiel pour le renouvellement de la population de saumon, que les ouvrages soient franchissables en toute saison. En effet, il est à noter qu'en période de basses eaux les saumons sont bloqués dans la partie aval du site de Kernansquillec par plusieurs seuils.

Le site de l'ancien barrage a été re-colonisé dans sa partie amont. Il présente une zone de reproduction importante avec des habitats stables et productifs. L'ONEMA a classé les seuils au niveau 1. Ils ne semblent donc pas être un obstacle difficile pour le saumon.

⇒ *La lamproie marine*

La limite de colonisation actuelle se situe au lieu dit du Moulin de Kerven (aval du site de Kernansquillec), où se situe un ouvrage infranchissable pour l'espèce. Aucune frayère n'a été constatée en amont. L'objectif est de faire remonter l'espèce jusqu'à Belle-Isle-en-Terre, d'où la nécessité d'équiper les seuils de l'ancien barrage.

⇒ *L'anguille*

L'anguille est suivie depuis 2009. Les densités diminuent rapidement vers l'amont. A seulement 17 Km de la mer, il a été constaté une chute importante de la densité. Le cumul des ouvrages est mis en avant pour expliquer ces résultats.

Sur les seuils de Kernansquillec, des tapis à anguilles très étroits ont été installés, mais s'avèrent inefficaces. L'ONEMA classe ces ouvrages au niveau 3 : difficilement franchissable.

⇒ *La truite fario*

La truite est un des poissons dont la biomasse est la plus importante dans le Léguer. Par contre les nombreux ouvrages présents sur le linéaire du cours d'eau ont un impact sur la fragmentation des populations.

⇒ *Diagnostic du franchissement piscicole*

Le diagnostic de franchissabilité est établi sur les quatre seuils regroupés et par espèce. Les différentes classes possibles sont listées ci-dessous :

Classe 0 : absence d'obstacle – ouvrage ruiné ou effacé

Classe 1 : obstacle franchissable sans difficulté apparente – la libre circulation du poisson est assurée à tout niveau de débit dans des conditions de température permettant la migration

Classe 2 : obstacle franchissable mais avec retard ou blocage saisonnier – l'ouvrage a un impact en situation hydraulique limitante ou en conditions thermiques défavorables

Classe 3 : obstacle difficilement franchissable – l'impact de l'ouvrage est important dans des conditions moyennes (module et température favorable) ou impact équivalent avec dispositif de franchissement insuffisant

Classe 4 : obstacle très difficilement franchissable – l'impact de l'ouvrage est tel que le passage du poisson n'est possible qu'en situation exceptionnelle (hydraulicité supérieure à 2 ou 3, par rapport à la valeur du module inter annuel) ou impact équivalent avec dispositif de franchissement très insuffisant

Classe 5 : obstacle infranchissable – l'ouvrage est étanche pour la circulation du poisson, y compris en période de crue

** Pour le saumon atlantique*

Les vitesses de l'eau au niveau des échancrures sont compatibles avec la vitesse de nage du saumon. Les hauteurs d'eau sont parfois inférieures à 30 cm, mais le dénivelé entre les plans d'eau amont et aval permet le franchissement en sautant. Seul le seuil B1 apparaît limitant en basses eaux en raison du dénivelé proche de 80 cm.

La classe 2 pour le saumon est attribuée à l'ensemble du système hydraulique en raison du premier seuil B1 limitant en basse eaux.

Annexe 3 : Diagnostic de la franchissabilité du système hydraulique

** Pour la lamproie marine*

Les ouvrages sont très difficilement franchissables dans les conditions moyennes, du fait de la présence d'un dénivelé supérieur à 30 cm, d'un parement lisse, et d'un écoulement turbulent au pied de l'ouvrage. La hauteur d'eau sur les déversoirs est également un facteur limitant. La classe 4 pour la lamproie marine est attribuée à l'ensemble du système hydraulique.

Annexe 3 : Diagnostic de la franchissabilité du système hydraulique

** Pour l'anguille*

D'après la grille d'évaluation de la franchissabilité de l'anguille, la classe est comprise entre 2 et 3 pour les trois premiers seuils en aval, et entre 1 et 2 pour le dernier seuil amont. La classe retenue sur l'ensemble du système hydraulique est 3, car les vitesses supérieures à 1 m/s sur un parement lisse sont réhilitaires pour l'espèce.

Annexe 3 : Diagnostic de la franchissabilité du système hydraulique

** Pour la truite fario*

Les ouvrages sont difficilement franchissables dans les conditions moyennes d'une part à cause du dénivelé supérieur à 35 cm qui ne permet pas le franchissement en sautant, et d'autre part à cause des vitesses de l'eau supérieures à la capacité de nage de l'espèce. La classe 4 a été attribuée pour la truite fario.

Annexe 3 : Diagnostic de la franchissabilité du système hydraulique

III - AVANT-PROJETS

Plusieurs solutions d'aménagement de l'ouvrage ont été étudiées pour améliorer la continuité écologique :

- Avant-projet n°1 : réalisation d'une rampe d'enrochement en rive gauche des échancrures
- Avant-projet n°2 : prolongation des échancrures centrales et mise en place de plots evergreen en rive gauche
- Avant-projet n°3 : mise en place d'une goulotte avec tapis brosse pour les anguilles en rive gauche et création d'un substrat rugueux sur l'échancrure centrale
- Avant-projet n°4 : agrandissement des échancrures centrales, mise en place d'enrochement jointif, et d'une goulotte à anguille en rive gauche
- Avant-projet n°5 : démantèlement complet des ouvrages

Chacune de ces solutions a fait l'objet d'une analyse comparative sur plusieurs aspects :

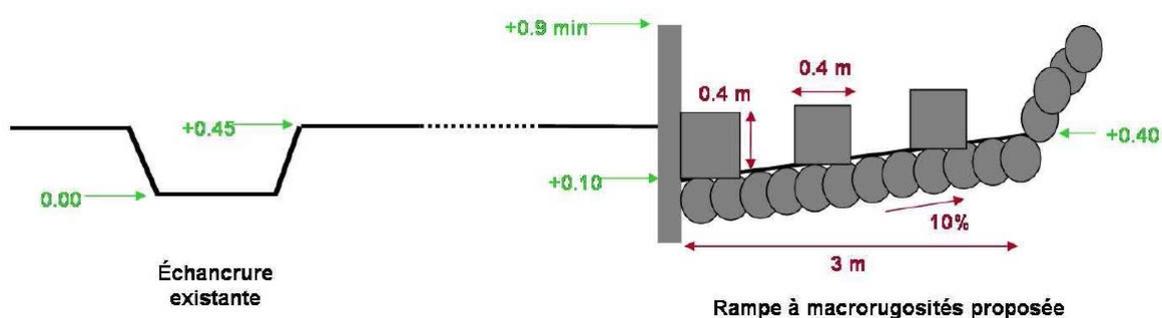
- Incidence sur le fonctionnement hydraulique
- Incidence sur le franchissement piscicole
- Incidence sur le coût de l'aménagement
- Aspects techniques lors de la réalisation et incidence sur l'entretien ultérieur
- Pérennité de l'ouvrage
- Incidence sur la réglementation
- Incidence sur le site NATURA 2000

1 - Avant-projet n°1

⇒ Description de l'avant-projet

D'après le constat d'état initial, nous avons envisagé d'améliorer le franchissement des obstacles en réalisant une rampe en enrochement avec macro-rugosité sur la partie rive gauche des seuils. La berge gauche a été privilégiée pour l'installation de la rampe, car il existe déjà un accès pour la mise en place du chantier. De plus, les faibles profondeurs d'eau à l'étiage en rive gauche permettent de minimiser les coûts de mise hors d'eau du site de travaux.

Un schéma de principe de ce type d'aménagement est donné ci-dessous :



(Source ONEMA)

Le principal intérêt de ce dispositif est de pouvoir répondre aux conditions de franchissement piscicole de nombreuses espèces grâce à des hauteurs d'eau et vitesses variables sur la section du dispositif ainsi qu'un fond rugueux favorable à la reptation (lamproie, anguille).

⇒ Caractéristiques de l'aménagement

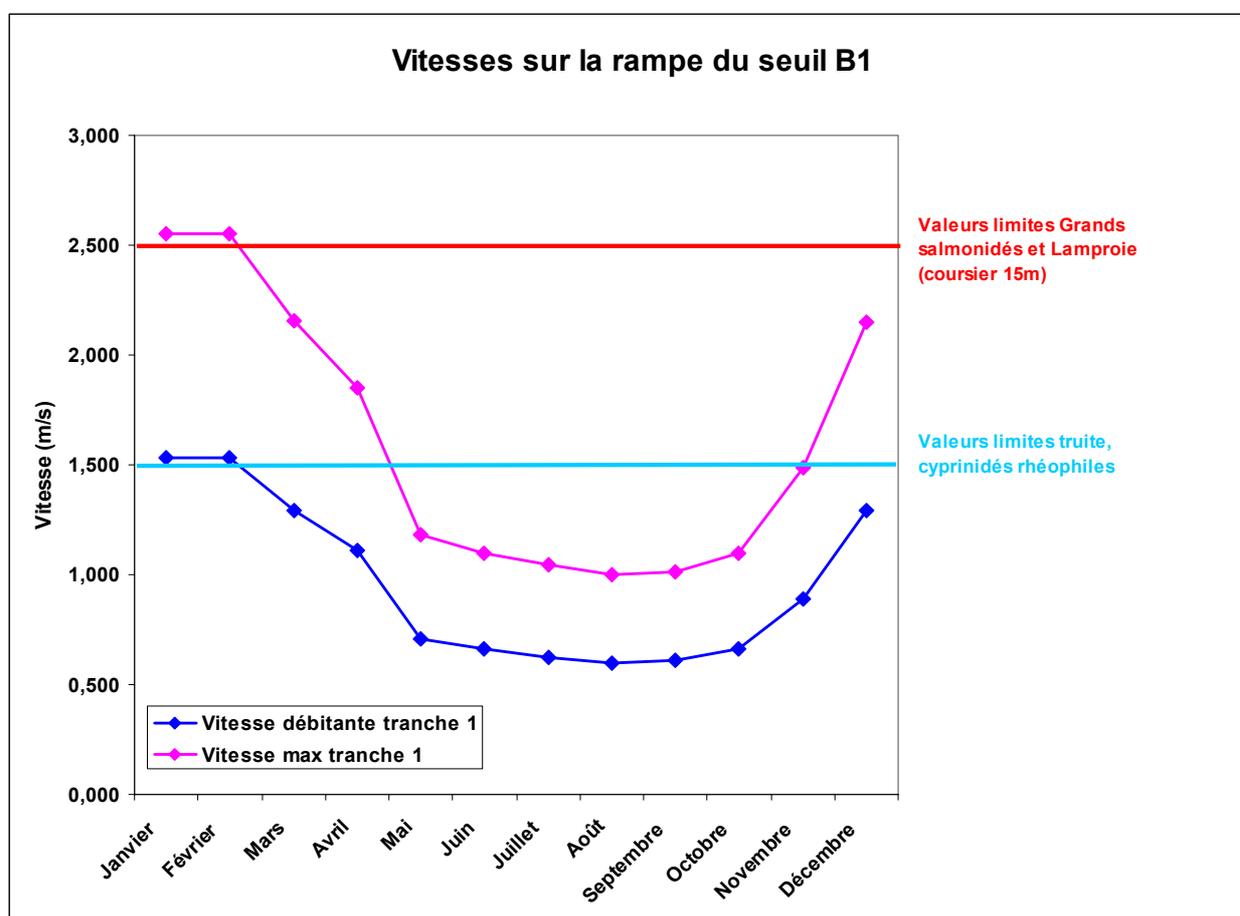
Plans 1 à 4 : Plans de projet de la solution retenue

Cet aménagement est constitué de trois passes, localisées en rive gauche, respectivement sur les seuils B1 aval, B2, et B3-B4 amont, avec des enrochements jointifs. Le principe est celui d'un dispositif de rampe à fond rugueux et macro-rugosités régulièrement réparties en quinconce, avec un dévers latéral. Le calage et le dimensionnement visent à ce que le dispositif soit fonctionnel sur les bas débits (jusqu'au Q_{mna5}) et sur les forts débits jusqu'à deux fois le débit.

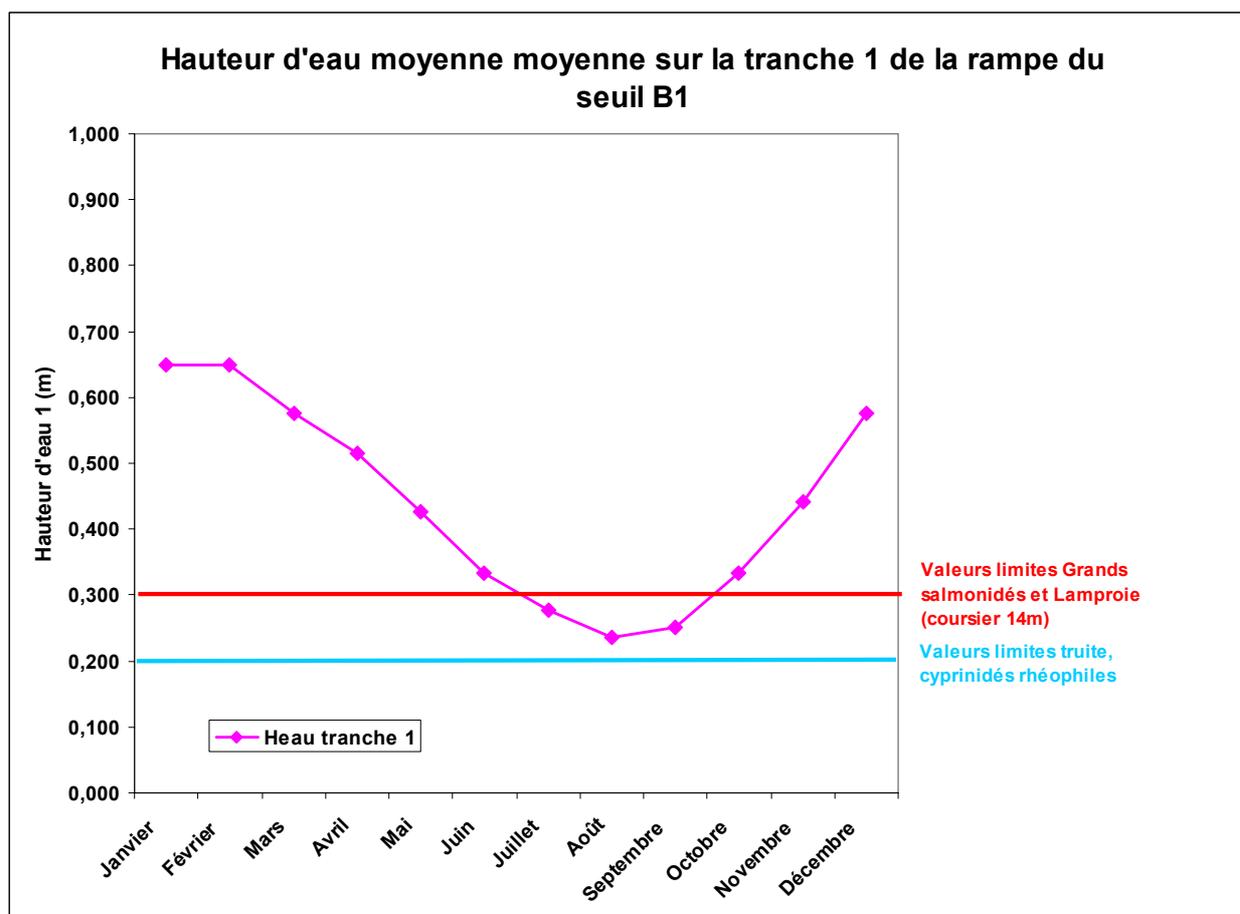
Les principales caractéristiques de ce type d'aménagement sont données ci-dessous :

	B1	B2	B3-B4
Cote d'arase de l'échancrure centrale	68.85 m	69.40 m	70.03 m
Cote de l'entrée amont de la passe	68.90 m	69.40 m	70.13 m
Longueur de la passe	14.2 m	10 m	12.40 m
Largeur de la passe	3 m	3 m	3 m
Pente de la passe	5%	5%	5%
Pente du pendage latéral	10%	10%	10%
Diamètre des macro-rugosités	40 cm	40 cm	40 cm

⇒ *Evolution des vitesses et hauteurs d'eau pendant l'année*



Les vitesses sont inférieures aux capacités de nage des grands salmonidés, de la lamproie et de la truite fario pendant les périodes de migration.



La moindre franchissabilité du dispositif pour les grands salmonidés à l'étiage est sans conséquence car cette période ne correspond pas aux périodes de migration.

⇒ Ces données montrent qu'il est possible de satisfaire aux conditions de franchissement de tous les poissons. La moindre franchissabilité à certaine période n'est pas trop préjudiciable car ce ne sont pas à ces conditions que s'effectuent les migrations.

⇒ Incidence du projet sur le franchissement des espèces cibles

Le tableau ci-dessous permet de synthétiser le franchissement piscicole de cette solution pour les différentes espèces cibles :

Espèce cible	Classe de franchissement	Précisions
Saumon atlantique	Classe 1	Les vitesses et les hauteurs d'eau sont compatibles toute l'année sauf en juillet-août (hors période de migration)
Lamproie marine	Classe 1	La hauteur d'eau pourrait être limitante si des conditions d'étiage se manifestent au printemps (situation exceptionnelle)
Anguille	Classe 1	La rugosité permet un franchissement toute l'année
Truite fario	Classe 2	Des conditions limites peuvent se produire si automne très pluvieux (vitesses élevées) car le coursier est long (> 10 mètres)

⇒ Synthèse de l'avant-projet n°1

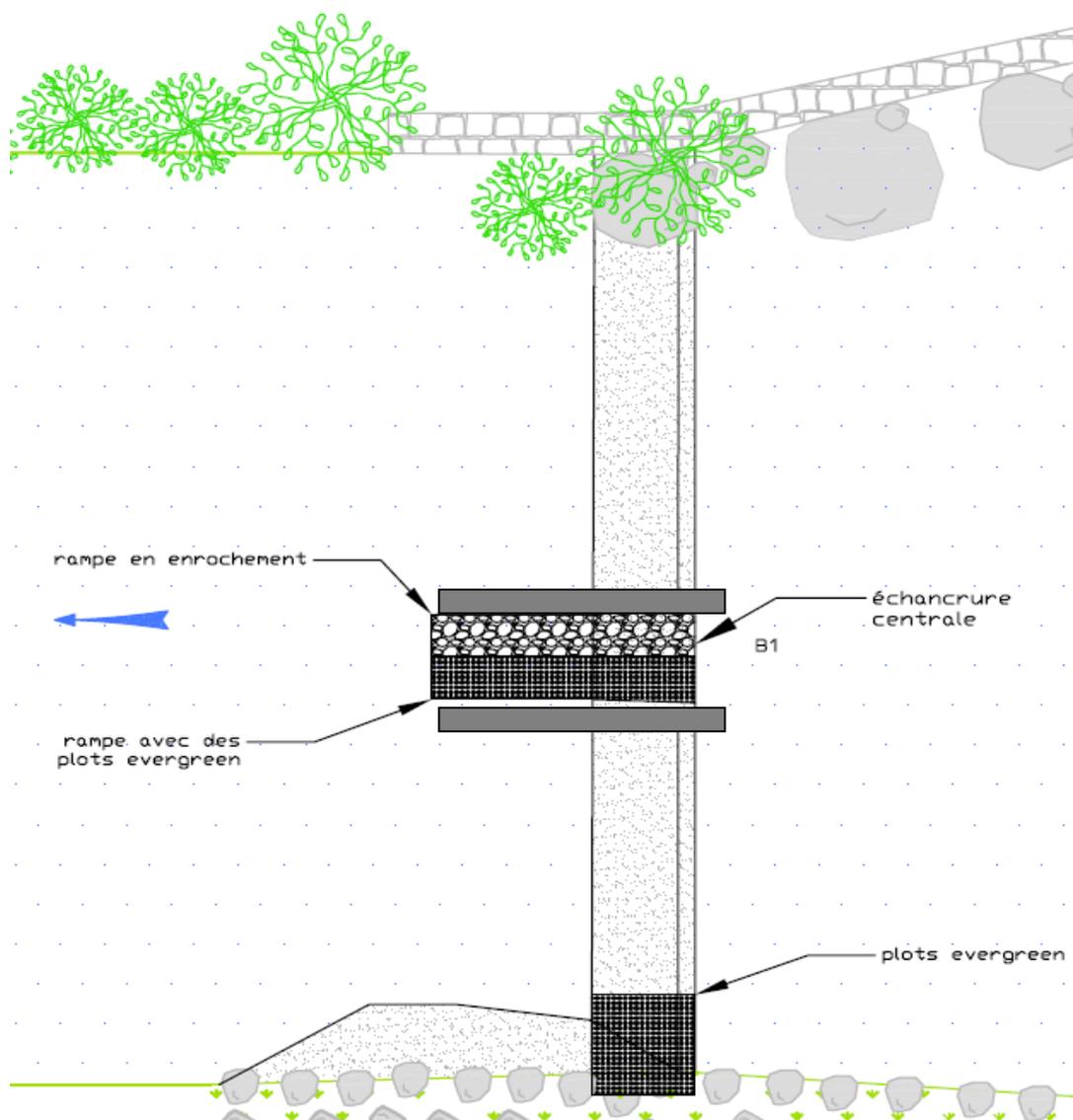
Solution n°	1
Description	Réalisation de trois rampes sur B1, B2 et B3-B4, avec des enrochements jointifs et macro-rugosité, un pendage latéral recouvert de plots evergreen
Incidence hydraulique	Vitesse maximale de l'écoulement : 2 m/s en Février Hauteur d'eau minimale : 26 cm en Août
Incidence sur le franchissement	Classe 1 pour le saumon, l'anguille et la lamproie marine Classe 2 pour la truite fario
Estimation du coût	80 000 à 100 000 € HT
Entretien	Nécessite l'enlèvement des embâcles qui pourraient s'accumuler dans le dispositif
Aspects techniques et Pérennité	Risque de dégradation en cas de fortes crues. A noter que la pérennité de l'ouvrage dépend principalement de la qualité de la pose des blocs lors des travaux,
Incidence réglementaire	Le projet est soumis à déclaration au titre de l'article L214-1 du Code de l'environnement
Incidence Natura 2000	Le projet vise à améliorer l'état des sites Natura 2000 en restaurant la continuité écologique vis-à-vis des espèces migratrices

Bilan : cette solution répond parfaitement aux objectifs réglementaires et aux conditions de franchissement piscicole. Le coût de l'aménagement peut constituer un frein à la réalisation.

2 - Avant-projet n°2

⇒ Description de l'avant-projet

Cette solution consiste à prolonger l'échancrure B1 afin d'éviter la présence d'un jet plongeant à l'étiage. Des blocs d'enrochement jointifs sur le fond du dispositif constitueraient des supports de fixation pour la lamproie et permettraient d'augmenter la rugosité :



La franchissabilité pour l'anguille est améliorée par un dispositif complémentaire en rive gauche constitué de plots evergreen.

⇒ *Caractéristiques de l'aménagement*

Annexe 3 : plans de l'avant-projet n°2

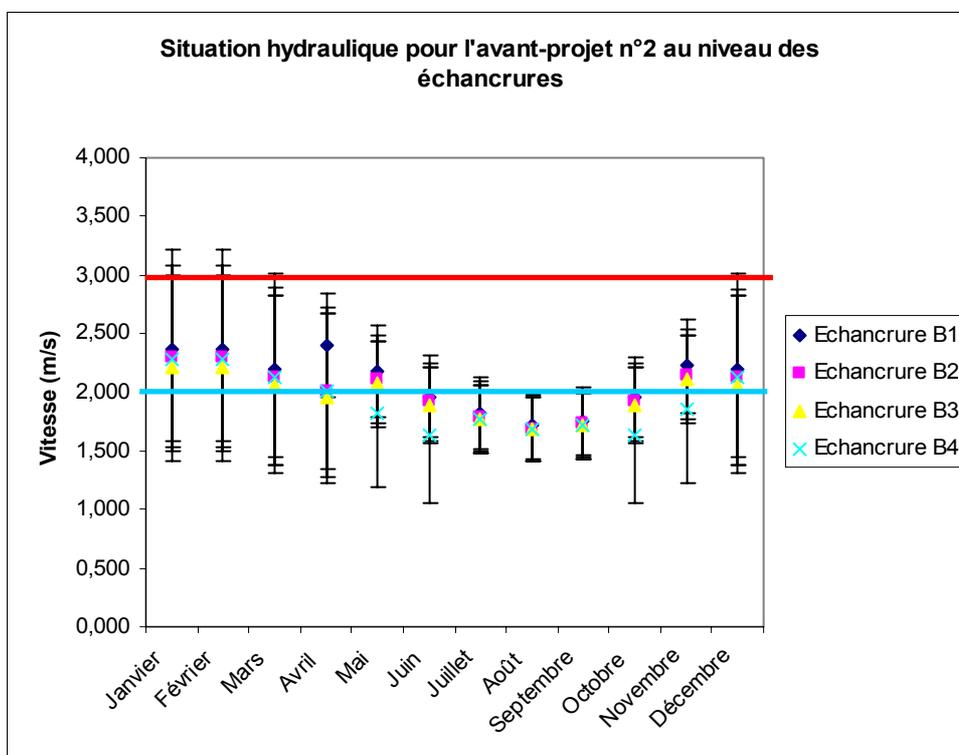
Cet aménagement est constitué d'une rampe prolongeant l'aval de l'échancrure B1. Sur la moitié de la rampe sont installés des plots evergreen, et sur l'autre moitié des enrochements. Les quatre échancrures sont équipées du même dispositif : moitié plots evergreen/moitié enrochements. Aucune rampe n'est nécessaire au niveau des échancrures B2, B3 et B4 car pour un débit minimal correspondant au QMNA₅ de 0.5m³/s, le bas des échancrures est noyé.

Les déversoirs sont équipés en rive gauche de dalles evergreen présentant un pendage latéral.

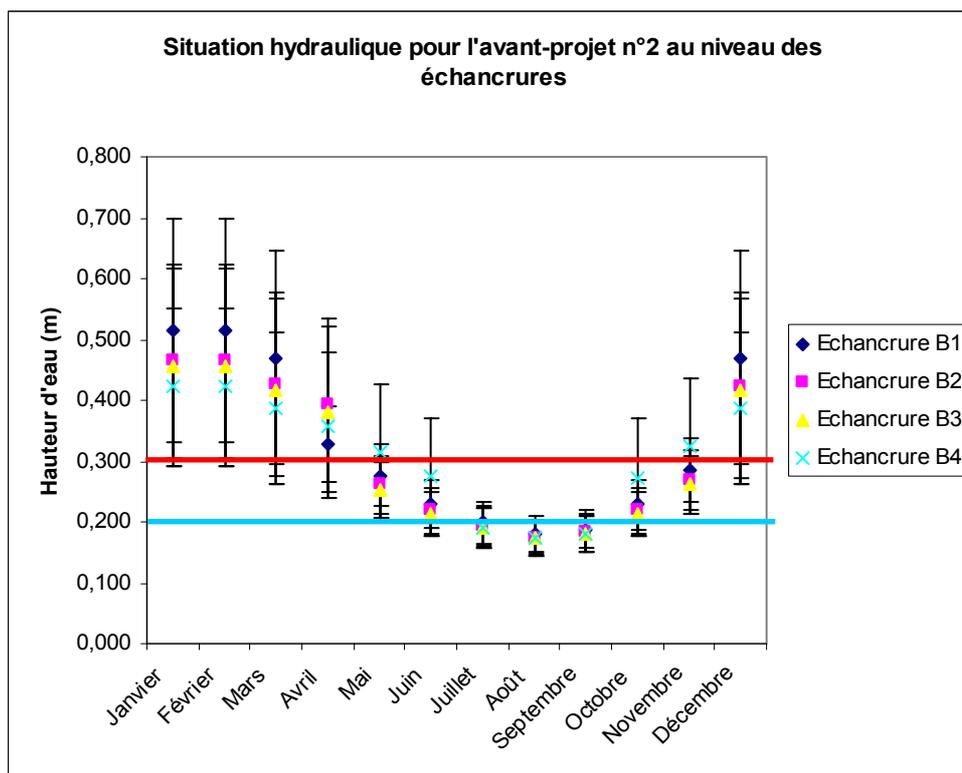
	B1	B2	B3	B4
Pente de la rampe en aval de l'échancrure B1	4H/1V			
Diamètre 65 des blocs	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm
Pendage latéral des plots evergreen	2H/0.4V	2H/0.4V	2H/0.4V	2H/0.4V
Hauteur maximale de la dalle sur le déversoir	0.5 m	0.5 m	0.5 m	0.5 m

⇒ *Evolution des vitesses et hauteurs d'eau pendant l'année*

Les critères utilisés pour l'analyse du franchissement des échancrures fait l'objet d'une note méthodologique (voir l'annexe 2).



Les vitesses sont limitantes pour la truite fario mais ne posent pas de difficulté particulières aux grands salmonidés



A l'étiage, des conditions défavorables se manifestent pour les grands salmonidés.

— Valeur seuil pour la lamproie marine et le saumon atlantique

— Valeur seuil pour la truite fario

⇒ *Incidence du projet sur le franchissement des espèces cibles*

Espèce cible	Classe de franchissement	Précisions
Saumon atlantique	Classe 2	Les vitesses sont compatibles toute l'année. Par contre les hauteurs d'eau sont limitantes à l'étiage, car elles sont inférieures à 30 cm. Cependant, la faible distance à parcourir dans ces conditions ne constitue pas un frein à la remontée du saumon. Il faut noter que la rampe située devant l'échancrure B1 remplace la fosse, donc le saumon est dans l'obligation de nager. Il n'a plus la possibilité de sauter.
Lamproie marine	Classe 2	La hauteur d'eau peut être limitante si des conditions d'étiage se manifestent au printemps
Anguille	Classe 1	La rugosité permet un franchissement toute l'année
Truite fario	Classe 3	Les vitesses de l'eau sont compatibles avec la vitesse de nage de la truite seulement à l'étiage. Cependant, à la même période, la hauteur d'eau est inférieure à 20 cm, et ne constitue pas des conditions favorables pour la nage. Cet aménagement semble ne pas satisfaire les exigences de la truite fario.

⇒ Synthèse de l'avant-projet n°2

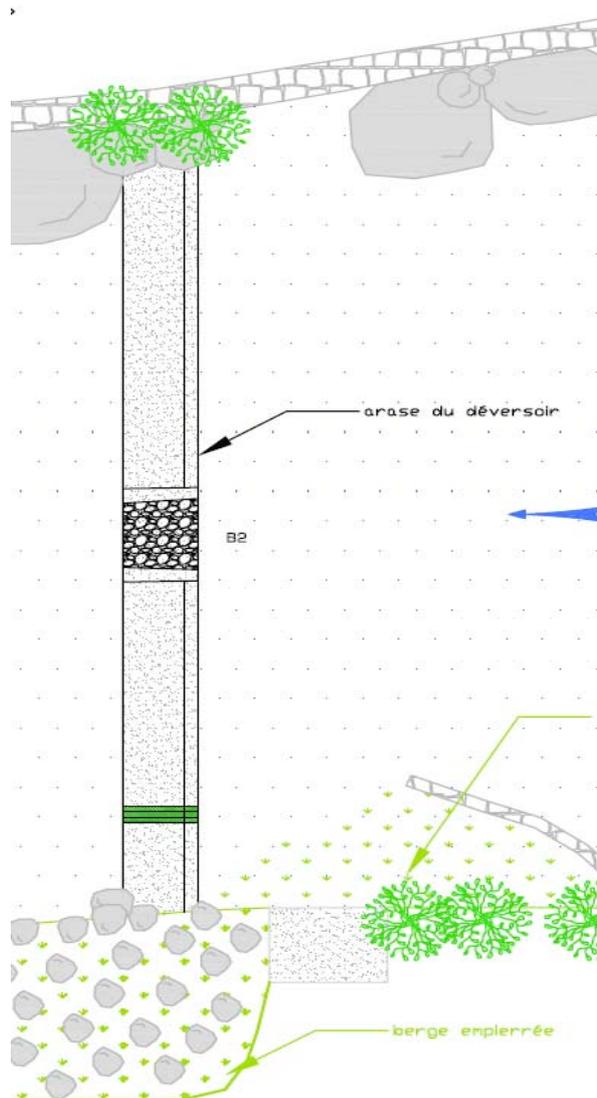
Solution n°	2
Description	Prolongement vers l'aval de l'échancrure B1 : rampe avec des enrochements et des plots evergreen Echancrures B2, B3, B4 avec des enrochements et des plots evergreen Mise en place de plots evergreen sur les déversoirs en rive gauche
Incidence hydraulique	Vitesse maximale de l'écoulement : 2.37 m/s en Février Hauteur d'eau minimale : 17 cm en Août Pas de chute d'eau au niveau de l'échancrure B1
Incidence sur le franchissement	Classe 1 pour le saumon, l'anguille Classe 2 pour la lamproie marine Classe 3 pour la truite fario La rampe B1 n'est pas idéale pour l'attrait des migrateurs car l'entrée se situe en aval du seuil B1.
Estimation du coût	40 000 à 60 000 € HT
Entretien	Aucun
Aspects techniques et Pérennité	La rampe en aval de B1 doit avoir un bon ancrage dans le fond de la fosse de dissipation. Des protections latérales seront nécessaires.
Incidence réglementaire	Le projet est soumis à déclaration au titre de l'article L214-1 du Code de l'environnement
Incidence Natura 2000	Le projet vise à améliorer l'état des sites Natura 2000 en restaurant la continuité écologique vis-à-vis des espèces migratrices

Bilan : cette solution ne répond que partiellement aux objectifs réglementaires et n'a pas reçu l'approbation de l'ONEMA vis-à-vis des conditions de franchissement piscicole. Le coût de l'aménagement est estimé de 10 à 15 000 € HT/ seuil.

3 - Avant-projet n°3

⇒ *Justification de l'avant-projet*

D'après le constat d'état initial, nous avons envisagé d'améliorer le franchissement des obstacles en créant de la rugosité au niveau des échancrures, et en réalisant une goulotte pour le passage de l'anguille. Le schéma ci-dessous illustre le principe de l'aménagement :



La berge gauche a été privilégiée pour l'installation de la goulotte, car il existe déjà un accès.

⇒ *Caractéristiques de l'aménagement*

Annexe 4 : plans de l'avant-projet n°3

Cet aménagement est constitué de quatre goulottes à anguilles localisées en rive gauche sur les déversoirs. Les échancrures sont équipées d'enrochements.

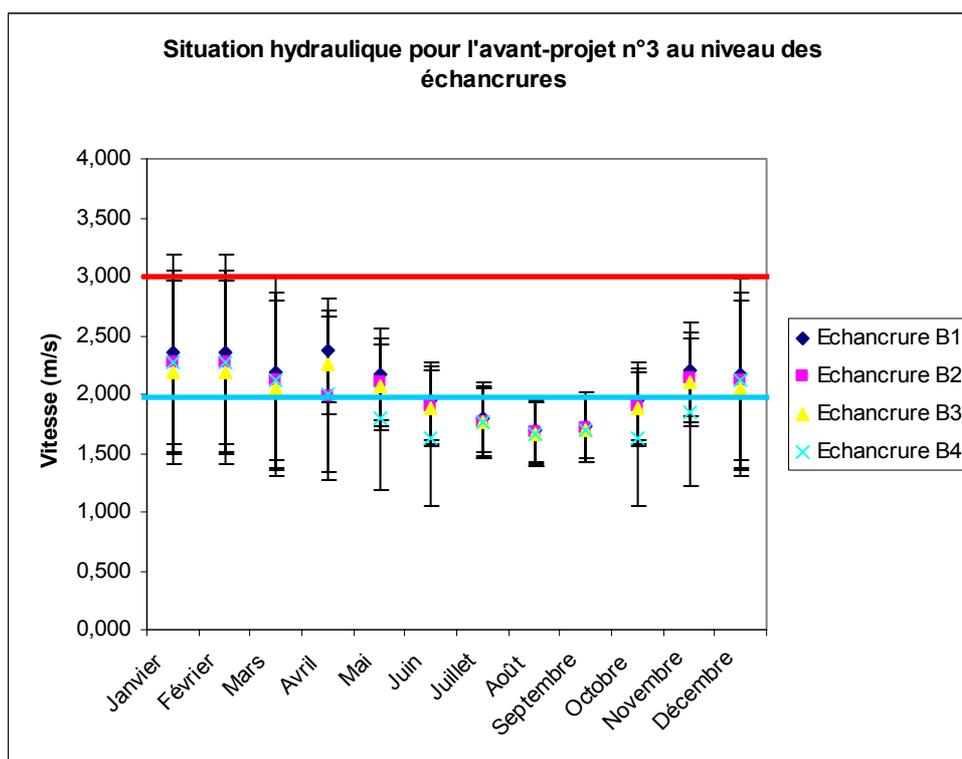
	B1	B2	B3	B4
Diamètre 65 des blocs d'enrochement	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm
Longueur des goulottes	2	1.85	1.60	4.20
Largeur de la crête amont des goulottes	0.15	0.15	0.15	0.15

⇒ *Evolution des vitesses et hauteurs d'eau pendant l'année*

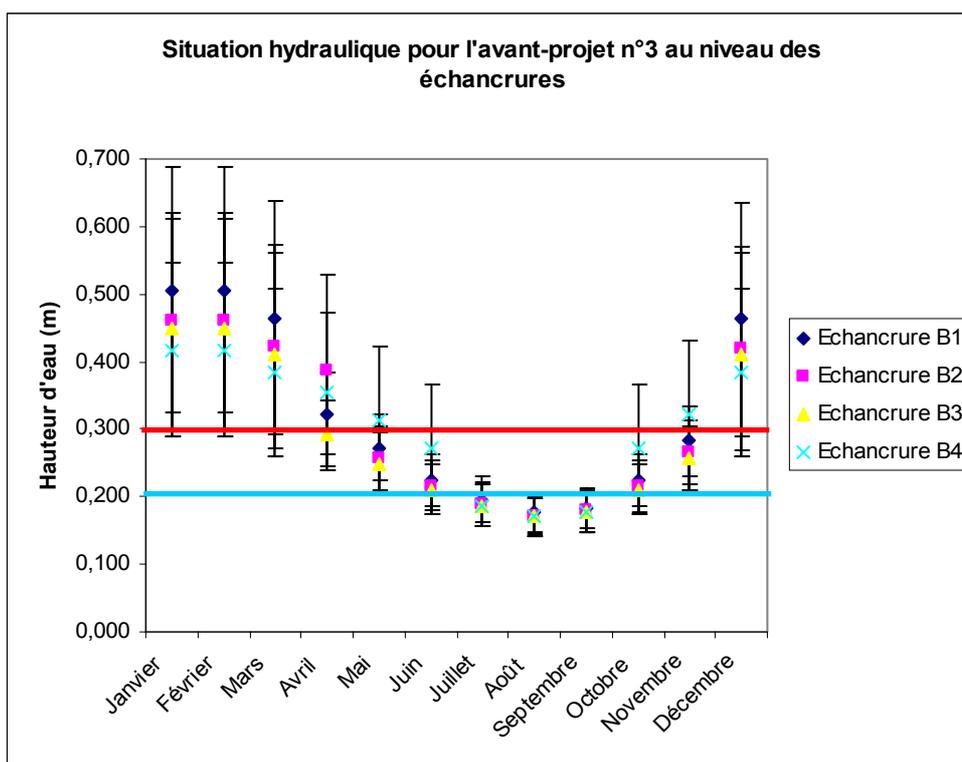
Les critères utilisés pour l'analyse du franchissement des échancrures fait l'objet d'une note méthodologique annexée au présent rapport.

— Seuil pour la lamproie marine et le saumon atlantique

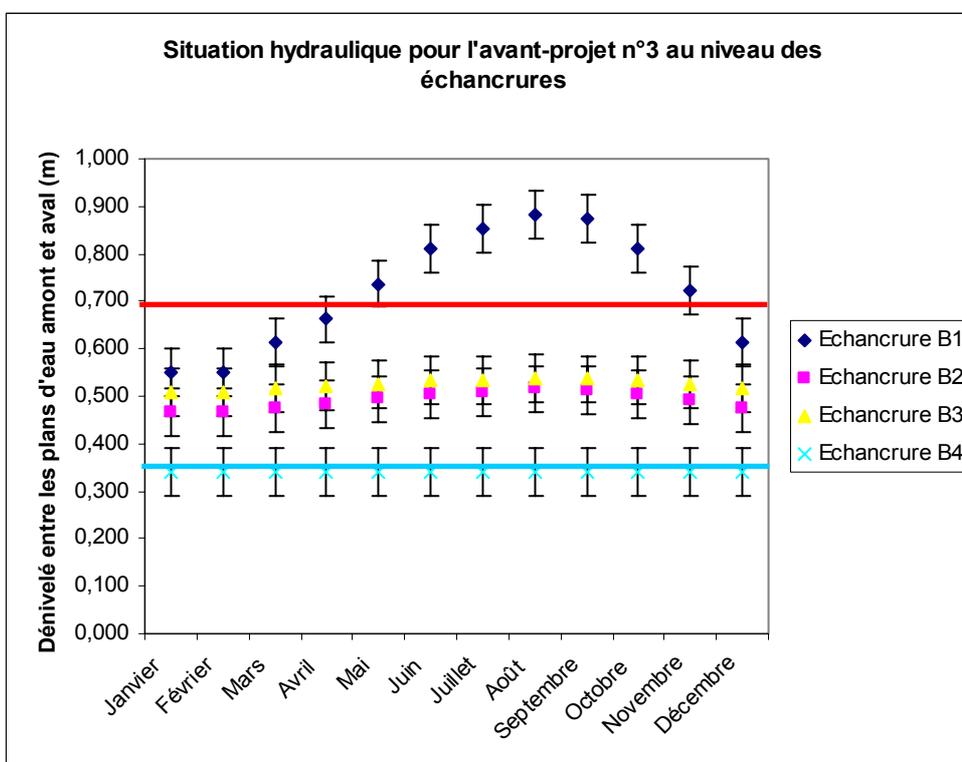
— Seuil pour la truite fario



Des valeurs de vitesses trop élevées pour le franchissement de la truite fario sont constatées en période hivernale.



Des valeurs de hauteur d'eau faibles sont constatées à l'étiage, provoquant un retard saisonnier.



Ce type de dispositif aurait pour effet d'élever la cote d'arase de l'échancrure, et donc du plan d'eau amont. En conséquence, le dénivelé augmenterait sur le seuil B1, et deviendrait impactant pour le franchissement piscicole des grands salmonidés.

⇒ *Incidence du projet sur le franchissement des espèces cibles*

Espèce cible	Classe de franchissement	Précisions
Saumon atlantique	Classe 2	Les vitesses sont compatibles toute l'année. Par contre les hauteurs d'eau sont limitantes à l'étiage, car elles sont inférieures à 30 cm. Cependant, la faible distance à parcourir dans ces conditions ne constitue pas un frein à la remontée du saumon. Le seuil B1 apparaît limitant en basses eaux en raison du dénivelé proche de 90 cm.
Lamproie marine	Classe 2	Les hauteurs d'eau sont limitantes pour la nage à l'étiage, car elles sont inférieures à 30 cm. La présence d'enrochements sur les échancrures permet cependant aux lamproies de se fixer.
Anguille	Classe 1	La rugosité et la goulotte permettent un franchissement toute l'année
Truite fario	Classe 3	Les vitesses de l'eau sont compatibles avec la vitesse de nage de la truite seulement à l'étiage. Cependant, à la même période, la hauteur d'eau est inférieure à 20 cm, et ne constitue pas des conditions favorables pour la nage. Cet aménagement semble ne pas satisfaire les exigences de la truite fario.

⇒ *Synthèse de l'avant-projet n°3*

Solution n°	3
Description	Enrochement des échancrures + création de goulottes à anguilles avec des tapis brosses
Incidence hydraulique	Vitesse maximale de l'écoulement : 2.35 m/s en Février Hauteur d'eau minimale : 17 cm en Août Dénivelé maximum de l'eau au niveau de B1 : 88 cm
Incidence sur le franchissement	Classe 1 pour l'anguille Classe 2 pour le saumon atlantique et la lamproie marine Classe 3 pour la truite fario
Estimation du coût	40 000 à 60 000 € HT
Entretien	Entretien de la goulotte (enlèvement des feuilles)
Pérennité	La pérennité des enrochements dépend principalement de la qualité de la pose des blocs lors des travaux,
Incidence réglementaire	Le projet est soumis à déclaration au titre de l'article L214-1 du Code de l'environnement
Incidence Natura 2000	Le projet vise à améliorer l'état des sites Natura 2000 en restaurant la continuité écologique vis-à-vis des espèces migratrices

Bilan : cette solution ne répond que partiellement aux objectifs réglementaires et n'a pas reçu l'approbation de l'ONEMA vis-à-vis des conditions de franchissement piscicole. Le coût de l'aménagement est estimé de 10 à 15 000 € HT/ seuil.

4 - Avant-projet n°4

⇒ *Description de l'avant-projet*

Cette solution consiste à araser et agrandir les échancrures pour diminuer la vitesse et réduire le dénivelé entre l'amont et l'aval de l'aménagement. Cette solution se révèle techniquement compliqué pour plusieurs raisons :

- Stabilité de l'édifice : on touche à la structure des seuils conçus pour résister à des crues du Léguer.
- Calage hydraulique : l'agrandissement des échancrures a pour effet de concentrer les débits et donc d'augmenter les vitesses d'écoulement.
- La présence de 4 seuils oblige à abaisser significativement l'arase du premier seuil pour réduire le dénivelé entre les 3 seuils suivant. Or une réduction de la hauteur de chute de 10 cm se révèle insuffisant pour améliorer significativement le franchissement piscicole de l'ouvrage.

Nous avons simulé plusieurs possibilités d'aménagement au niveau des échancrures afin d'optimiser les conditions hydrauliques de franchissement des espèces les plus contraignantes, c'est-à-dire la truite fario et la lamproie marine. Certaines pistes ont été abandonnées :

- C'est le cas notamment des solutions qui consistent uniquement à approfondir ou élargir les échancrures car le gain constaté sur l'amélioration du franchissement piscicole est insuffisant pour justifier des travaux coûteux
- C'est le cas également de la solution qui consiste à araser les déversoirs sur l'ensemble de la largeur du cours d'eau car trop coûteuse

In fine nous retiendrons pour cet avant-projet la solution suivante : agrandissement des échancrures, mise en place d'enrochements jointifs dans les échancrures et mise en place d'une goulotte à anguille en rive gauche. Le schéma de principe est le même que l'avant-projet 3 avec une échancrure plus large.

⇒ *Incidence du projet sur le franchissement des espèces cibles*

Espèce cible	Classe de franchissement	Précisions
Saumon atlantique	Classe 1	L'agrandissement des échancrures favorisera le franchissement pour les saumons car les vitesses élevées sur une courte distance n'empêche pas le poisson de franchir l'obstacle en sautant
Lamproie marine	Classe 1	Les conditions de hauteurs d'eau et la possibilité de se fixer sur les enrochements permettent aux lamproies de franchir l'obstacle.
Anguille	Classe 1	La rugosité et la goulotte permettent un franchissement toute l'année
Truite fario	Classe 2	Les vitesses de l'eau et hauteur d'eau sont compatibles avec la capacité de nage de la truite en dehors des périodes d'étiage ou de fortes crues.

⇒ Synthèse de l'avant-projet n°4

Solution n°	4
Description	Agrandissement des échancrures + enrochements jointifs + goulotte à anguilles
Incidence hydraulique	Vitesse maximale inférieure à .2.5 m/s Dénivelé au niveau de B1 autour de 45 cm
Incidence sur le franchissement	Classe 1 pour le saumon, l'anguille et la lamproie marine Classe 2 pour la truite fario
Estimation du coût	Environ 180 000 € HT
Aspect technique / Entretien	Aménagement difficile à réaliser car nécessite de batarder au centre du cours d'eau, de détruire les seuils sans risquer de les déstabiliser et de recréer une nouvelle échancrure sur laquelle on positionne des enrochements jointifs. Entretien de la goulotte (enlèvement des feuilles)
Pérennité	Dépend des travaux de confortement (démolition à la scie à béton + reconstruction d'une arase en béton armé)
Incidence réglementaire	Le projet est soumis à déclaration au titre de l'article L214-1 du Code de l'environnement
Incidence Natura 2000	Le projet vise à améliorer l'état des sites Natura 2000 en restaurant la continuité écologique vis-à-vis des espèces migratrices

Bilan : cette solution répond à l'objectif d'amélioration du franchissement piscicole mais au prix d'un aménagement très coûteux et difficile à réaliser techniquement (travailler au milieu des échancrures).

5 - Avant-projet n°5

⇒ *Description de l'avant-projet*

Cette solution consiste à démanteler les quatre seuils de Kernansquillec. Le cours d'eau retrouverait ainsi son lit d'origine mais subirait probablement une érosion régressive des matériaux accumulés en amont (on constate déjà cette érosion régressive en aval de B1).

Cette solution n'est pas sans risque car la stabilité du génie civil en place (murs, passerelle et ancien barrage) repose en partie sur les deux premiers seuils.

Les autres conséquences de la suppression des seuils seraient :

- Un déplacement des substrats sous l'effet d'une augmentation localisée de la pente et donc des vitesses d'eau
- En conséquence, les frayères en amont seraient susceptibles d'être déplacées (on devrait conserver des zones de fraie, c'est leur position qui risque d'évoluer)
- Amélioration significative de l'hydro morphologie du cours d'eau et des habitats au droit des ouvrages (actuellement, le lit présente un aspect de cours d'eau « canalisé » avec barrage)
- Amélioration du franchissement piscicole pour toutes les espèces
- Concernant les usages, la pratique du canoë sera plus facile. Mais l'opération de démantèlement risque de générer des résidus (ferrailles) potentiellement dangereux.
- Les matériaux devront être exportés ou utilisés en remblais sur le site (en dehors de zones potentiellement humides).

⇒ *Incidence du projet sur le franchissement des espèces cibles*

Espèce cible	Classe de franchissement	Précisions
Saumon atlantique	Classe 1	Solution idéale pour le franchissement piscicole et la continuité écologique d'une manière générale
Lamproie marine	Classe 1	
Anguille	Classe 1	
Truite fario	Classe 1	

⇒ Synthèse de l'avant-projet n°5

Solution n°	5
Description	Suppression des ouvrages
Incidence hydraulique	Restauration des écoulements naturels, dérive sédimentaire vers l'aval, érosion régressive (limité par le substratum rocheux sous-jacent constitué de roches dures)
Incidence sur le franchissement	Classe 1 pour toutes espèces
Estimation du coût	Entre 100 000 et 150 000 € HT avec réaménagement du site et confortement des berges
Aspect technique / Entretien	Cette solution à première vue facile se révèle techniquement compliquée en raison du risque de déstabilisation des fondations de l'ancien barrage et du génie civil en place Nécessite la mise en place de batardeaux conséquents Volume important de matériaux à exporter Risque de laisser des résidus de ferrailles dangereux pour la pratique du canoë
Pérennité	Solution pérenne
Incidence réglementaire	Le projet est soumis à déclaration au titre de l'article L214-1 du Code de l'environnement
Incidence Natura 2000	Le projet vise à améliorer l'état des sites Natura 2000 en restaurant la continuité écologique vis-à-vis des espèces migratrices

Bilan : cette solution répond à l'objectif d'amélioration du franchissement piscicole mais au prix d'un aménagement très coûteux et difficile à réaliser techniquement

6 - Synthèse

La présentation des avant-projets a fait l'objet d'un rapport transmis pour avis à l'ONEMA. Les solutions 2, 3 et 4 ont été jugés insuffisantes ou inadaptées au site et à son environnement

Solution n°	1	2	3	4	5
Description	Rampe en enrochement rive gauche	Enrochement des échancrures + plots evergreen	Enrochement des échancrures + goulotte anguille	Agrandissement des échancrures + enrochements jointifs + goulotte à anguilles	Démantèlement
Incidence sur le franchissement piscicole	++	+	+	+	+++
Estimation du coût	80 000 à 100 000 € HT	40 000 à 60 000 € HT	40 000 à 60 000 € HT	180 000 € HT	100 000 à 150 000 € HT
Avis global sur la solution proposée	Conforme aux objectifs	Avis défavorable	Avis défavorable	Avis défavorable	Conforme aux objectifs mais incertitude sur faisabilité technique

⇒ Suite à une réunion du comité technique en présence de l'ONEMA et du maître d'ouvrage, il a été décidé d'étudier la solution 1 pour le projet définitif.

IV - DESCRIPTION DU PROJET

1 - Calage des rampes en enrochement

L'objectif est d'améliorer la franchissabilité des 4 seuils de Kernansquillec pour la lamproie et l'anguille.

Cette proposition s'appuie sur les éléments de l'état initial et les propositions d'avant-projets réalisés par HYDRO-CONCEPT (rapport du 12/01/2011).

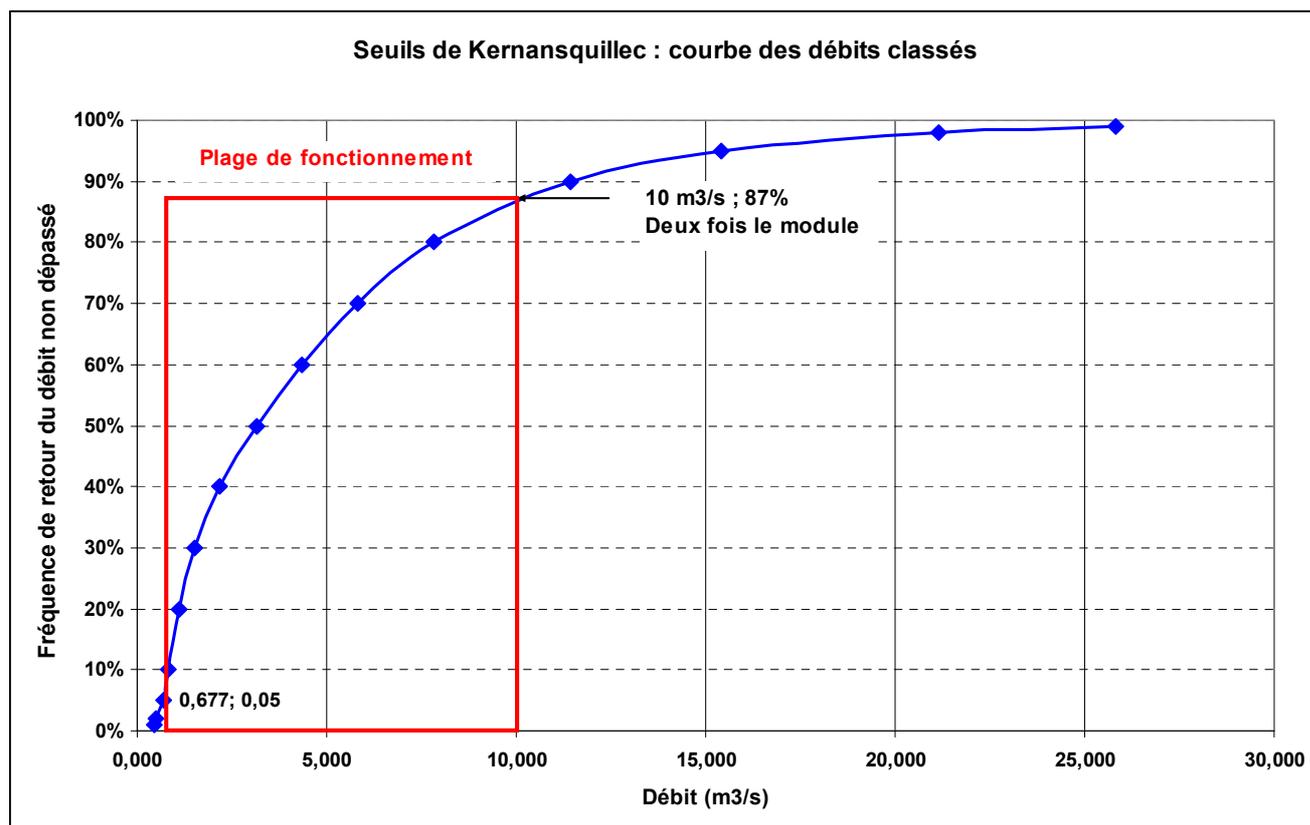
Parmi les différents dispositifs envisageables, étant donné les chutes présentes au niveau des seuils, le dispositif de rampe à fond rugueux et macrorugosités régulièrement réparties en quinconce, avec un dévers latéral, semble le plus adapté en terme de franchissabilité par les espèces visées et de plage de fonctionnalité en fonction des variations de débit.

Cette note technique a pour objectif de préciser les éléments techniques du dispositif envisagé.

Suite aux recommandations de l'ONEMA, les principes retenus pour le calage de l'aménagement sont les suivants :

- Vers les forts débits, fonctionnalité assurée jusqu'à 2 fois le module, soit 10 m³/s.
- Vers les bas débits, fonctionnalité assurée jusqu'à la valeur du débit non dépassé 5% du temps, soit 0,68 m³/s

La courbe des débits classés permet de visualiser la plage de fonctionnement envisagée :



2 - Conditions d'implantation de l'aménagement

Une pente longitudinale de 5% (max 6%) est recommandée par l'ONEMA de façon « sécuriser » la dissipation de l'énergie et la réduction des vitesses, et ainsi la franchissabilité de la rampe. Cela nécessite de constituer 3 aménagements : un seul aménagement permet le franchissement des seuils B3 et B4 en raison d'un espace insuffisant entre les deux seuils.

Des macrorugosités de 0.4 m de largeur opposée à l'écoulement, de 0.4 m de hauteur protubérante au dessus du fond, et disposées à une concentration égale à 16% ont été définies. Cela permet d'étudier le fonctionnement hydraulique se l'aménagement avec trois « tranches » d'écoulement de 1 mètre chacune, (espacement transversal et longitudinal de 1 mètre).

Il est proposé d'installer le long de la rive gauche des rampes de 3 m de largeur, avec un dévers latéral de 10% (valeur déjà forte pour en limiter la largeur), dont le point bas de la section amont est calé pour chaque passe de façon à garantir la plage de fonctionnement.

De nouvelles mesures topographiques ont été réalisées en septembre 2011 de façon à préciser les caractéristiques de chacune des rampes. Chaque rampe est décrite ci-après.

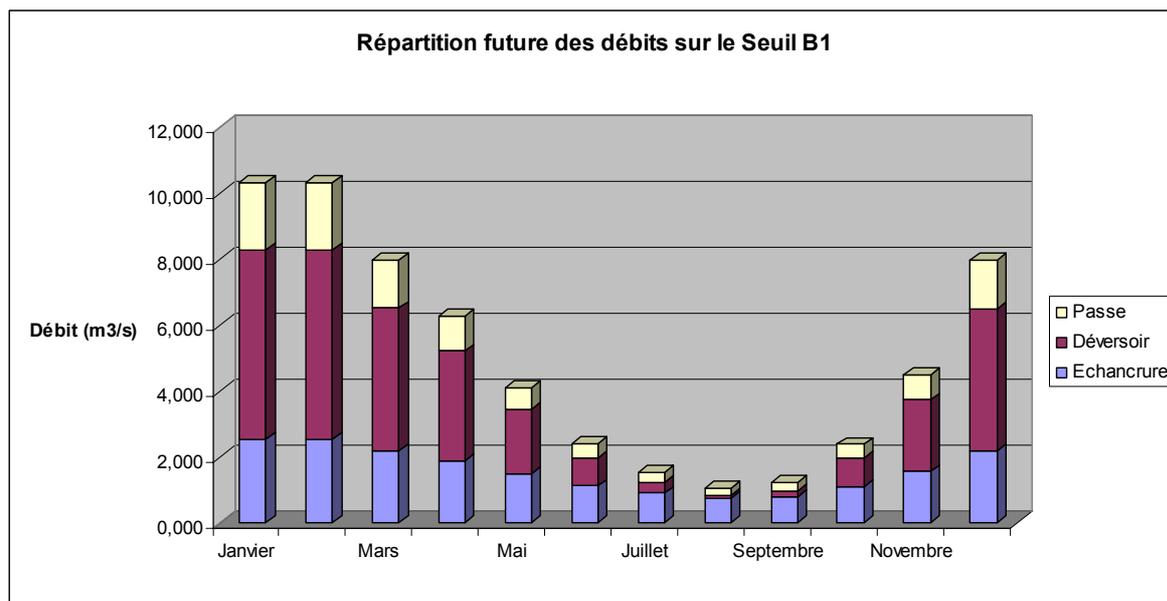
⇒ Calage de la rampe du seuil B1

La cote d'arase de l'échancrure B1 se situe à une valeur supérieure à la valeur estimée initialement (les débits en mai n'avaient pas permis d'atteindre les échancrures et de connaître la cote d'arase précise). Afin de limiter la longueur de la rampe, il a donc été décidé de porter la pente longitudinale à 6%. On obtient les caractéristiques suivantes :

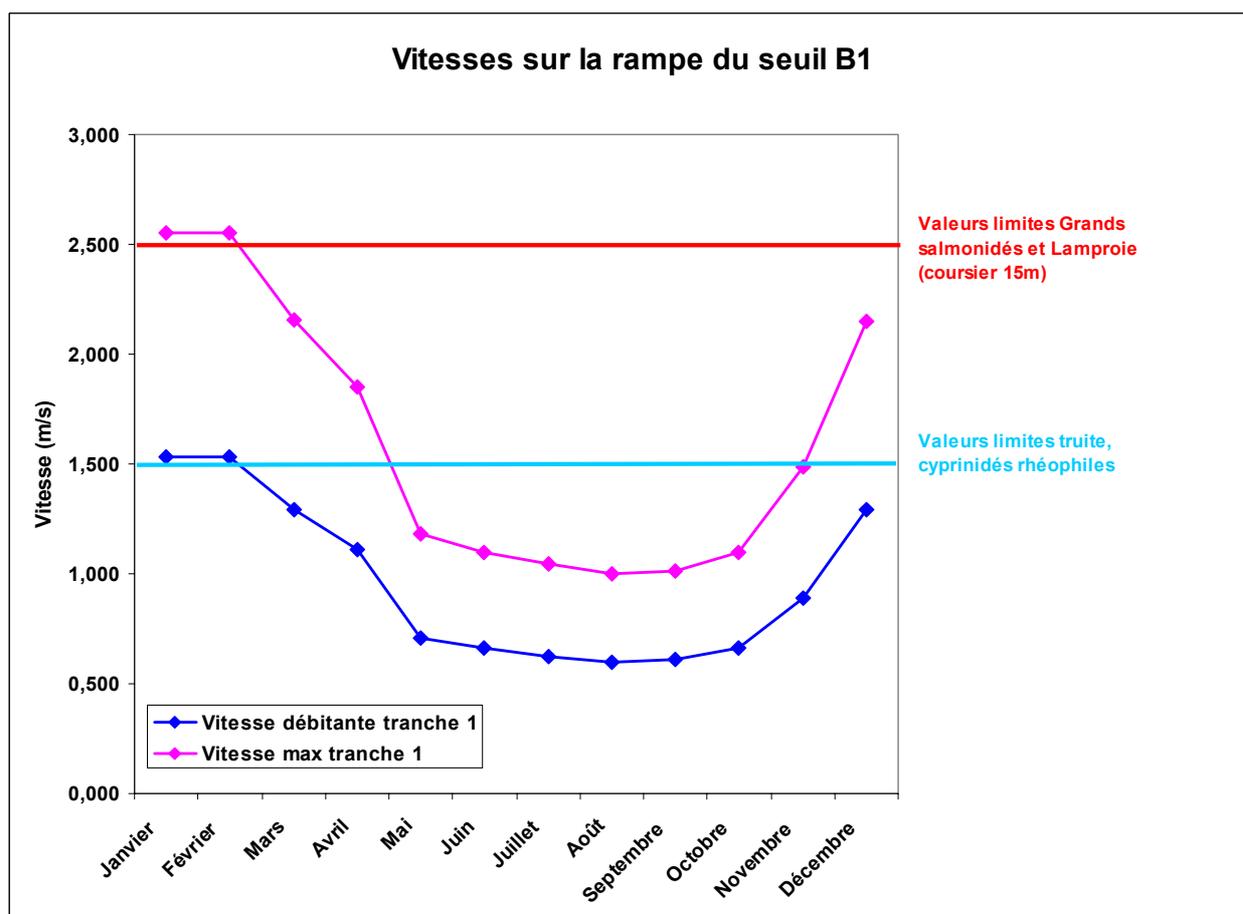
B1	
Largeur totale du seuil (m)	17,000
Largeur totale du déversoir (sans la passe) (m)	13,800
Cote arase déversoir (m)	69,160
Cote arase échancrure (m)	68,850
Hauteur échancrure (m)	0,310
Largeur crête d'échancrure (m)	1,900
Grande largeur d'échancrure (m)	2,700
Largeur totale de la passe (m)	3,000
Largeur unitaire des tranches (m)	1,000
Nombre de tranche	3,000
Cote arase de la passe (m)	68,900
Hauteur efficace (m)	0,800
Diamètre des blocs (m)	0,400
Hauteur émergente des blocs (m)	0,400
Concentration des blocs (%)	16%
Pente longitudinale de la rampe (m/m)	0,060
Pente devers latérale de la rampe (m/m)	0,100
Longueur de la rampe (m)	15,000

			Echancrure centrale		Déversoir		Passe en enrochement			
			Hauteur d'eau (m)	Débit (m3/s)	Hauteur d'eau (m)	Débit (m3/s)	Hauteur d'eau (m)	Débit (m3/s)	Vitesse débitante tr1 (m/s)	Vmax débitante tr1 (m/s)
Débit moyen mensuel (m3/s)	Janvier	10,361	0,750	2,548	0,440	5,724	0,650	2,074	1,531	2,551
	Février	10,372	0,750	2,548	0,440	5,724	0,650	2,074	1,531	2,551
	Mars	8,018	0,676	2,180	0,366	4,342	0,576	1,473	1,293	2,155
	Avril	6,310	0,616	1,896	0,306	3,320	0,516	1,070	1,109	1,848
	Mai	4,124	0,526	1,496	0,216	1,969	0,426	0,649	0,708	1,179
	Juin	2,416	0,434	1,121	0,124	0,856	0,334	0,430	0,660	1,100
	Juillet	1,552	0,376	0,904	0,066	0,333	0,276	0,304	0,626	1,043
	Août	1,062	0,335	0,761	0,025	0,078	0,235	0,224	0,599	0,998
	Septembre	1,229	0,350	0,812	0,040	0,157	0,250	0,252	0,609	1,015
	Octobre	2,395	0,433	1,118	0,123	0,846	0,333	0,427	0,659	1,099
	Novembre	4,519	0,541	1,561	0,231	2,177	0,441	0,764	0,891	1,484
	Décembre	7,987	0,675	2,175	0,365	4,325	0,575	1,467	1,290	2,150
Débits caractéristiques (m3/s)	QMNA	0,594	0,250	0,490	0,000	0,000	0,150	0,100	0,532	0,886
	Module	4,998	0,562	1,653	0,252	2,481	0,462	0,845	0,950	1,584
	Débit classé 5%	0,680	0,271	0,553	0,000	0,000	0,171	0,126	0,550	0,917
	2 x Module (Q87%)	10,000	0,739	2,492	0,429	5,511	0,639	1,904	1,495	2,491
	Débit classé 95%	15,410	0,888	3,282	0,578	8,618	0,788	3,501	2,003	3,338

Le graphique ci-dessous illustre la répartition future des débits sur le seuil B1 :

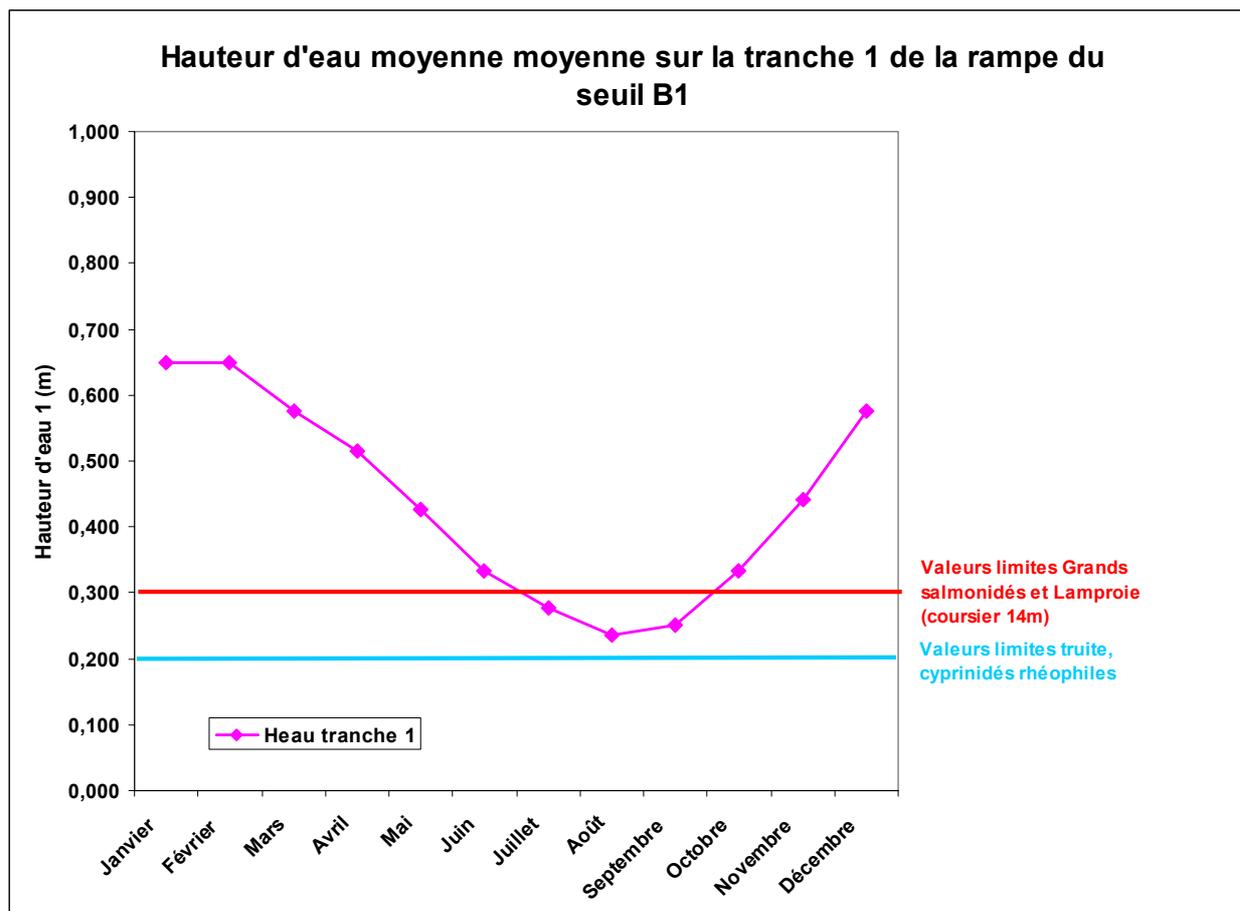


La répartition des vitesses et hauteur d'eau sur la première tranche d'écoulement est donnée ci-dessous :



Les vitesses sur la rampe permettent de confirmer le franchissement de la rampe sur la première tranche par les grands salmonidés et les lamproies lors des périodes de migration printanières et automnales. Les vitesses plus faibles sur les tranches 2 et 3 seront donc également favorables.

Des vitesses limitantes pour le franchissement de la truite sont observées à partir de novembre, mais sur les tranches supérieures, le franchissement sera possible.



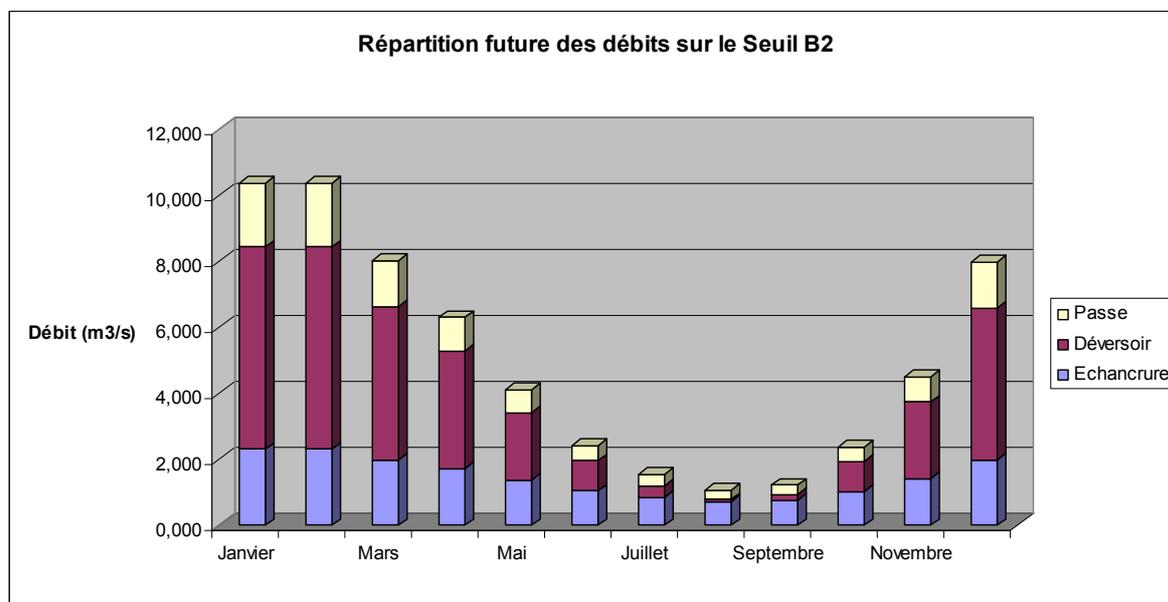
Les hauteurs d'eau sont favorables aux migrations car les conditions limitantes ne coïncident pas avec les périodes de migration.

⇒ *Calage de la rampe du seuil B2*

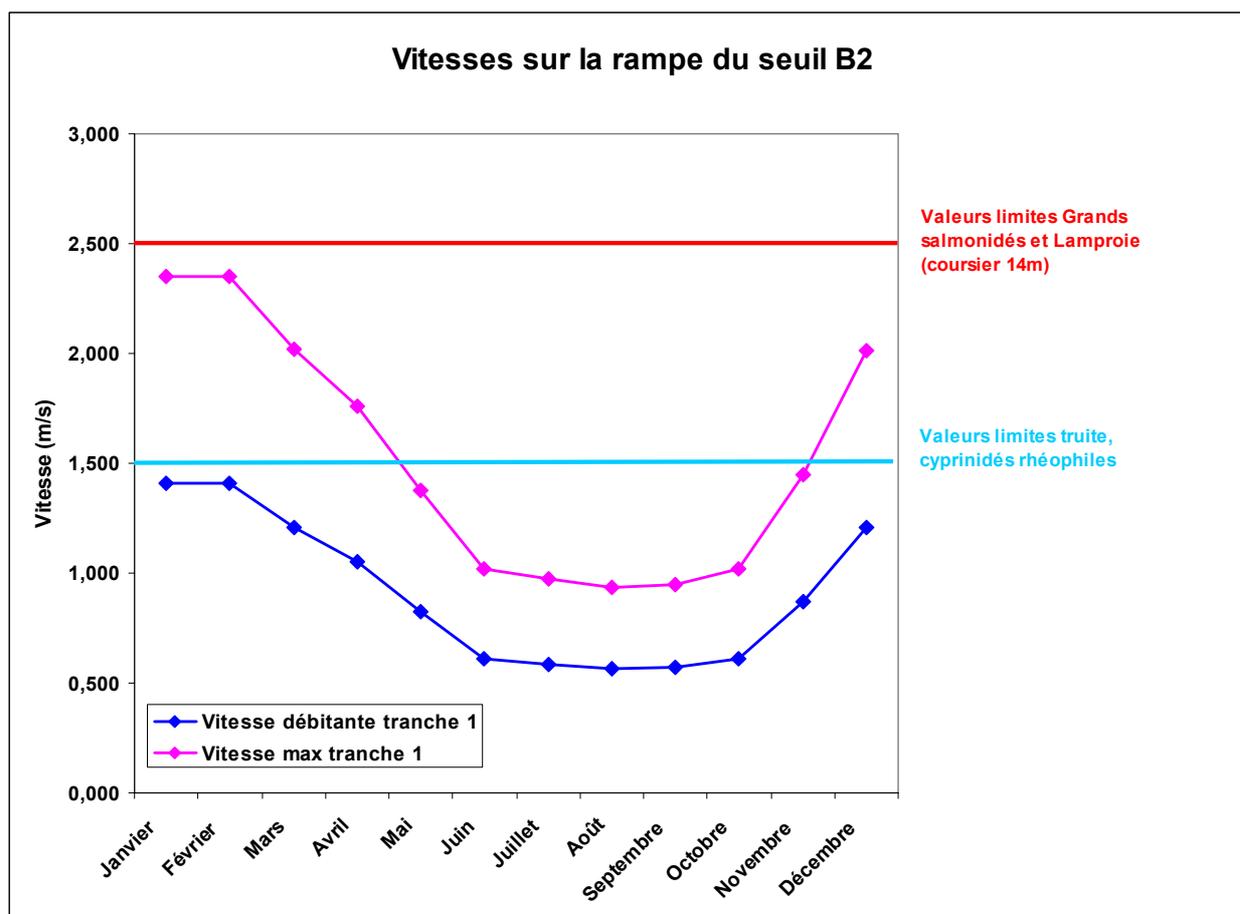
Après vérification, la cote d'arase de l'échancrure B2 est conforme à la valeur initialement estimée. Le dénivelé étant moins important sur ce seuil, on peut envisager une rampe avec une pente de 5%. On obtient les caractéristiques suivantes :

B2	
Largeur totale du seuil (m)	21,000
Largeur totale du déversoir (sans la passe) (m)	16,800
Cote arase déversoir (m)	69,700
Cote arase échancrure (m)	69,400
Hauteur échancrure (m)	0,300
Largeur crête d'échancrure (m)	1,900
Grande largeur d'échancrure (m)	2,700
Largeur totale de la passe (m)	3,000
Largeur unitaire des tranches (m)	1,000
Nombre de tranche	3,000
Cote arase de la passe (m)	69,400
Hauteur efficace (m)	0,800
Diamètre des blocs (m)	0,400
Hauteur émergente des blocs (m)	0,400
Concentration des blocs (%)	16%
Pente longitudinale de la rampe (m/m)	0,050
Pente devers latérale de la rampe (m/m)	0,100
Longueur de la rampe (m)	10,000

Le graphique ci-dessous illustre la répartition future des débits sur le seuil B2 :

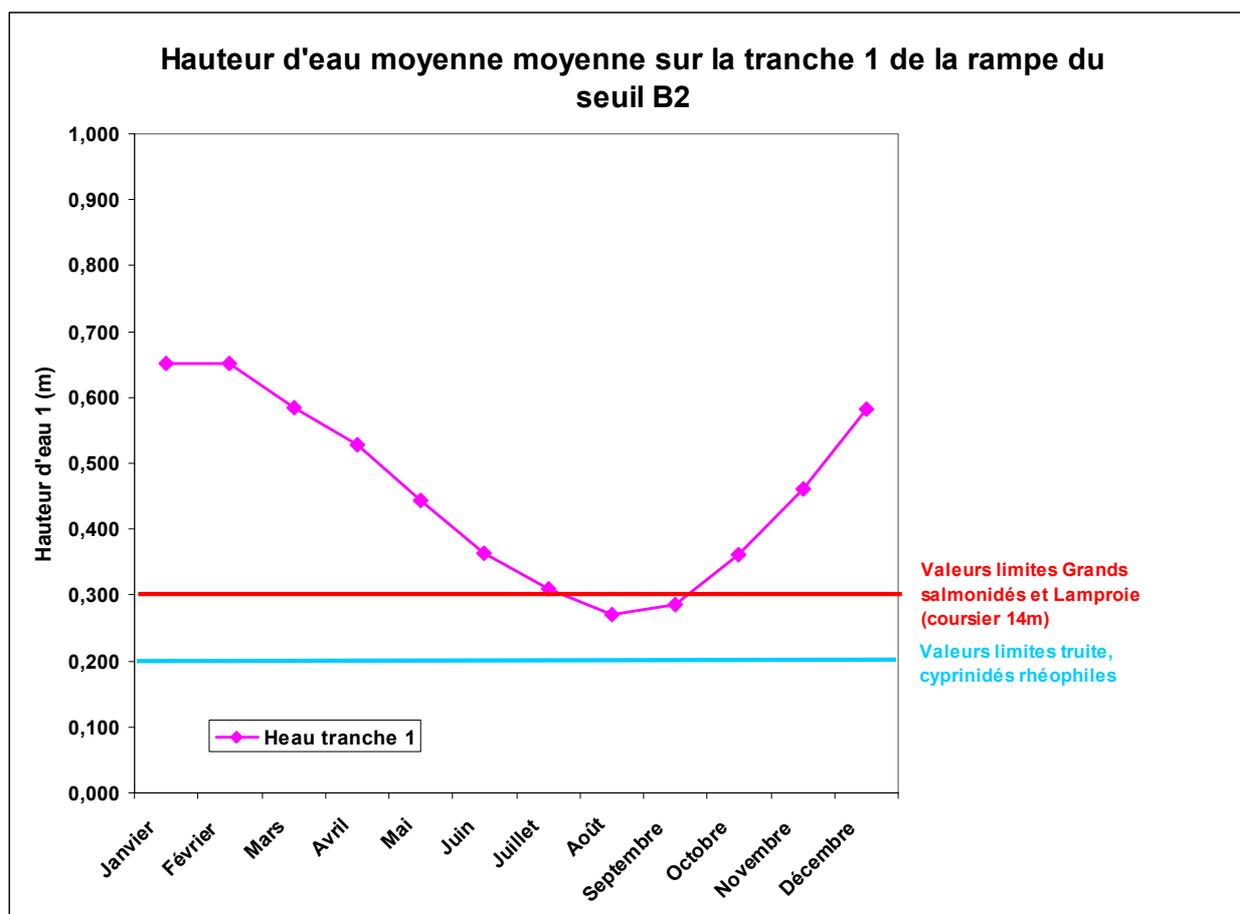


La répartition des vitesses et hauteur d'eau sur la première tranche d'écoulement est donnée ci-dessous :



Les vitesses sur la rampe permettent de confirmer le franchissement de la rampe sur la première tranche par les grands salmonidés et les lamproies lors des périodes de migration printanières et automnales. Les vitesses plus faibles sur les tranches 2 et 3 seront donc également favorables.

Des vitesses limitantes pour le franchissement de la truite sont observées à partir de novembre, mais sur les tranches supérieures, le franchissement sera possible.

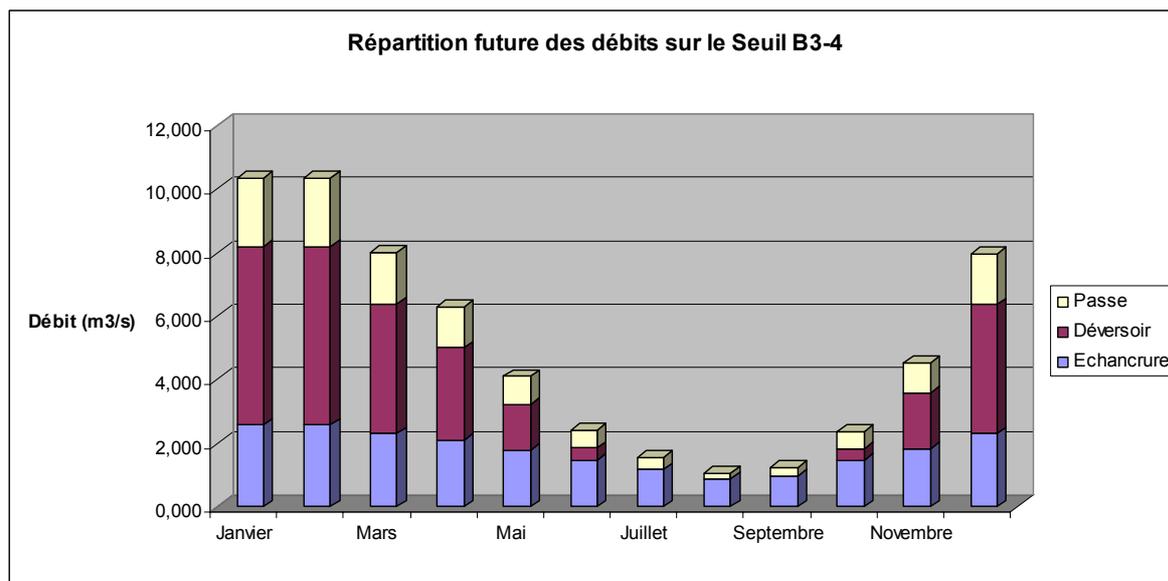


Les hauteurs d'eau sont favorables aux migrations car les conditions limitantes ne coïncident pas avec les périodes de migration.

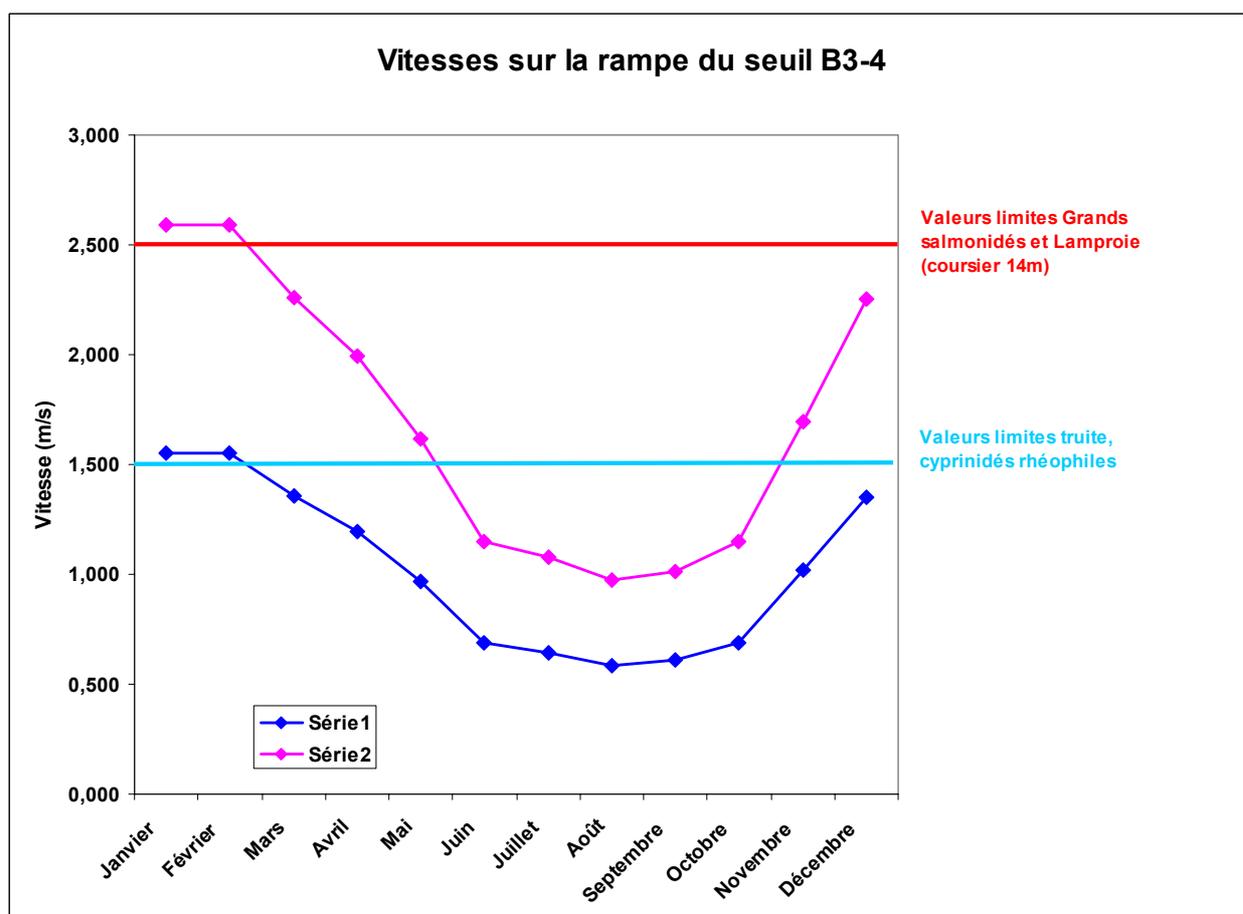
⇒ *Calage de la rampe du seuil B3-4*

Un seul et unique dispositif permet d'assurer le franchissement des seuils B3 et B4. Ceci est dû à la faible distance entre les deux seuils. La configuration particulière de l'échancrure (moins large et plus profonde) oblige à revoir l'arase de la passe à une cote supérieure. En conséquence, pour limiter la longueur du dispositif, la pente a été portée à 6%.

Le graphique ci-dessous illustre la répartition future des débits sur le seuil B3-4 :

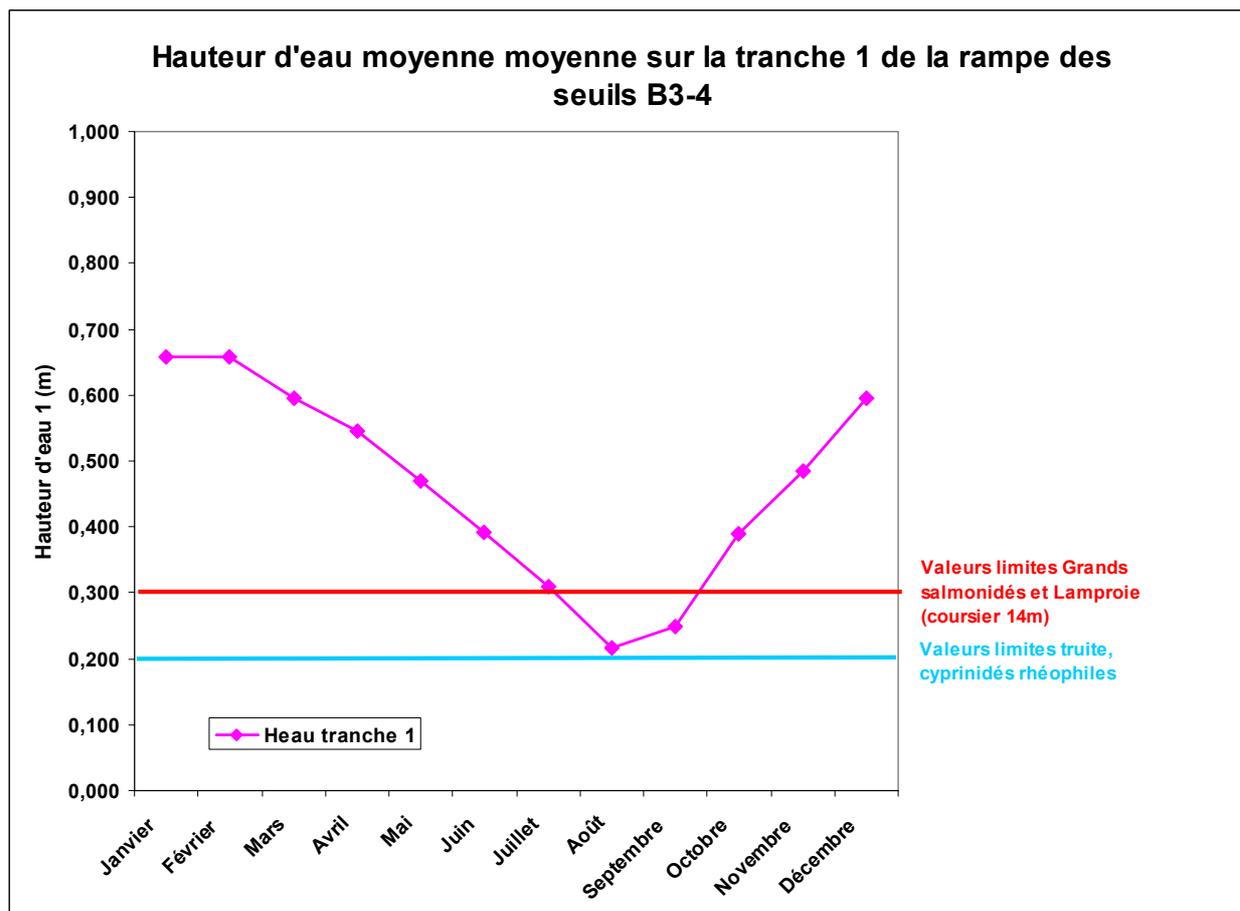


La répartition des vitesses et hauteur d'eau sur la première tranche d'écoulement est donnée ci-dessous :



Les vitesses sur la rampe permettent de confirmer le franchissement de la rampe sur la première tranche par les grands salmonidés et les lamproies lors des périodes de migration printanières et automnales. Les vitesses plus faibles sur les tranches 2 et 3 seront donc également favorables.

Des vitesses limitantes pour le franchissement de la truite sont observées à partir de novembre, mais sur les tranches supérieures, le franchissement sera possible.



Les conditions sont plus défavorables que sur les seuils précédents à l'étiage. Pour autant, cette simulation permet de conserver des situations favorables au franchissement piscicole de l'ouvrage aux principales périodes de migration.

3 - Estimation financière

Création de rampes en enrochement sur le seuil de Kernansquillec				
<i>Intitulé du Poste</i>	<i>Unité</i>	<i>Quantité</i>	<i>Prix unitaire H.T.</i>	<i>Montant H.T.</i>
Etudes préliminaires				
Dossier au titre de la Loi sur l'eau (LEMA)	forfait	1	3 500,00 €	3 500,00 €
Etudes d'exécution des ouvrages	forfait	1	5 000,00 €	5 000,00 €
Total travaux préliminaires				8 500,00 €
Travaux préliminaires				
Installation, isolement et repliement de chantier	forfait	1	10 000,00 €	10 000,00 €
Mise hors d'eau : batardeau et pompage	forfait	1	8 000,00 €	8 000,00 €
Total travaux préliminaires				18 000,00 €
Rampe en enrochement du seuil B1				
Démolition du déversoir	m ³	5,50	250,00 €	1 375,00 €
Décaissement par déroctage du socle en granite	m ³	22,50	200,00 €	4 500,00 €
Déblais meubles et curage sous l'emprise de la passe	m ³	13,50	20,00 €	270,00 €
Evacuation des gravats	m ³	36,00	30,00 €	1 080,00 €
Remblais compacté en GNT 0/200 mm sous l'emprise de la passe	m ³	11,25	40,00 €	450,00 €
Géotextile sous l'emprise de la passe	m ²	45,00	10,00 €	450,00 €
Enrochements maçonnés 200 mm	m ³	9,00	100,00 €	900,00 €
Béton de jointoiement des enrochements secondaires	m ³	1,80	200,00 €	360,00 €
Blocs d'enrochements verticaux à enchasser h=0,8m D=0,4m	U	48,00	150,00 €	7 200,00 €
Béton de jointoiement des enrochements verticaux	m ³	4,80	200,00 €	960,00 €
Muret de séparation Passe / Seuil en béton armé	m ³	8,10	250,00 €	2 025,00 €
Semelle béton armé pour fondation muret	m ³	3,00	220,00 €	660,00 €
Renfort béton protection amont et aval	m ³	2,10	220,00 €	462,00 €
Béton de calage Seuil / passe	m ³	4,20	200,00 €	840,00 €
Coffrage	forfait	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
Armature HA	kg	930,00	2,00 €	1 860,00 €
Drain longitudinal	ml	15,00	30,00 €	450,00 €
Total démantèlement du déversoir				25 342,00 €

Rampe en enrochement du seuil B2				
Démolition du déversoir	m ³	6,94	250,00 €	1 735,00 €
Décaissement par déroctage du socle en granite	m ³	9,00	200,00 €	1 800,00 €
Déblais meubles et curage sous l'emprise de la passe	m ³	12,00	20,00 €	240,00 €
Evacuation des gravats	m ³	21,00	30,00 €	630,00 €
Remblais compacté en GNT 0/200 mm sous l'emprise de la passe	m ³	7,50	40,00 €	300,00 €
Géotextile sous l'emprise de la passe	m ²	30,00	10,00 €	300,00 €
Enrochements maçonnés 200 mm	m ³	6,00	100,00 €	600,00 €
Béton de jointoiment des enrochements secondaires	m ³	1,20	200,00 €	240,00 €
Blocs d'enrochements verticaux à enchasser h=0,8m D=0,4m	U	33,00	150,00 €	4 950,00 €
Béton de jointoiment des enrochements verticaux	m ³	3,30	200,00 €	660,00 €
Muret de séparation Passe / Seuil en béton armé	m ³	5,00	250,00 €	1 250,00 €
Semelle béton armé pour fondation muret	m ³	1,25	220,00 €	275,00 €
Renfort béton protection amont et aval	m ³	2,00	220,00 €	440,00 €
Blocs dispersé D=0,5 à déposé entre les seuils B3 et B2	U	10,00	50,00 €	500,00 €
Béton de calage Seuil / passe	m ³	5,00	200,00 €	1 000,00 €
Coffrage	forfait	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
Armature HA	kg	825,00	2,00 €	1 650,00 €
Drain longitudinal	ml	10,00	30,00 €	300,00 €
Total démantèlement du déversoir				18 370,00 €
Rampe en enrochement du seuil B3-4				
Démolition du déversoir	m ³	27,75	250,00 €	6 937,50 €
Décaissement par déroctage du socle en granite	m ³	0,00	200,00 €	0,00 €
Déblais meubles et curage sous l'emprise de la passe	m ³	9,17	20,00 €	183,40 €
Evacuation des gravats	m ³	9,17	30,00 €	275,10 €
Remblais compacté en GNT 0/200 mm sous l'emprise de la passe	m ³	9,75	40,00 €	390,00 €
Géotextile sous l'emprise de la passe	m ²	39,00	10,00 €	390,00 €
Enrochements maçonnés 200 mm	m ³	7,80	100,00 €	780,00 €
Béton de jointoiment des enrochements secondaires	m ³	1,56	200,00 €	312,00 €
Blocs d'enrochements verticaux à enchasser h=0,8m D=0,4m	U	39,00	150,00 €	5 850,00 €
Béton de jointoiment des enrochements verticaux	m ³	3,90	200,00 €	780,00 €
Muret de séparation Passe / Seuil en béton armé	m ³	7,16	250,00 €	1 790,00 €
Semelle béton armé pour fondation muret	m ³	1,63	220,00 €	358,60 €
Renfort béton protection amont et aval	m ³	2,10	220,00 €	462,00 €
Béton de calage Seuil / passe	m ³	7,81	200,00 €	1 562,00 €
Coffrage	forfait	1,00	1 500,00 €	1 500,00 €
Armature HA	kg	1154,00	2,00 €	2 308,00 €
Drain longitudinal	ml	13,00	30,00 €	390,00 €
Total démantèlement du déversoir				24 268,60 €
Total général HT				94 480,60 €
Total général TTC				112 998,80 €

V - CONCLUSION

Avec un dénivelé total supérieur à 2 mètres, les seuils de Kernansquillec ont un impact sur la continuité écologique du Léguer, et plus particulièrement sur le franchissement piscicole de la lamproie, de la truite fario et des cyprinidés rhéophiles.

Le Léguer est inscrit à la liste du projet de classement des cours d'eau au titre du L 214-17 du Code de l'environnement (liste 2), ce qui implique une obligation d'assurer le franchissement piscicole des espèces ainsi que le transport des sédiments.

Cette étude a permis dans un premier temps de confirmer les difficultés que présentent les seuils du Léguer pour la migration des espèces migratrices. De ce constat ont émergé plusieurs solutions d'aménagement parmi lesquelles la modification des échancrures, l'arasement des ouvrages ou encore la constitution de rampes en enrochement longitudinales :

- La modification des échancrures (largeur, hauteur ou rugosité) ne permet pas d'améliorer notablement le franchissement piscicole et présente des difficultés techniques de réalisation
- L'arasement total ou partiel des ouvrages présente des risques (non mesurés) pour la sécurité et la stabilité de l'ouvrage. De plus, le coût de ces aménagements dépasse celui de l'équipement des ouvrages.
- La solution de la création de rampes en enrochement sur la rive gauche présente les meilleures garanties en termes de faisabilité technique, et pour le franchissement piscicole des espèces. Le coût de ces aménagements reste néanmoins élevé.

En conclusion, l'étude de projet s'est orientée sur la solution des rampes en enrochement jointifs en rive gauche du Léguer. Trois rampes successives sont nécessaires pour franchir les quatre obstacles de Kernansquillec. La réalisation de ces aménagements sera particulièrement délicate et nécessitera un suivi très régulier des travaux.

Le coût global de ces aménagements est estimé à environ 113 000 TTC, ce qui reviendrait à environ 22 600 € pour le futur maître d'ouvrage des travaux.

VI - BIBLIOGRAPHIE

- Extrait de l'étude sur la continuité écologique du bassin versant du Léguer (2010)
- DOCOB Natura 2000 FR5300008 « Rivière du Léguer et forêts de Coat an Noz – Coat an Hay et de Beffou » (2009)
- Etude de synthèse faune piscicole SAGE Baie de Lannion. Partie 2 : Etat des connaissances sur les espèces piscicoles présentes dans les cours d'eau du SAGE (2008)
- Plan d'aménagement d'une passe à poissons sur le barrage de Kernansquillec du bureau d'étude B.E.T Le Bolloc'h Christian (1996)

<p style="text-align: center;">A</p> <p>Abondance nombre d'individus présents dans un relevé de faune ou de flore.....7</p> <p>Aménagement consiste en une intervention sur les milieux naturels ou modifiés pour privilégier généralement un usage (épis pour la navigation, levées contre les crues...).2, 12, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 27, 30</p> <p style="text-align: center;">B</p> <p>Berge bande de terre qui borde un cours d'eau (synonyme de rive).....11, 12, 15, 20</p> <p>Biomasse masse totale des organismes vivants existant dans un écosystème par unité de volume ou de superficie et exprimée en unités massiques.....7</p> <p style="text-align: center;">C</p> <p>Classe unité systématique de la taxinomie.5, 7, 10, 14, 18, 23</p> <p>Crue gonflement d'un cours d'eau dû à la fonte des neiges ou à des précipitations abondantes, avec ou sans débordement.10, 14</p> <p style="text-align: center;">D</p> <p>Débit volume d'eau s'écoulant par unité de temps dans une rivière ou dans une conduite d'eau (s'exprimant en l/s, m³/s, l/min, m³/h).....9, 14, 16, 26</p> <p style="text-align: center;">E</p> <p>Enrochement ensemble de quartiers de roches ou de pierres que l'on entasse pour servir de protection.21, 26, 28</p> <p>Erosion arrachement par le vent ou par l'eau des particules du sol.....5, 28</p> <p>Espèce collection d'individus ayant des caractères analogues par hérédité. 0, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 20, 25, 33</p> <p>Etiage</p>	<p>période de plus basses eaux des rivières. . 11, 15, 18, 20, 23, 27, 28</p> <p style="text-align: center;">F</p> <p>Fosse dépression dans le lit d'un cours d'eau. 18, 19</p> <p>Frayère endroit où les poissons déposent leurs œufs.7</p> <p style="text-align: center;">H</p> <p>Hydraulique étude des écoulements. cela se traduit par des données sur la vitesse du courant, les hauteurs d'eau en un point donné, à un instant donné.9, 10, 14, 19, 24, 27</p> <p style="text-align: center;">M</p> <p>Module débit moyen interannuel (moyenne statistique des débits enregistrés sur de nombreuses années).....9</p> <p style="text-align: center;">P</p> <p>Population collection d'individus d'une même espèce ou de plusieurs espèces formant un tout dans un environnement donné.7</p> <p style="text-align: center;">R</p> <p>Radier partie d'un cours d'eau sans profondeur sur laquelle l'eau coule rapidement.26</p> <p>Rive bande de terre qui borde un cours d'eau (synonyme de berge)....4, 8, 11, 12, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 28</p> <p style="text-align: center;">S</p> <p>Seuil haut-fond, naturel ou artificiel, entre deux zones plus profondes...8, 9, 10, 11, 12, 23, 26, 28</p> <p>Suivi état du milieu naturel après travaux et en tenant compte de l'état initial avant travaux.7</p>
--	--

ANNEXES

1 - Fiches de présentation des ouvrages

Présentation des ouvrages

Ancien barrage de Kernansquillec

Etat initial



par Hydro concept

Cours d'eau Le Leguer
Commune rive droite Trégrom *Rive gauche* Plounévez-Moëdec
Lieu-dit Kergadalen *Accès* Le site est accessible en rive gauche depuis les villages de Belle-Isle-en-Terre ou Plounévez-Moëdec
Altitude m 70 *Surface du bassin versant km²* 274

Situation juridique inconnue

Cote légale m

Espèces cibles - franchissabilité

<i>saumon</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	classe 2	<i>truite</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	classe 4
<i>alose</i>	<input type="checkbox"/>		<i>anguille</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	classe 3
<i>lamproie</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	classe 4	<i>toutes espèces</i>	<input type="checkbox"/>	

Photographie et localisation



L'analyse multi-critères

Stabilité

Potentialité d'évolution morphologique	Occupation du sol	Densité de la ripisylve	Ouvrages franchissement
<i>nature du fond</i> fond rocheux, lit encaissé	<i>occupation du sol</i> bâti	<i>densité de la ripisylve</i> dense	pont routier <input type="checkbox"/> viaduc <input type="checkbox"/> passerelle <input checked="" type="checkbox"/>
Zone d'influence	Investissement en berges	Equipement en berges	Etat des berges
<i>zone d'influence</i> inférieure à 20 X largeur	<i>restauration des berges</i> restauré	réseau <input type="checkbox"/>	<i>stabilité des berges</i> bonne tenue
<i>hauteur d'eau retenue</i> plus de 2 m	<i>type de berges</i> plantations récente <input type="checkbox"/>	murs <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Causes/ facteurs aggravants</i>
Etat de l'ouvrage	projet <input type="checkbox"/>	chemin GR <input type="checkbox"/>	
	protection de berge <input checked="" type="checkbox"/>	chemin d'exploitation <input checked="" type="checkbox"/>	
bon		route <input type="checkbox"/>	abreuvement direct <input type="checkbox"/>
		prise d'eau (AEP) <input type="checkbox"/>	piétinement du bétail <input type="checkbox"/>
		station hydro <input type="checkbox"/>	ragondins <input type="checkbox"/>
		ponton <input type="checkbox"/>	forte fréquentation <input type="checkbox"/>
		autres <input type="checkbox"/>	touristique

Qualité de l'eau

Impact de l'ouvrage	Contexte du bief	Apports	Constat du niveau d'altération
<i>type d'ouvrage</i> seuil	<i>type de fond</i> irrégulier-rocheux	<i>apports directs en polluants</i> absence	<i>envasement</i> fort
<i>fonctionnalité des vannages</i>	<i>type de secteur</i> rural	<i>apports hydro positifs</i> présence	<i>plantes envahissantes</i> absence
<i>placement des vannages</i>	<i>occupation du sol</i> prairie	<i>sensibilité à l'eutrophisation</i> moyenne	
<i>influence de l'ouvrage</i> inférieure à 20 X largeur	<i>état de la ripisylve</i> éclairage équilibré		
<i>Hauteur d'eau retenue</i> plus de 2 m	<i>capacité d'auto-épuration</i> ripisylve en contact		

Biologique et piscicole

Perturbation des cycles de migrations	Habitats et frayères	Autres éléments d'appréciation de la valeur écologique
<i>Type d'ouvrage</i> seuil	<i>influence de l'ouvrage</i> inférieure à 20 X largeur	<i>milieux humides annexes</i> zone humide
<i>Equipement de l'ouvrage</i> passe à anguille <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Franchissabilité</i> Gds salmonidés classe 2	Natura2000 <input checked="" type="checkbox"/>
passe à poisson <input checked="" type="checkbox"/>	Aloses classe 4	Znieff <input checked="" type="checkbox"/>
	Lamproies classe 4	<i>fonctionnalité des vannages</i>
	Truites Fario classe 4	
	Anguilles classe 3	
	Toutes espèce	
	<i>Hauteur d'eau retenue</i> plus de 2 m	
	<i>Type de fond</i> irrégulier-rocheux	
	<i>ripisylve</i> ripisylve en contact	
	<i>ripisylve</i> caches	
	absence	
	<i>frayères en amont du site</i> certifiées(s)	

L'analyse multi-critères (suite)

Hydraulique

Situation géographique	Description de l'ouvrage	Influence de l'ouvrage
<i>type de secteur</i>	<i>Type d'ouvrage</i>	<i>Hauteur d'eau retenue</i>
rural	seuil	plus de 2 m
	<i>fonctionnalité des vannages</i>	<i>continuité sédimentaire</i>
		blocage total
	<i>gestion hydraulique</i>	<i>répartition des débits</i>
		bief unique

Patrimoniales

Type de site	Etat du site / Utilisation	Classement administratif
<i>Etat de l'ouvrage</i>	<i>Etat de l'ouvrage</i>	<i>Inventaire des sites</i>
habitation <input type="checkbox"/>	mis en valeur	ZPPAUP <input type="checkbox"/>
sitetouristique <input checked="" type="checkbox"/>	<i>Statut foncier</i>	site classé <input type="checkbox"/>
site usinier <input type="checkbox"/>	public	site inscrit <input type="checkbox"/>
turbine <input type="checkbox"/>		ouvrage grenelle <input type="checkbox"/>
roue <input type="checkbox"/>		
Usages d'intérêt collectif	Usages privés	
pêche <input checked="" type="checkbox"/> randonnée nautique <input checked="" type="checkbox"/> randonnée <input checked="" type="checkbox"/> alimentation eau potable <input type="checkbox"/> baignade <input type="checkbox"/>	abreuvement <input type="checkbox"/> irrigation <input type="checkbox"/> agrément <input type="checkbox"/> usage artisanal industriel <input type="checkbox"/>	

Ses ouvrages

<p align="center">Echancrure seuil B1 EB1</p>				
seuil	<i>état</i> bon			
<i>longueur coursier m</i>	2,2		<i>largeur déversante m</i>	1,8
<i>dénivelé m</i>	0,45		<i>linéaire influencé m</i>	14,3
<i>fosse d'appel m</i>	1,5			
<p align="center">Déversoir seuil B1 DB1</p>				
seuil	<i>état</i> bon			
<i>longueur coursier m</i>	17		<i>largeur déversante m</i>	1,5
<i>dénivelé m</i>	0,7		<i>linéaire influencé m</i>	14,3
<i>fosse d'appel m</i>	1,5			
<p align="center">Echancrure seuil B2 EB2</p>				
seuil	<i>état</i> bon			
<i>longueur coursier m</i>	2,2		<i>largeur déversante m</i>	1,8
<i>dénivelé m</i>	0,45		<i>linéaire influencé m</i>	15,8
<i>fosse d'appel m</i>	1,5			
<p align="center">Déversoir seuil B2 DB2</p>				
seuil	<i>état</i> bon			
<i>longueur coursier m</i>	21		<i>largeur déversante m</i>	1,5
<i>dénivelé m</i>	0,5		<i>linéaire influencé m</i>	15,8
<i>fosse d'appel m</i>	1,5			
<p align="center">Echancrure seuil B3 EB3</p>				
seuil	<i>état</i> bon			
<i>longueur coursier m</i>	2,2		<i>largeur déversante m</i>	1,5
<i>dénivelé m</i>	0,45		<i>linéaire influencé m</i>	6,3
<i>fosse d'appel m</i>	1,5			
<p align="center">Déversoir seuil B3 DB3</p>				
seuil	<i>état</i> bon			
<i>longueur coursier m</i>	23,6		<i>largeur déversante m</i>	1,5
<i>dénivelé m</i>	0,5		<i>linéaire influencé m</i>	6,3
<i>fosse d'appel m</i>	1,5			

Echancrure seuil B4		EB4	
seuil	<i>état</i> bon		
<i>longueur coursier m</i>	2,2	<i>largeur déversante m</i>	4,58
<i>dénivelé m</i>	0,45	<i>linéaire influencé m</i>	156
<i>fosse d'appel m</i>	1,5		

Déversoir seuil B4		DB4	
seuil	<i>état</i> bon		
<i>longueur coursier m</i>	23,6	<i>largeur déversante m</i>	4
<i>dénivelé m</i>	0,35	<i>linéaire influencé m</i>	156
<i>fosse d'appel m</i>	1,5		



2 - Note méthodologique de calcul des débits

NOTE METHODOLOGIQUE

⇒ *Evaluation des caractéristiques hydrauliques au droit des ouvrages*

Cas du déversoir et de l'échancrure centrale :

Formule de Poleni pour un seuil à crête large en régime dénoyé :

$$Q = Cd \times L \times \sqrt{2 \times g} \times h^{1.5}$$

Avec :

Q : débit (m³/s)

Cd : coefficient de débit égal à 0.385

L : largeur déversée (m)

g : accélération de la pesanteur (m/s²)

h : hauteur d'eau amont par rapport à l'arase du déversoir (m)

Dans les conditions noyées la formule de Poleni est multipliée par un coefficient de noyage calculé à partir du niveau d'eau aval.

La hauteur d'eau **sur la crête** du déversoir correspond au 2/3 de la hauteur d'eau amont (hauteur critique) dans le cas d'un déversoir dénoyé, et correspond à la hauteur d'eau amont multipliée par un coefficient de noyage dans le cas d'un déversoir noyée. La hauteur d'eau **sur un coursier** de pente donnée et de rugosité donnée est estimée avec la formule de Manning-Strickler.

Dans le cas des seuils de Kernansquillec, la longueur de déversement est trop faible pour que les conditions d'utilisation de la formule de Manning-Strickler soient réunies. Nous avons donc approximé la hauteur d'eau sur le déversoir par la moyenne entre les deux hauteurs d'eau calculées précédemment.

La vitesse de l'écoulement (m/s) est évaluée par la formule suivante : $V = \frac{Q}{S}$ où S est la

section mouillée (m²). De la même manière que pour le calcul des hauteurs d'eau, nous avons calculé une vitesse minimale sur la **crête** du déversoir et une vitesse maximale issue de la formule de **Manning-Strickler**. La vitesse sur le déversoir est approximée par la moyenne de ces deux valeurs.

Cas de la passe à enrochements jointifs :

Le débit entrant dans la passe est évalué avec la formule de Poleni ci-dessus.

Les hauteurs d'eau dans le dispositif sont évaluées avec la formule de Manning-Strickler qui correspond à un écoulement dans un canal uniforme (cf : guide de conception de passes naturelles) :

$$Q = Ks \times S \times Rh^{2/3} \times i^{1/2}$$

Avec

Q : débit (m³/s)

K_s : coefficient de Strickler évalué à partir du D65 des enrochements (diamètre de fréquence

$$65\%) : K_s = \frac{18}{D_{65}^{1.6}}$$

S : section mouillée (m²)

Rh : rayon hydraulique (m)

i : pente du coursier

Les vitesses sont déduites par la formule : $V = \frac{Q}{S}$

⇒ *Diagnostic de franchissabilité par espèce dans l'état initial*

Les valeurs seuils ont été évaluées à partir des prescriptions du guide de conception des passes à poissons publié par le Conseil Supérieur de la Pêche. Elles sont récapitulées dans les tableaux suivants :

Saumon et truite de mer

Si présence d'un jet plongeant		
Condition N° 1		
Hauteur d'eau (m)	<0.30	non
Condition N° 2		
Vitesse (m/s)	Longueur coursier (m)	franchissabilité
$V > 3$		non
$2 < V \leq 3$	> 10	non
$1.7 < V \leq 2$	> 20	non
$V < 1.7$		oui
Condition N° 3		
Dénivelé (m)	Fosse d'appel (m)	franchissabilité
$D > 0.7$		non
$0.3 < D \leq 0.7$	< 1	non
$D < 0.3$		oui
Si présence d'un jet de surface		
Condition N° 1		
Hauteur d'eau (m)	<0.30	non
Condition N° 2		
Vitesse (m/s)	Longueur coursier (m)	franchissabilité
$V > 3$		non
$2 < V \leq 3$	> 10	non
$1.7 < V \leq 2$	> 20	non
$V < 1.7$		oui

Truite fario

Si présence d'un jet plongeant		
Condition N° 1		
Hauteur d'eau (m)	<0.20	non
Condition N° 2		
Vitesse (m/s)	Longueur coursier (m)	franchissabilité
$V > 2.2$		non
$1.7 < V \leq 2.2$	>5	non
$1 < V \leq 1.7$	>10	non
$V < 1$		oui
Condition N° 3		
Dénivelé (m)	Fosse d'appel (m)	franchissabilité
$D > 0.35$		non
$0.10 < D \leq 0.35$	<0.4	non
$D < 0.10$		oui
Si présence d'un jet de surface		
Condition N° 1		
Hauteur d'eau	<0.20	non
Condition N° 2		
Vitesse (m/s)	Longueur coursier (m)	franchissabilité
$V > 2.2$		non
$1.7 < V \leq 2.2$	>5	non
$1 < V \leq 1.7$	>10	non
$V < 1$		oui

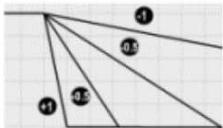
Lamproie marine

Condition N° 1		
Hauteur d'eau (m)	<0.30	non
Condition N° 2		
Vitesse (m/s)	Longueur coursier (m)	franchissabilité
$V > 3$		non
$2 < V \leq 3$	>10	non
$1.7 < V \leq 2$	>20	non
$V < 1.7$		oui
Condition N° 3		
Hauteur parement (m)	>0.30	non
Condition N° 4		
Rugosité	non	non

L'anguille

Une grille d'évaluation a été mise au point par l'ONEMA pour évaluer la franchissabilité d'un obstacle par l'anguille. La note obtenue correspond à la classe de franchissabilité.

Critère	Contribution/réduction d'impact	Score
Hauteur chute	≤ 0.5m	+1
	≤ 1 m	+2
	≤ 2 m	+3
	>2 m	+4
Profil	Partie verticale ≥ 5H/1L et/ou rupture de pente très marquée	+1
	Partie très pentue 5H/1L à 3H/2L et/ou rupture de pente marquée	+0.5
	Face aval inclinée 2H/3L à 1H/5L	-0.5
	Face aval en pente très douce ≤ 1H/5L	-1
Rugosité	Matériaux étanche et lisse	+1
	Parement aval très rugueux (enroché, végétalisé ou dépareillé)	-1
	Parement aval rugueux (jointoiment creux, mousses)	-0.5
Effet berge	Pendage latéral favorable	-0.5
Diversité	Existence d'une voie beaucoup plus facile	-1
	Existence d'une voie plus facile	-0.5
Observations		Total :



⇒ *Diagnostic de franchissabilité par espèce dans les rampes de franchissement*

Passe à enrochements :

L'analyse du franchissement dans la passe à enrochements jointifs est basée sur les valeurs seuils proposées dans le guide technique pour la conception de passes « naturelles »:

Groupe d'espèces	Hauteurs d'eau (m)	Vitesses d'écoulement maximales (m/s)	Longueur maximale du coursier (m)
Saumons, lamproies marines	0,3	3	10
		2	20
Truites fario	0,2	1,8-2	5-6
		1,5	10

3 - Diagnostic de la franchissabilité par espèce cible

Données et diagnostic de franchissabilité par espèce cible

Ancien barrage de Kernansquillec

Etat initial

 par Hydro concept

Espèces cibles

Les photos sont extraites de l'Atlas des poissons d'eau douce de France

Saumon, truite de mer



Lamproie marine



Truite fario



Anguille



Données et diagnostic de franchissabilité par espèce cible

Ancien barrage de Kernansquillec

Etat initial



par Hydro concept

Espèces cibles

Les photos sont extraites de l'Atlas des poissons d'eau douce de France

Saumon, truite de mer



Lamproie marine



Truite fario



Anguille





Ancien barrage de Kernansquillec

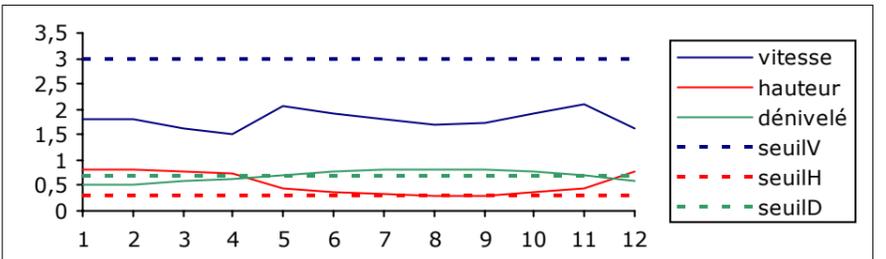
KERNYS001

débit moyen mensuel	10,36	10,37	8,02	6,31	4,12	2,42	1,55	1,06	1,22	2,38	4,52	7,99	Surface du bassin versant en km ²	274
période de migration	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Franchissabilité classe 2	
Echancrure seuil B1	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non	non	non	non	oui	Les quatre seuils sont franchissables au niveau des échancrures en toute saison. Seul le seuil B1 situé en aval apparait limitant en basses eaux du fait de la hauteur de chute proche de 80 cm.	
Déversoir seuil B1	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non		
Echancrure seuil B2	non	non	non	oui	oui	oui	non	non	non	oui	oui	non		
Déversoir seuil B2	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non		
Echancrure seuil B3	non	non	non	oui	oui	oui	non	non	non	oui	oui	non		
Déversoir seuil B3	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non		
Echancrure seuil B4	non	non	non	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	oui	non		
Déversoir seuil B4	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non		

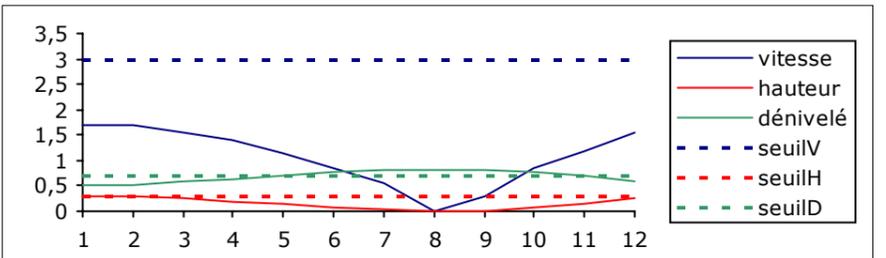
La hauteur d'eau est exprimée en m, la vitesse en m/s et le dénivelé en m

non franchissable franchissable

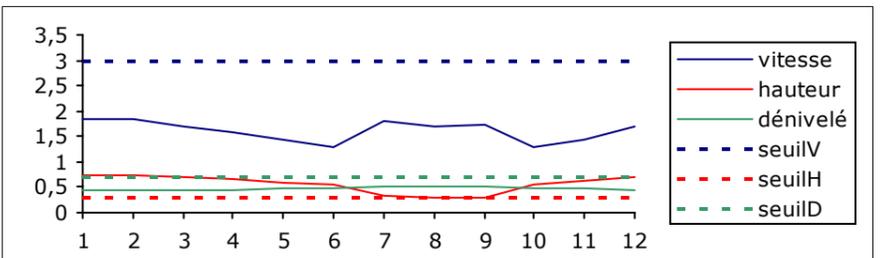
Echancrure seuil B1															
longueur coursier m	1,7												jet plongeant	fosse d'appel m	1,5
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.			
hauteur d'eau	0,75	0,75	0,69	0,41	0,35	0,30	0,26	0,24	0,25	0,30	0,37	0,69			
vitesse	1,52	1,52	1,41	2,02	1,86	1,71	1,60	1,52	1,55	1,70	1,89	1,41			
dénivelé	0,67	0,67	0,68	0,70	0,73	0,77	0,80	0,82	0,82	0,77	0,72	0,68			



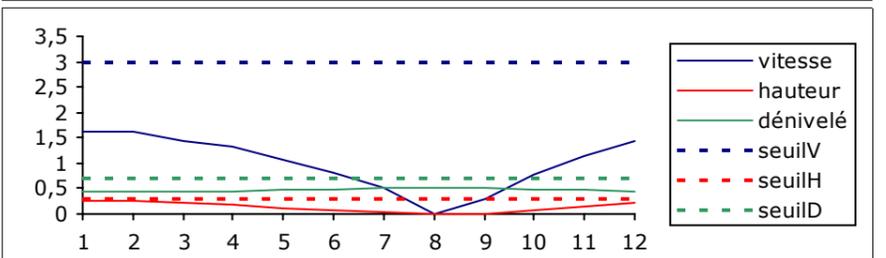
Déversoir seuil B1															
longueur coursier m	1,6												jet plongeant	fosse d'appel m	1,5
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.			
hauteur d'eau	0,30	0,30	0,25	0,21	0,15	0,09	0,05	0,03	0,04	0,09	0,16	0,25			
vitesse	1,73	1,73	1,57	1,43	1,20	0,90	0,73	0,54	0,62	0,94	1,25	1,57			
dénivelé	0,67	0,67	0,68	0,70	0,73	0,77	0,80	0,82	0,82	0,77	0,72	0,68			



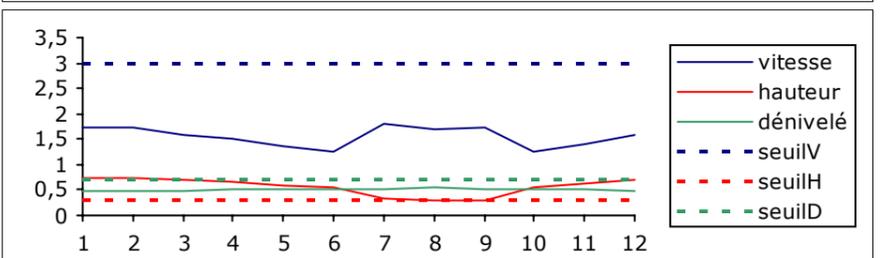
Echancrure seuil B2															
longueur coursier m	1,7												jet plongeant	fosse d'appel m	1,5
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.			
hauteur d'eau	0,65	0,65	0,61	0,56	0,33	0,28	0,25	0,23	0,24	0,28	0,34	0,60			
vitesse	1,53	1,53	1,41	1,32	1,80	1,66	1,56	1,50	1,52	1,66	1,83	1,41			
dénivelé	0,48	0,48	0,50	0,50	0,51	0,53	0,53	0,54	0,54	0,53	0,51	0,50			



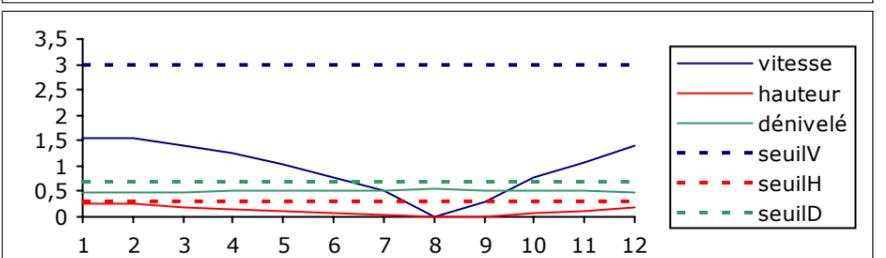
Déversoir seuil B2															
longueur coursier m	1,6												jet plongeant	fosse d'appel m	1,5
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.			
hauteur d'eau	0,27	0,27	0,22	0,18	0,13	0,08	0,05	0,03	0,04	0,08	0,14	0,22			
vitesse	1,62	1,62	1,47	1,34	1,13	0,89	0,70	0,52	0,59	0,89	1,17	1,47			
dénivelé	0,48	0,48	0,50	0,50	0,51	0,53	0,53	0,54	0,54	0,53	0,51	0,50			



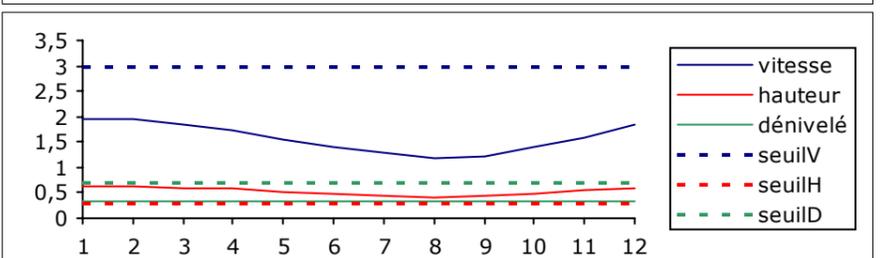
Echancrure seuil B3															
longueur coursier m	1,7												jet plongeant	fosse d'appel m	1,5
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.			
hauteur d'eau	0,62	0,62	0,57	0,53	0,30	0,26	0,23	0,21	0,22	0,26	0,31	0,57			
vitesse	1,42	1,42	1,32	1,24	1,73	1,59	1,50	1,44	1,46	1,59	1,75	1,32			
dénivelé	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,53	0,54	0,53	0,53	0,52	0,51			



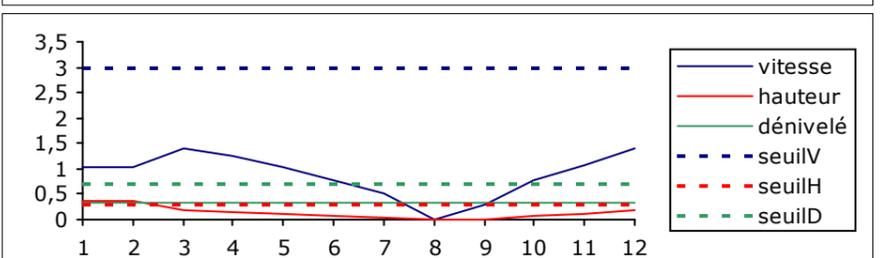
Déversoir seuil B3															
longueur coursier m	1,6												jet plongeant	fosse d'appel m	1,5
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.			
hauteur d'eau	0,25	0,25	0,21	0,17	0,12	0,08	0,05	0,03	0,04	0,08	0,13	0,21			
vitesse	1,56	1,56	1,42	1,30	1,10	0,88	0,70	0,55	0,61	0,87	1,14	1,42			
dénivelé	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,53	0,54	0,53	0,53	0,52	0,51			



Echancrure seuil B4															
longueur coursier m	3												jet plongeant	fosse d'appel m	1,5
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.			
hauteur d'eau	0,67	0,67	0,64	0,61	0,56	0,52	0,48	0,40	0,44	0,52	0,57	0,64			
vitesse	2,13	2,13	2,00	1,90	1,74	1,60	1,50	1,41	1,45	1,60	1,77	2,00			
dénivelé	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,29	0,23	0,27	0,30	0,31	0,31			



Déversoir seuil B4															
longueur coursier m	3												jet plongeant	fosse d'appel m	1,5
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.			
hauteur d'eau	0,34	0,34	0,19	0,15	0,10	0,05	0,02	0,00	0,00	0,05	0,11	0,19			
vitesse	1,02	1,02	1,36	1,23	1,00	0,72	0,42	0,00	0,00	0,71	1,05	1,36			
dénivelé	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,29	0,23	0,27	0,30	0,31	0,31			

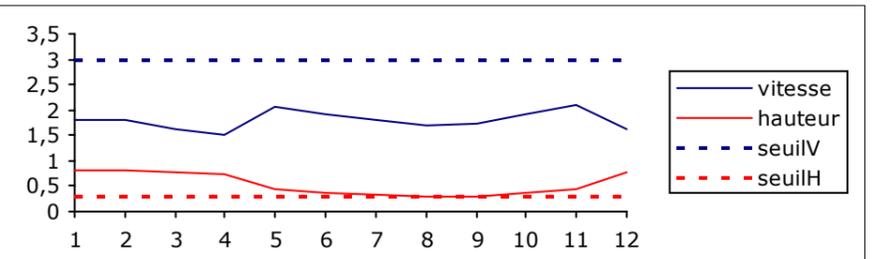


Ancien barrage de Kernansquillec

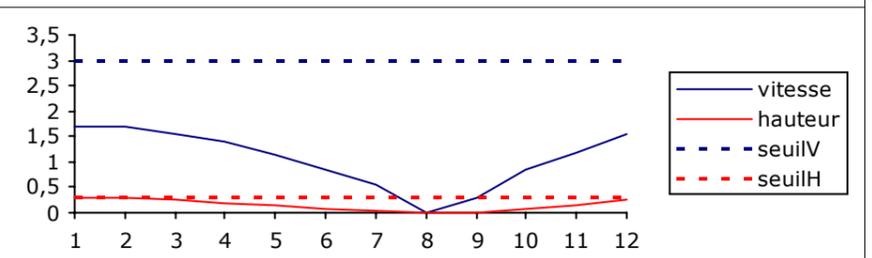
KERNSYS001

débit moyen mensuel	10,36	10,37	8,02	6,31	4,12	2,42	1,55	1,06	1,22	2,38	4,52	7,99	Surface du bassin versant en km ² 274
période de migration	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Franchissabilité classe 4
Echancrure seuil B1	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	La présence d'un dénivelé supérieur à 30 cm, d'un parement lisse, et d'un écoulement turbulent au pied de l'ouvrage est très pénalisante pour la lamproie marine. La hauteur d'eau sur les déversoirs est également un facteur limitant.
Déversoir seuil B1	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Echancrure seuil B2	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Déversoir seuil B2	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Echancrure seuil B3	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Déversoir seuil B3	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Echancrure seuil B4	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Déversoir seuil B4	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
La hauteur d'eau est exprimée en m, la vitesse en m/s et le dénivelé en m													■ non franchissable ■ franchissable

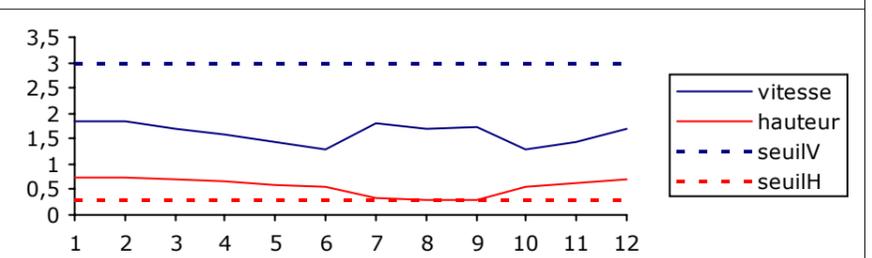
Echancrure seuil B1													
longueur coursier m	1,7												
rugosité	<input type="checkbox"/>												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,75	0,75	0,69	0,41	0,35	0,30	0,26	0,24	0,25	0,30	0,37	0,69	
vitesse	1,52	1,52	1,41	2,02	1,86	1,71	1,60	1,52	1,55	1,70	1,89	1,41	
parement V.	<input checked="" type="checkbox"/>												



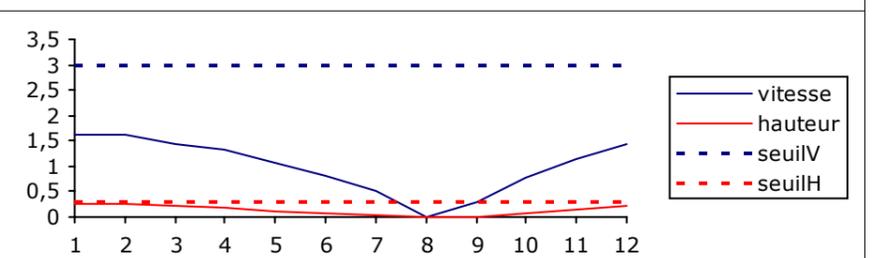
Déversoir seuil B1													
longueur coursier m	1,6												
rugosité	<input type="checkbox"/>												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,30	0,30	0,25	0,21	0,15	0,09	0,05	0,03	0,04	0,09	0,16	0,25	
vitesse	1,73	1,73	1,57	1,43	1,20	0,90	0,73	0,54	0,62	0,94	1,25	1,57	
parement V.	<input checked="" type="checkbox"/>												



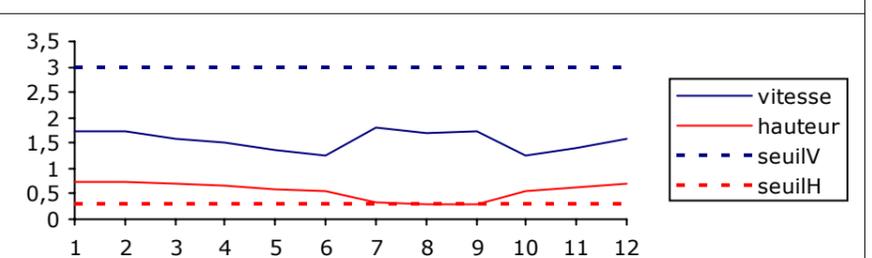
Echancrure seuil B2													
longueur coursier m	1,7												
rugosité	<input type="checkbox"/>												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,65	0,65	0,61	0,56	0,33	0,28	0,25	0,23	0,24	0,28	0,34	0,60	
vitesse	1,53	1,53	1,41	1,32	1,80	1,66	1,56	1,50	1,52	1,66	1,83	1,41	
parement V.	<input checked="" type="checkbox"/>												



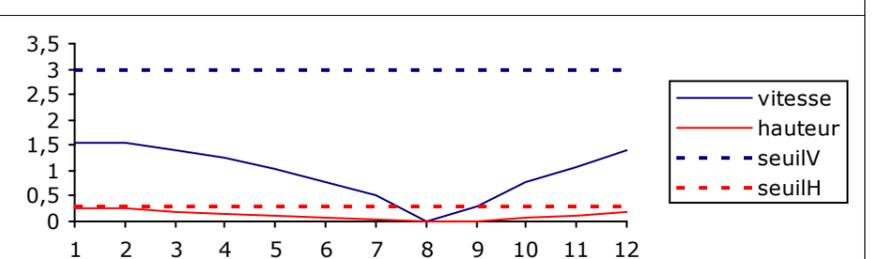
Déversoir seuil B2													
longueur coursier m	1,6												
rugosité	<input type="checkbox"/>												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,27	0,27	0,22	0,18	0,13	0,08	0,05	0,03	0,04	0,08	0,14	0,22	
vitesse	1,62	1,62	1,47	1,34	1,13	0,89	0,70	0,52	0,59	0,89	1,17	1,47	
parement V.	<input checked="" type="checkbox"/>												



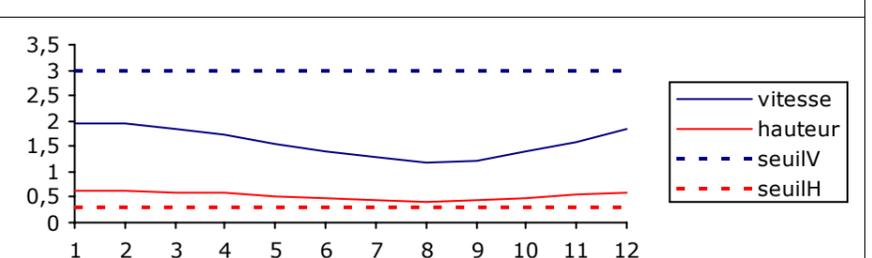
Echancrure seuil B3													
longueur coursier m	1,7												
rugosité	<input type="checkbox"/>												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,62	0,62	0,57	0,53	0,30	0,26	0,23	0,21	0,22	0,26	0,31	0,57	
vitesse	1,42	1,42	1,32	1,24	1,73	1,59	1,50	1,44	1,46	1,59	1,75	1,32	
parement V.	<input checked="" type="checkbox"/>												



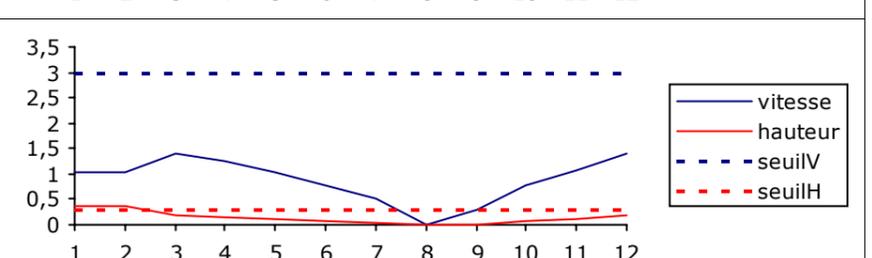
Déversoir seuil B3													
longueur coursier m	1,6												
rugosité	<input type="checkbox"/>												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,25	0,25	0,21	0,17	0,12	0,08	0,05	0,03	0,04	0,08	0,13	0,21	
vitesse	1,56	1,56	1,42	1,30	1,10	0,88	0,70	0,55	0,61	0,87	1,14	1,42	
parement V.	<input checked="" type="checkbox"/>												



Echancrure seuil B4													
longueur coursier m	3												
rugosité	<input type="checkbox"/>												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,67	0,67	0,64	0,61	0,56	0,52	0,48	0,40	0,44	0,52	0,57	0,64	
vitesse	2,13	2,13	2,00	1,90	1,74	1,60	1,50	1,41	1,45	1,60	1,77	2,00	
parement V.	<input checked="" type="checkbox"/>												



Déversoir seuil B4													
longueur coursier m	3												
rugosité	<input type="checkbox"/>												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,34	0,34	0,19	0,15	0,10	0,05	0,02	0,00	0,00	0,05	0,11	0,19	
vitesse	1,02	1,02	1,36	1,23	1,00	0,72	0,42	0,00	0,00	0,71	1,05	1,36	
parement V.	<input checked="" type="checkbox"/>												



Ancien barrage de Kernansquillec

KERNYS001

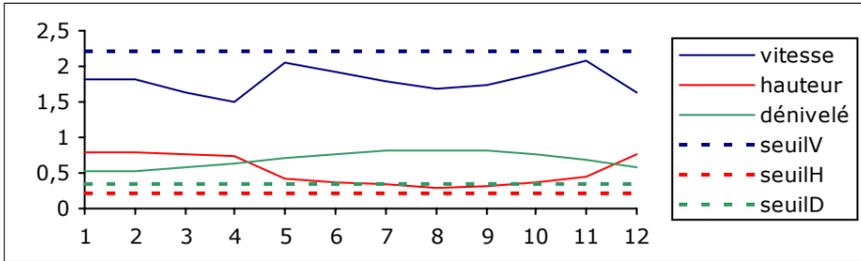
débit moyen mensuel	10,36	10,37	8,02	6,31	4,12	2,42	1,55	1,06	1,22	2,38	4,52	7,99	Surface du bassin versant en km ² 274
---------------------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--

période de migration	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Franchissabilité classe 4 Les ouvrages sont difficilement franchissables dans les conditions moyennes principalement à cause du dénivelé supérieur à 35 cm.
Echancrure seuil B1	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Déversoir seuil B1	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Echancrure seuil B2	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Déversoir seuil B2	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Echancrure seuil B3	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Déversoir seuil B3	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Echancrure seuil B4	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	
Déversoir seuil B4	oui	oui	non	non	non	non	non	non	non	non	non	non	

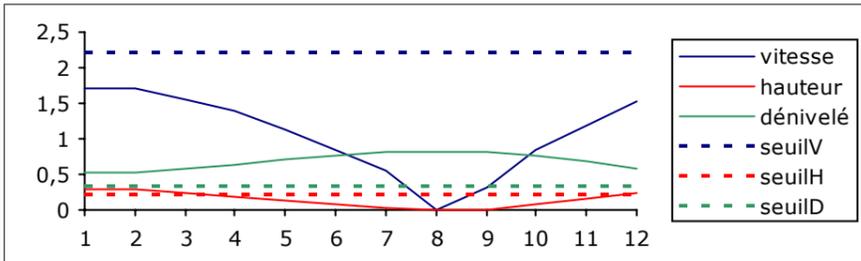
La hauteur d'eau est exprimée en m, la vitesse en m/s et le dénivelé en m

■ non franchissable □ franchissable

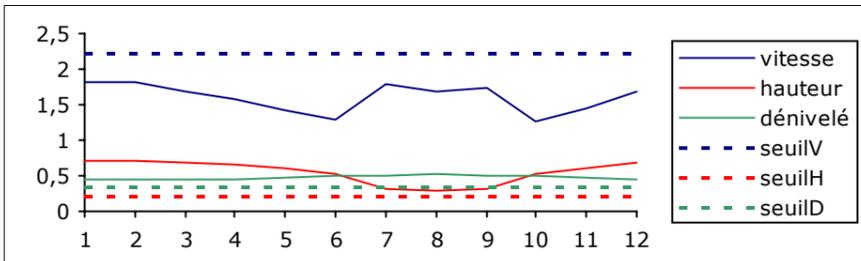
Echancrure seuil B1													
longueur coursier m	1,7			jet plongeant				fosse d'appel m			1,5		
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,75	0,75	0,69	0,41	0,35	0,30	0,26	0,24	0,25	0,30	0,37	0,69	
vitesse	1,52	1,52	1,41	2,02	1,86	1,71	1,60	1,52	1,55	1,70	1,89	1,41	
dénivelé	0,67	0,67	0,68	0,70	0,73	0,77	0,80	0,82	0,82	0,77	0,72	0,68	



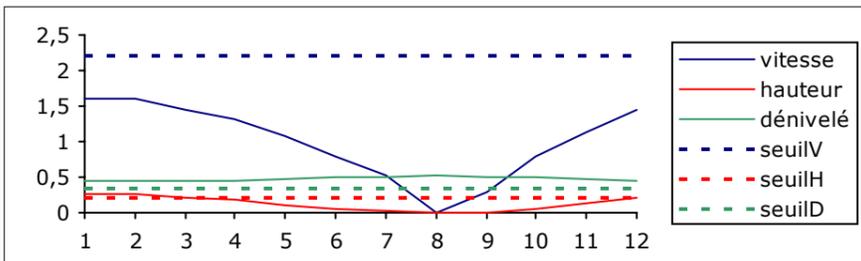
Déversoir seuil B1													
longueur coursier m	1,6			jet plongeant				fosse d'appel m			1,5		
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,30	0,30	0,25	0,21	0,15	0,09	0,05	0,03	0,04	0,09	0,16	0,25	
vitesse	1,73	1,73	1,57	1,43	1,20	0,90	0,73	0,54	0,62	0,94	1,25	1,57	
dénivelé	0,67	0,67	0,68	0,70	0,73	0,77	0,80	0,82	0,82	0,77	0,72	0,68	



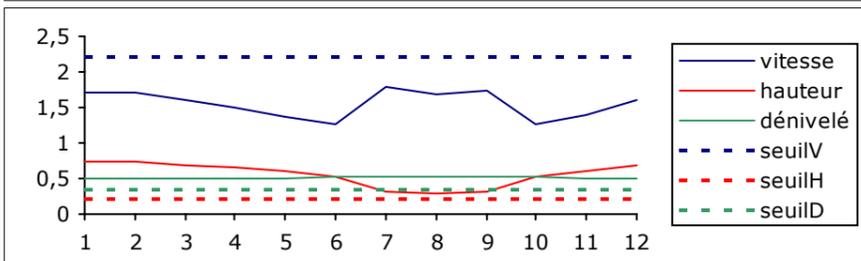
Echancrure seuil B2													
longueur coursier m	1,7			jet plongeant				fosse d'appel m			1,5		
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,65	0,65	0,61	0,56	0,33	0,28	0,25	0,23	0,24	0,28	0,34	0,60	
vitesse	1,53	1,53	1,41	1,32	1,80	1,66	1,56	1,50	1,52	1,66	1,83	1,41	
dénivelé	0,48	0,48	0,50	0,50	0,51	0,53	0,53	0,54	0,54	0,53	0,51	0,50	



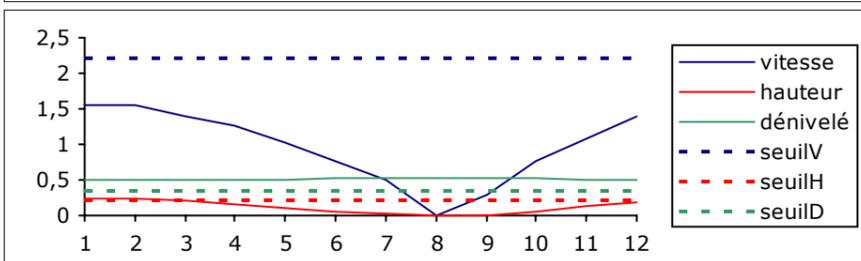
Déversoir seuil B2													
longueur coursier m	1,6			jet plongeant				fosse d'appel m			1,5		
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,27	0,27	0,22	0,18	0,13	0,08	0,05	0,03	0,04	0,08	0,14	0,22	
vitesse	1,62	1,62	1,47	1,34	1,13	0,89	0,70	0,52	0,59	0,89	1,17	1,47	
dénivelé	0,48	0,48	0,50	0,50	0,51	0,53	0,53	0,54	0,54	0,53	0,51	0,50	



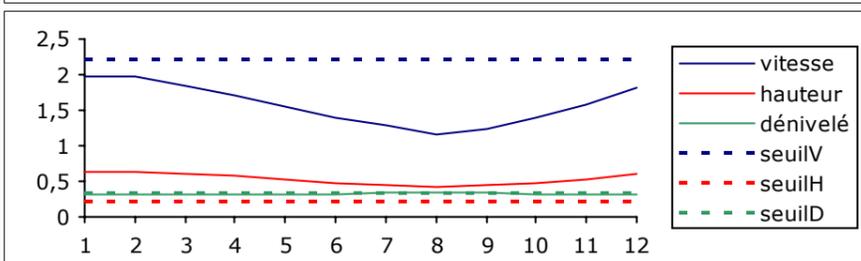
Echancrure seuil B3													
longueur coursier m	1,7			jet plongeant				fosse d'appel m			1,5		
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,62	0,62	0,57	0,53	0,30	0,26	0,23	0,21	0,22	0,26	0,31	0,57	
vitesse	1,42	1,42	1,32	1,24	1,73	1,59	1,50	1,44	1,46	1,59	1,75	1,32	
dénivelé	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,53	0,54	0,53	0,53	0,52	0,51	



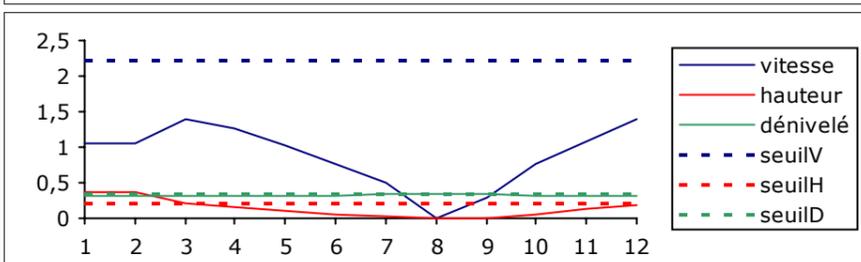
Déversoir seuil B3													
longueur coursier m	1,6			jet plongeant				fosse d'appel m			1,5		
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,25	0,25	0,21	0,17	0,12	0,08	0,05	0,03	0,04	0,08	0,13	0,21	
vitesse	1,56	1,56	1,42	1,30	1,10	0,88	0,70	0,55	0,61	0,87	1,14	1,42	
dénivelé	0,50	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,53	0,54	0,53	0,53	0,52	0,51	



Echancrure seuil B4													
longueur coursier m	3			jet plongeant				fosse d'appel m			1,5		
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,67	0,67	0,64	0,61	0,56	0,52	0,48	0,40	0,44	0,52	0,57	0,64	
vitesse	2,13	2,13	2,00	1,90	1,74	1,60	1,50	1,41	1,45	1,60	1,77	2,00	
dénivelé	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,29	0,23	0,27	0,30	0,31	0,31	



Déversoir seuil B4													
longueur coursier m	3			jet plongeant				fosse d'appel m			1,5		
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
hauteur d'eau	0,34	0,34	0,19	0,15	0,10	0,05	0,02	0,00	0,00	0,05	0,11	0,19	
vitesse	1,02	1,02	1,36	1,23	1,00	0,72	0,42	0,00	0,00	0,71	1,05	1,36	
dénivelé	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,29	0,23	0,27	0,30	0,31	0,31	



Ancien barrage de Kernansquillec

KERNYS001

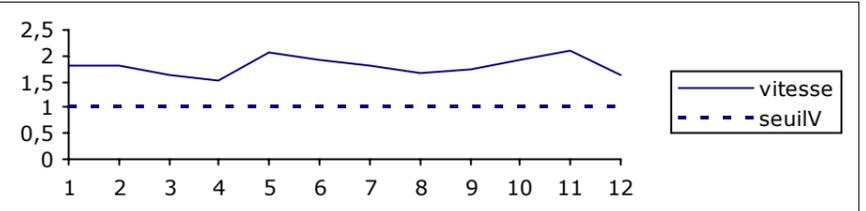
débit moyen mensuel	10,36	10,37	8,02	6,31	4,12	2,42	1,55	1,06	1,22	2,38	4,52	7,99	Surface du bassin versant en km ² 274
période de migration	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Franchissabilité classe 3

	H chute	Profil	Rugosité	Effet berge	Diversité	Total
Echancrure seuil B1	2	-0,5	1	0	0	2,5
Déversoir seuil B1	2	-0,5	1	0	0	2,5
Echancrure seuil B2	2	-0,5	1	0	0	2,5
Déversoir seuil B2	2	-0,5	1	0	0	2,5
Echancrure seuil B3	2	-0,5	1	0	0	2,5
Déversoir seuil B3	2	-0,5	1	0	0	2,5
Echancrure seuil B4	1	-0,5	1	0	0	1,5
Déversoir seuil B4	1	-0,5	1	0	0	1,5

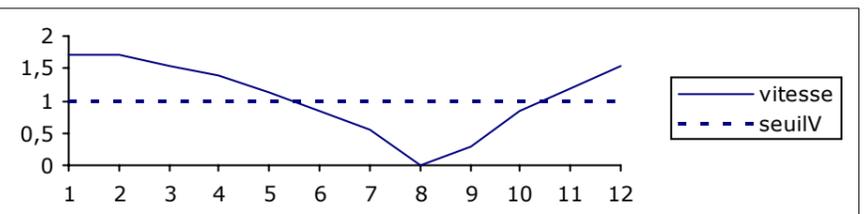
Les vitesses supérieures à 1 m/s sur les déversoirs lisses sont réhbitoires pour l'espèce.

La vitesse est exprimée en m/s

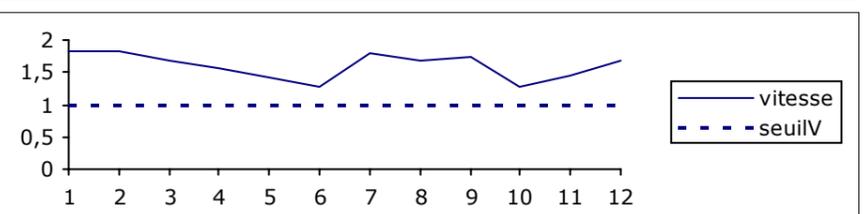
Echancrure seuil B1												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
vitesse	1,52	1,52	1,41	2,02	1,86	1,71	1,60	1,52	1,55	1,70	1,89	1,41



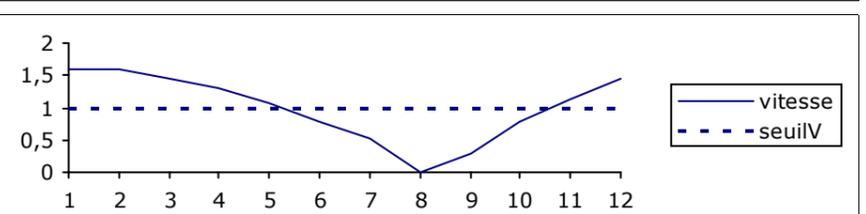
Déversoir seuil B1												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
vitesse	1,73	1,73	1,57	1,43	1,20	0,90	0,73	0,54	0,62	0,94	1,25	1,57



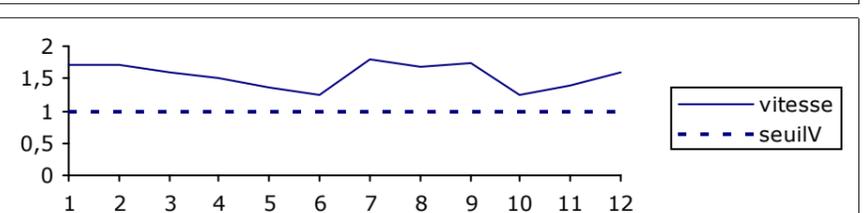
Echancrure seuil B2												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
vitesse	1,53	1,53	1,41	1,32	1,80	1,66	1,56	1,50	1,52	1,66	1,83	1,41



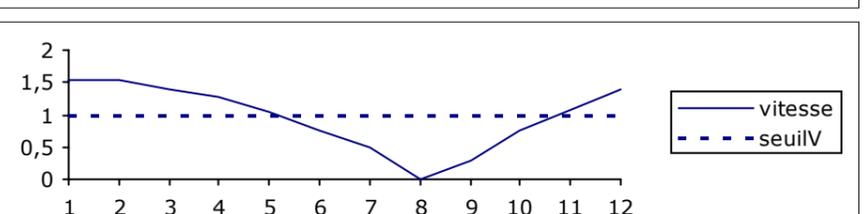
Déversoir seuil B2												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
vitesse	1,62	1,62	1,47	1,34	1,13	0,89	0,70	0,52	0,59	0,89	1,17	1,47



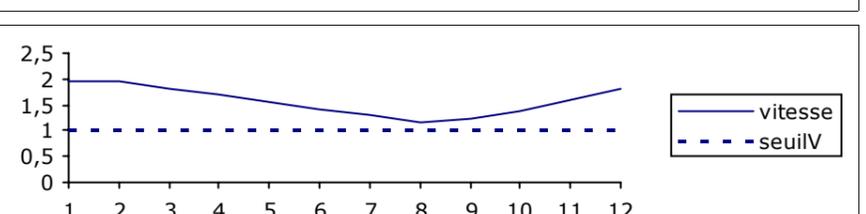
Echancrure seuil B3												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
vitesse	1,42	1,42	1,32	1,24	1,73	1,59	1,50	1,44	1,46	1,59	1,75	1,32



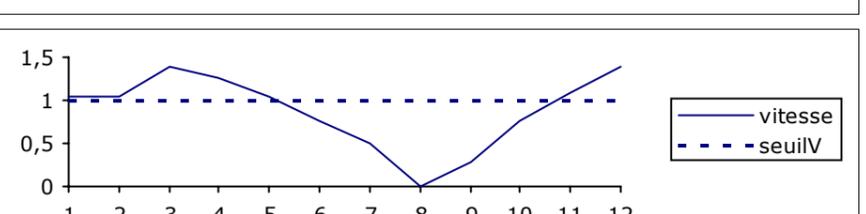
Déversoir seuil B3												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
vitesse	1,56	1,56	1,42	1,30	1,10	0,88	0,70	0,55	0,61	0,87	1,14	1,42



Echancrure seuil B4												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
vitesse	2,13	2,13	2,00	1,90	1,74	1,60	1,50	1,41	1,45	1,60	1,77	2,00

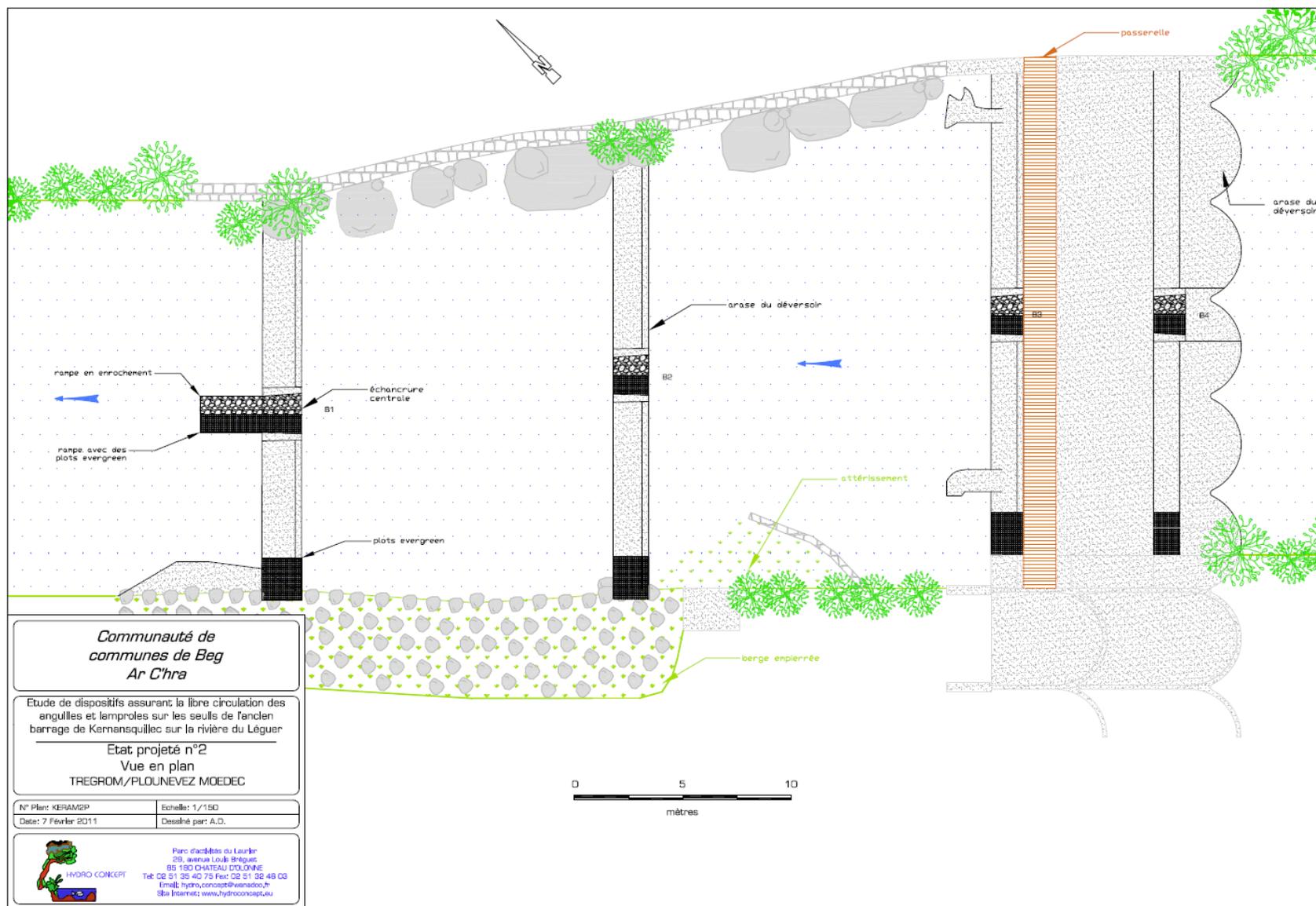


Déversoir seuil B4												
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
vitesse	1,02	1,02	1,36	1,23	1,00	0,72	0,42	0,00	0,00	0,71	1,05	1,36

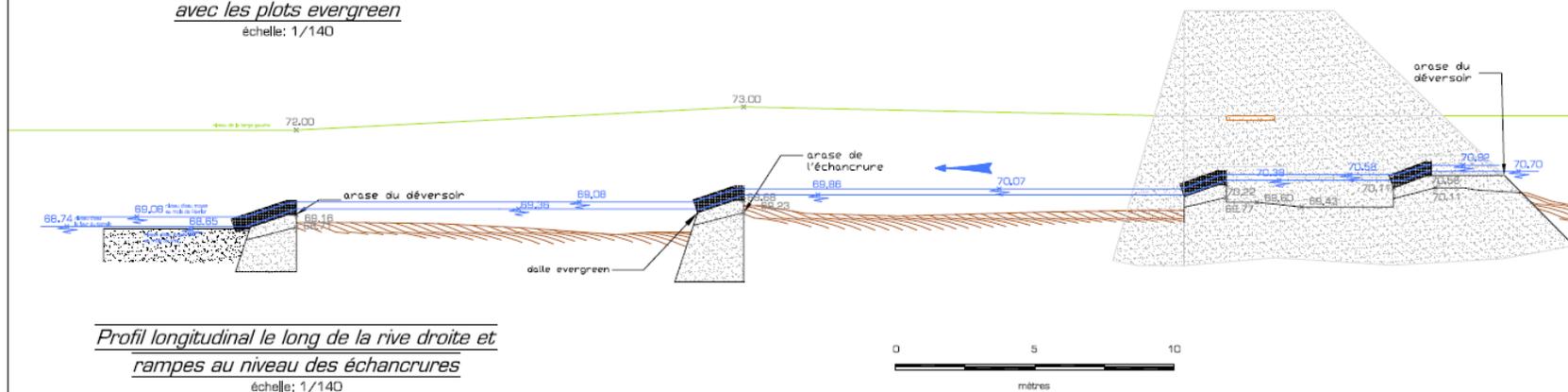


4 - Plans des avant-projets non retenus

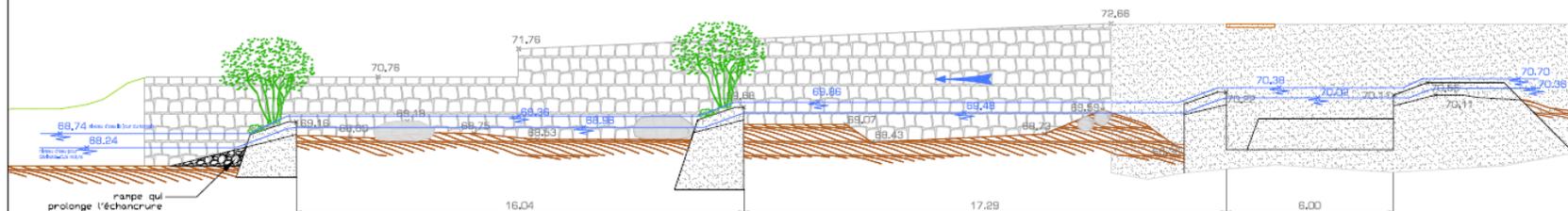
⇒ *Avant-projet 2*



*Profil longitudinal le long de la rive gauche
avec les plots evergreen*
échelle: 1/140



*Profil longitudinal le long de la rive droite et
rampes au niveau des échancrures*
échelle: 1/140



**Communauté de
communes de Beg
Ar C'hra**

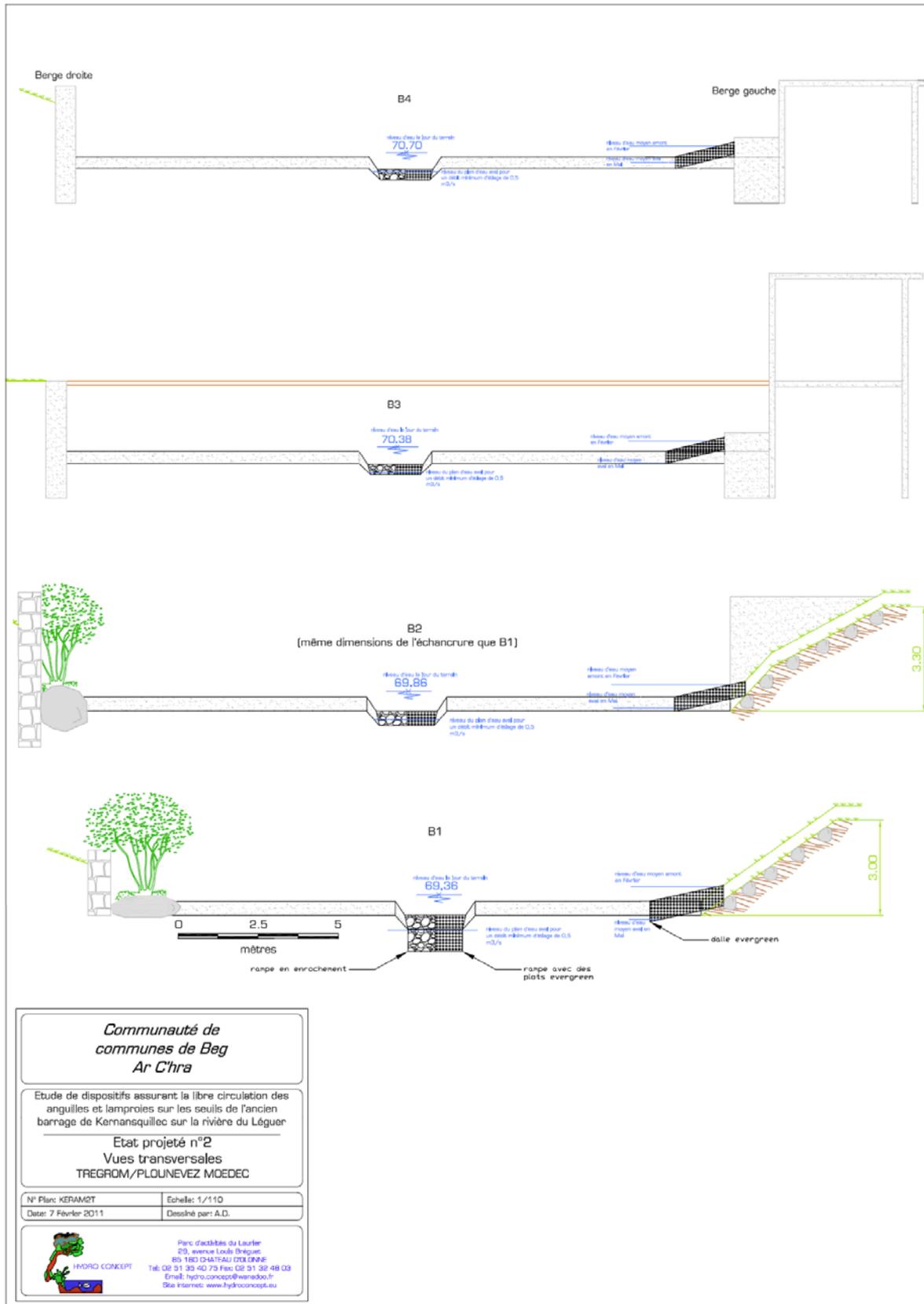
Etude de dispositifs assurant la libre circulation des
anguilles et lamproles sur les seuils de l'ancien
barrage de Kernansquillec sur la rivière du Léguer

Etat projeté n°2
Vues longitudinales
TREGROM/PLOUNEVEZ MOEDEC

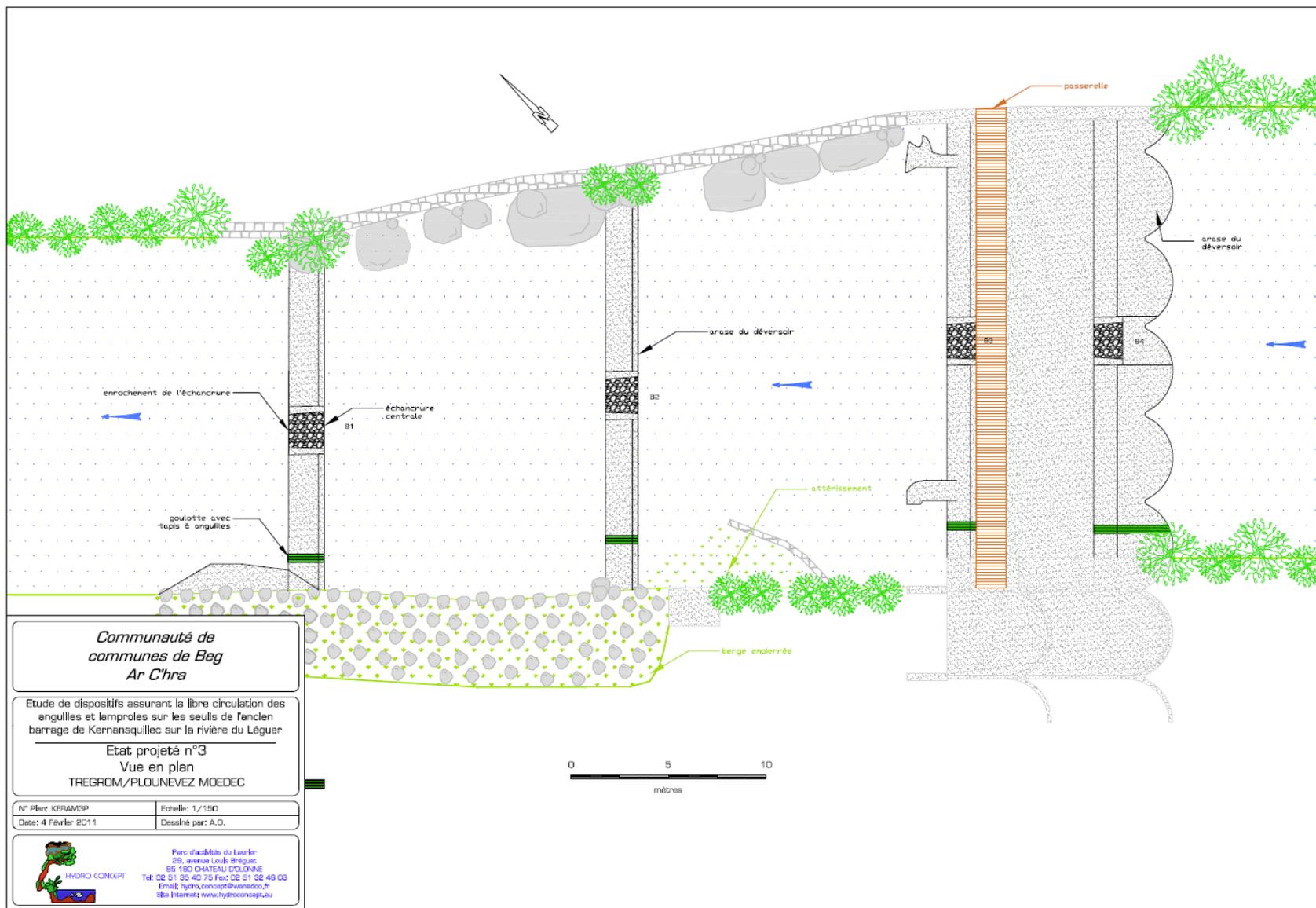
N° Plan: KERAM2L	Echelle: 1/140
Date: 7 Février 2011	Dessiné par: A.D.

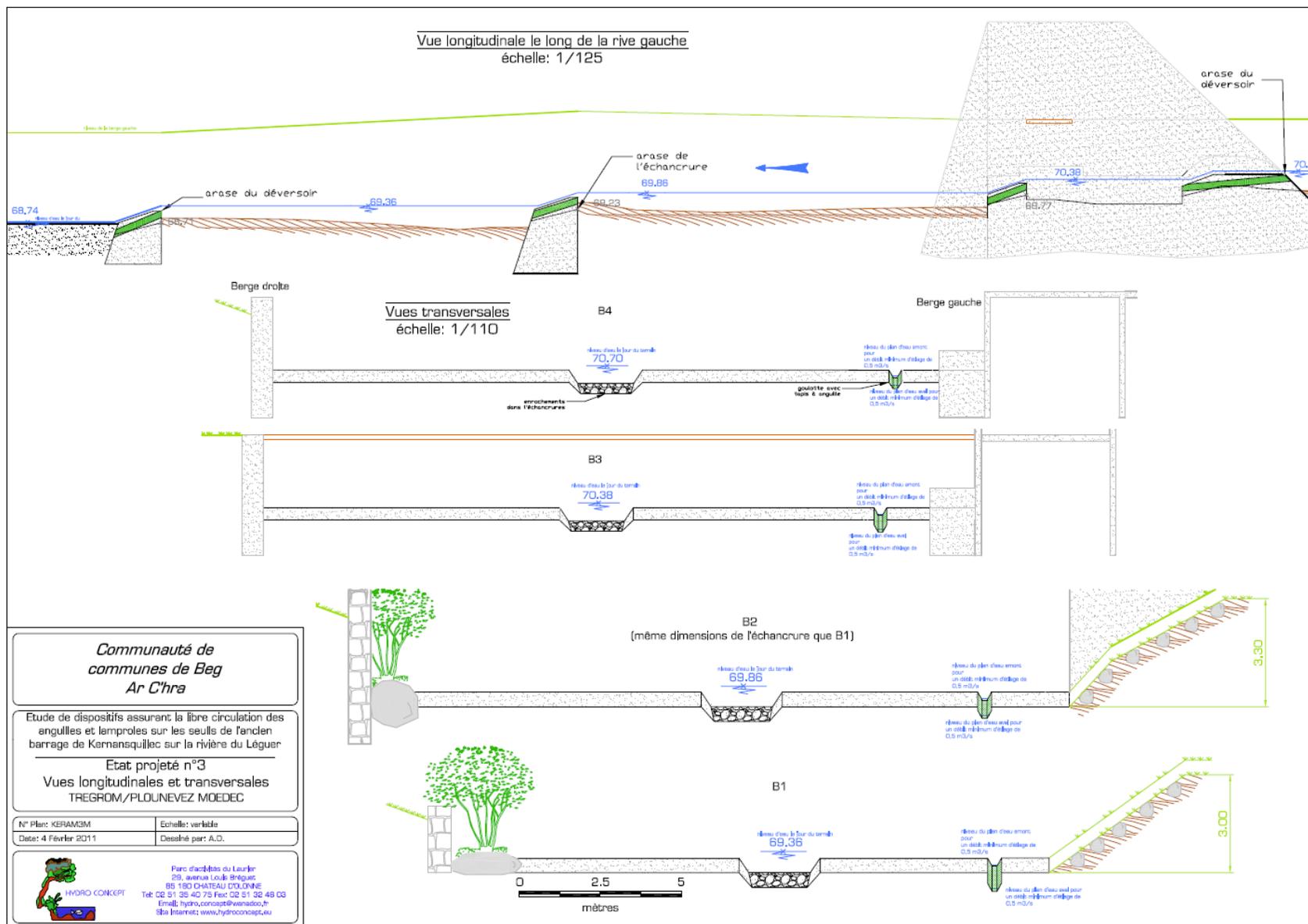


Parc d'activités du Leulier
25, avenue Louis Briquet
85 180 CHATEAU D'OLONNE
Tel: 02 51 35 40 75 Fax: 02 51 32 48 00
Email: hydro.concept@wanadoo.fr
Site Internet: www.hydroconcept.eu



⇒ *Avant-projet 3*





VII - PLANS DU PROJET RETENU

1 - Plan 1 : état initial, vue en plan et profil longitudinal

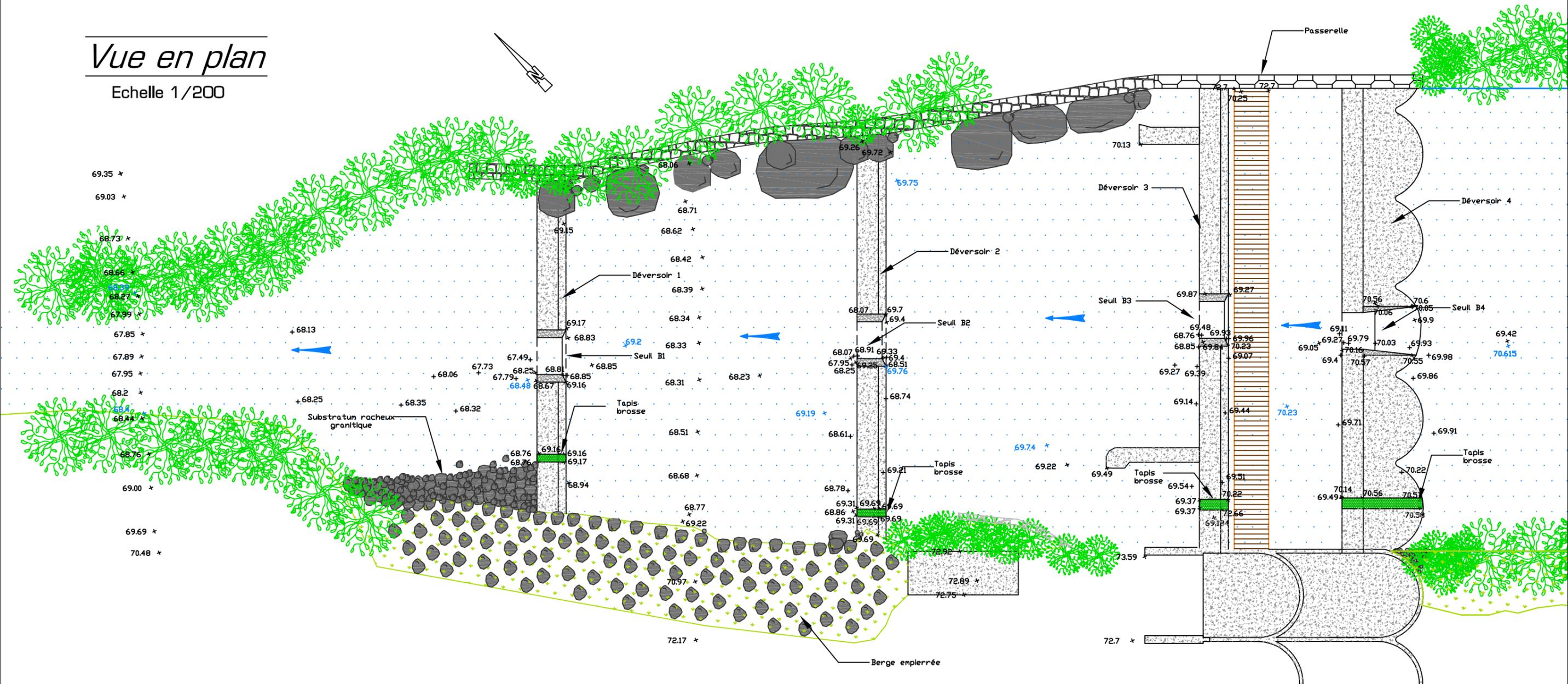
2 - Plan 2 : proposition d'aménagement – vue en plan

3 - Plan 3 : proposition d'aménagement – profil longitudinal

4 - Plan 4 : proposition d'aménagement – profil longitudinal

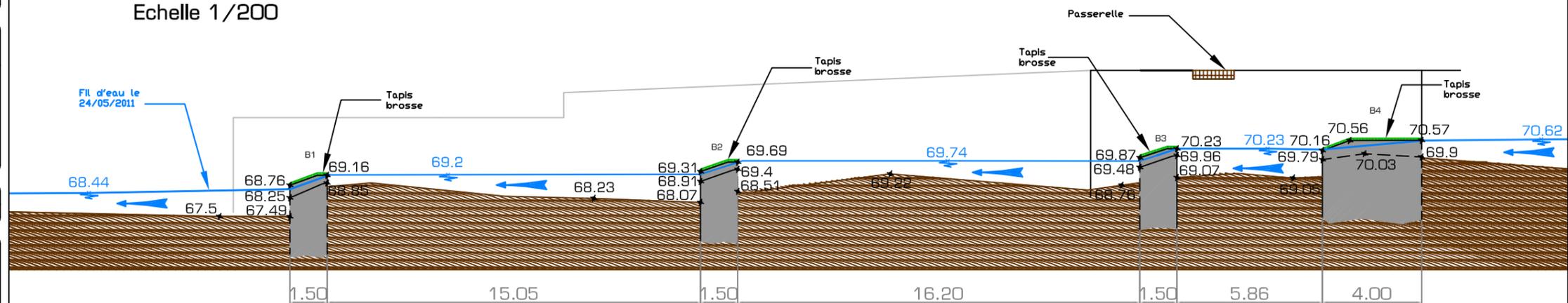
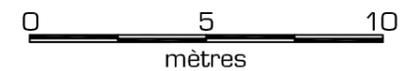
Vue en plan

Echelle 1/200



Profil longitudinal

Echelle 1/200



Communauté de
communes de Beg
Ar C'hra

Etude de dispositifs assurant la libre circulation des
anguilles et lamproies sur les seuils de l'ancien
barrage de Kernansquillec sur la rivière du Léguer

Etat initial
Vue en plan et profil longitudinal
TREGROM/PLOUNEVEZ MOEDEK

N° Plan: PLAN 1
Date: 06 octobre 2011

Echelle: 1/200
Dessiné par: F.M.

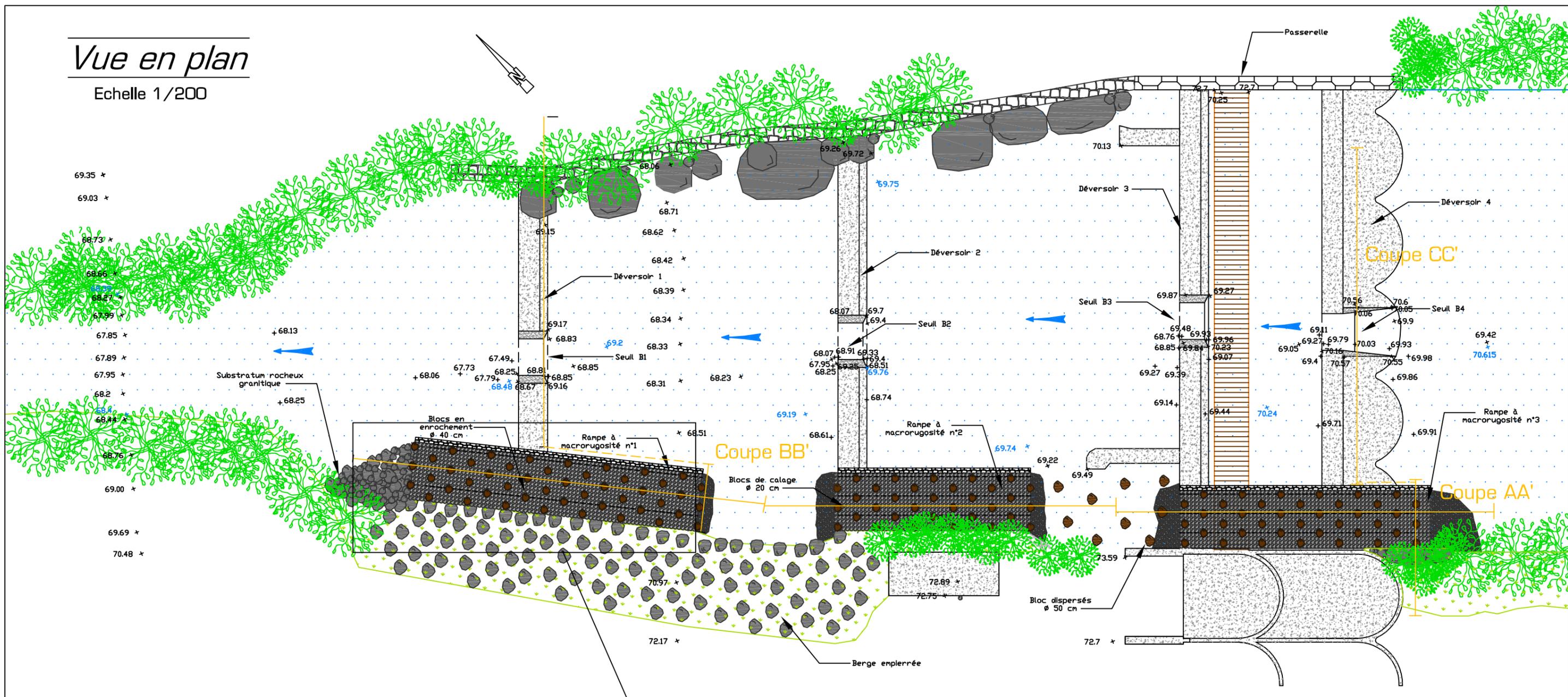


HYDRO CONCEPT

Parc d'activités du Laurier
29, avenue Louis Bréguet
85 180 CHATEAU D'OLONNE
Tel: 02 51 35 40 75 Fax: 02 51 32 48 03
Email: hydro.concept@wanadoo.fr
Site internet: www.hydroconcept.eu

Vue en plan

Echelle 1/200



Communauté de
communes de Beg
Ar C'hra

Etude de dispositifs assurant la libre circulation des
anguilles et lamproies sur les seuils de l'ancien
barrage de Kernansquillec sur la rivière du Léguer

Proposition d'aménagement
Vue en plan
TREGROM/ PLOUENEVEZ MOEDEC

N° Plan: PLAN 2

Echelle: 1/200

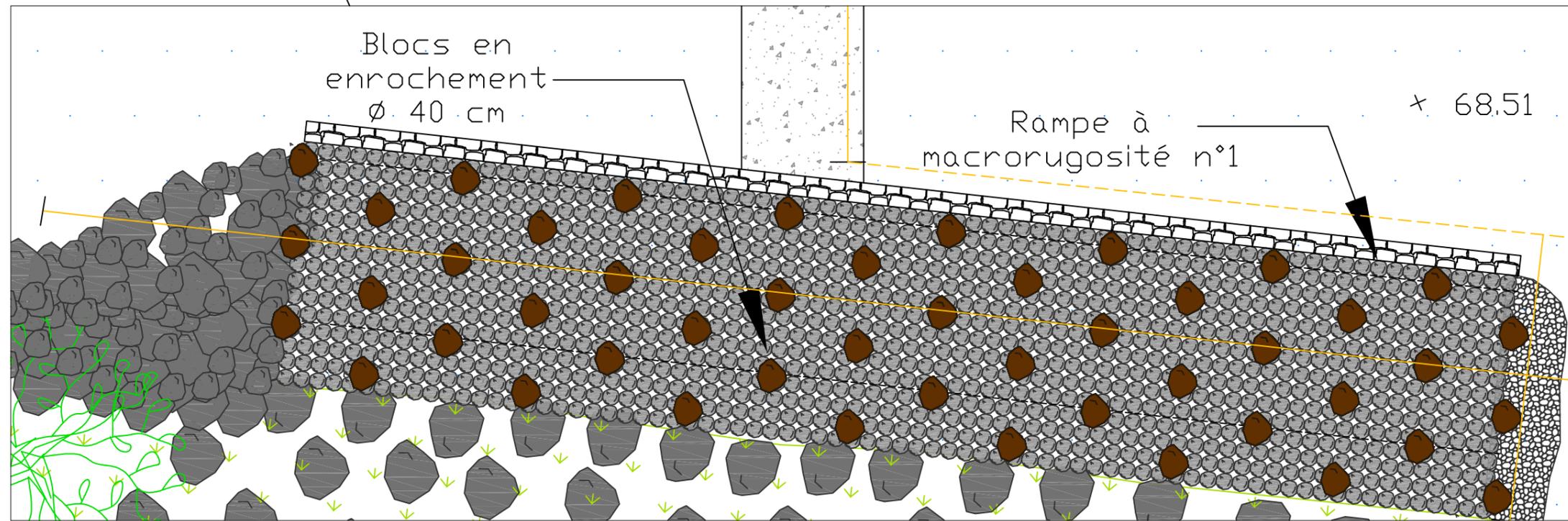
Date: 07 octobre 2011

Dessiné par: F.M.

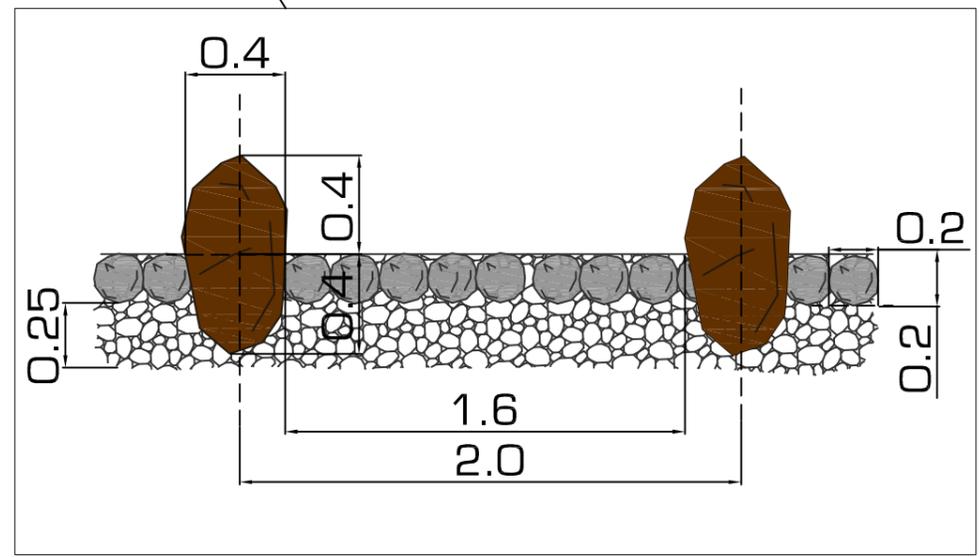
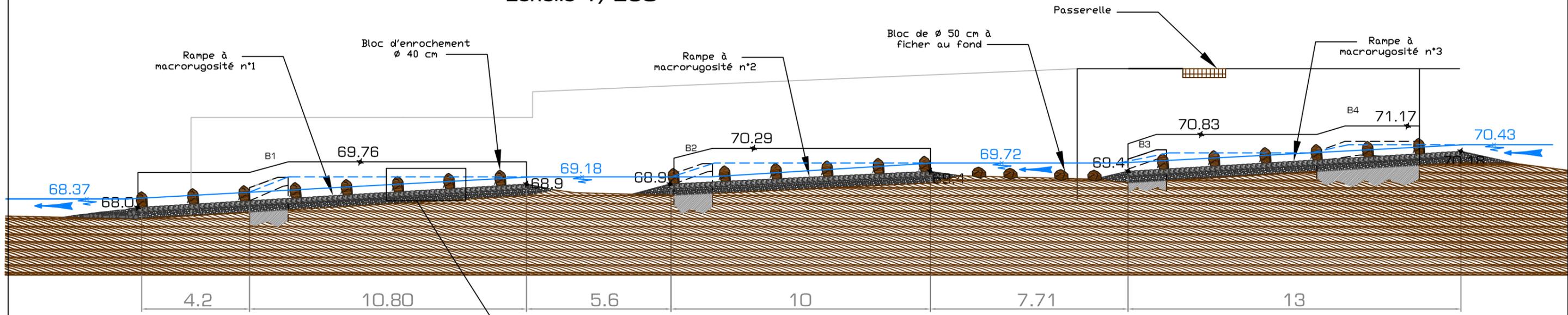
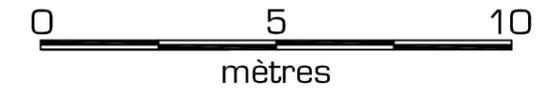


HYDRO CONCEPT

Parc d'activités du Laurier
29, avenue Louis Bréguet
85 180 CHATEAU D'OLONNE
Tel: 02 51 35 40 75 Fax: 02 51 32 48 03
Email: hydro.concept@wanadoo.fr
Site internet: www.hydroconcept.eu



Profil longitudinal (Coupe AA')
Echelle 1/250



Communauté de communes de Beg Ar C'hra

Etude de dispositifs assurant la libre circulation des anguilles et lamproies sur les seuils de l'ancien barrage de Kernansquillec sur la rivière du Léguer

Proposition d'aménagement
Vue longitudinale
TREGROM/PLOUNEVEZ MOEDEC

N° Plan: PLAN 3 Echelle: Variable
Date: 07 octobre 2011 Dessiné par: F.M.

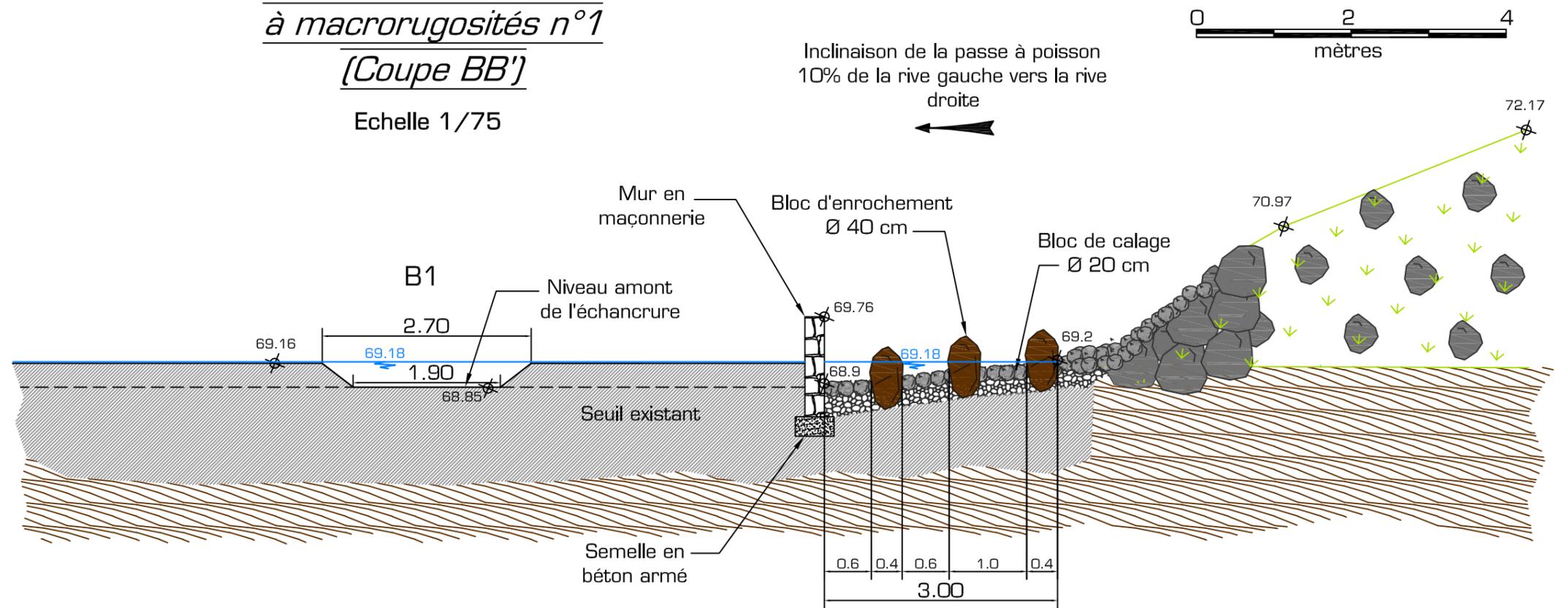


HYDRO CONCEPT

Parc d'activités du Laurier
29, avenue Louis Bréguet
85 180 CHATEAU D'OLONNE
Tel: 02 51 35 40 75 Fax: 02 51 32 48 03
Email: hydro.concept@wanadoo.fr
Site internet: www.hydroconcept.eu

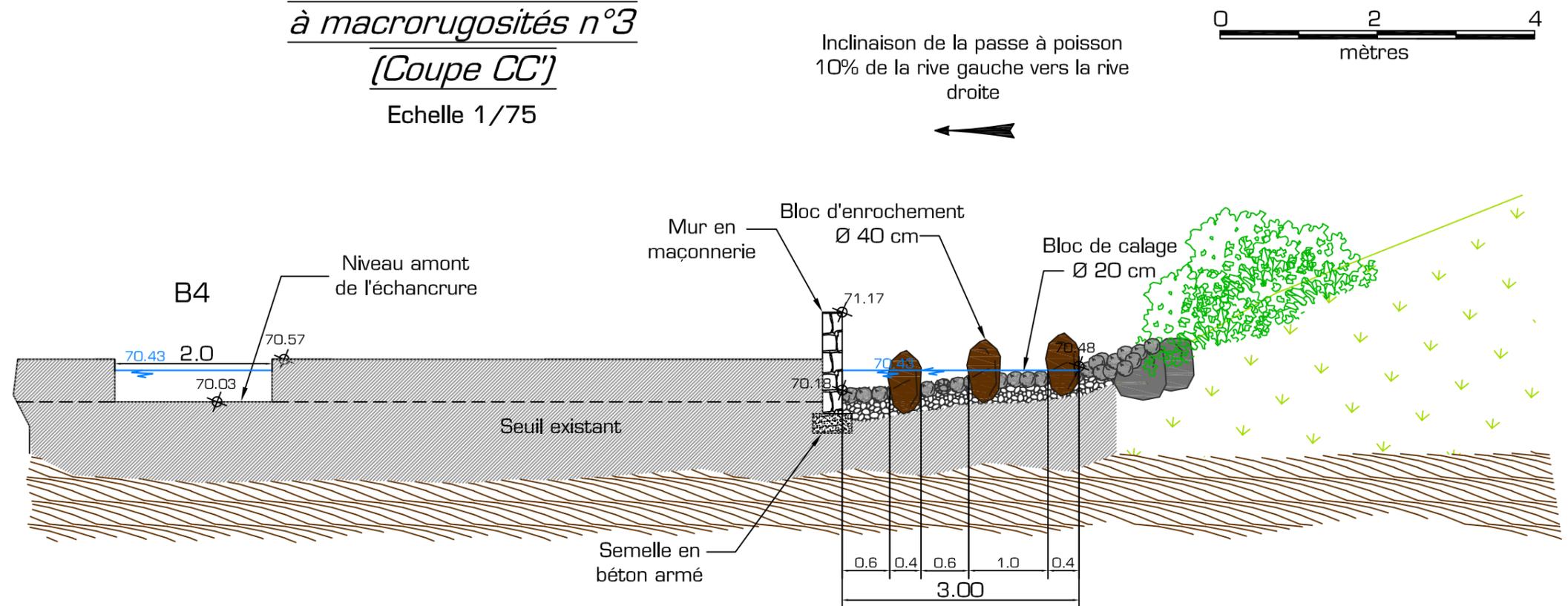
*Vue transversale de la rampe
à macrorugosités n°1
(Coupe BB')*

Echelle 1/75



*Vue transversale de la rampe
à macrorugosités n°3
(Coupe CC')*

Echelle 1/75



Communauté de
communes de Beg
Ar C'hra

Etude de dispositifs assurant la libre circulation des
anguilles et lamproies sur les seuils de l'ancien
barrage de Kernansquillec sur la rivière du Léguer

Etat initial
Vues transversales
TREGROM/PLOUNEVEZ MOEDEC

N° Plan: PLAN 4
Date: 07 octobre 2011

Echelle: 1/75
Dessiné par: F.M.



HYDRO CONCEPT

Parc d'activités du Laurier
29, avenue Louis Bréguet
85 180 CHATEAU D'OLONNE
Tel: 02 51 35 40 75 Fax: 02 51 32 48 03
Email: hydro.concept@wanadoo.fr
Site internet: www.hydroconcept.eu